DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİNYALİZE KAVŞAKLARDA ŞERİT KULLANIM ÖZELLİKLERİ VE ŞERİT SEÇİM ÖZELLİKLERİ DİKKATE ALINARAK DOYGUN AKIM VE REAKSİYON SÜRELERİNİN İNCELENMESİ

Figen COŞKUN

Eylül, 2014
İZMİR

SİNYALİZE KAVŞAKLARDA ŞERİT KULLANIM ÖZELLİKLERİ VE ŞERİT SEÇİM ÖZELLİKLERİ DİKKATE ALINARAK DOYGUN AKIM VE REAKSİYON SÜRELERİNİN İNCELENMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Programı

Figen COŞKUN

Eylül, 2014
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

FİGEN COŞKUN, tarafından **DOÇ. DR. SERHAN TANYEL** yönetiminde hazırlanan **"SİNYALİZE KAVŞAKLARDA ŞERİT KULLANIM ÖZELLİKLERİ VE ŞERİT SEÇİM ÖZELLİKLERİ DİKKATE ALINARAK DOYGUN AKIM VE REAKSİYON SÜRELERİNİN İNCELENMESİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Serhan TANYEL

Danışman

Prof. Dr. Burak ŞENGÖZ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Nurdan BÜYÜKKAMACI

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Öncelikle, tez çalışmam boyunca benden bilgi birikimi esirgemeyen, karşılaştığım problemlerimin üstesinden gelmem için bana rehberlik eden ve bana "dolmadan taşamazsın" felsefesini öğreten tez danışmanım Sn. Doç. Dr. Serhan TANYEL'e, projemin her aşamasında değerli zamanını, bilgisini ve güler yüzünü esirgemeyen hocam Sn. Dr. Pelin ÇALIŞKANELLİ'ye, gerek derslerde gerekse tez çalışmamda Prof. Dr. Burak ŞENGÖZ'e ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZUYSAL'a gösterdikleri ilgi ve yakınlıktan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda hayatımdaki yerleri benim için hocadan da öte olan, tecrübeleriyle motivasyonumu hep yüksek tutan, her zaman mücadele etmem gerektiğini öğreten Prof. Dr. Serap KAHRAMAN'a ve Prof. Dr. Türkay BARAN'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, TÜBİTAK tarafından 110M677 No'lu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca beni evlerinde ağırlayan, bana mesafelerin önemli olmadığını öğreten, üniversite eğitimimin bana kazandırdığı en değerli şeylerden biri olan, dostum Serap TÖRE ÇELİK ve sevgili eşi, canım kardeşim Özender ÇELİK'e, her ihtiyacım olduğunda yanımda olan, dolu dolu bir yüksek lisans dönemi geçirmemde önemli yere sahip sevgili arkadaşlarım Gizem DOĞAN ve Derya KAYA'ya, dahil olduğumuz proje döneminde karşılaştığımız her problemi birlikte göğüslediğimiz çalışma arkadaşım Kübra ÇELİK'e ve tüm Dokuz Eylül Üniversitesi Ulaştırma Laboratuarı çalışanlarına teşekkür ederim.

Lise yıllarından itibaren her an varlığını hissettiren, mantıklı kararlar almamda yardımcı olan ve verdiği demeçlerle yüzümü güldüren arkadaşım Merve AKDOĞAN'a, İzmit hayatımın vazgeçilmezlerinden biri olan, komşum, dert ortağım Sevilay AYDIN'a, verdiği izinlerle tezimi bitirmemde büyük katkısı olan Daire

Başkanım Hasan ENDEŞ'e ve tüm Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Ayrıca hayatta hep güçlü olmam gerektiğini öğreten ve her kararımda arkamda olan babam Cesur COŞKUN'a, eğitim hayatımın başladığı ilk günden tez çalışmamın tamamlandığı son güne kadar benden desteğini esirgemeyen, her zamankendi ayaklarımın üzerinde durmamı sağlayan canım annem Ayşe COŞKUN'a ve bana karşı hep dürüst davrandığına inandığım, içten ve samimi olan biricik kardeşim Tuğçe COŞKUN'a gösterdikleri sabır ve verdikleri büyük sevgi için çok teşekkür ederim. Ve tabi ki benim gözümde profesyonel anne olan, fedakar ve çalışkan ablam Fatma COŞKUN ÇAKAR'a, sevgili abim Bülent ÇAKAR'a ve hayatımın neşe kaynakları olan, teyzelerinin kuzuları Alperen, Yiğit ve Doğukan ÇAKAR'a yaşamımı daha da anlamlı kıldıkları için çok teşekkür ederim.

Son olarak, beni her zaman bir adım öteye taşıyan ve sevgisiyle taçlandıran mutluluğumun mühendisi Kurtuluş ATASEVER'e hayatımda olduğu ve olacağı için sonsuz teşekkürler.

Figen COŞKUN

SİNYALİZE KAVŞAKLARDA ŞERİT KULLANIM ÖZELLİKLERİ VE ŞERİT SEÇİM ÖZELLİKLERİ DİKKATE ALINARAK DOYGUN AKIM VE REAKSİYON SÜRELERİNİN İNCELENMESİ

ÖZ

İnsanoğlunun gelişimi, kültürel ve teknik etkileşimler ulaşımın gelişmesiyle paralellik göstermektedir. Nüfusun artması ve gelişen teknoloji ile birlikte araç sayısının artması, trafik tıkanıkları gibi problemleri de beraberinde getirmektedir. Günümüzde insanların konforlu bir yaşam sürdürebilmeleri için trafikte oluşan bu problemlerin çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Ülkemizde de nüfus artışı ile ulaşım talebinin artması sonucu özellikle büyük şehirlerde ciddi trafik sorunları yaşanmaktadır. Yoğun trafik koşulları nedeniyle hızları oldukça düşük olan trafik akımlarının kesiştiği sinyalize kavşaklarda tıkanmaların ve gecikmelerin olması kaçınılmaz hale gelmektedir.

Bu çalışmada özellikle kent içi yol ağlarında bulunan sinyalize kavşak sistemlerindeki; kavşak başarımı açısından önemli parametreler olan sürücü reaksiyon süreleri, doygun akım değerleri ve başlangıç kayıp zaman değerleri basit analitik yöntemler kullanılarak ve modellemeler yapılarak incelenmiştir. Analizler, kavşağı etkileyen geometrik parametreleri, kavşaktaki trafik parametrelerini (dönüş oranları) ve bu tip kavşaklardaki sinyalizasyon uygulamasına ait kontrol parametrelerini (faz planları, sinyal süreleri vb.) de göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Kavşaklardan toplanan her üç şeride ait ortalama takip aralığı değerleri incelendiğinde sol şeritteki trafik akımının diğer şeritlere oranla daha kararlı olduğu saptanmıştır. Yapılan regresyon analizi sonucunda, doygun akımın belirlenmesinde etkin parametreler olarak otobüs yüzdesi, sola ve sağa dönüş oranları ön plana çıktığı görülmüş ve kavşaklara ait ideal doygun akım değeri bulunmuştur. Başlangıç kayıp zamanın incelendiği analizler sonucunda, başlangıç kayıp zamanın devre süresi, incelenen kuyruktaki otobüs oranı ve kuyruk uzunluğuna bağlı olduğu ve her üç

parametrenin de kayıp zaman değerini arttırdığı hesaplanmıştır. Çalışmanın diğer önemli bir sonucu olarak, kuyruk uzunluğunun başlangıç kayıp zaman üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Kuyruk uzunluğu arttıkça kayıp zaman da artmaktadır. Bunun dışında incelenen veriler ve yapılan analizler sonucunda araç tipi ve dönüş tipi değişkenlerinin reaksiyon süresi üzerinde etkili değişkenler olduğu; bunun yanında şerit genişliği ve devre süresi değişkenlerinin de reaksiyon süresi üzerinde etkin rol oynadığı görülmüştür. Ayrıca başlangıç kayıp zaman ile doygun akım değeri ve başlangıç reaksiyon süresi arasındaki ilişkiler tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Takip aralığı, doygun akım, başlangıç kayıp zaman, başlangıç reaksiyon süresi (başlangıç tepki süresi).

DETERMINATION OF SATURATION FLOW RATE AND REACTION TIME BY TAKING ACCOUNT OF LANE UTILIZATION PROPERTIES AND LANE SELECTION STRATEGIES AT SIGNALIZED INTERSECTIONS

ABSTRACT

The development of mankind, cultural and technical interactions, is in parallel to the development of transportation. Population growth and the increasing number of vehicles with emerging technologies, brings problems such as traffic congestion. This problem must be solved to offer comfortable life to the citizens. In our country with population growth especially in big cities have been experiencing serious traffic problems as a result of the increase in transport demand. Congestions and delays have been inevitable at signalized intersections which have low speed because of heavy traffic conditions.

Saturation flow rate, start-up lost time, and start reaction time are significant parameters in determination of intersection performance at signalized intersection system which is especially located in urban road network. In this study, these values were investigated using simple analytical and modeling method. Analysis was carried out considering geometric parameters, traffic parameters (turning rates) and control parameters (phase plans, signal duration).

When examining average headway values of lane (right, left, and middle) collected from intersections, traffic flows in the left lane were found to be more stable than the other lanes. To determine ideal saturation flow rate, a regression analysis was performed. The percent of trucks, buses, minibuses and light commercial vehicles in traffic flow, and left or right turning rate of vehicles were used as independent variables. Saturation flow rate of observed intersection were calculated. According to analysis results cycle time, bus ratio of queue, and queue length are dependent parameters for computing start-up lost time value. All of these parameters increase the start-up lost time. Another important result of study is

effectiveness of queue length. Analysis shows that queue length increases with increasing start-up lost time. It is reached that type of vehicle, type of turning movement, lane width, and cycle time have effective role in start reaction time. Furthermore, turning movements are also factors that cause increased start reaction time. However, according to analysis results start reaction time increases along with increasing lane width. Additionally, it is defined that there is a relationship between start-up lost time with both saturation flow rate and start-reaction time.

Keywords: Headway**,** saturation flow rate, start-up lost time, start reaction time (start response time).

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ SINAV SONUÇ FORMU ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZ v
ABSTRACT vii
ŞEKİLLER LİSTESİ xii
TABLOLAR LİSTESİ xiv

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

1.1 Giriş 1
1.2 Tezin Amacı 2
1.3 Kapsam 2

BÖLÜM İKİ – KAVŞAKLARDA SİNYALİZASYON VE SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ 4

2.1 Trafik ve Sinyalizasyon Temel Kavramları 4
2.2 Sinyalizasyon Sistemlerinin Gerekliliği 5
2.3 Sinyalizasyon Sistemleri 6
2.3.1 İzole Sinyalizasyon Sistemleri 6
2.3.1.1 Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi 7
2.3.1.2 Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi 8
2.3.1.3 Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi 8
2.3.1.4 El İle Kumandalı Sinyalizasyon Sistemi 9
2.3.2 Koordine Sinyalizasyon Sistemleri 9
2.3.2.1 Senkronize Sistem 10
2.3.2.2 Alternatif Sistem 11
2.3.2.3 Progresif Sistem 12
2.3.2.4 Arazi Trafik Kontrolü Sistemi 13

BÖLÜM ÜÇ – TAKİP ARALIĞI KAVRAMI 14

3.1 Giriş 14
3.2 Literatür Araştırması ve Bulgular 15

BÖLÜM DÖRT – DOYGUN AKIM DEĞERİ **26**

4.1 Giriş 26
4.2 Doygun Akım Hesap Yöntemleri 28
4.3 Doygun Akımı Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi 34
4.3.1 Ağır Araçların Doygun Akım Üzerindeki Etkisi 34
4.3.2 Sola ve Sağa Dönüş Hareketlerinin Doygun Akım Üzerindeki Etkisi 40
4.3.3 Yaklaşım Kolu Şerit Genişliğinin Doygun Akım Üzerindeki Etkisi 44
4.3.4 Sinyalize Yuvarlak Ada Kavşakların Doygun Akım Üzerindeki Etkisi . 45
4.3.5 Otobüs Duraklarının Doygun Akım Üzerindeki Etkisi 45

BÖLÜM BEŞ – BAŞLANGIÇ TEPKİ SÜRESİ VE BAŞLANGIÇ KAYIP ZAMAN **49**

5.1 Başlangıç Tepki Sürelerinin (Reaksiyon Sürelerinin) İncelenmesi 49
5.2 Başlangıç Kayıp Zaman Değerlerinin Araştırılması 53

BÖLÜM ALTI – ÇALIŞMA KAPSAMINDA İNCELENEN KAVŞAKLAR **57**

6.1 Altınşehir Kavşağı, İstanbul 57
6.2 Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı, Bursa 60
6.3 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı, İzmir 61
6.4 Cin Deresi Kavşağı, İzmir 64
6.5 Çankaya Kavşağı, İzmir 67
6.6 Göztepe Kavşağı, İzmir 69
6.7 Lunapark Kavşağı, İzmir 74
6.8 Rektörlük Kavşağı, İzmir 77

6.9 Yunuslar Kavşağı, İzmir 80

BÖLÜM YEDİ – VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ANALİZLER .. 84

7.1 Takip Aralıklarının Modellenmesi 84
7.2 Doygun Akımın Belirlenmesi Üzerine Bir Tartışma 90
7.3 Başlangıç Tepki Süresi ve Başlangıç Kayıp Zaman Değerinin Modellenmesi 94
7.3.1 Başlangıç Tepki Süresinin Modellenmesi 94
7.3.2 Başlangıç Kayıp ZamanDeğerinin Modellenmesi 98
7.3.3 Başlangıç Kayıp Zaman-Başlangıç Tepki Süresi İlişkisi 101
7.3.4 Başlangıç Kayıp Zaman-Doygun AkımDeğerininİlişkisi 103

BÖLÜM SEKİZ – SONUÇLAR VE ÖNERİLER 104

KAYNAKLAR 107

EKLER 117

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Senkronize sistemin şematik gösterimi 10
Şekil 2.2 Alternatif sistemin şematik gösterimi 11
Şekil 2.3 Progresif sistemin şematik gösterimi 12
Şekil 3.1 Mesafe cinsinden aralık (metre) 14
Şekil 3.2 Zaman cinsinden aralık (saniye) 15
Şekil 3.3 " Δ" ve "K" katsayılarına bağlı olarak basit dağılımların grafik gösterimi 18
Şekil 3.4 Jin ve ark. (2009) tarafından elde edilmiş olan olasılık yoğunluk eğrileri . 21
Şekil 3.5 Farklı standart sapma değerleri için Lognormal dağılımına ait olasılık yoğunluk grafikleri 22
Şekil 3.6 Farklı katsayı değerleri için Gamma dağılımına ait olasılık yoğunluk grafikleri 23
Şekil 3.7 Farklı parametre değerleri için Weibull dağılımına ait olasılık yoğunluk grafikleri 24
Şekil 3.8 Ölçek parametresinin "1" olması koşulunda farklı şekil parametreleri için Log-Lojistik dağılıma ait olasılık yoğunluk grafikleri 25
Şekil 4.1 Kuyruk numarasına bağlı olarak takip aralığı değerlerinin değişimi 27
Şekil 4.2 Kuyruk pozisyonuna bağlı olarak araçlar arasındaki ortalama takip aralığı değerinin değişimi 33
Şekil 4.3 Kamera çekimlerinin yapıldığı kavşak. 42
Şekil 4.4 Sola dönen araç sayısı ile aralık kabulü arasındaki lineer ilişki 42
Şekil 4.5 Tek şeritli bir yolda otobüs engelleme süresinin şematik gösterimi 47
Şekil 4.6 Otobüsün durakta durma sürelerine bağlı farklı araç hareketleri 47
Şekil 5.1 Kuyruk boşalımına ait parametrelerin grafik gösterimi 51
Şekil 5.2 Başlangıç tepki süresine bağlı olarak elde edilen doygun akım değerleri .. 53
Şekil 5.3 Doygun takip aralığı ve kayıp zaman değerleri 56
Şekil 6.1 Altınşehir Kavşağı'nın genel görünümü 58
Şekil 6.2 Çalışma kapsamında gözlem yapılan yaklaşım 59
Şekil 6.3 Gözlem yapılan yaklaşıma ait bir fotoğraf 59
Şekil 6.4 Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı'nın genel görünümü 60
Şekil 6.5 Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı'na ait bir fotoğraf 61

Şekil 6.6 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı ve çevresinin genel görünümü 62
Şekil 6.7 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı şerit özellikleri 63
Şekil 6.8 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı'na ait bir fotoğraf 63
Şekil 6.9 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı faz planı 64
Şekil 6.10 Cin Deresi Kavşağı ve çevresinin genel görünümü 64
Şekil 6.11 Cin Deresi Kavşak planı 65
Şekil 6.12 Cin Deresi Kavşağı'na ait bir fotoğraf 66
Şekil 6.13 Cin Deresi Kavşağı faz planı 66
Şekil 6.14 Cin Deresi Kavşağı sinyal planı 66
Şekil 6.15 Çankaya Kavşağı ve çevresinin genel görünümü 67
Şekil 6.16 Çankaya Kavşak planı 68
Şekil 6.17 Çankaya Kavşağı'na ait bir fotoğraf 68
Şekil 6.18 Çankaya Kavşağı faz planı 69
Şekil 6.19 Çankaya Kavşağı sinyal planı 69
Şekil 6.20 Göztepe Kavşağı ve çevresinin genel görünümü 70
Şekil 6.21 Göztepe Kavşak planı (Göztepe Girişi) 71
Şekil 6.22 Göztepe Kavşak planı (Göztepe Çıkışı) 72
Şekil 6.23 Göztepe Kavşağı'na ait bir fotoğraf (Göztepe Girişi) 72
Şekil 6.24 Göztepe Kavşağı'na ait bir fotoğraf (Göztepe Çıkışı) 73
Şekil 6.25 Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) faz planı 73
Şekil 6.26 Göztepe Kavşağı (Göztepe Çıkışı) faz planı 74
Şekil 6.27 Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) sinyal planı 74
Şekil 6.28 Göztepe Kavşağı (Göztepe Çıkışı) sinyal planı 74
Şekil 6.29 Lunapark Kavşağı ve çevresinin genel görünümü 75
Şekil 6.30 Lunapark Kavşak planı 76
Şekil 6.31 Lunapark Kavşağı'na ait bir fotoğraf 79
Şekil 6.32 Lunapark Kavşağı faz planı 77
Şekil 6.33 Lunapark Kavşağı sinyal planı 77
Şekil 6.34 Rektörlük Kavşağı ve çevresinin genel görünümü 78
Şekil 6.35 Rektörlük Kavşak planı 79
Şekil 6.36 Rektörlük Kavşağı'na ait bir fotoğraf 79
Şekil 6.37 Rektörlük Kavşağı faz planı 80

Şekil 6.38 Rektörlük Kavşağı sinyal planı 80
Şekil 6.39 Yunuslar Kavşağı ve çevresinin genel görünümü 81
Şekil 6.40 Yunuslar Kavşağı şerit özellikleri 82
Şekil 6.41 Yunuslar Kavşağı'na ait bir fotoğraf 82
Şekil 6.42 Yunuslar Kavşağı faz planı 83
Şekil 6.43 Yunuslar Kavşağı sinyal planı 83
Şekil 7.1 Sayaç programının zaman cinsinden aralık modülü 85
Şekil 7.2 Sinyalize kavşaklara ait temsili kuyruk boşalım grafikleri 86
Şekil 7.3 Sol şeritteki araçların takip aralıklarına ait olasılık yoğunluk eğrileri 89
Şekil 7.4 Orta şeritteki araçların takip aralıklarına ait olasılık yoğunluk eğrileri 89
Şekil 7.5 Sağ şeritteki araçların takip aralıklarına ait olasılık yoğunluk eğrileri 89
Şekil 7.6 Gözlenen başlangıç kayıp zaman değerlerine ait olasılık yoğunluk grafiği 99
Şekil 7.7 Başlangıç tepki süresi ile başlangıç kayıp zaman arasındaki ilişki 102
Şekil 7.8 Doygun akım ile başlangıç kayıp zaman arasındaki ilişki 103

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1 ARR 123 Yöntemi örnek hesap tablosu 30
Tablo 4.2 Çeşitli ülkelerdeki doygun akım değerleri..... 32
Tablo 4.3 Sorensen' in uzunluklarına göre araç sınıflandırması..... 35
Tablo 4.4 Şehir içindeki araçların uzunluklara göre sınıflandırılması..... 35
Tablo 4.5 Araç cinslerine göre EOB değerleri..... 36
Tablo 4.6 TS6407'ye göre eş değer otomobil birimleri..... 37
Tablo 7.1 Sinyalize kavşaklardaki takip aralığı gözlemlerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri ile anderson-darling testi sonuçları 87
Tablo 7.2 Doygun akım değeri analizinde kullanılan tabloya ait bir kesit 91
Tablo 7.3 Doygun akıma ait regresyon analizi sonuçları..... 92
Tablo 7.4 Örnek kavşaklardan elde edilenreaksiyon süresi ve trafik akımı verileri.. 95
Tablo 7.5 Başlangıç tepki süresine ait regresyon analizi sonuçları 97
Tablo 7.6 Kayıp zaman değerlerine ait saniye cinsinden tanımlayıcı istatistikler..... 99
Tablo 7.7 Başlangıç kayıp zaman değerinin modellenmesinde kullanılan tabloya ait bir kesit..... 100
Tablo 7.8 Kayıp zaman değerine ait regresyon analizi sonuçları 101

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

1.1 Genel Bilgiler

Medeniyet tarihinde ulaşım, insanların yaşayışında önemli bir yer tutmaktadır. İnsanoğlunun gelişimi, kültürel ve teknik etkileşimler ulaşımın gelişmesiyle paralellik göstermektedir. Nüfusun artması ve gelişen teknoloji ile birlikte araç sayısının artması, trafik tıkanıkları gibi problemleri de beraberinde getirmektedir. Günümüzde insanların konforlu bir yaşam sürdürebilmeleri için trafikte oluşan bu problemlerin çözüme kavuşturulması gerekmektedir.

Ülkemizde de nüfus artışı ile ulaşım talebinin artması sonucu özellikle büyük şehirlerde ciddi trafik sorunları yaşanmaktadır. Ulaşım talebinin artması sonucunda trafiğe çıkan özel araç sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Bunun dışında, ülkemizde yolculuk talepleri toplu ulaşım ile de desteklenmektedir. Otobüsler ve bazen de minibüsler ile karşılanan bu taleplerde eklenince özellikle pik saatlerde, karayolu trafiğinde sıkışıklıklar ve tıkanmalar yaşanmaktadır. Bu durum kavşaklarda daha belirgin olarak görülmektedir. İki farklı yönde akmakta olan trafik akımlarının ortak olarak ve sıra ile kullanmak zorunda oldukları sinyalize kavşaklarda, bu akımlardaki trafiğin belirli aralıklarda durması gerekmektedir. Bununla birlikte yoğun trafik koşulları nedeniyle hızları oldukça düşük olan trafik akımlarının kesiştiği sinyalize kavşaklarda tıkanmaların ve gecikmelerin olması kaçınılmaz hale gelmektedir. Araştırmacılar, kent içi ulaşımda karşılaşılan bu problemlere karşı ulaşım bilimi altında daha spesifik bir alan olan trafik yönetimi üzerine yoğunlaşmışlardır.

Sinyalize kavşakların değerlendirilmesinde kullanılan en önemli başarım parametreleri gecikme ve kuyruk uzunluğudur. Gecikme ve kuyruk uzunluğu değerlerinin belirlenebilmesi için farklı ülkelerde, çeşitli araştırmacılar tarafından önerilmiş olan birçok hesap yöntemi ve farklı yazılımlar kullanılmaktadır. Kullanılan analiz yöntemlerinin hepsi, araçlar arasındaki takip davranışının bir sonucu olan doygun akım kavramına bağlı olarak oluşturulmuştur. Araçların kavşağı boşaltma durumundaki takip aralıkları, kavşak başarımının hesaplanmasında büyük önem

taşıyan doygunluk derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ancak boşaltma durumundaki takip aralıkları; reaksiyon süreleri ve kavşaktan çıkış yapan araçların yaptıkları şerit değiştirme manevraları ile de yakından ilişkilidir. Kavşağa giriş yapan sürücülerin reaksiyon süresi ve kavşaktan sonra sürücülerin yoğun bir şekilde şerit değiştirmesi, akım içinde kısa süreli duraksamalara veya hız düşüşlerine yol açmakta; bunun sonucunda oluşan şok dalgası sinyalden çıkış yapan araçları da etkileyebilmektedir.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada özellikle kent içi yol ağlarında bulunan sinyalize kavşak sistemlerindeki; kavşak başarımı açısından önemli parametreler olan araç takip aralıkları, sürücü reaksiyon süreleri, doygun akım değerleri ve başlangıç kayıp zaman değerleri basit analitik yöntemler kullanılarak ve modellemeler yapılarak incelenmiştir. Analizler, kavşağı etkileyen geometrik parametreleri, kavşaktaki trafik parametrelerini (dönüş oranları) ve bu tip kavşaklardaki sinyalizasyon uygulamasına ait kontrol parametrelerini (faz planları, sinyal süreleri vb.) de göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Çalışmanın amacı, kent içi sinyalize kavşak sistemlerinin başarımlarını etkileyen parametreler hakkında bilgi vermektir.

1.3 Kapsam

Bu çalışma sekiz bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, trafik ve sinyalizasyonun temel kavramları açıklanmıştır. Ayrıca sinyalizasyon sistemleri tanıtılmış ve sinyalizasyon sistemlerinin gerekliliğine değinilmiştir.

Üçüncü bölümde, takip aralığı kavramı açıklanmıştır. Ayrıca, araştırma yapılan konuya bağlı olarak takip aralığı kavramının farklı tanımlamalarla ifade edildiğinden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde sinyalize kavşakların başarımının belirlenmesinde en önemli parametrelerden biri olan doygun akım kavramı üzerine, çeşitli konular göz önünde bulundurularak yapılmış önceki çalışmalara yer verilmiştir.

Beşinci bölümde kavşak başarımını etkileyen parametrelerden başlangıç tepki süresi kavramı anlatılmış ve başlangıç kayıp zamanın belirlenmesi için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümünü tez kapsamında incelenen kavşaklar detaylı olarak tanıtımı oluşturmaktadır. Kavşakların geometrik özellikleri, faz süreleri ve şerit özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

Yedinci bölümde analizler ve modellemeler yer almaktadır. Bu bölümde ilk kısımda, çalışma kapsamında gözlenen zaman cinsinden takip aralığı verilerinin Lognormal, Weibull, Gamma ve Log-Lojistik dağılımlara uygunlukları Anderson-Darling testi uygulanarak kontrol edilmiştir. İkinci kısımda çalışmanın ana hedeflerinden birisi olan ideal doygun akım değeri belirlenmiştir. Üçüncü kısımda başlangıç kayıp zaman ve başlangıç tepki süresi modellenmiş ve bu parametreleri etkileyen faktörler regresyon analizi kullanılarak bulunmuştur. Ayrıca başlangıç kayıp zamanın hem başlangı tepki süresi hem de doygun akım arasındaki ilişki irdelenerek grafiksel olarak sunulmuştur.

Sekizinci bölümde ise, çalışmanın tamamında elde edilen sonuçlar değerlendirilerek özetlenmiş, ileriye yönelik yapılacak olan çalışmalara ilişkin çeşitli öneriler sunulmuştur.

BÖLÜM İKİ
KAVŞAKLARDA SİNYALİZASYON VE SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ

2.1 Trafik ve Sinyalizasyon Temel Kavramları

Sinyalizasyon sistemleri için kullanılan bazı temel trafik ve sinyalizasyon kavramları şunlardır (Ayfer, 1977):

Trafik Şeridi: Karayolunun tek bir sıra taşıta hizmet etmesi beklenen bölümüdür.

Sığınma Şeridi: Sağa veya sola dönüş yapacak taşıtların, düz giden taşıtların akım hattından ayrılarak hızlarını düşürebilecekleri trafik şeridir.

Sinyalizasyon: Trafiğin ışıklı işaretler ve bunları kumanda eden cihazlar kullanılarak düzenlenmesidir.

Trafik Hacmi: Bir yoldan birim zaman içinde geçen taşıtların sayısıdır.

Taşıt Kompozisyonu: Belli bir noktadan geçmekte olan değişik taşıt cinslerinin (otomobil, kamyon, otobüs vb.) toplam trafik hacmi içindeki oranlarıdır.

Otomobil Birimi Eşdeğeri: Bir taşıtın, mevcut trafik ve yol koşulları altında bir trafik akımı içinde yerini kapladığı otomobil sayısıdır.

Aralık: Birbirini izleyen iki taşıtın burunlarının (ön tamponlarının) bir noktayı geçerken aralarında kalan zaman farkıdır.

Gecikme: Bir taşıtın, bir kavşak veya kontrol edilen bir kesimde, diğer taşıtlar, geometrik özellikler ve kontrol sistemleri nedeniyle kaybettiği zamandır.

Kapasite: Herhangi bir yol, kavşak veya trafik şeridinin birim zaman içinde geçirebileceği maksimum taşıt sayısıdır.

İzole Sistem: Diğer sistemlerle herhangi bir bağlantısı bulunmayan ve tek başına çalışan sinyalizasyon sistemidir.

Koordine Sistem: Aynı yol üzerinde en az iki kavşağın birbirine bağlı olarak çalışmasını sağlayan sinyalizasyon sistemidir.

Senkronize Sistem (Simültane Sistem): Koordine kavşakların hepsinde aynı anda aynı ışıklı sinyalleri veren sistemdir.

Alternatif Sistem: Bitişik kavşaklarda sıra ile birbirine zıt ışıklı işaretleri veren sistemdir.

Progresif Sistem: Bir kavşakta geçiş hakkı olan bir taşıtın diğer koordine kavşaklarda da beklemeksizin geçişini sağlayan ve ışıklı sinyalleri buna göre düzenlenen sistemdir.

2.2 Sinyalizasyon Sistemlerinin Gerekliliği

Genel olarak sinyalizasyon sistemleri kontrolsüz kavşaklarda kontrolü sağlamak ve aynı zamanda kavşaklarda meydana gelebilecek kazaları önleyerek gecikmeleri azaltmak amaçları ile kullanılmaktadır. Bununla birlikte, gelişigüzel ve gereklilik ölçütlerine uyulmadan kurulan bir sinyalizasyon tesisi, hem gecikmelerin uzamasına hem de kaza sayısının artmasına sebep olabilir. Dolayısıyla her kavşağa sinyalizasyon sistemi yapmak hem ekonomik açıdan hem de çevre açısından zararlı olabilir. Fakat bazı durumlarda sinyalizasyon sisteminin yapılmaması daha kötü sonuçlar doğurabilir. Bu durumlar şu şekilde sıralanabilir (Ayfer, 1977):

- Tali yollardan hareket etmek isteyen araçlar, gerekli zaman boşluklarını bulamamakta; ana yoldan geçen araçlar buna izin vermemektedir.

- Kavşaklardaki işaretlemeye rağmen, ulaşım güvenliği sağlanamamakta, sürekli veya birbirine benzer karakteristikteki kazalar oluşmaktadır.
- Kavşaklardaki düzensiz ulaşım beklemelere, sıkışıklıklara, tıkanıklıklara ve gecikmelere yol açmakta; dolayısıyla kavşağın ekonomik kullanımı azalmakta, enerji ve zaman kaybına neden olmaktadır.
- Kavşak kapasitesinden yeterince yararlanılamamaktadır.
- Yayalar emniyetle hareket olanağı bulamamaktadır.
- Kavşağın fiziki ve geometrik yapısı bir işaretlemeyi gerektirmektedir.

Belirtilen durumlardan biri veya birkaçı kavşakta gözlenirse, bu kavşağın sinyalize edilmesi gerekir. Birbirine bağlı kavşaklarda, yeşil kuşak oluşturulabilir. Böylece araçlar, gruplar halinde tutularak durma, bekleme ve yol verme zamanları ayarlanmaya çalışılır. Bu sayede:

- Ulaşım güvenliğinin artması,
- Kapasite kullanımı,
- Bekleme zamanlarının azalması,
- Ekonomiklik,
- Ulaşım akımlarının iyileşmesi, bunun sonucu olarak seyahat süresinin azalması ve konforun iyileşmesi, yakıt tasarrufları,
- Durma ve bekleme yüzünden meydana gelen CO (karbon monoksit) fazlalığı ve durma kalkmalardan kaynaklanan gürültünün azalması sebebiyle çevre şartlarının iyileşmesi sağlanmış olur.

2.3 Sinyalizasyon Sistemleri

Sinyalizasyon sistemleri, kontrol ettikleri kavşakların durumuna göre izole ve koordine sistemler olarak iki başlıkta incelenmektedir.

2.3.1 İzole Sinyalizasyon Sistemleri

İzole sinyalizasyon sistemleri, yakınındaki diğer kavşaklarda kurulmuş bulunan başka sinyalizasyon sistemleri ile herhangi bir bağlantısı olmayan ve diğer

sinyalize tesislerin etkilemediği sistemdir. İzole sinyalizasyon sistemleri dört değişik biçimde gerçekleştirilebilir (Ayfer, 1977):

- Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi
- Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi
- Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi
- El ile Kumandalı Sinyalizasyon Sistemi

2.3.1.1 Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi

Sabit zamanlı sinyalizasyon sisteminde, kavşağa değişik yönlerden yaklaşan taşıt ve yaya trafiğine önceden hazırlanmış zaman programlarına uygun olarak sıra ile geçiş hakkı verilmektedir. Çeşitli yönlerden kavşağa yaklaşan trafiğe verilecek geçiş hakkı süreleri (yeşil süreler) ve bu sürelerin birbirine olan oranı ortalama trafik yükü değerlerine göre saptanır. Dolayısıyla, bu sistemin başarılı olabilmesi için mümkün mertebe çok sayıda ve dikkatli trafik sayımlarının yapılması gerekmektedir (Webster &Cobbe, 1966).

Hemen hemen her kavşaktaki trafik akımları günün değişik saatlerinde farklı özellikler göstermektedir. Sabit zamanlı bir sinyalizasyon sistemi de, bu farklı özelliklere uygun biçimde belirli saatlerde otomatik olarak değişen ayrı ayrı birkaç program uygulayarak, trafik akımlarının en uyumlu şekilde düzenlenmesini amaçlamaktadır.

Sabit zamanlı sinyalizasyon sisteminin en büyük sakıncası trafik akımlarının projede kullanılan ortalama değerlere uymayarak kavşaklarda gereksiz beklemelere yol açmasıdır. Bu sakıncanın etkisini mümkün mertebe azaltmak için sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi kurulmuş bir kavşağın sürekli olarak kontrol altında tutulması, mevsimlere göre ve zamanla değişen trafik koşullarına uygun olarak zaman programlarının düzeltilmesi gereklidir.

2.3.1.2 Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi

Trafik uyarmalı sinyalizasyon sisteminde, taşıtların geçiş hakkı sıra ve süreleri uyarıcılar (dedektörler) tarafından saptanan trafik talep ve yoğunluklarına göre düzenlenmektedir. Bu sistem genel olarak iki türlü uygulanmaktadır:

a) Yan-Trafik Uyarmalı Sistem: Bu tip sinyalizasyon sisteminde kavşak yaklaşım kollarının bazılarından uyarı kabul edilir. Genellikle "ana yol" niteliğinde olan yol üzerindeki akım yönlerine sürekli olarak yeşil ışıklı sinyal verilir ve tali yol veya yolların herhangi birinden geçiş talebi uyarısı almadıkça cephe gruplarının ışıklı sinyallerinde bir değişiklik olmaz.
b) Tam-Trafik Uyarmalı Sistem: Bu tip sinyalizasyon sisteminde kavşak yaklaşım kollarının hepsinden sürekli olarak uyarı alınır ve geçiş hakkı sıra ve süreleri uyarı alınan yaklaşım kollarındaki trafik yoğunluklarına göre değiştirilerek otomatik olarak düzenlenir. Tam-trafik uyarmalı sistemler, trafik yoğunluklarının hemen hemen gerçek değerlerine göre geçiş hakkı sağladıklarından, toplam gecikmeleri minimuma indiren en ideal sistemlerdir.

2.3.1.3 Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi

Sinyalizasyon tesisleri genellikle kavşaklarda, bazı bağlantı yollarının giriş çıkışlarında ve kavşak olmayan yaya geçitlerinde kurulur. Kavşaklardan uzak olan yaya geçitlerinde, sürekli olarak veya günün belirli saatlerinde, yayalara güvenli geçiş hakkı tanımak üzere sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi uygulanabilir. Yaya akımının az olduğu yer ve saatlerde ise taşıtlara verilen sürekli geçiş hakkı yayaların butonlara basmaları ile kesilir.

Yaya uyarmaları kavşaklarda da kullanılabilir. Bu uyarılar yan veya tam-trafik uyarmalı olarak düzenlenmiş bir sistemin kapsamına alınabildiği gibi, sabit zamanlı olarak çalışan kavşaklarda da yararlı olabilir, özellikle bazı sabit zamanlı kavşaklarda, zaman kaybını önlemek ve gecikmeleri azaltmak için yayalardan

herhangi bir talep gelmediği sürece bazı yaya cepheleri sürekli olarak kırmızı ışıklı sinyal vermektedir. Bu geçitleri kullanmak isteyen yayalar, geçiş hakkı alabilmek için butonlara basmak ve beklemek zorundadırlar.

2.3.1.4 El İle Kumandalı Sinyalizasyon Sistemi

Herhangi bir kavşaktaki bütün ışıklı cephe grupları bir kumanda çizelgesine bağlanarak ışıklı sinyallerin dışarıdan yönetilmesi sağlanabilir. "El ile kumanda edilen sinyalizasyon sistemi" denilen bu sistem, özellikle sabit zamanlı olarak tesis edilmiş bulunan fakat bazı zamanlardaki trafik akımlarının ortalama değerlerden büyük sapmalar ve sık dalgalanmalar gösterdiği kavşaklarda kullanılır. "Manüel İşletme" adı da verilen bu sistem trafik ve yaya uyarmalı sistemlere benzemekte, ancak talepler dışarıdan gözlem ile değerlendirilmektedir.

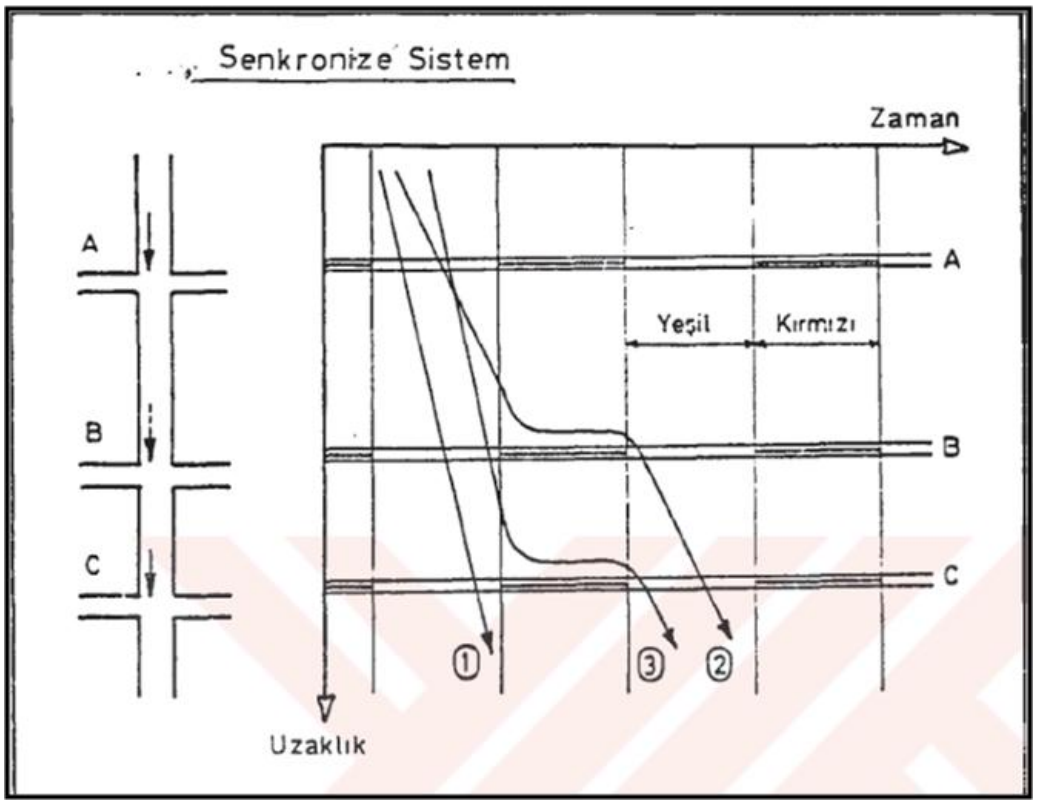
2.3.2 Koordine Sinyalizasyon Sistemleri

Ana yolların birbirine çok yakın iki veya daha fazla sayıdaki kavşaklarında, gecikmeleri azaltmak ve sık duruş-kalkışları gidermek amacıyla, kavşaklardaki sinyalizasyon tesislerinin birbirine bağlanması gerekmektedir. Koordine sistemler genellikle anayol üzerindeki kavşaklardan, tali yol trafiğine de yeterli geçiş hakkı tanıyarak, birim zaman içinde mümkün olan en yüksek sayıda taşıtın durmadan geçirilmesi için düzenlenmektedir. Ayrıca birbirine çok yakın olan sinyalize edilmiş kavşaklarda biriken taşıt kuyruklarının kavşak alanlarına taşmamaları için de bir koordinasyon tesis edilebilir. Koordine sistemler, öncelikle anayol trafiği için uygulanmakla birlikte, bazı durumlarda bütün yönlerdeki toplam gecikmenin minimuma indirilmesi olanakları da araştırılır. Koordine sistemler ayrıca birbirine yakın sinyalize kavşakları bulunan bir yol şebekesinin bütün akımları için bilgisayar kontrollü olarak düzenlenebilir.

2.3.2.1 Senkronize Sistem

Senkronize sistem ile birbirine bağlanan bütün kavşaklarda ana yol üzerindeki taşıt cepheleri aynı zamanda aynı ışıklı sinyali vermektedir. Şekil 2.1'de bir ana yol üzerinde senkronize sistemde sinyalize edilmiş üç kavşak görülmektedir. Normal hızla seyreden (1) nolu taşıt her üç kavşaktan da geçmekte, oldukça yavaş seyreden (2) nolu taşıt ise (A) kavşağını geçtikten sonra (B) kavşağında takılmaktadır. Başlangıçta (2) nolu taşıtın gerisinde bulunan (3) nolu taşıt ise (A) kavşağında (2) nolu taşıtı geçerek daha hızlı gittiğinden (B) kavşağındaki yeşil ışığa yetişebilmektedir (Ayfer,1977).

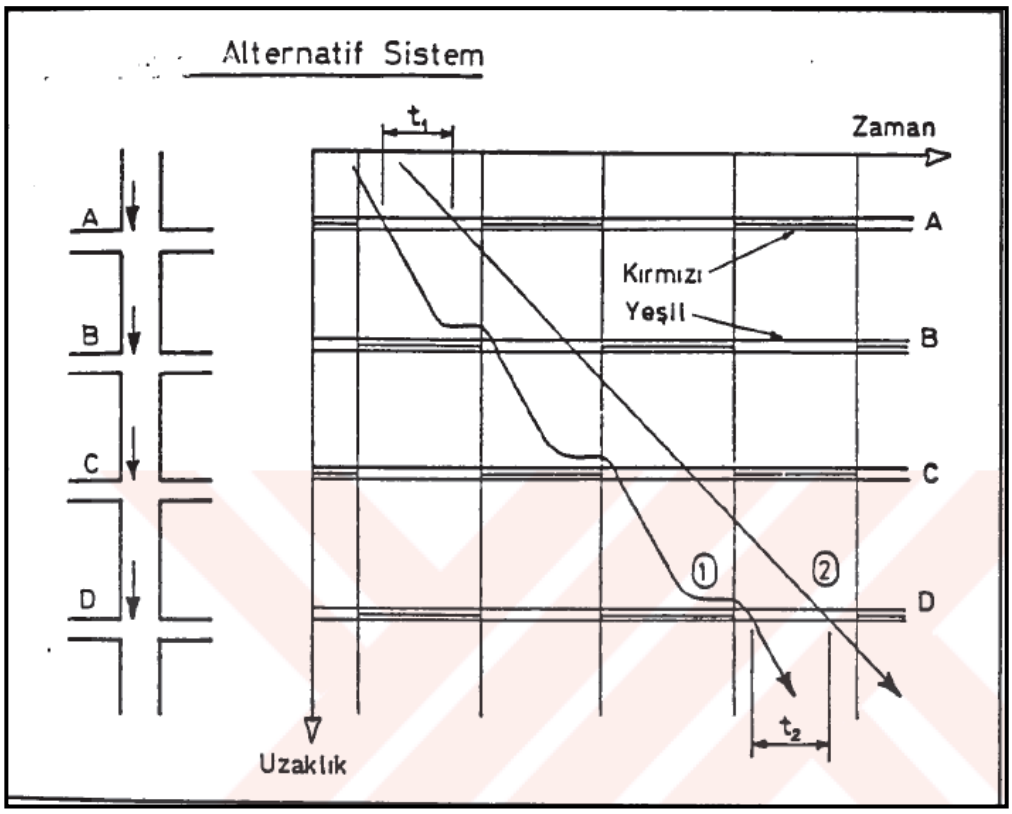
Senkronize sistem, Şekil 2.1'de görüldüğü gibi taşıt sürücülerini kırmızı ışığa takılmamak için hızlı gitmeye yöneltmektedir. Ancak ana yol üzerindeki taşıt trafiği hacmi yol kapasitesine yakın derecede yüksekse, tali yollara geçiş hakkı verilirken her kavşakta biriktirilecek ana trafik akımı yükünün hemen hemen aynı olmasını sağlamak bakımından senkronize sistem yararlıdır.



Şekil 2.1 Sekronize sistemin şematik gösterimi

2.3.2.2 Alternatif Sistem

Bu sistemde bir ana yol boyunca birbirini izleyen kavşaklarda arka arkaya zıt ışıklı sinyaller verilir (Şekil 2.2). Alternatif sistemin amacı, taşıtların iki kavşak arasındaki uzaklığı ışıklı sinyallerin bir devresinin yarısı kadar zamanda almalarını sağlamak, böylelikle taşıtların ana yol boyunca belirli bir hızda seyretmelerini gerçekleştirmektir. Şekil 2.2 'de görülen (2) nolu taşıt proje hızına yakın bir hızla seyrettiğinden bütün kavşaklarda yeşil ışık bularak geçmekte, kalkışından sonra yüksek hızla seyreden (1) nolu taşıt ise her kavşakta durmak zorunda kalmaktadır. (A) kavşağında (2) nolu taşıt (1) nolu taşıttan t_i saniye geride iken (D) kavşağı geçildiğinde bu zaman farkı ancak t_2-t_i kadar artmaktadır. Dolayısıyla alternatif sistem, hızlı giden taşıtları beklemeye zorladığından taşıt hızlarında bir düşme olmaktadır.

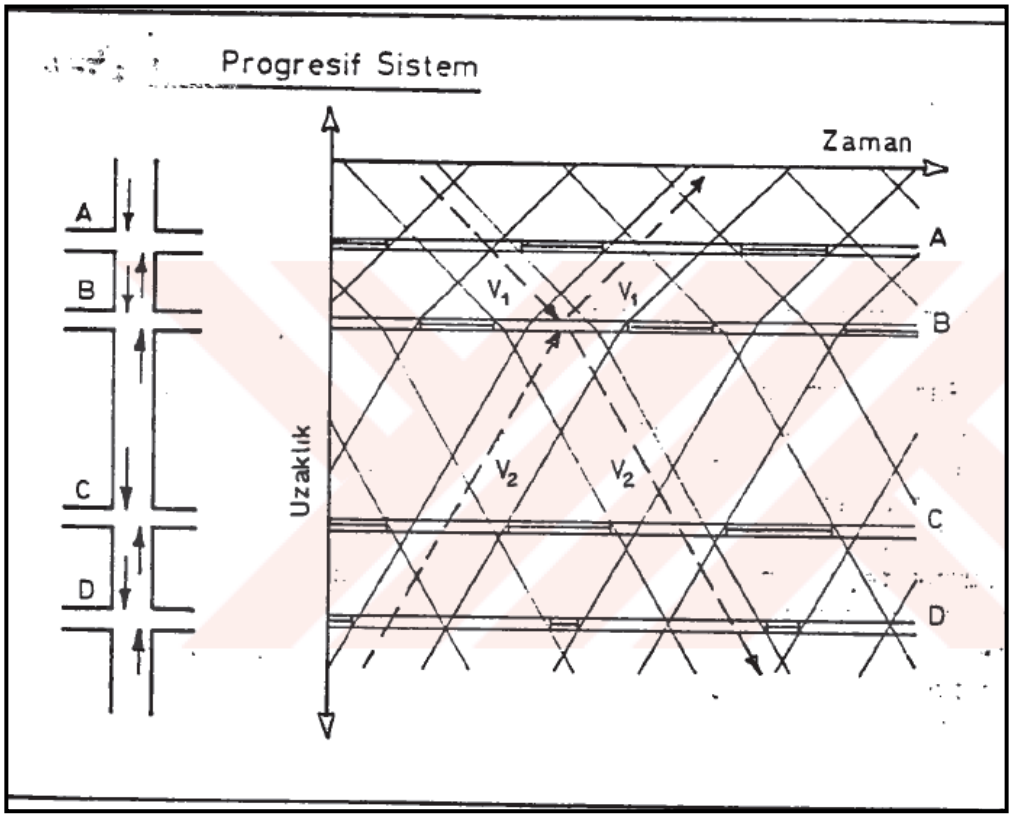


Şekil 2.2 Alternatif sistemin şematik gösterimi

Basit alternatif sistemin başarıyla uygulanabilmesi için kavşak aralıklarının belirli uzaklıklar arasında olması ve birbirini izleyen kavşaklar arasındaki uzaklıkların çok farklı olmaması gerekmektedir.

2.3.2.3 Progresif Sistem

Bu sistemde ana yol üzerindeki bütün kavşaklarda ışıklı sinyallerin devre süreleri aynı olmakla birlikte, gerekli yeşil süreler proje hızına uygun olarak seyreden bir taşıtın bütün kavşaklardan takılmadan geçebileceği biçimde ayarlanmıştır. Şekil 2.3'de basit bir progresif sistem görülmektedir.



Şekil 2.3 Progresif sistemin şematik gösterimi

Özellikle progresif sistemlerde belirli hız limitleri dışına çıkmadan seyreden taşıtların birbiri ardınca her kavşakta durmadan geçiş hakkı elde edebilmeleri için Zaman-Uzaklık diyagramı üzerinde, içinde bulunmaları gereken alana Yeşil Dalga adı verilir. Bir diğer deyişle, Zaman-Uzaklık diyagramında yeşil dalga içinde seyreden bir taşıt her kavşakta kesinlikle yeşil ışıklı sinyal bulacaktır.

2.3.2.4 Arazi Trafik Kontrolü Sistemi

Bahsedilen koordinasyon sistemleri, aynı doğrultu üzerinde yer alan birkaç kavşak arasında gecikmeleri azaltmak veya en uygun olacak bir işletme biçimini gerçekleştirmek amacıyla bir yeşil dalga tesis etmek için kullanılır. Ancak, birçok farklı doğrultu üzerindeki trafik akımları için aynı ilkenin uygulanması söz konusu olursa, kesişmeler nedeniyle basit bir koordinasyon sistemi kurularak çözüme ulaşılması mümkün değildir. Sinyalizasyon tesislerinin tümü arasında genel olarak gecikmelerin minimuma indirilmesini sağlamak üzere en uygun sinyallerin verilmesini düzenleyen ve bilgisayarlar kullanılarak yürütülen sistemlere Arazi Trafik Kontrolü adı verilir.

BÖLÜM ÜÇ
TAKİP ARALIĞI KAVRAMI

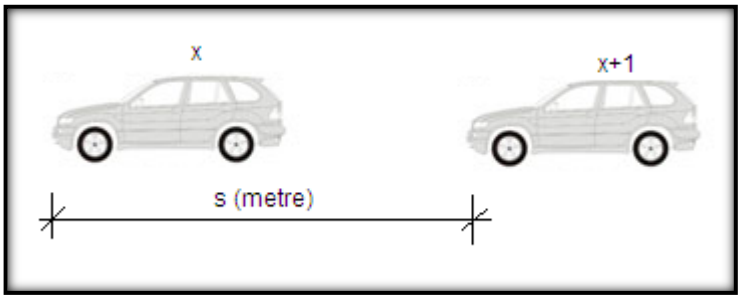
3.1 Giriş

Takip aralığı kavramı sinyalize kavşakların incelenmesi açısından oldukça önemli, bir o kadar da karmaşık bir kavramdır. Kavram içerisinde sürücü özellikleri, araç özellikleri ve trafik koşullarını içermektedir. Takip aralığı kavramından yola çıkarak sinyalize kavşaklar için; minimum takip aralığı (Bonneson, 1992), doygun akım değeri (Nıttymaki ve Pursula 1996) ve eşdeğer otomobil birimi "EOB" (Molina, 1987) değerleri belirlenebilmektedir.

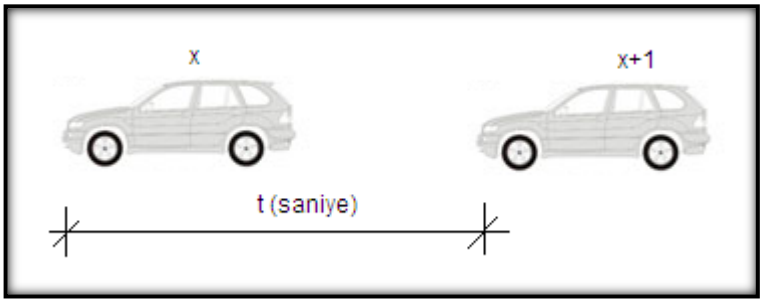
Birbiri ardı sıra hareket eden araçlar arasındaki takip aralığı değeri, sabit konum yaklaşımı ya da sabit zaman yaklaşımı kullanılarak incelenebilir. Genel tanımlar ışığında birbirini takip eden araçlar arasındaki aralık değeri iki şekilde ifade edilebilir:

1. Mesafe cinsinden aralık değeri (s)
2. Zaman cinsinden aralık değeri (t)

Mesafe cinsinden aralık (s), "x" aracının ön tamponu ile takip eden "x+1" aracının ön tamponu arasındaki mesafedir (Şekil 3.1). Zaman cinsinden takip aralığı (t) ise birbirini takip eden ardışık iki aracın sinyal-dur çizgisinden (ya da herhangi bir referans noktasından) geçişleri arasındaki zaman farkı olarak tanımlanır (Şekil 3.2) (Tnog ve Hung, 2002).



Şekil 3.1 Mesafe cinsinden aralık (metre)



Şekil 3.2 Zaman cinsinden aralık (saniye)

3.2 Literatür Araştırması ve Bulgular

Çeşitli çalışmalarda, araştırma yapılan konuya bağlı olarak takip aralığı kavramı ile ilgili farklı tanımlamalara rastlanmaktadır (Teply ve Jones, 1991). Eğer takip aralığı değeri araçların ön tamponlarının geçişleri dikkate alınarak belirleniyorsa, takip aralığı değeri önden giden aracın karakteristiklerine bağlı olarak şekillenecektir. Başka bir ifadeyle önden giden aracın uzun bir araç olması arkadan gelen aracın takip aralığı değerini büyütecektir. Bu durumda otobüs arkasında hareket etmekte olan bir binek otomobiline ait takip aralığı değeri, binek otomobilini takip etmekte olan bir otobüse göre çok daha büyük olacaktır.

Bir sinyalden ayrılan araçlar arasındaki zaman cinsinden takip aralıkları ise, araçların arka tamponlarının sinyal DUR çizgisini geçişinden itibaren alınır (Çalışkanelli, 2010). Bu şekilde ilk aracın trafik ışığının yeşile döndüğü andan itibaren kaç saniye sonra kavşağa girdiği sağlıklı bir şekilde tanımlanabilmekte, ayrıca farklı araç türlerinin birbirlerini takip davranışları da daha doğru bir şekilde modellenebilmektedir.

Zaman cinsinden aralık değerlerinin istatistiksel olarak incelenmesi, iki ana istatistiksel dağılım türü kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bunlar:

1. Basit İstatistiksel Dağılımlar
2. Karmaşık İstatistiksel Dağılımlar

Basit istatistiksel dağılımlara örnek olarak Negatif Üssel, Ötelenmiş Negatif Üssel, Gamma, Erlang, Pearson Tip III, Lognormal dağılımlar gösterilebilir. Karmaşık istatistiksel dağılımlar ise Hypereksponensiyel, Hyperlang, M/D/1 kuyruk modeli (Cowan M3 dağılımı), Genelleştirilmiş Kuyruk Modeli (Cowan M4 modeli) ve Yarı-Poisson Modeli olarak sıralanabilir (Çalışkanelli, 2006).

Literatürde sinyalden ayrılan araçların takip aralıklarının modellenmesi amacıyla çoğunlukla basit dağılımlar kullanılmaktadır. Bu sebeple çalışmanın öncelikle basit istatistiksel dağılımlar üzerinde durulacaktır. Karmaşık istatistiksel dağılımlar ise ilerideki kısımda ele alınacaktır.

Basit istatistiksel dağılımlara örnek olarak Pearson Tip III dağılımı gösterilebilir. Bu dağılımına ait olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$f(t) = \frac{\varpi}{\Gamma(\mathrm{K})}[\varpi(t-\Delta)]^{K-1}e^{-\varpi(t-\Delta)} \qquad (3.1)$$

Burada:

f(t) = Dağılıma ait olasılık yoğunluk fonksiyonu

ϖ = Ortalama aralık değeri ile kullanıcı tarafından belirlenen K ve Δ parametrelerinin bir fonksiyonu

K = Dağılımın şeklini etkileyen ve kullanıcı tarafından seçilen, "0" ile "∞" arasında değişen bir parametre

Δ = Kullanıcı tarafından seçilen, sıfır ya da daha büyük bir değer alan, dağılımın ötelenmesini etkileyen bir parametre (saniye)

t = İncelenen aralık değeri (saniye)

Γ(K) = (K-1)!'e denk gamma fonksiyonu (Tanyel, 2001).

Pearson Tip III dağılımı bir dağılım ailesidir. Dağılım parametrelerinden K ile Δ'nın farklı değerler alması ile karmaşık gözüken fonksiyon daha basit dağılımlar şekline dönüştürülebilir.

3.1 ile verilen bağıntı Δ değerinin sıfır olması (Δ=0) ve K'nın pozitif herhangi bir değer alması halinde Gamma dağılımına dönüşür ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (May, 1990):

$$f(t) = \frac{\varpi}{\Gamma(\mathrm{K})}[\varpi.t]^{K-1}e^{-\varpi.t)} \quad (3.2)$$

Gamma dağılımındaki K değerinin birer tam sayı olması halinde ise Erlang dağılımı elde edilir:

$$f(t) = \frac{\varpi}{(\mathrm{K}-1)!}[\varpi.t]^{K-1}e^{-\varpi.t)} \quad (3.3)$$

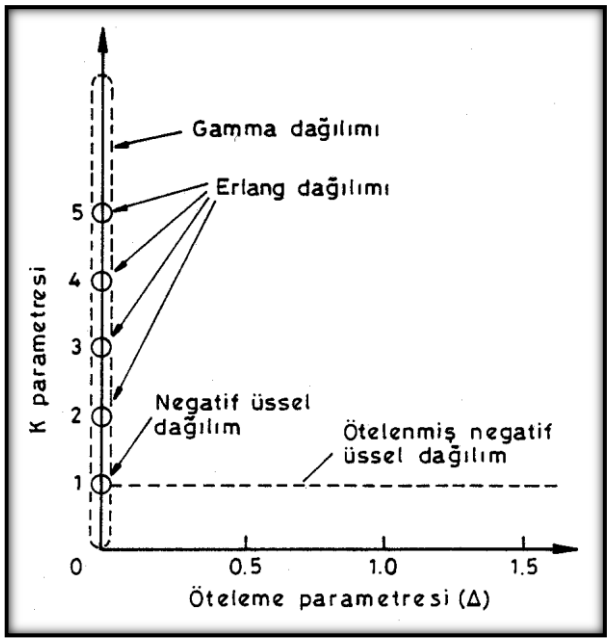
K=1 ve Δ=0 olması halinde ise dağılım, negatif üssel dağılım halini almaktadır.

$$f(t) = \varpi.e^{-\varpi.t} \quad (3.4)$$

K=1 ve Δ>0 olması durumunda ise dağılım, ötelenmiş negatif üssel dağılım halini almaktadır. Bu dağılım, özellikle zaman cinsinden aralık değerlerinin sıfır olamayacağı göz önüne alındığında, rastgele hareket eden araçlar arasındaki zaman cinsinden aralıkların incelenmesi durumunda geçerlilik kazanmaktadır (May, 1990).

$$f(t) = \varpi.e^{-\varpi(t-\Delta)} \quad (3.5)$$

Şekil 3.3'te, Δ ve K katsayılarına bağlı olarak yukarıda belirtilen dağılımların yerleri görülmektedir.



Şekil 3.3 "**Δ**" ve "K" katsayılarına bağlı olarak basit dağılımların grafik gösterimi (May, 1990)

Taşıtlar arasındaki aralıkları temsil etmek için seçilen dağılımların hepsi (negatif üssel dağılım dışında) orijinden başlayıp aralık boyutundaki küçük artımlara karşı olasılık değeri hızla artan, orijine yakın bir noktada en büyük değerine ulaşan simetrik olmayan dağılımlardır. Gedizlioğlu (1979), bu ortak özelliği göz önünde tutarak taşıtlar arasındaki aralıkların lognormal dağılım ile de temsil edilebileceğini söylemiştir. Lognormal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp[\frac{(\ln(t) - \mu)^2}{2\sigma^2}] \qquad (3.6)$$

Burada:

μ = Değişkenin logaritma değerleri için ortalama değeri

σ = Değişkenin logaritma değerleri için standart sapma değeri

Sinyalize kavşaklardaki takip aralığını incelemek amacıyla yapılmış en eski çalışmalarda birisi Greenshields ve ark. (1947) tarafından yapılmış olan çalışmadır. Araştırmacılar çalışmada, kuyruk pozisyonuna bağlı olarak ortalama araç takip aralıklarını incelemişler ve ortalama takip aralığının kuyruktaki ilk

araçtan, beşinci araca kadar düşüş gösterdiğini, altıncı araçtan sonra ise kuyruktaki son araca kadar yaklaşık olarak sabit kaldığını bulmuşlardır.

Carstens (1971) tarafından yapılan çalışmada, sinyalize kavşaklarda değişik araç tipleri için başlangıç gecikmesi ve araç takip aralığı değerleri incelenmiş, kuyruk pozisyonuna bağlı olarak takip aralığı değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Bunun yanında sinyal noktasından doğru geçiş yapan kamyonlar ve sağa dönüş yapan araçlar için eşdeğer otomobil birimi değerleri hesaplanmıştır.

Lu (1984) çalışmasında, küçük araçların, takip aralığı değerlerinin daha küçük olduğunu göstermiş ve kuyruğun ilk sırasında bulunan aracın büyüklüğünün, kuyruktaki diğer araçların takip aralıkları üzerinde büyük etkisi olduğunu belirtmiştir.

Lee ve Chen (1986), kavşak çizgisinden doğru geçiş yapan araçların takip aralıklarını etkileyen faktörleri incelemiş, takip aralığı değerinin kuyruk uzunluğu ve yaklaşım kolundaki hız limitinden önemli ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir.

Parker (1996) çalışmasında, ağır araçların arkalarından hareket etmekte olan araçların, takip aralıklarını incelemiştir. Çalışma sonunda araç tipinin takip aralıkları üzerinde önemli etkisinin olduğu bulunmuş, otomobillerin arkalarından gelen araçların takip aralıklarını en az etkileyen araç tipi olduğunu belirlemişlerdir.

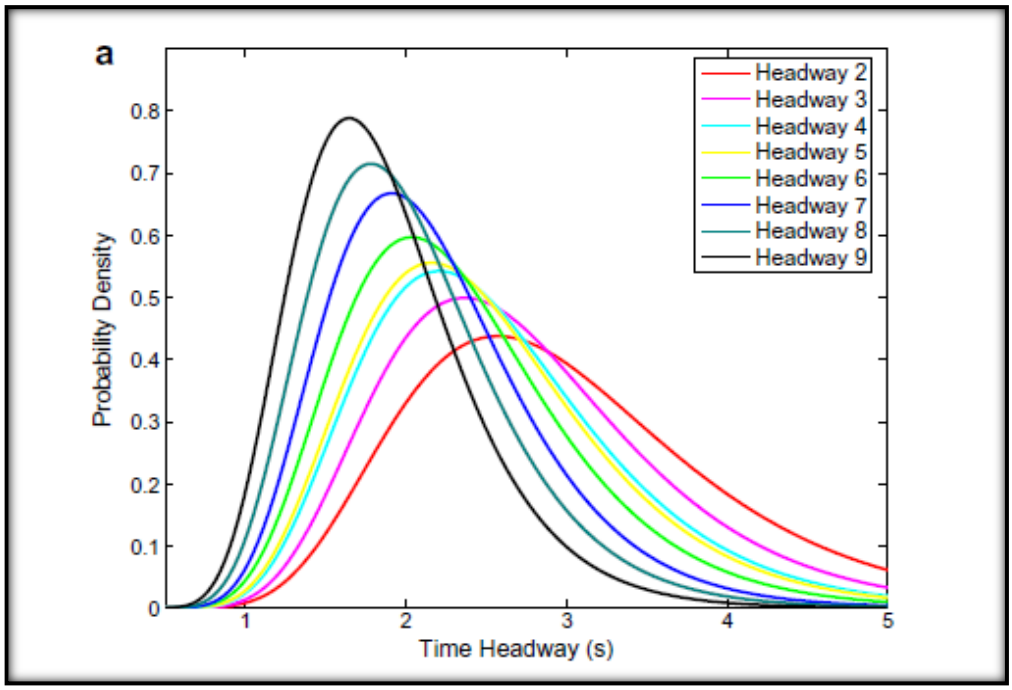
Tong ve Hung (2002), yapay sinir ağları yöntemini ve çeşitli analitik modelleri kullanarak yaptıkları çalışmalarında, sinyalize kavşaklarda araçlar arasındaki takip aralığı değerinin kuyruk pozisyonu, araç tipi ve reaksiyon sürelerinden etkilendiğini belirlemişlerdir.

Genel olarak çalışmalar incelendiğinde, sinyal noktasında araçlar arasındaki takip aralığı değerini en çok etkileyen faktörlerin, kuyruk pozisyonu, araç tipi (ya da büyüklüğü) ve hareket doğrultusu (düz geçiş, sağa dönüş, sola dönüş gibi) olduğu görülmektedir.

Sinyalizasyon sistemlerindeki kuyruk boşaltım aralıkları sinyalizasyon sisteminin kapasitesinin incelenmesi ve sinyal sürelerinin belirlenmesi açısından son derece önemlidir. Bu nedenle yapılan çalışmalar genellikle ortalama kuyruk boşaltım değerlerinin belirlenmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır (Nıttymaki ve Pursula, 1996; Joseph ve Chang, 2005; Lın ve Tseng, 2005). Çalışkanelli (2010) sinyalizasyon sistemlerinde DUR çizgisinde duruştan harekete geçen araçların arasındaki takip aralık değerlerini istatistiksel açıdan incelenmiş ve takip aralıklarının uygun olabileceği dağılımları araştırmıştır.

Çalışkanelli (2010) çalışmasında, kuyrukta bekleyen araçların boşaltım aralıklarını, kuyrukta bulundukları sıra numarasına (aracın kuyruktaki pozisyona) göre (1., 2. veya 3. sırada bekleyen araçlar gibi) sınıflandırmış ve her bir araç grubu için takip aralıklarının uyduğu dağılımı belirlemeye çalışmıştır. Yaptığı hesaplamalar sonucunda, sağ şeritte kuyrukta duran araçların takip aralıklarının Gama ve Lognormal dağılıma; orta şeritteki araçların takip aralıklarının yalnızca Lognormal dağılıma; sol şeritte de orta şeritte olduğu gibi yalnızca Lognormal dağılıma uyduklarını bulmuştur. Çalışkanelli'nin bulgularından sonuç olarak, sağ, orta ve sol şeritte yer alan tüm sıra numaralarına ait takip aralıkları için belirlenen dağılımlardan en uygununun Lognormal dağılım olduğu söylenebilir (Çalışkanelli, 2010).

Jin ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada da, Çalışkanelli (2010) çalışmasına benzer bir sonuç elde edilmiştir. Şekil 3.4'te, Jin ve ark. (2009) çalışmaları sonucunda, kuyruktaki araçların takip aralıklarının log-normal dağılıma uygun olduğu kabulü ile elde etmiş oldukları olasılık yoğunluk eğrileri görülmektedir. Şekil incelendiğinde kuyruk numarası büyüdükçe, takip aralıklarının mod (en sık görülen değer) etrafında daha fazla toplandıkları anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle, sürücünün kuyruğun ne kadar sonunda yer alıyorsa öndeki aracı da o oranda daha küçük aralıkla takip etmektedir.

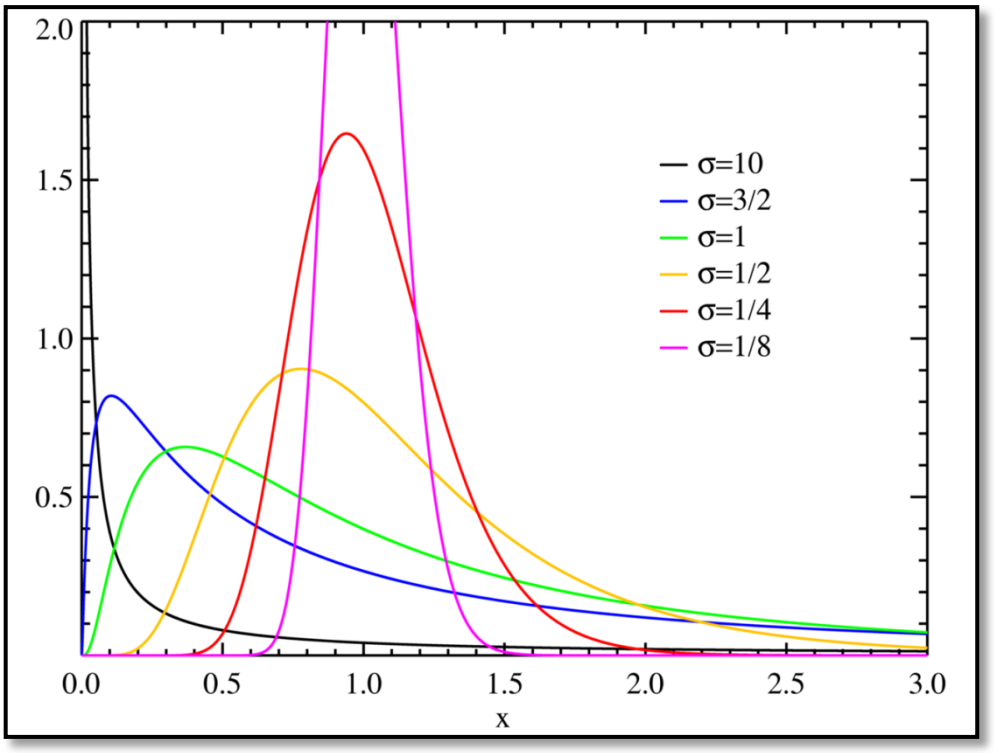


Şekil 3.4 Jin ve ark. (2009) tarafından elde edilmiş olan olasılık yoğunluk eğrileri

Çalışma kapsamında takip aralığı analizlerinde takip aralıklarının Lognormal, Weibull, Gamma ve Loglojistik dağılımlara uygunlukları irdelenecektir.

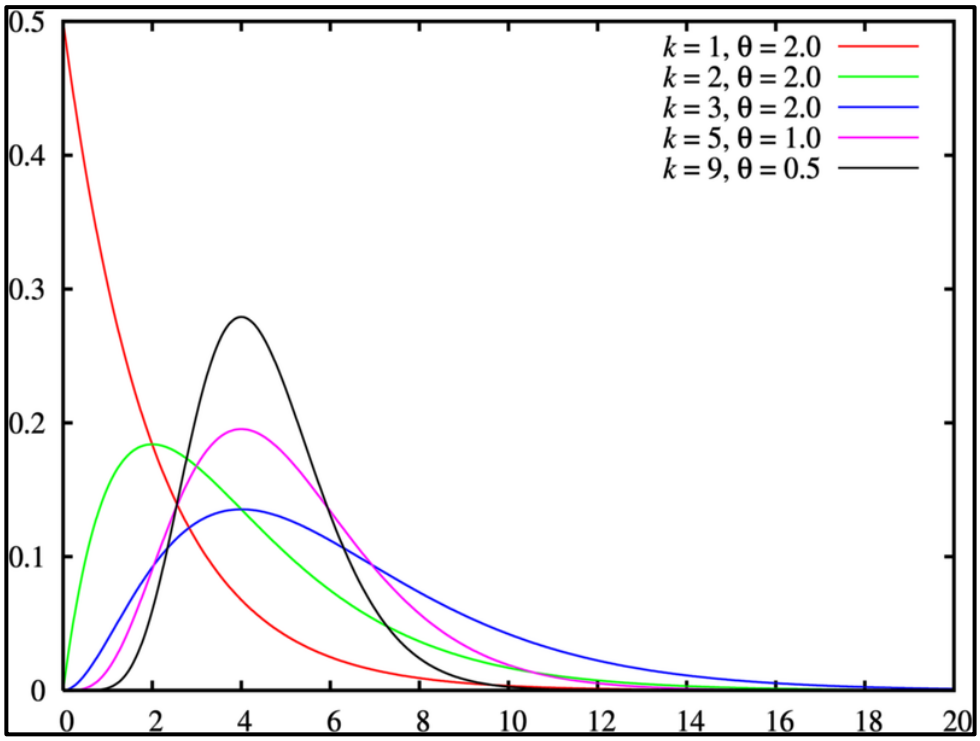
Lognormal dağılım logaritması, normal dağılım gösteren herhangi bir rassal değişken için tek-kuyruklu bir olasılık dağılımdır. Eğer Y normal dağılım gösteren bir rassal değişken ise, bu halde X exp(Y) için olasılık dağılımı bir log-normal dağılımdır; aynı şekilde eğer X log-normal dağılım gösterirse o halde log(X) normal dağılım gösterir. Logaritma fonksiyonu için bazın ne olduğu önemli değildir. Herhangi iki pozitif sayı olan a, b $\neq 1$ için eğer $\log_a(X)$ normal dağılım gösterirse, $\log_b(X)$ fonksiyonu da normaldir (Lognormal dağılım, 2013). Örnekleme ait farklı standart sapma değerleri için Lognormal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonları Şekil 3.5'te gösterilmiştir.

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[\frac{(\ln(t) - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] \qquad (3.7)$$



Şekil 3.5 Farklı standart sapma değerleri için Lognormal dağılımına ait olasılık yoğunluk grafikleri (Lognormal dağılım, 2013)

Gamma dağılımı, daha önce de belirtildiği gibi Pearson Tip III dağılım ailesinin bir üyesidir. Olasılık yoğunluk fonksiyonu bağıntı 3.2'de verilmiştir. Farklı katsayı değerleri için çizilmiş olan Gamma dağılımına ait olasılık yoğunluk eğrileri Şekil 3.6'da görülmektedir.

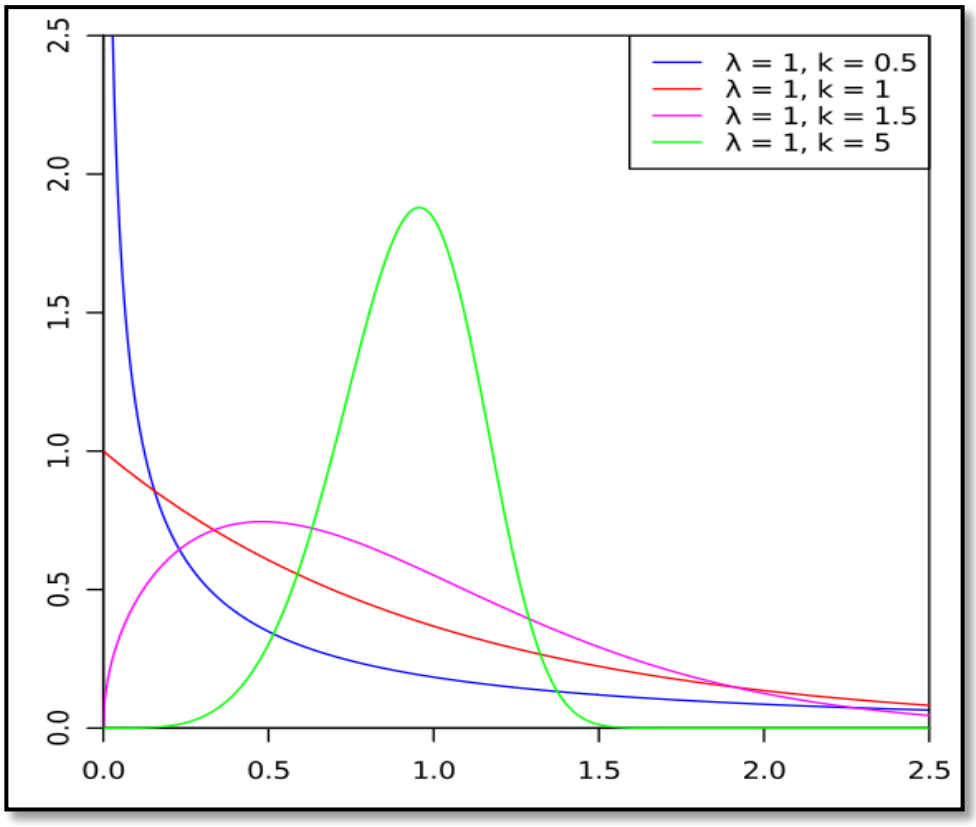


Şekil 3.6 Farklı katsayı değerleri için Gamma dağılımına ait olasılık yoğunluk grafikleri (Gamma Dağılımı, 2013)

Weibull dağılımı bir sürekli olasılık dağılımı olup olasılık yoğunluk fonksiyonu şöyle ifade edilir:

$$f(x;k;\lambda) = \frac{k}{\lambda}\,(\frac{x}{\lambda})^{k-1}\,e^{-(\frac{x}{\lambda})^{k}} \qquad (3.8)$$

Burada $x \geq 0$ ve $x < 0$ için $f(x; k, \lambda) = 0$, $k>0$ şekil parametresi ve $\lambda>0$ ölçek parametresi olmaktadır. Weibull dağılımı için yığmalı olasılık fonksiyonu bir gerilmiş üstel (stretched) fonksiyondur. Yaşama, hayatta kalım ve yetmezlikle yıkım süreçlerini inceleyen verilerin analizi alanında Weibull dağılımı çok elastik olup kolayca değiştirilebildiği için çok kullanılmaktadır. Değişik parametre değerleri kullanılarak normal dağılım, üstel dağılım gibi çok popüler diğer istatistiksel dağılımların davranışların Weibull dağılımı kullanarak aynen taklit etme imkânı bulunmaktadır. Parametrelerin farklı değerleri için Weibull dağılımına ait olasılık yoğunluk fonksiyonları Şekil 3.7'deki gibi çizilebilir.



Şekil 3.7 Farklı parametre değerleri için Weibull dağılımına ait olasılık yoğunluk grafikleri (Weibull dağılımı, 2014)

Log-lojistik dağılım da, pozitif bir rastgele değişkenin tanımlanmasında kullanılan bir sürekli olasılık dağılımıdır. Log-lojistik dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki şekilde yazılabilir:

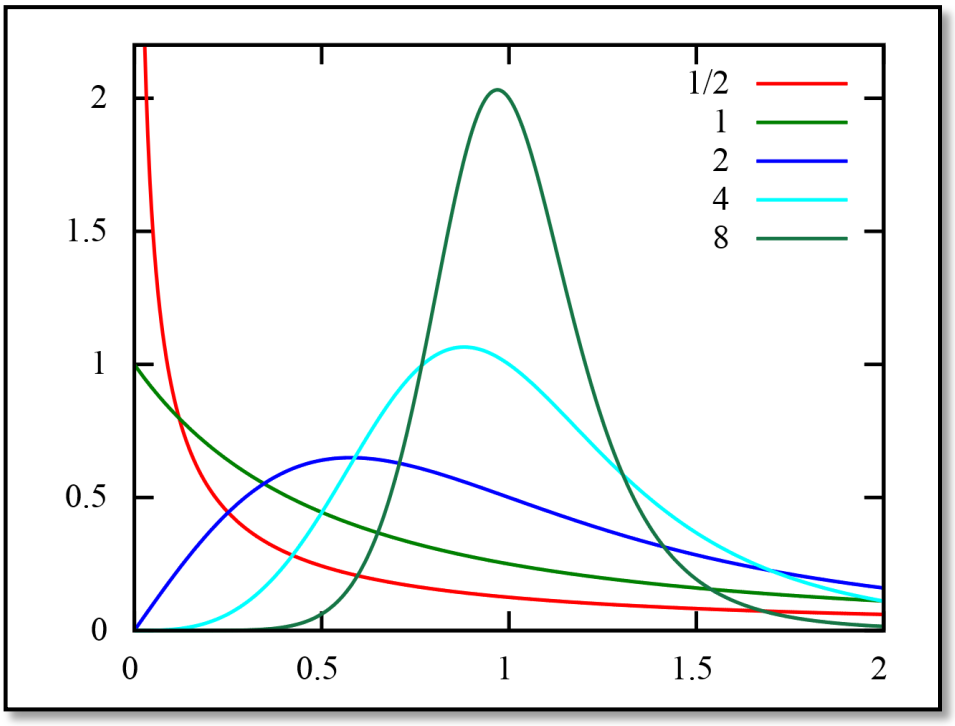
$$f(x;\alpha;\beta) = \frac{\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)(\frac{x}{\alpha})^{\beta-1}}{(1+\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta})^2} \qquad (3.9)$$

Burada:

β = Şekil parametresi

α = Ölçek parametresi

Ölçek parametresinin "1 olması koşulunda farklı β değerleri için olasılık yoğunluk grafikleri Şekil 3.8'deki gibi çizilebilir.



Şekil 3.8 Ölçek parametresinin "1" olması koşulunda farklı şekil parametreleri için Log-Lojistik dağılıma ait olasılık yoğunluk grafikleri (Log-Lojistik dağılım, 2014)

BÖLÜM DÖRT
DOYGUN AKIM DEĞERİ

4.1 Giriş

Sinyalize kavşakların değerlendirilmesinde kullanılan en önemli başarım parametreleri gecikme ve kuyruk uzunluğudur. Gecikme ve kuyruk uzunluğu değerlerinin belirlenebilmesi için farklı ülkelerde, çeşitli araştırmacılar tarafından önerilmiş olan birçok hesap yöntemi ve farklı yazılımlar kullanılmaktadır. Kullanılan analiz yöntemlerinin hepsi, araçlar arasındaki takip davranışının bir sonucu olan doygun akım kavramına bağlı olarak oluşturulmuştur.

Doygun akım, sinyalize bir kavşakta sinyal yeşile döndükten sonra en fazla boşaltılabilecek olan araç sayısıdır. Başka bir ifade ile sinyal kolunda sürekli bir kuyruk bulunması ve sinyalin bir saat süreyle yeşil yanması durumunda bir şeritten geçebilecek olan en yüksek araç sayısıdır (Transportation Research Board, 2000).

Sinyalin yeşile dönmesi ile kuyrukta ilk sırada bekleyen araç sürücüleri sinyal değişimini gözlemleyerek harekete geçme kararı alacakları için kuyrukta daha gerilerde beklemekte olan araçlara kıyasla daha fazla gecikmeye maruz kalırlar. Genellikle ilk üç ila altı aracın maruz kaldığı kabul edilen bu gecikme değerine başlangıç gecikmesi adı verilir. Şekil 4.1' de görülebileceği gibi ilk aracın arkasında hareket eden araçların takip aralığı değeri ikinci araçtan itibaren düşmeye başlar ve yaklaşık altıncı araçtan itibaren sabit kalır (Bester ve Meyers, 2007). Araçlar arasında sabit kaldığı kabul edilen ve kavşaktan bir saat içinde geçirilebilecek olan maksimum araç sayısını belirlemek amacıyla kullanılan bu sabit değere doygun takip aralığı adı verilir.

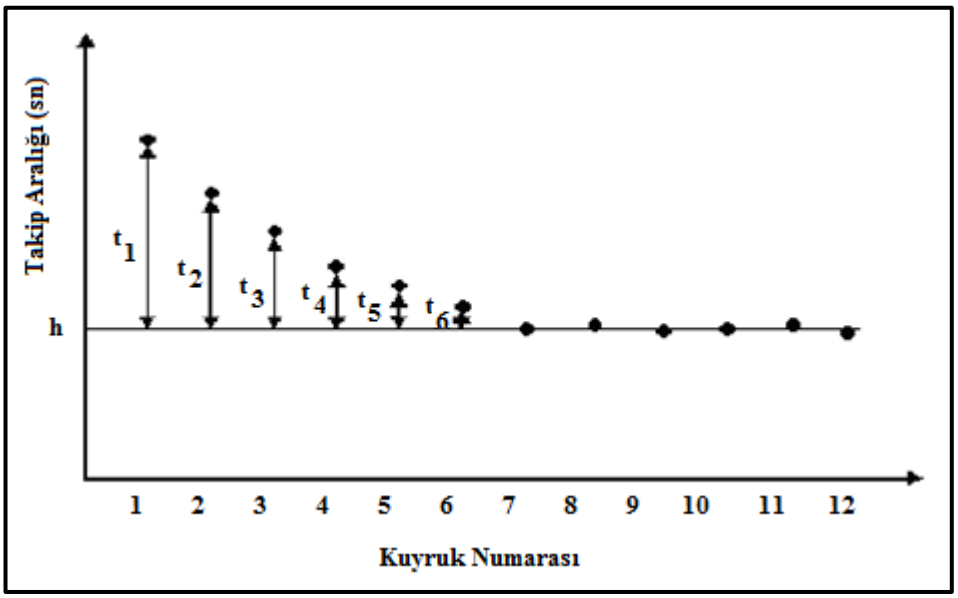
Doygun takip aralığına bağlı olarak doygun akım değeri şu şekilde hesaplanır:

$$S = 3600/h \qquad (4.1)$$

Burada:

S = Doygun akım miktarı (araç/saat)

h = Ortalama doygun takip aralığı (saniye)



Şekil 4.1 Kuyruk numarasına bağlı olarak takip aralığı değerlerinin değişimi (Bester ve Meyers, 2007)

Doygun akım, başlangıç gecikmesine uğrayan araçların ve doygun takip aralığı değerinin belirlenmesindeki zorluklar sebebiyle tanımlanması zor bir kavramdır. Bölgesel gözlemler olmadan, çeşitli yöntemlerde öngörülen/varsayılan değerler kullanılarak yapılan analizler çoğunlukla sinyalizasyon sistemlerinin başarımının değerlendirilmesinde gerçekçi sonuçlar verememektedir (Akova, 1979). Bu sebeplerle birçok araştırmacı çeşitli çalışmalarla kendi çalışma bölgelerindeki sinyalizasyon sistemleri için doygun akım değerini belirlemeye çalışmışlardır.

Doygun akım, hesaplamalarda kullanılırken inceleme yapılan kavşak yaklaşımındaki trafik akım ve yönetim özelliklerine, akım içerisindeki ağır araç oranına, şerit özelliklerine, topoğrafik özelliklere, yaya hareketliliğine ve kavşağın bulunduğu bölgenin özelliklerine bağlı olarak çeşitli düzeltme faktörleri ile çarpılarak düzeltilir (TRB, 2000). Kapasite analizlerinde kullanılan doygun akım değeri ideal şartlar altında 1900 araç/şerit/saat olarak kabul edilmektedir (TRB, 2000). Ancak ideal şartların geçerli olmadığı pratik şartlar altında bu değer aşağıdaki

bağıntı yardımıyla düzeltilerek kullanılır. Sinyalize kavşaklarda bir şerit grubuna ait doygun akım değeri aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir (TRB, 2000):

$$S = s_0 \times N \times f_w \times f_{HV} \times f_g \times f_p \times f_{LU} \times f_{bb} \times f_a \times f_{RT} \times f_{LT} \times f_{Lpb} \times f_{Rpt} \quad (4.2)$$

Burada:

S = Doygun akım oranı

s_o = Temel doygun akım değeri

N = Şerit sayısı

f_w = Şerit genişlik faktörü

f_{HV} = Ağır araç düzeltme faktörü

f_g = Yaklaşım kolu eğim düzeltme faktörü

f_p = Parklaşma düzeltme düzeltme faktörü

f_{LU} = Şerit kullanım oranı faktörü

f_{bb} = Otobüs durağı etkisi düzeltme faktörü

f_a = Bölge tipi faktörü, f_{RT}; sağa dönüş düzeltme faktörü,

f_{LT} = Sola dönüş düzeltme faktörü

f_{Lpb} = Sola dönüşler için yaya düzeltme faktörü

f_{Rpb} = Sağa dönüşler için yaya düzeltme faktörü

4.2 Doygun Akım Hesap Yöntemleri

Sinyalize kavşak kapasite ve hizmet düzeyi hesaplarında en etkin parametre olan doygun akımın belirlenmesi ile ilgili olarak yapılmış olan birçok çalışma ve kullanılan farklı yöntemler bulunmaktadır. Yöntemlerin hepsinde doygun akım oranının doygun yeşil süre içinde sabit olduğu kabul edilmektedir (Tarko ve Tracz, 2000). En çok kabul gören yöntemlerden üç tanesi:

(i) Takip Aralığı Yöntemi,

(ii) Regresyon Analizi Yöntemi,

(iii) TRL Yöntemi olarak sıralanabilir.

Takip Aralığı Yönteminde; sinyal yeşile döndüğünde, ilk sırada bekleyen birkaç araç göz ardı edilerek kuyruktan boşalan araçların, sinyal-dur çizgesindeki ortalama takip aralığı değeri hesaplanır. Doygun akım değeri, hesaplanan ortalama takip aralığına bağlı olarak belirlenir (Greenshields ve ark., 1947; TRB, 1997; Tarko ve Tracz, 2000).

Takip aralığı yönteminin benimsendiği ve doygun akım değerinin belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan hesap prosedürü Highway Capacity Manual (HCM) 2000'de (TRB, 2000), sinyal çizgisinde beklemekte olan araçların takip aralıklarının dördüncü sıradaki araçtan sonra istikrarlı/sabit düzeye geldiği kabul edilir. HCM 2000'e göre araçlar arasındaki doygun takip aralığı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$h_s = \frac{\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=5}^{n} h_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} (n_i - 4)} \qquad (4.3)$$

Burada:

h_s = Doygun takip aralığı (saniye)

h_{ij} = i. devrede, kuyruktaki j. aracın kuyruğu boşaltma takip aralığı (saniye)

n_i = i. devrede kuyruktaki araç sayısı (n_i>4)

m = Gözlemlenen devre sayısı

Takip aralığı yönteminin benimsendiği bir başka hesap prosedürü olan ARR 123 metodunda (Akçelik, 1981), yeşil süre 3 kısma ayrılarak doygun akım miktarı hesaplanmaya çalışılır. Yeşil sürenin ilk 10 saniyesi ilk aralık, ilk 10 saniye ile doygun yeşil süre arasındaki fark ikinci aralık ve yeşilden sonra yanan sarı ve kırmızı süre ise üçüncü aralık olarak adlandırılır. Yeşil süre boyunca belirlenen aralıklarda geçen araç sayıları kullanılarak doygun akım miktarı hesaplanır. Yöntemde kullanılan hesap tablosunun bir örneği aşağıda verilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 ARR 123 Yöntemi örnek hesap tablosu

Devre No	Kuyruktan Ayrılan Araç Sayıları			Doygun Süre (sn)	Yeşil Süre (sn)
	İlk Aralık (10 sn)	Orta Aralık	Son Aralık		
1					
2					
3					
...					
...					
...					
Toplam	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Veri Sayısı	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5

Yukarıda açıklanan yöntemde doygun akım miktarının belirlenebilmesi için en az 25-30 adet devre gözlemlemek gerekmektedir. ARR 123 metodunda doygun takip aralığı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$s = \frac{x_2}{x_4 - 10n_4} \qquad (4.4)$$

Burada:

s = Doygun takip aralığı (araç/saniye)

x_2 = Orta aralıkta geçen toplam araç sayısı

x_4 = Toplam doygun yeşil süre

n_4 = Gözlem yapılan devre sayısı

Bunun dışında kuyrukta ilk sırada yer alan araçların başlangıç gecikmesini ve yeşil sürenin sonundaki sarı süreyi kullanan araçları dikkate almayan başka bir takip aralığı yöntemine dayanan hesap prosedürü de doygun akım değerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır (Akçelik ve ark., 1999). Bu yöntemde kuyruk oluşturan ve yeşil süre içinde sinyal yaklaşım kolunu boşaltan bütün araçlar doygun takip aralığı hesaplamalarına dâhil edilmektedir.

Ayrıca kuyrukta bekleyen araçların, kuyruk pozisyonuna bağlı olarak ağırlıklı ortalamalarının alınarak, en küçük takip aralığı değerinin belirlenmesi de doygun

akım değerini belirleyebilmek amacıyla çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan bir yöntemdir (Akçelik ve ark., 1999).

Regresyon Analizi Yönteminde, doygun yeşil süre, farklı tipteki araç oranları ve çeşitli geometrik parametrelere bağlı olarak doygun akım değerinin belirlenebilmesi amacıyla bağıntı üretilmeye çalışılır (Branston ve Gipps, 1981; Nittymaki ve Pursula, 1996; Tarko ve Tracz, 2000; Cartegena ve Tarko, 2005).

TRL Yönteminde, doygun yeşil süre üç bölüme ayrılır ve her bölümde sinyalden ayrılan araç sayısı belirlenir. Doygun akım miktarı orta doygun kısımda geçiş yapan araç sayısının, doygun süre uzunluğuna oranlanması ile hesaplanır (Transportation and Road Research Laboratory, 1963).

Her ülkede hatta şehirde şerit kullanımı, şerit kapasitesi, taşıt takip aralığı ve sürücü davranışı gibi faktörler değişkendir (Murat, 2001). Bu sebeplerle, çeşitli araştırmacılar, yaptıkları çalışmalarla farklı ülkelerde kullanılmak üzere geçerli olabilecek doygun akım değerini belirlemeye çalışmışlardır. Nıttymaki ve Pursula (1996), çalışmalarında çeşitli ülkelerde kullanılmakta olan doygun akım değerlerini belirtmişler (Tablo 4.2) ve kendi ülkelerinde kullanılmakta olan doygun akım değerini (doğru giden araçlar için) 1940 araç/saat olarak güncellemişlerdir.

Tablo 4.2 Çeşitli ülkelerdeki doygun akım değerleri (Nıttymaki ve Pursula, 1996)

Çeşitli Ülkelerde Kullanılan Doygun Akım Değerleri			
İngiltere	ideal	2080 eob (eşdeğer otomobil birimi)	Kimber,1986
Kanada	max	1900 araç	Teply,1991
Avustralya	max	2475 araç	Troutbeck,1994
Avustralya	ideal	2000 araç	Troutbeck,1995
İsrail	ort.	2176 araç	Hakkert, 1994
Polonya	ideal	1890 araç	Tracz,Tarko 1991
Yugoslavya	ideal	2290 eob (eşdeğer otomobil birimi)	Stanic, 1994
Güney Afrika	ideal	1928 araç	Stander, 1994
Endonezya	ideal	600 eob/m (eşdeğer otomobil birimi/m)	Bang, 1994
Almanya	ideal	2000 araç	Brillon,1994
Hong Kong	ideal	1895 araç	Lam,1994
Litvanya	max	2045 araç	Noreika,1994
Japonya	ideal	2000 eob (eşdeğer otomobil birimi)	Fujiwara, 1994
HCM 1994	ideal	1900 eob (eşdeğer otomobil birimi)	TRB 1994
Finlandiya	ort.	1940 araç	Niittymaki, 1995
*Eşdeğer otomobil birimi kavramı sayfa 36'da detaylı olarak açıklanmaktadır.			

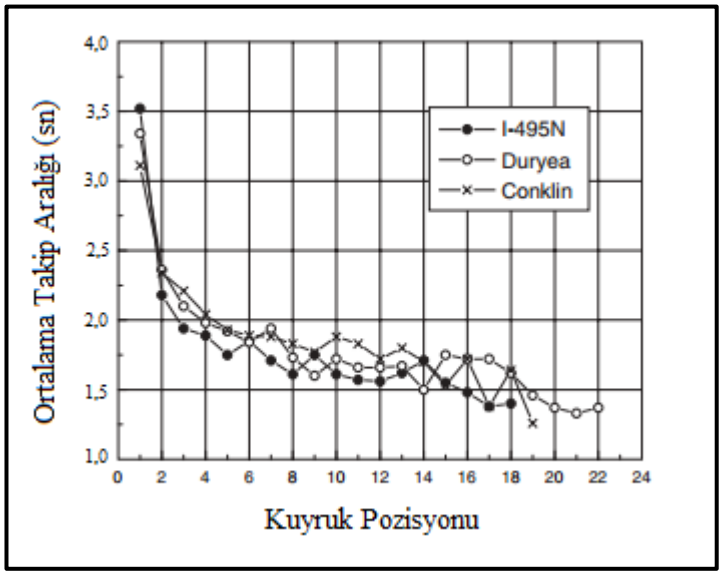
Lın ve Tseng (2005) HCM 2000'de (TRB, 2000) önerilen modelin doğruluğunu Tayvan ve Havai'de topladıkları verileri kullanarak irdelemişlerdir. Kuyruktaki araçları üçerli gruplar halinde inceleyip, gruplara ait ortalama takip aralıklarını belirlemişlerdir. Araçlar arasındaki takip aralıklarının sabit bir düzeye ulaşmadığını belirleyen araştırmacılar kuyruk pozisyonu arttıkça doygun akım oranının yükselmeye devam ettiğini görmüşlerdir.

Joseph ve Chang (2005) çalışmalarında 11 tane kavşak noktasında arazi gözlemleri yapmış ve araştırma yaptıkları bölgedeki kullanıcı özelliklerini de dikkate alarak, kavşak planlama analizlerinde kullanılmak üzere doygun akım değeri ve maksimum kritik şerit hacim değerini belirlemeye çalışmışlardır.

İncelenen kavşak noktalarında öncelikli olarak araçlar arasındaki takip aralığı değerleri belirlenmiştir. Araçların kuyruğu boşaltmaları sırasında doygun rejimin kavşak noktasına bağlı olarak 3'üncü ile 7'nci araçtan itibaren başladığını bulan araştırmacılar, doygun akım değerinin de 1900 ile 2200 araç/saat arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Rahman ve ark. (2005), inceledikleri kavşaklar için doygun akım rejiminin tek şeritli yollarda kuyruktaki 4'üncü araçta, iki şeritli yollarda, iç şeritte 3'üncü araçta, dış şeritte 5'inci araçta, üç şeritli yollarda ise doygun akım rejiminin 3'üncü, 5'inci ve 6'ncı araçtan itibaren başladığını bulmuşlardır. Belirledikleri doygun rejimlere göre hesapladıkları doygun akım değerlerini HCM 2000'de önerilen yöntem sonuçları ile karşılaştıran araştırmacılar, hesapladıkları doygun akım miktarlarının önerilen yönteme göre daha büyük olduğunu belirtmişlerdir.

Lin ve Thomas (2005) tarafından yapılan çalışmada New York'taki üç farklı kavşakta araçların kuyruk boşalımı sırasındaki takip aralığı değerleri incelenmiştir. Literatürde yaygın olarak kabul edilen araçlar arasındaki ortalama takip aralığı değerinin dördüncü araçtan sonra sabit olup olmadığını inceleyen araştırmacılar, gözlem yaptıkları kavşaklar için yeşil sinyalin başlaması ile kuyruk pozisyonuna bağlı olarak araçlar arasındaki takip aralığı değerlerinin düşmeye başladığını belirlemişler ve kuyruktaki on beşinci araçtan sonra bile takip aralığı değerinin düşmeye devam ettiğini göstermişlerdir.



Şekil 4.2 Kuyruk pozisyonuna bağlı olarak araçlar arasındaki ortalama takip aralığı değerinin değişimi (Lin ve Thomas, 2005)

Rahman, Hasan ve Nakamura (2008) çalışmalarında, sinyalize kavşak kapasite hesaplarında kullanılan temel doygun akım değerinin hâkim trafik koşullarındaki durumunu incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan veriler trafik akımında yüksek oranda taksi içeren sekiz ayrı kavşak noktasından elde edilmiştir. Taksi sürücülerinin profesyonel olmaları ve kullandıkları bölgelere alışkın olmalarının, bu araçlara ait takip aralığı değerlerini etkileyeceğini belirten araştırmacılar, yüksek oranda taksi içeren akımlarda doygun akım değerinin %20 oranında arttığını bulmuşlardır.

4.3 Doygun Akımı Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi

4.3.1 Ağır Araçların Doygun Akım Üzerindeki Etkisi

Ağır araçlar, fiziksel büyüklüklerinden ve düşük hızlanma ve/veya yavaşlama kabiliyetlerinden dolayı, özellikle kavşaklarda trafik akım verimini olumsuz yönde etkilemektedirler. Eşdeğer otomobil birimi (EOB) değerleri, ağır araçların trafik operasyonları üzerindeki bu olumsuz etkilerini yansıtabilmek amacıyla kullanılmaktadır. Ağır araçlar kavşaktan geçerken otomobillere nazaran daha büyük zaman cinsinden mesafeye sahip olduklarından takip eden araçların gecikmesine neden olur (Molina, 1987).

Kavşaklarda ağır araçlar trafiği iki kritik yolla etkilerler:

- Ağır araçlar, otomobillere nazaran fiziksel olarak daha büyük olduklarından otomobillere göre daha geniş bir yol kesimini kaplamaktadırlar,
- Ağır araçların otomobillere oranla daha zayıf manevra yeteneğine sahip olmaları nedeniyle; özellikle hızlanma, yavaşlama ve yokuş yukarı hızlarını koruma kabiliyetleri daha zayıftır (Lake ve ark., 2002; Ramsey ve Bunker, 2003; Ramsey ve ark., 2004).

Bunun yanı sıra ağır araçların ivmelenme süreleri genellikle otomobillerden daha uzun olduğundan; kavşakta dönüş manevralarıyla doldurulması zor olan geniş aralıklar oluştururlar ve bu da kavşak alanını kullanımında verimsizlik yaratır. Diğer

ülkelerde, genellikle ağır araç sınıfına dahi sokulmayan minibüsler, ülkemizde yolcu taşıma amacıyla kullanılması nedeniyle ağır araç olarak nitelendirilmektedir.

Çeşitli araç tipleri, uzunluklarına göre Tablo 4.3'de belirtildiği gibi sınıflandırılabilir (Sorensen, 1998):

Tablo 4.3 Sorensen' in uzunluklarına göre araç sınıflandırması

Araç Cinsi	**Uzunluk**
Otomobil	2,5-4,8 m
Hafif taşıma aracı	4,8-6,0 m
Kamyonet	6,0-7,0 m
Kamyon	7,0 m- 12,0 m
Römorklu Kamyon	12,0 m- 22,0 m
Otobüs	22,0 m- 24,0 m

Setti&Demarchi (1996) ise araç tiplerini uzunluklarına göre sınıflandırırken, otomobillerin uzunluğunun en fazla 6,0 m, otobüslerin uzunluğunu ise 13,2 m olabileceğini öne sürmüşlerdir. Diğer araç tipleri olarak, çeşitli kamyon tiplerinin uzunluklarını vermektedirler. Aslında her iki çalışma da, şehirler arası yollar için yapılmıştır. Bunun için, şehir içinde bulunan araçların uzunluğu ile ilgili yeni bir sınıflandırma yapılma zorunluluğu doğmaktadır. Bu amaçla yapılan gözlem ve ölçümler sonucunda, Tablo 4.4'deki sınıflandırma yapılmıştır:

Tablo 4.4 Şehir içindeki araçların uzunluklara göre sınıflandırılması

Araç Cinsi	**Uzunluk**	**Hesaplarda Kullanılan Uzunluk**
Otomobil	2,5~6,0 m	5,0 m
Minibüs, Küçük Kamyon	6,5~8,0 m	7,5 m
Kamyon	7,0~12,0m	10,0 m
Römorklu Kamyon	12,0~22,0 m	20,0 m
Otobüs	10,0~12,0 m	12,0 m
Körüklü Otobüs	16,0~18,0 m	18,0 m

Tablo 4.5 Araç cinslerine göre EOB değerleri

Araç Cinsi	**EOB**
Minibüs, Küçük Kamyon	1,5
Kamyon	2,0
Römorklu Kamyon	4,0
Otobüs	2,4
Körüklü Otobüs	3,6

Araç tiplerinin, uzunluklarına bağlı olarak sınıflandırılması, yol üzerinde kapladıkları alan hakkında bir fikir vermesi açısından önem taşımaktadır. Özellikle trafik yoğunluğunun yüksek olduğu zaman aralıklarında, EOB değerlerinin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Buna göre, bir körüklü otobüsün, araçların durma halinde aralarında 1 m mesafe olduğu kabulü ile ortalama olarak 3,5 birim otomobile eşdeğer alan kapladığı söylenebilir (Tablo 4.5).

Yalnızca araç uzunluklarına bağlı olarak belirlenen EOB değerleri, bir aracın yol ve/veya kavşak performansı üzerindeki etkisini göstermesi açısından faydalı ancak yetersizdir. Araçların hızları, konumları, birbirlerini takip aralıkları, manevra yetenekleri, hızlanma ve yavaşlama ivmeleri gibi faktörler de verimlilik üzerinde önemli etkiler yaratır. Ağır araç etkisinin hesaplanması amacıyla farklı ülkelerde farklı yöntemler ve farklı EOB değerleri kullanılmaktadır. Şehir içi ve şehirlerarası yolcu ve yük taşımacılığının büyük oranda karayolu ile yapıldığı ülkemizde ağır araç etkisinin önemi, aynı oranda artmaktadır. Ülkemizdeki sürücülerin davranışlarının, diğer ülkelerden farklı olduğu göz önüne alındığında; bu farklılığın, EOB değerlerine yansıyacağı düşünülmelidir.

Eşdeğer otomobil birimi (EOB), mevcut koşullar altında bir ağır aracın trafik üzerinde yaptığı etkinin aynısını yapacak otomobil sayısını veren bir katsayıdır. En basit şekli ile bir trafik akımı içindeki ağır araç sayısı, ağır aracın cinsine (minibüs, kamyon, otobüs v.b.) ait EOB değeri ile çarpılarak ağır araçların trafik üzerindeki etkileri hakkında bir fikir edinilebilir. Nitekim "TS6407 Şehir içi Ulaşım Hesaplamalarında, Araç Tiplerine Göre Kullanılacak Oto Birim Katsayıları"

standardında, trafik sayımlarıyla elde edilen çeşitli tipteki araçların toplamının oto birimi cinsinden aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanabileceği belirtilmiştir (TSE, 1989):

$$OB_i = Q_i \times EOB_i \qquad (4.5)$$

Burada:

OB_i = Sayım sonucunda elde edilen "i" cinsi araçların, trafik akımı içinde karşılık geldikleri otomobil sayısı

Q_i = Sayımdan elde edilen "i" cinsinden araç sayısı

EOB_i = "i" cinsinden bir araca eşdeğer otomobil sayısı

Bağıntıda kullanılan eş araç cinsine bağlı eş değer otomobil birimleri Tablo 4.6'da gösterilmektedir:

Tablo 4.6 TS6407'ye göre eş değer otomobil birimleri (TSE, 1989)

Araç Cinsi	**Şehir İçi Yollarda**	**Dönel Kavşaklarda**	**Işık kontrollü Kavşaklarda**
Özel otomobil, taksi, sepetli motosiklet, triportör, yüksüz 1500kg'a kadar olan pikap	1,00	1,00	1,00
Minibüs, Dolmuş, Taksi	1,15	1,30	1,27
Yüksüz 1500kg'a kadar ağır ticari kamyon, at arabası	2,00	2,80	1,75
Kent içi ve dışı yolcu otobüsü (körüklü dâhil), servis otobüsü, troleybüs, tramvay	3,00	2,80	2,25
Motosiklet, mopet	0,75	0,75	0,33
Bisiklet	0,33	0,50	0,20

EOB değerlerinden, sinyalize kavşaklarda incelenen şerit gruplarının doygun akım değerlerinin belirlenmesi amacıyla ağır araç düzeltme faktörü (f_{HV})'nün hesaplanmasında yararlanılmaktadır.

Ağır araç düzeltme faktörü, genel olarak aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$f_{HV} = \frac{1}{(1 + P\ (EOB - 1))} \tag{4.6}$$

Burada:

P = Ağır araç oranı

Transportation Research Board (TRB) tarafından hazırlanan Yolların Kapasitesi El Kitabı 2000'de (Highway Capacity Manual 2000, HCM2000) sinyalize kavşaklarda tüm ağır araçlar için EOB 2,0 olarak kabul edilmektedir. Aynı kabul Akçelik (1991) tarafından da yapılmıştır.

Her araç tipinin etkisinin Tablo 4.6' da olduğu gibi diğer araçlardan farklı olacağı açıktır. Nitekim Kockelman ve Shabih (2000), 4.6 bağıntısını geliştirerek aşağıdaki bağıntıyı önermişlerdir:

$$f_{HV} = \frac{1}{\left(1 + \sum_i P_i\left(EOB_i - 1\right)\right)} \tag{4.7}$$

Burada:

P_i = "i" aracının akım içerisindeki yüzdesi

EOB_i = "i" aracının eş değer otomobil birimi

EOB değerinini belirlenmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Greenshields ve ark. (1947) "zaman cinsinden aralık oranı" yöntemi olarak adlandırılan bir yöntem önermiştir. Bu yöntem daha sonra Molina (1987) tarafından geliştirilerek kullanılmıştır. Webster (1958), EOB değerini hesaplamak için "kontrollü iz (yörünge) deneyi" geliştirmiştir. Branston ve Van Zuylen (1978) ile Branston ve Gipps (1981), trafik sinyallerinde EOB değerlerini de içeren parametreleri hesaplamak için çoklu doğrusal bir regresyon analizi yöntemi geliştirmişlerdir. Keller ve Saklas (1984), TRANYST-7 programını kullanarak, şehir içi ulaşım

ağlarında ağır araçların büyüklüğü, sinyal süresi ve trafik hacmine bağlı olarak EOB değerleri elde etmişlerdir. Sumner ve ark. (1984), NETSIM programını kullanarak şehir içi arterlerde birbirini takip eden sinyalize kavşaklar arasındaki EOB değerlerini elde etmeye çalışmıştır. Kimber ve ark., (1985), doygun akımın düzeltilmesi için kullanılan EOB değerlerinin, incelenen ağır aracın kapladığı alana eşdeğer alan kaplayan otomobil sayısı olmaması gerektiğini; bu amaçla kullanılan EOB değerlerinin; kavşaktaki minimum gecikmeyi veren değerler olması gerektiğini belirtmişledir. Son yıllarda Benekhoal ve Zhao (2000) tarafından önerilmiş olan "gecikmeye bağlı eş değer otomobil birim" (G_EOB) yöntemi çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılmaya başlamıştır.

Yukarıdan da anlaşılabileceği gibi, çok sayıda yöntem kullanılarak araştırmacılar, çeşitli ülkeler için değişik EOB değerleri elde etmişlerdir:

- HCM1985'te EOB değeri 1,5 olarak alınmıştır. HCM1994'ten itibaren EOB değerinin 2,0 alınması uygun görülmüştür (TRB, 1985; 1994; 1997; 2000).
- Avustralya'da Akçelik (1993), EOB değerinin 2,0 alınmasını önermiştir.
- Webster ve Cobbe (1966) ağır kamyonlar için 1,75; otobüsler içinse 2,25 değerlerini önermişlerdir.
- Benekhoal ve Zhao (2000), G_EOB yönteminin sabit bir EOB değeri vermediğini, EOB değerinin trafik hacmine ve ağır araç oranına bağlı olduğunu belirtmişledir. Çalışmalarında kamyonlar için 1,0 ile 1,37 değerlerinin alınabileceğini vurgulamışlardır.
- Hindistan'da yapılmış olan çalışmalar, kamyon ve otobüsler için bulunan değerlerin çok yakın olduğunu ve 2,78 ile 3,0 arasında değiştiğini göstermiştir (Maini ve Khan, 2000).
- Evans ve ark. (1981), sinyalde kuyruğun en önünde yer alan büyük kamyonlar için 4,05; diğer kamyonlar içinse 2,63 değerlerinin kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Bu, lider konumda olan ağır aracın EOB değerinin daha yüksek olduğunu gösteren ilk çalışmalardan birisidir. Aynı sonuç daha sonra Ramsey ve ark. (2004) tarafından da detaylı olarak ortaya konmuştur.

- Keller ve Saklas (1984), EOB değerinin kamyonlar için 1,09 ile, römorklu traktörler için 1,53 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Ülkemizde TS6407 standardının dışında sinyalize kavşaklarda ağır araç etkisi Akova (1979) ve Özdirim (1992) tarafından incelenmiştir. Akova çalışmasında araçları, otomobil, taksi dolmuş, minibüs ve ağır taşıt olarak gruplandırmıştır. Ağır taşıtlar kamyon ve otobüsleri içermektedir ve bu kabul, durakta durmadığı sürece otobüslerin de ağır araç olarak düşünüldüğü HCM2000 yöntemindeki kabulle aynıdır. Akova, yaptığı hesaplar sonucunda kavşaktan ayrılan araçların EOB değerleri ağır taşıtlar için 1,38; minibüsler için 1,22 ve taksi dolmuşlar için 1,01 değerlerini önermiştir. Özdirim'in çalışmasında daha çok dolmuşlar için kullanılabilecek bir katsayı araştırmış ve 1,27 EOB değerini önermiştir. Özdirim çalışmasında ayrıca ağır araçlar için 5,0 EOB değerinin kullanılabileceğini belirtmiştir.

4.3.2 Sola ve Sağa Dönüş Hareketlerinin Doygun Akım Üzerindeki Etkisi

Bir sinyalize kavşağın başarımını etkileyen en önemli faktörler arasında, sola ve/veya sağa dönüş yapan araçların oranı ve bu manevrayı yapan sürücülerin davranışları da bulunmaktadır. Özellikle sola dönüş manevrası, karşı yönden gelen trafik akımıyla kesiştiği için ayrı bir faz süresi tanımlanmasını gerektirebilir.

Sağa dönüşlerin incelenmesinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmaktadır (TRB, 2000):

- Sağa dönüşler için özel şerit varlığı
- Sinyal faz türü (korumalı, izinli ya da korumalı & izinli) [korumalı fazda yayalar ile karşılaşma tamamen engellenmektedir.]
- Yaya geçidini kullanan yaya hacmi
- Paylaşımlı şeritten sağa dönüş oranı
- Korumalı & izinli fazın korumalı kısmını kullanan araç oranı

Sola dönüşlerin incelenmesinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmaktadır (TRB, 2000):

- Sola dönüşler için özel şerit varlığı
- Sinyal fazı türü (korumalı, izinli, korumalı & izinli)
- Paylaşımlı şeritten sola dönüş oranı
- İzinli sola dönüşlerde karşı yöndeki akım oranı

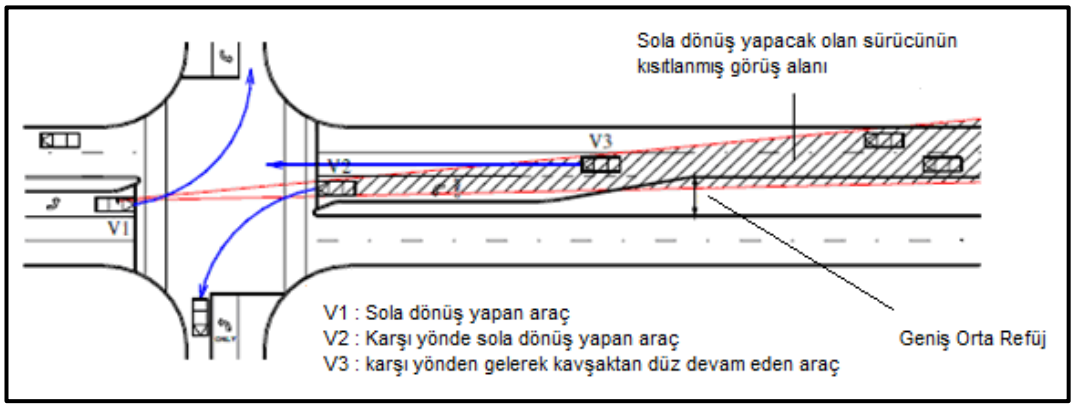
Sola ve sağa dönüşler için ayrı bir dönüş şeridi veya cebinin varlığı, bu manevraların, kavşak kapasitesi üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirgemektedir. Korumalı fazların varlığı ise, sürücü davranışlarından kaynaklanan olumsuzlukları (kaza olasılığı gibi) en aza indirmekle birlikte, devre süresini uzattığından kapasitenin azalmasına yol açabilmektedir.

Sağa dönüşler, genelde katılım şeklinde gerçekleştiği için birçok uygulamada sürücü davranışları açısından önemli bir sorun yaratmamaktadır. Hatta uygun geometri ve trafik akım koşulları altında, sağa dönüş manevrasına katılacakları akımdaki araçlara öncelik vermek kaydıyla, ayrı bir faz süresi tanımlanmaksızın sürekli olarak izin verilebilmektedir (TRB, 1985; 2000; 2010).

Ana akımı kesen dönüşlerin yoğun bir biçimde gerçekleştirildiği bir kavşakta eğer bu sürücüler yeterince yönlendirilmez ve güvenli bir geçiş aralığı bulamazlarsa trafik tıkanıkları ve sürücülerin kazaya karışma riskleri artacaktır. Eğer sürücüler kavşak yaklaşımında yeterli görüş alanına sahip değillerse bu risk daha da artacaktır.

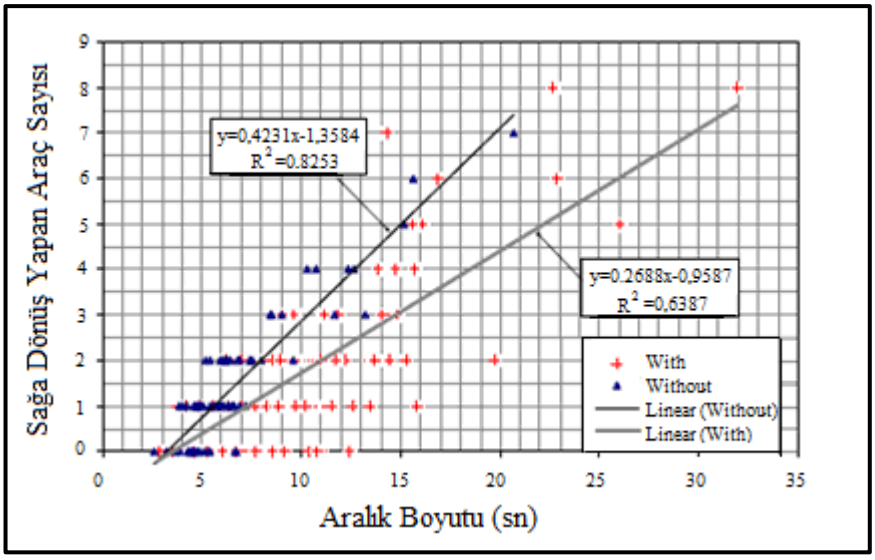
Chovan, Tijerian, Everson, Pierowicz ve Hendricks, (1994), yapmış oldukları çalışmada görüş sahası kısıtlanmış kavşaklarda yanlış aralık seçimi yüzünden birçok trafik kazasının meydana geldiğini ortaya çıkarmışlardır. Korunmasız sola dönüş fazları bulunan sinyalize kavşaklardaki sola dönüş şeritlerinde bulunan sürücüler, güvenlikleri için daha büyük aralıkları kabul ederler. Bu tür kavşaklarda yapılan sola dönüşler ve U dönüşler trafik güvenliğini de etkilemektedir. Eğer orta refüj genişliği standartlardan daha yüksek ise, refüj, dönüş yapacak olan sürücülerin görüş

mesafelerini kısıtlar ve aralık kabul davranışlarını etkiler. Potansiyel görüş uzunluğunun kısıtlanması sebebiyle sürücü davranışlarının değişimini tespit etmek için Yan ve Radwan (2007), bu tür bir sorunun net olarak bulunduğu bilinen bir kavşağı seçerek çeşitli arazi çalışmaları yapmışlardır (Şekil 4.3). Kavşak, ana yolda hız limitinin 72 km/sa olduğu bir kent içi yol kesiminde yer almaktadır. Kavşakta 6 gün boyunca 10:00 ile 16:00 saatleri arasında kamera çekimleri yapılmıştır.



Şekil 4.3 Kamera çekimlerinin yapıldığı kavşak (Yan ve Radwan, 2007)

Yapılan çekimlerden kavşağa ait hız, hacim, kuyruk uzunluğu verileri elde edilmiştir. Aralık kabulü parametrelerinin tahmini Siegloch Metodu'na dayanan lineer regresyon ve lojistik lineer regresyon modelleri ile yapılmıştır. Lineer regresyon modelinin sonuçları Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4 Sola dönen araç sayısı ile aralık kabulü arasındaki lineer ilişki (Yan ve Radwan, 2007)

Analiz sonuçları, kısıtlı görüş sahasının takip aralığı ve aralık kabulü üzerinde etkisi olduğunu ortaya çıkarmıştır. Sürücüler kısıtlanmış görüş sahası nedeniyle psikolojik olarak da etkilenmiş ve kararsızlık haline geçmişlerdir. Bu nedenle daha önce kabul etmeyecekleri aralıkları kabul ederek dönüşlerini yapmaya başlamışlardır. Bu sebepten dolayı kavşağı kullanan sürücülerin trafik kazalarına karışma riskleri de artmış ve kavşakta trafik sıkışıklıkları meydana gelmiştir.

Sola ve sağa dönüşlerde en önemli faktörlerden birisi de yaya-araç etkileşimidir. Sola veya sağa dönüş yapan sürücü yayalara öncelik vermek zorundadır. Bu sebeple kavşak içinde bekleme yapmak veya sola dönüş yapan araç oranının yüksek olması koşulunda da oluşan kuyruğun kavşağa uzaması sebebiyle kavşak başarımının düşmesine yol açabilmektedir (TRB, 2000). Highway Capacity Manual (TRB, 2000; 2010)'da doygun akım hesaplarında yayalarla etkileşimin de dikkate alındığı düzeltme faktörleri önerilmiştir. Ancak sürücü davranışları açısından en önemli sorunlardan biri araç-yaya etkileşimi sonucunda meydana gelebilecek kaza olasılığıdır.

Sisiopiku ile Akın (1999a, b) ve Akın (2001) sola ve sağa dönüş manevraları ile yaya güvenliği ilişkisini inceleyen çalışmalar yapmışlardır. Özellikle Akın (2001) çalışmasında, yaya-araç etkileşimlerini potansiyel çatışma olarak ve bu çatışmaları yaya ile araçların yollarının kesişmesi ve her iki modun da çatışma alanı içinde bulunması olarak tanımlamış ve bu ilişkiyi istatistiksel olarak irdelemiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilmiş olan bulguların, sinyalize kavşaklarda yayalarla kesişen araçların yaya hareketlerinde oluşturacakları riske/tehlikeye göre sınıflandırılabileceklerini vurgulamıştır.

Sola ve sağa dönüşlerin kavşak kapasitesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde, ağır araçlarla benzer bir yaklaşımın ele alınmasında yarar olacağı düşünülmektedir. Sola veya sağa dönen araçlar, bu manevraları gerçekleştirirlerken kavşaktan doğru geçiş yapan araçlara oranla daha yavaş hareket edecekler ve buna bağlı olarak kapasitenin düşmesine yol açacaklardır (Çevik, 2011). Bu etki, özellikle bir şeridin

farklı manevralar (doğru geçiş, sola veya sağa dönüş) yapan sürücüler tarafından ortak kullanılması durumunda daha da belirgin bir hal alacaktır.

4.3.3 Yaklaşım Kolu Şerit Genişliğinin Doygun Akım Üzerindeki Etkisi

Çalışma kapsamında doygun akım üzerindeki etkisi araştırılan diğer bir önemli parametrede yaklaşım kolunun genişliğidir. Şerit genişliği ve doygun akım arasındaki ilişki ile ilgili olarak birçok farklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların en önemlilerinden birisi Leong (1964) tarafından yapılan çalışmadır. Bu çalışmada, Sidney'de 23 tane sinyalize kavşak yaklaşım kolu incelenmiş ve yaklaşım kolu genişliğinin 2,75 m ve 3,6 m arasında değişmesi durumunda şerit genişliğinin doygun akım üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Leong çalışmasında doygun akım değerini bu genişlikler için 1700 araç/saat/şerit olarak vermiştir (Iqbal, 2009).

Abu-Rehmen (1982), İngiltere'de 23 farklı sinyalize kavşakta gerçekleştirdiği çalışmasında, şerit genişiliğinin 2,5 m ila 6,7 m arasında olması durumunda şerit genişliği ve doygun akım arasındaki ilişkiyi bağıntı (4.8) şekilde olduğunu belirtmiştir.

$$S = 475\ W\ (\ eob/saat\ ) \tag{4.8}$$

Chang Chien (1978) 17 sinyalize kavşak yaklaşımında yaptığı çalışmada 2,80 m ila 3,50 m arasındaki genişliklerde doygun akım ve genişlik arasındaki ilişkiyi regresyon analizi ile modellemiş ve aşağıdaki bağıntıyı elde etmiştir:

$$S = 643\ W\ (\ eob/\ 1\ saatlik\ yeşil\ süre) \tag{4.9}$$

İbrahim ve ark. (2002) Malezya yol koşulları için ideal doygun akım değerini araştırdıkları çalışmalarında Şerit genişliği ile doygun akım arasındaki ilişkinin aşağıdaki gibi olduğunu belirtmiştir:

$$S = 1020 + 265\,W\ (eob/saat) \qquad (4.10)$$

Highway Capacity Manual 2010'da (TRB, 2010), şerit genişliklerinin 2,4 m (8 ft) ile 4,8 m (16 ft) arasında değişebileceği belirtilmiştir. 3,0 m~3,9 m (10 ft~12,9 ft) aralığında, şerit genişliğinin doygun akım üzerinde bir etkisi olmadığı vurgulanmıştır. 3,0 m' den küçük şerit genişlikleri için düzeltme katsayısı olarak "0,96", 3,9 m' den daha büyük şerit genişlikleri için de düzeltme faktörü olarak "1,04" değeri önerilmiştir.

4.3.4 Sinyalize Yuvarlak Ada Kavşakların Doygun Akım Üzerindeki Etkisi

Yuvarlak ada kavşakların sinyalizasyon sistemleri ile yönetimi, İngiltere'de ilk olarak 1959' yılında gerçekleştirilmiştir. 1960'lı yılların ortalarında modern dönel kavşak tasarımı için önerilmiş olan, "Kavşak içinde dönüş hareketinde bulunan araca YOL VER" kuralının İngiltere'de kabul görmesiyle birlikte sinyalize yavarlak ada kavşaklar uzun bir dönem İngiltere'de terk edilmiştir (Deparment for Transport, 2009).

Ülkemizde ise sinyalize yuvarlak da kavşaklar çok uzun bir süredir kavşak tasarımının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu tür kavşaklar, ülkemiz sürücüleri tarafından daha fazla kabul görmekle birlikte, özellikle sola dönüşlerden kaynaklanan depolama alanlarının nispeten kısıtlı olması sebebiyle doğru geçiş yapmak isteyen araçların maruz kaldıkları gecikmelerin beklenenin çok üstünde olması gibi bir olumsuzluğa yol açabilirler. Bununla birlikte kavşak içerisinde araçların birbirlerinin görüş alanını kapatması durumu da söz konusudur. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için kavşak ortasına yerleştirilecek ada çapının, bütün sola dönecek araçları depolayacak şekilde belirlenmesi gerekir (Ayfer, 1977).

4.3.5 Otobüs Duraklarının Doygun Akım Üzerindeki Etkisi

Otobüs engelleme faktörü HCM 2000'de, analiz süresi içinde yerel bir otobüs durağında yolcu indiren/bindiren, grup içinde hareket eden, trafik akımını durduran

ya da engelleyen otobüs sayısı olarak tanımlanabilmektedir. Otobüs engelleme faktörü f_{bb}, HCM 2010'da kavşağa en fazla 75 m mesafede yer alan duraklar için aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilmektedir (HCM 2010):

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14{,}4\ N_B}{3600}}{N} \geq 0{,}05 \qquad (4.11)$$

Burada:

F_{bb} = Otobüs engelleme faktörü

N_B = Yeşil süre içersinde saatlik otobüs durağında duran otobüs sayısı

N = Şerit sayısı

HCM (2000, 2010)'de yukarıdaki denklem ile verilmiş olan 14,4 saniye değeri ortalama otobüs engelleme süresi olarak önerilmiştir. Ancak çeşitli araştırmacılar bu değerin otobüs engelleme süresi için yeterli olmadığını ifade etmiş ve farklı yöntemler kullanarak otobüs engelleme süresini belirlenmeye çalışmışlardır (Rodriquez ve ark., 2006; Wong ve ark., 1998; Fetter, 2007; Holt, 2004).

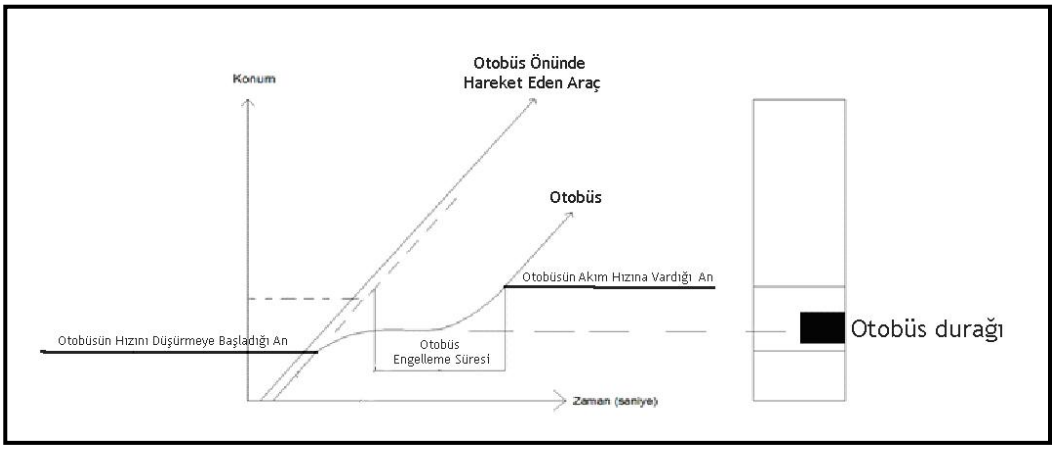
Ghasemlou (2012), otobüslerin durağa yanaşma, yolcu indirme/bindirme ve duraktan ayrılma eylemlerini içeren süre zarfında, yol üzerinde meydana gelen mevcut otobüs etkisi çeşitli yönleriyle ele almıştır.

Bu inceleme sonucunda HCM yönteminin aşağıda belirtilen durumları içermediği saptanmıştır:

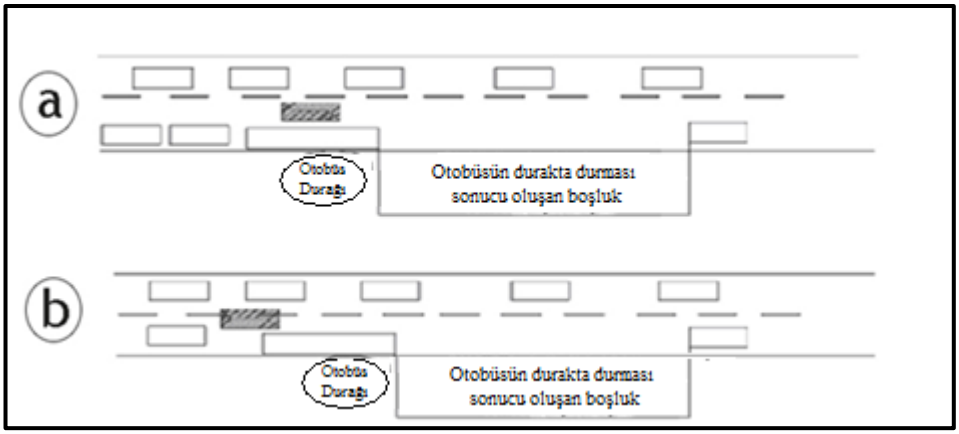
1- Bir otobüsün durakta beklediği (dwell time) süre içerisinde, bu otobüsün arkasında kalan araçların şerit değiştirmesi durumu
2- Otobüs durağının solunda yer alan komşu şeridi kullanan sürücülerin, durakta bekleyen otobüsün sağ şeridi engellemesi nedeniyle bu otobüsün yanından geçerken tedirgin olma, güvenlik vb. nedenlerle hızlarını azaltmaları durumu

3- Nispeten yüksek şerit genişliğinin bulunduğu arterlerde, otobüs durağında cep bulunması durumunda; otobüsün cebe kısmi olarak girmesi halinde yol genişliğini yeterli bulan otobüsün arkasındaki sürücülerin bir kısmının şerit değiştirmeden hareketlerine devam etmeleri durumu.

Cep bulunmayan tek şeritli bir yol için otobüs engelleme süresi Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Şekilde otobüsün durakta durma amacı ile hızını düşürdüğü, durakta durduğu (yolcu indirme, yolcu bindirme) ve duraktan ayrılıp, hızlanarak yolun doygun akımdaki hızına ulaştığı varsayılmıştır. Sonuç olarak bir otobüsün toplam engelleme süresi, otobüsün durağa yanaşması, ayrılması ve buna bağlı olarak hızını düşürmesinden ötürü oluşan gecikme ile durakta beklediği süreden (dwell time) kaynaklanan gecikmenin toplamı olarak tanımlanabilir.



Şekil 4.5 Tek şeritli bir yolda otobüs engelleme süresinin şematik gösterimi



Şekil 4.6 Otobüsün durakta durma sürelerine bağlı farklı araç hareketleri

Çok şeritli bir arterde ise, otobüsün durakta durma süresi, sağ şerit ve diğer şeritlerin doygun akımları üzerinde farklı etki yaptığından, farklı katsayılarla çarpılarak etkin engelleme süreleri bulunabilir. Şöyle ki:

- Şekil 4.6 (a)'da görüldüğü gibi şerit genişliklerinin yüksek olması durumunda, otobüsün arkasındaki bazı sürücüler, otobüsün durakta durma süresi boyunca, karşı veya yan şeritteki akıma rağmen otobüsü sollayarak otobüs önünde oluşan boşluğa (aralığa) girip, hareketlerine devam edebilirler. Bu durum, engelleme süresinin etkisinin nispeten azalmasına sebep olabilir. Ancak bu kabul HCM (2010) da öngörülen otobüsün durakta durma durumunda otobüsün sağ şeridi bütünü ile kapandığı varsayımı ile ters düşmektedir. Bu etkinin en basit şekilde belirlenmesi için yeşil ışıkta yapılan gözlemlerde otobüs arkasında kalan araçların kaç tanesinin sağ şeridin dışına çıkmadan otobüsü sollayarak otobüsün önüne geçtiğinin belirlenmesi yararlı olacaktır.
- Şekil 4.6 (b)'de ise, şerit genişliğinin nispeten dar olması durumu görülmektedir. Bu durumda, otobüsün arkasındaki sürücülerin bir kısmının, diğer şeritteki araçlar arasında uygun bir aralık bularak otobüsü sollayacakları ön görülmüştür. Bu durumda da, otobüsün engelleme süresinin etkisi azalacaktır. Ancak bu azalma, Şekil 4.6 (a)'ya göre daha az olacaktır.

BÖLÜM BEŞ
BAŞLANGIÇ TEPKİ SÜRESİ VE BAŞLANGIÇ KAYIP ZAMAN

5.1 Başlangıç Tepki Sürelerinin (Reaksiyon Sürelerinin) İncelenmesi

Geleneksel trafik akım modelleri genel olarak kuyruk boşalım akım oranları veya boşalım aralıklarını incelemektedir. Sadece az sayıda modelin trafik akımının boşalım hız karakteristiklerini incelediği bilinmektedir. Sağlıklı bir kuyruk boşalım modelinin elde edilmesi, büyük oranda sinyalden ayrılan araçlar arasındaki zaman cinsinden takip aralıkları ile hız değerlerinin ilişkilendirilmesi ile mümkün olabilir. Takip aralığı verileri kolaylıkla toplanabilmekte ve sağlıklı bir model kurulması mümkün olabilmektedir. Ancak, hız verilerinin toplanmasında sayaç veya hız tabancalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür ekipmanların bulunmaması durumunda, zaman cinsinden aralık değerleri ile hız ve trafik akımı arasında ilişki kurmayı sağlayacak bir modelin varlığı önem taşımaktadır.

Akçelik ve ark. (1999), kuyruk boşalım akım oranı, kuyruk boşalım hızı ve kuyruk boşalım zaman aralıklarını aşağıdaki bağıntılar yardımıyla modellemişlerdir:

$$V_s = V_n\left[1 - e^{-m_v(t-t_r)}\right] \tag{5.1}$$

$$Q_s = Q_n\left[1 - e^{-m_q(t-t_r)}\right] \tag{5.2}$$

$$h_s = \frac{h_n}{\left[1 - e^{-m_q(t-t_r)}\right]} \tag{5.3}$$

Burada:

t = Yeşil sürenin başlangıcından itibaren geçen süre (saniye)

t_r = Başlangıç tepki süresi (saniye)

V_s = t anındaki kuyruk boşalım hızı (km/saat)

V_n = En yüksek kuyruk boşalım hızını (km/saat)

Q_s = t anındaki kuyruk boşalım akım oranı (araç/saat)

Q_n = En yüksek kuyruk boşalım akım oranı (araç/saat)

h_s = t anındaki kuyruk boşalım takip aralığı (saniye)

h_n = En küçük kuyruk boşalım takip aralığı (saniye)

m_v = Kuyruk boşalım hız modeline ait bir parametre

m_q = Kuyruk boşalım akım oranı modelindeki bir parametre

Aynı zamanda bilindiği üzere $h_s = 3600/Q_s$ ve $h_n = 3600/Q_n$ şeklinde de bulunabilmektedir.

Yukarıdaki bağıntılar incelendiğinde, özellikle "h_n" değerinin, doygun akıma karşılık gelen zaman cinsinden aralık değeri olduğu görülebilmektedir. "h_n" değeri başlangıç tepki süresine bağlı olarak aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Akçelik, 1999):

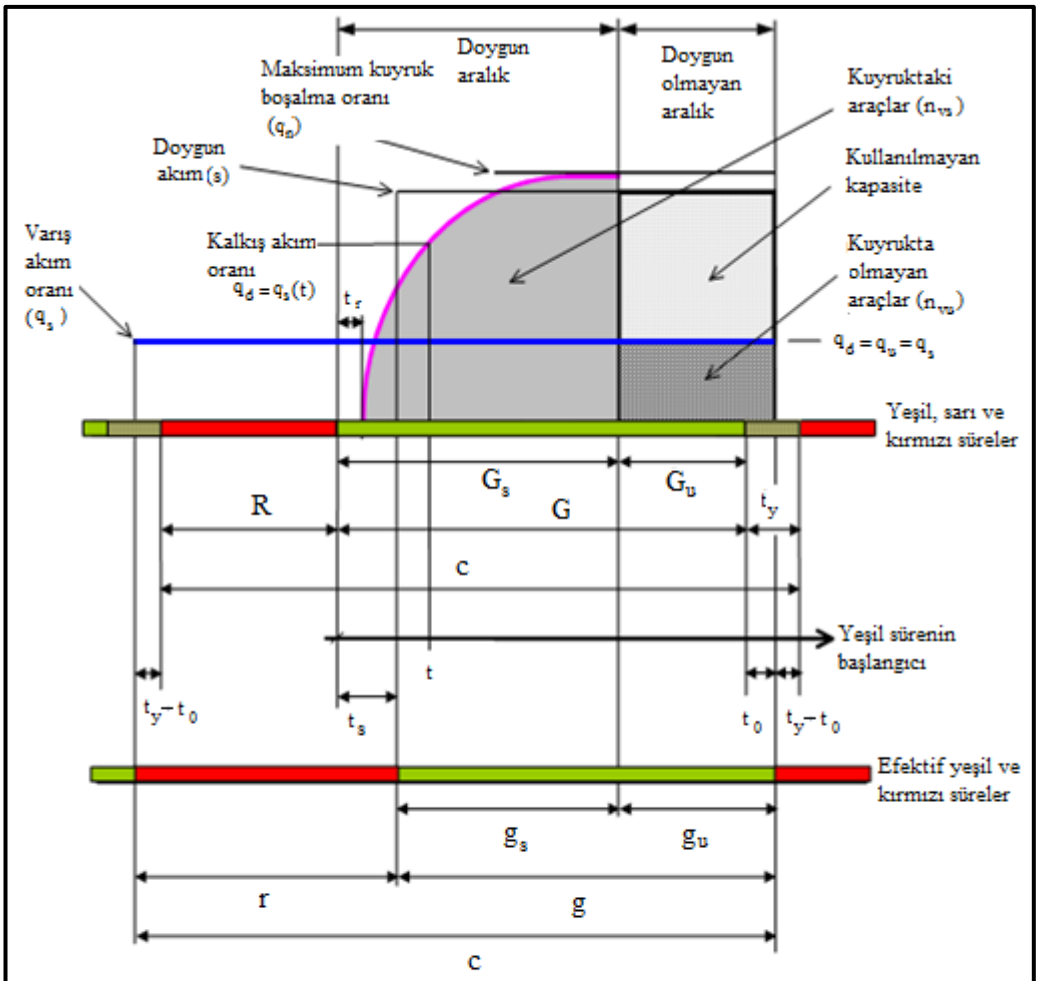
$$h_n = t_r + d_a - t_s \tag{5.4}$$

Burada:

d_a = Araçların hızlanması süresindeki ortalama gecikme süresi (saniye)

t_s = Başlangıç kayıp zaman

Yukarıda tanımlanmış olan bağıntılar incelendiğinde, tüm bağıntılarda başlangıç tepki süresinin (t_r) önemli bir yeri olduğu görülmektedir. Başlangıç tepki süresi, sürücünün yeşil yandığı andan itibaren ışığın değiştiğini fark ederek, ayağının pedala giderek aracı harekete geçirdiği ilk ana kadar geçen süre olarak tanımlanabilir (HCM, 2010). Şekil 5.1'de başlangıç tepki süresi gösterilmiştir (Akçelik ve Besley, 2002).



Şekil 5.1 Kuyruk boşalımına ait parametrelerin grafik gösterimi (Akçelik ve Besley, 2002)

Çalışkanelli (2010), İzmir kent merkezinde 10 sinyalize kavşakta başlangıç tepki sürelerini ölçmüş; trafik akımı ile ilgili bazı parametreleri ve kavşakların geometrik özelliklerini de dikkate alarak aşağıdaki amprik bağıntıyı elde etmiştir:

$$t_r = 0{,}0255\mathrm{Dvrs} - 0{,}0130\mathrm{Krm} + 0{,}2424L_{tek} + 0{,}4676T_{kbus} - 0{,}1911\mathrm{Cns} \qquad (5.5)$$

Burada:

Dvrs = Devre süresi (saniye)

Krm = Kırmızı süre (saniye)

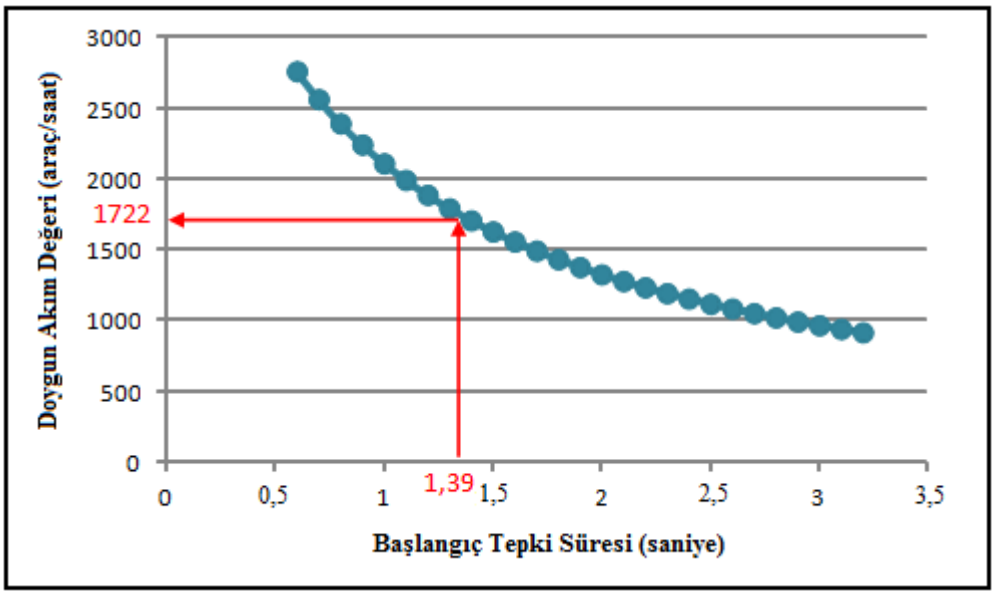
L_{tek} = İncelenen yaklaşımın tek şerit olması durumundaki parametre

T_{kbus} = Kuyruk başındaki aracın körüklü otobüs olması durumundaki parametre

Cns = Sürücünün cinsiyeti

Çalışmada devre süresi ve kırmızı süre arasında içsel bağımlılıkta irdelenmiş ve içsel bağımlılık olmadığı görülmüştür. Bağıntı incelendiğinde, devre süresinin başlangıç tepki süresini uzattığı ancak kırmızı süre uzadıkça sürücülerin daha hızlı tepki verdiklerini; aracın körüklü otobüs olmasının ve tüm araçların sadece bir şeritte bulunmalarının da tepki süresini uzattığı görülmüştür. Diğer önemli sayılabilecek bir bulgu da, cinsiyetin başlangıç tepki süresine olan etkisidir. Bağıntıda sürücü erkekse, Cns=1, kadında Cns=0 olarak kabul edilmiştir. Buna göre, sürücünün erkek olması, tepki süresini kısaltmaktadır.

Çalışkanelli (2010) başlangıç tepki süresinin önemini vurgulamak amacıyla, doygun akım üzerindeki etkisini bir örnekle açıklamıştır. Bu amaçla, 5.5 bağıntısındaki doygun akımda hareket eden araçlar arasındaki en küçük takip aralığı değeri, farklı "t_r" değerleri için hesaplamıştır. Bağıntıda yer alan "d_a" değerini 2,8 saniye, "t_s" değerini ise 2.1 saniye olarak kabul etmiştir. Sonuçlar Şekil 5.2'de verilmektedir. Çalışkanelli'nin gözlemleri başlangıç tepki süresinin yoğun olarak 0,62~3,22 saniye aralığında değiştiğini göstermiştir.



Şekil 5.2 Başlangıç tepki süresine bağlı olarak elde edilen doygun akım değerleri

Başlangıç tepki süresinin ortalamasını 1,39 saniye, standart sapmasını ise 0,93 olarak hesaplamıştır. Şekilden de görülebildiği gibi ortalama değere karşılık gelen doygun akım değeri, 1722 araç/saat olarak hesaplanmıştır. Bu değer, uluslararası standartlar dikkate alındığında düşük sayılabilecek bir değerdir. Genel kabul olarak başlangıç tepki süresi, 1,0 saniye olarak alınırsa, doygun akım değeri 2118 araç/saat olarak hesaplanabilir. Bu da İzmir kentindeki sürücülerin tepki sürelerinin uzunluğu sebebiyle şerit başına yaklaşık %20'lik bir kapasite kaybının olduğunu göstermektedir.

5.2 Başlangıç Kayıp Zaman Değerlerinin Araştırılması

Sinyalize bir kavşakta sinyalin yeşile dönmesi araçlar hareket etmeye başlarlar. Ancak yeşil sürenin başında kuyruğun ilk sıralarında bulunan birkaç araç sinyalin değiştiğini algılayıp hareket edene kadar fazladan bir süreye ihtiyaç duymaktadır. Kuyrukta ilk sırada yer alan bu ilk birkaç aracın gecikmesinden kaynaklanan süreye başlangıç kayıp zamanı adı verilir. Özellikle yeşil sürenin hesaplanmasında kullanılan kayıp zaman değeri HCM 2010'da kuyruğun ilk dört sırasında duran araçların ekstra gecikmeye uğrayacağı kabulü ile yapılmaktadır.Başlangıç kayıp zamanı etkileyen birçok faktör vardır:

- Araç tipi ve eğim
- Kavşaktaki yaya hareketleri
- Sürücüden sürücüye değişen reaksiyon süresi
- Psikolojik faktörler

Başlangıç kayıp zaman süresinin belirlenebilmesi için farklı ülkelerde, çeşitli araştırmacılar tarafından birçok hesap yöntemi önerilmiştir. Bonneson (1992) kuyruktaki ilk birkaç aracın istenen hıza ulaşırken gereğinden fazla boşalma aralığı kullandığına değinmiştir. Başlangıç kayıp zamanı, bu ilk birkaç aracın kaybettiği zamanları ekleyerek bulmuştur. Başlangıç zaman kaybı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır:

$$K_s = \sum_{n=1}^{N} (h_n - \mathrm{H}) \qquad (5.6)$$

Burada:

K_s = Başlangıç kayıp zaman (sn/faz)

h_n = n. kuyruktaki aracın aralık değeri (sn)

H = Minimum boşalma aralığı (sn/araç)

N = H'den büyük olan aralığa sahip araçların sayısı

Bağıntı 5.6, başlangıç kayıp zaman hesaplanırken minimum boşalma takip aralığı (H) değerinin büyüklüğüne doğrudan bağlı olduğunu göstermektedir.

HCM 2000'de minimum boşalma takip aralığının, kuyruktaki beşinci ve sonrasındaki araçların takip aralıklarının ortalaması alınarak hesaplanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca başlangıç kayıp zaman, ilk dört araçtan kaynaklanmaktadır ve genellikle yaklaşık 2 sn/faz olarak kabul edilebilir.

Başlangıç kayıp zamanın belirlenmesi ideal koşullarda gerçekleşeceğinden, ağır ya da dönen araçların bulunduğu kuyruktaki ilk dört araç kullanılmamaktadır. McShane ve ark. (1998) yaklaşımına göre başlangıç kayıp zaman, gözlenen takip

aralığı değerleri ile ilk dört aracın ideal doygun takip aralığı değerleri arasındaki farka eşittir. Buna göre başlangıç zaman kaybı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır:

$$l_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{4}(t_{ij} - h_0)}{n} \quad (5.7)$$

Burada:

l_1 = Başlangıç kayıp zaman (sn/faz)

i = Devre sayısı

j = Kuyruktaki aracın pozisyonu

n = Toplam devre sayısı

t_{ij} = Kuyruktaki her bir aracın takip aralığı

h_0 = Doygun takip aralığı

Bester ve Varndell (2002)'in yaptığı çalışmada ise yeşil sinyal boyunca, altıncı ve on ikinci aracın arka aksı dur çizgisini geçtiği zamanki süreler dikkate alınarak başlangıç kayıp zaman hesaplanmıştır.

$$l = t_6 - (t_{12} - t_6) \quad (5.8)$$

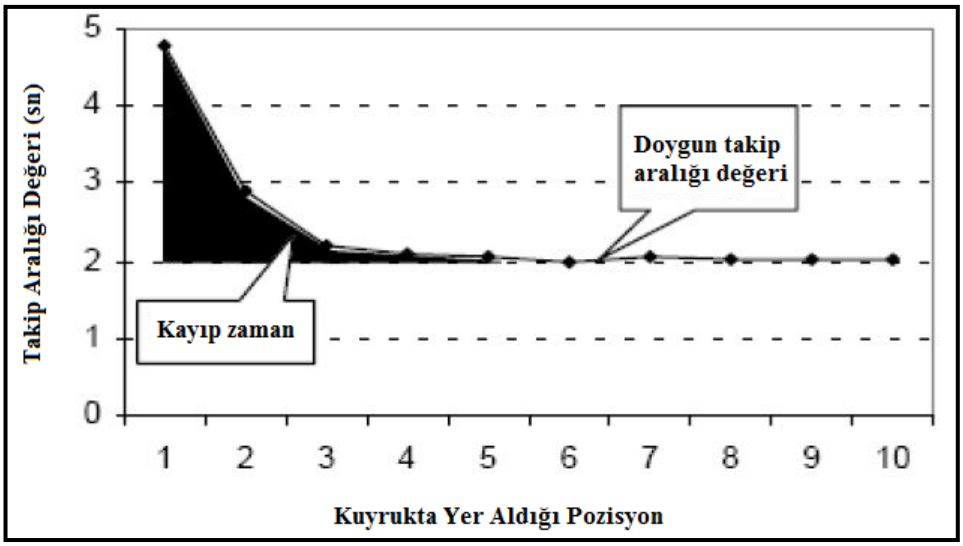
Burada:

l = Başlangıç kayıp zaman (sn)

t_6 = Altıncı aracın dur çizgisini geçiş süresi

t_{12} = On ikinci aracın dur çizgisini geçiş süresi

Minh ve Sano (2003) başlangıç kayıp zamanı, her bir aracın gözlemlenen takip aralığı değerleri ile doygun takip aralığı değerleri arasındaki farkın toplamına olarak tanımlamıştır. Şekil 5.3'de, Minh ve Sano'nun önerdiği model gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Doygun takip aralığı ve kayıp zaman değerleri (Minh ve Sano, 2003)

BÖLÜM ALTI
ÇALIŞMA KAPSAMINDA İNCELENEN KAVŞAKLAR

Bu bölümde, tez kapsamında incelenen kavşaklar detaylı olarak tanıtılmıştır. Bu kavşaklar:

- Altınşehir Kavşağı (İSTANBUL)
- Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı (BURSA)
- Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı (İZMİR)
- Cin Deresi Kavşağı (İZMİR)
- Çankaya Kavşağı (İZMİR)
- Göztepe Kavşağı (İZMİR)
- Lunapark Kavşağı (İZMİR)
- Rektörlük Kavşağı (İZMİR)
- Yunuslar Kavşağı (İZMİR)

Kavşaklar; yüksek hacim değerlerine hizmet veren önemli arterler üzerinde yer almaları, denek sürücülerin bir kısmının ortak kullandıkları güzergâhlar üzerinde bulunmaları ve veri toplama imkânının bulunması gibi sebepler göz önüne alınarak belirlenmiştir.

6.1 Altınşehir Kavşağı, İstanbul

Altınşehir Kavşağı, İstanbul'da Başakşehir ilçesinde, Altınşehir Mahallesi'nin merkezinde yer almaktadır. Kavşağın konumu, Eski İstanbul Caddesi, 2201 Sokak ve O3 Kuzey Yanyolu kesişimindedir. Kavşağın genel görünümü Şekil 6.1'de verilmiştir.



Şekil 6.1 Altınşehir Kavşağı'nın genel görünümü

Çalışma kapsamında, O3 Kuzey Yanyolu üzerinde yer alan trafik sinyallerinde gözlem çalışmaları yapılmıştır (Şekil 6.2 ve Şekil 6.3). Yaklaşım iki şerit olup, incelenen akım sadece bir yaya sinyali ile kesilmektedir. Yaklaşıma ait platform genişliği 10,50 m olarak ölçülmüştür. Sinyalin devre süresi 90 saniye, kırmızı faz 25 saniye, yeşil faz 60 saniye ve sarı faz 5 saniyedir.



Şekil 6.2 Çalışma kapsamında gözlem yapılan yaklaşım



Şekil 6.3 Gözlem yapılan yaklaşıma ait bir fotoğraf

6.2 Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı, Bursa

Atatürk Lisesi Kavşağı, Darmstad Caddesi'nin Stadyum Caddesi ile kesiştiği noktada yer almaktadır. Kavşak, güney yönündeki Stadyum Kavşağı'na bağlanmaktadır (Şekil 6.4).

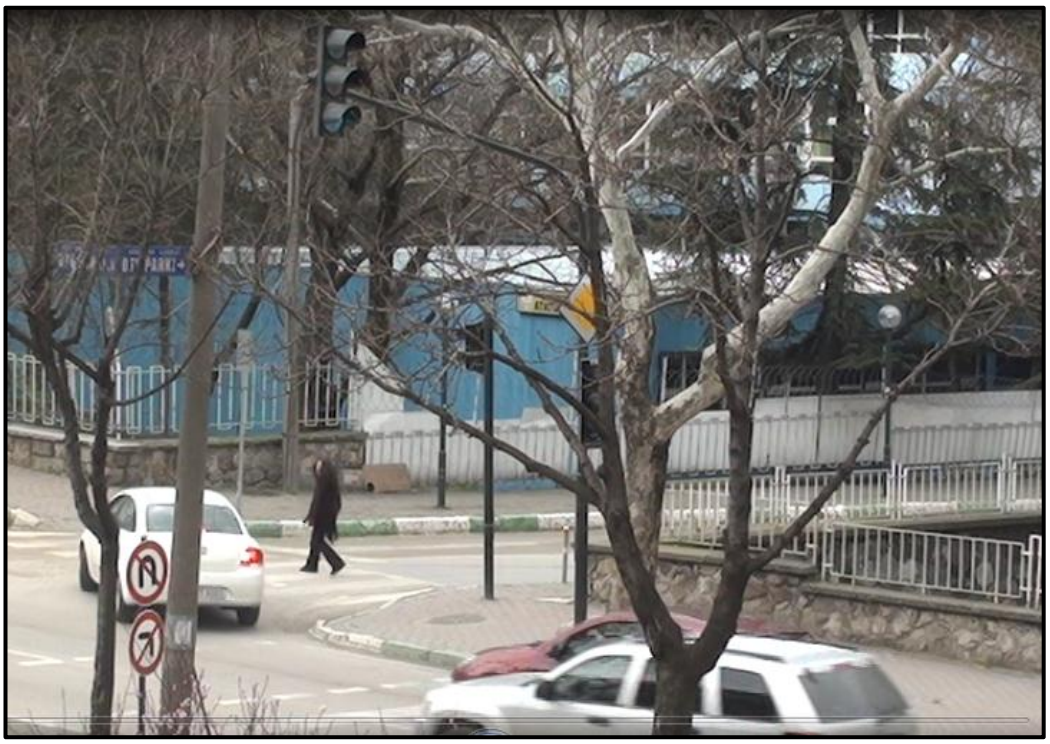


Şekil 6.4 Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı'nın genel görünümü

Kavşağın giriş ve çıkış platformları refüjle ayrılmıştır. Kavşağın sağ tarafında Kültür Park giriş kapısı yer aldığından sağa dönen araç sayısı ihmal edilebilecek kadar azdır. Sağ şerit genelde düz geçiş, sol şerit ise yalnızca düz geçiş olarak tasarlanmıştır. Kavşağın Ulubatlı Hasan Bulvarı yaklaşımında gözlemler yapılmıştır. incelenen yaklaşımının platform genişliği 7,00 m ve refüj genişliği 5,00 m'dir.

Kavşağa bağlanan Darmstad Caddesi ise üç şeritlidir. Sol ve orta şerit sola dönüş, sağ şerit ise Merinos Kavşağı'na ulaşmak isteyen sürücülerin manevra yapabilmesi amacıyla tasarlanmıştır.

Kavşağın devre süresi 88 saniye, kırmızı faz 48 saniye, sarı faz 5 saniye ve yeşil faz 25 saniye uzunluğundadır. Kavşağın örnek çekim görüntüsü Şekil 6.5'te verilmiştir.



Şekil 6.5 Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı'na ait bir fotoğraf

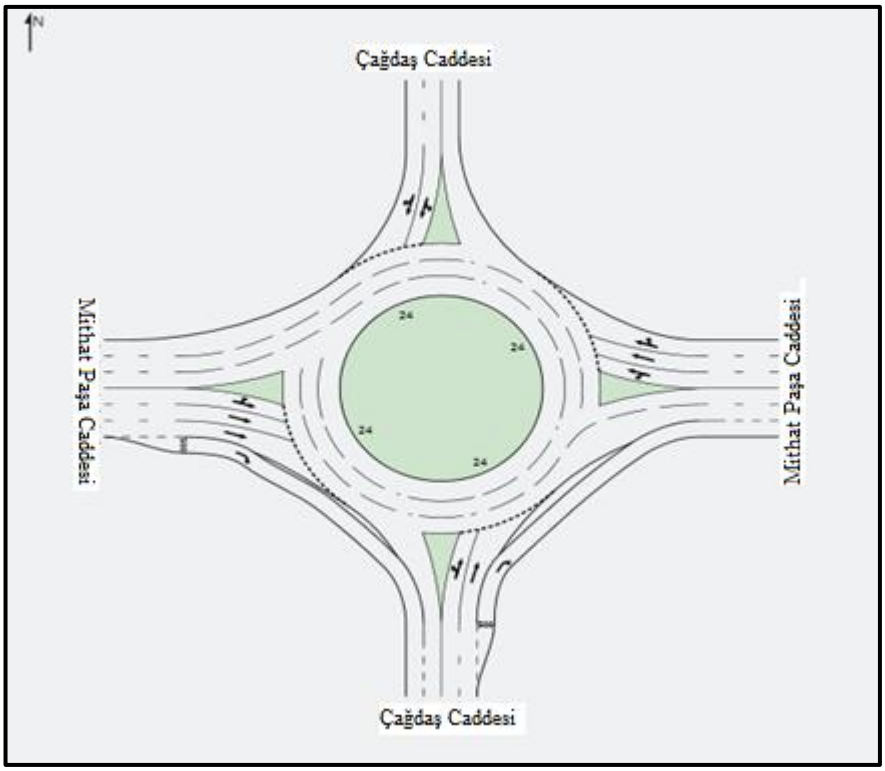
6.3 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı, İzmir

Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı, İzmir Körfezi'nin güney kıyılarındaki Balçova ilçesinde yer almaktadır. Kavşak, doğu ve batı yönündeki yaklaşım kolları olan Mithat Paşa Caddesi'ni, güney ve kuzey yaklaşım kolu olan Çağdaş Caddesi'ne bağlamaktadır (Şekil 6.6). Kavşak İzmir'in batısında yer almakta olup, Balçova, Narlıdere, İnciraltı ve Seferihisar yönlerine giden ve bu yönlerden gelen sürücüler tarafından kullanılmaktadır. Bu kavşak ayrıca Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi'ne giden arter üzerinde yer almaktadır. Bu durum, kavşağın yoğunluğunu özellikle zirve saatlerde arttırmaktadır.



Şekil 6.6 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı ve çevresinin genel görünümü

Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı sinyalize yuvarlak ada dönel kavşak olup, dönel kavşağın yuvarlak ada çapı 24,00 m'dir ve şerit genişlikleri 3,00 m olan 3 adet dönüş şeridine sahiptir. Doğu ve batı (Mithatpaşa Cad.) yaklaşımları 1 doğru geçiş şeridi, 1 sağa dönüş ve 1 sola dönüş şeridi şeklinde oluşturulmuştur. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri 9,90 m'dir. Kuzey ve güney (Çağdaş Cad.) yaklaşımları 2 giriş ve 1 çıkış şeritlerine sahiptir. Bu şeritlerin güney ve kuzey yönünden Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı'na bağlanan giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 6,00 m ve 3,00 m'dir Ayrıca batı yaklaşımından güney yaklaşımına, güney yaklaşımından da doğu yaklaşımına platform genişlikleri 4,00 m olan sürekli sağa dönüş şeritleri ayrılmıştır. Tüm yaklaşım kollarında, giriş ve çıkış şeritleri refüjle (orta ayırıcı ada ile) ayrılmıştır (Şekil 6.7 ve Şekil 6.8).

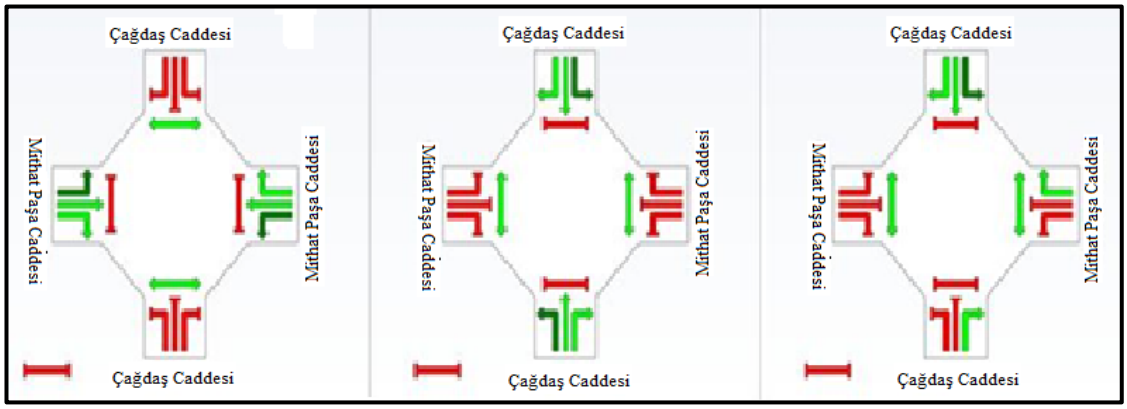


Şekil 6.7 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı şerit özellikleri



Şekil 6.8 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı'na ait bir fotoğraf

Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı, sinyalize dörtlü bir kavşak olup sabit zamanlı olarak Şekil 6.9'da gösterildiği gibi 3 fazlı olarak çalışmaktadır.



Şekil 6.9 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı faz planı

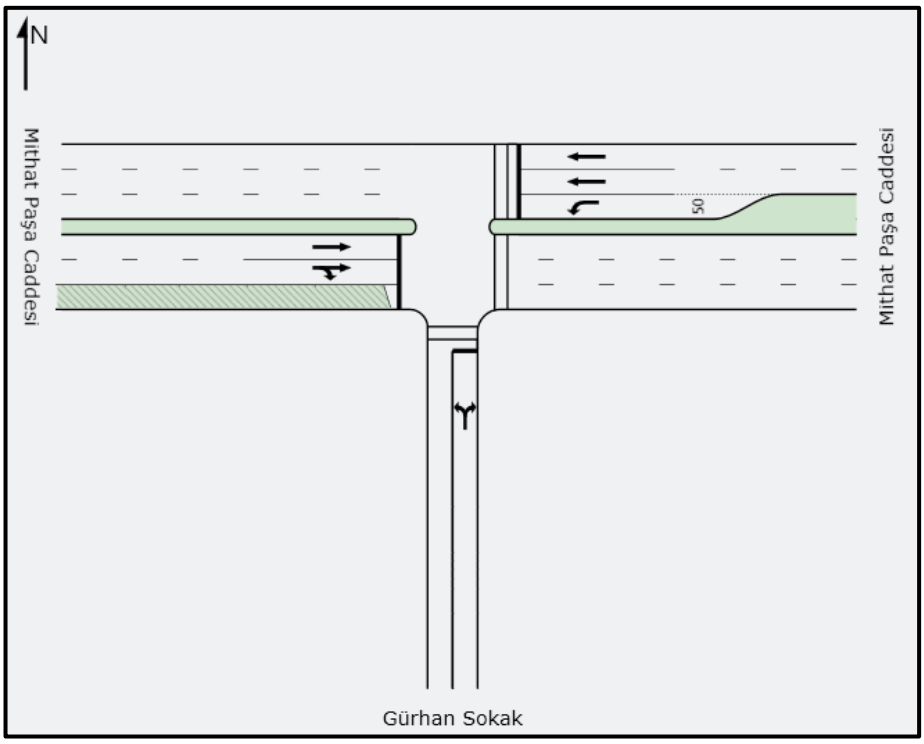
6.4 Cin Deresi Kavşağı, İzmir

Cin Deresi Kavşağı, İzmir'in batısında yer alan ve Balçova ile Güzelbahçe ilçeleri ile sınır komşusu olan Narlıdere ilçesinde yer almaktadır. Kavşak, doğu-batı yönü yaklaşım kolları olan Mithat Paşa Caddesi'ni güney yönü yaklaşım kolu olan Gürhan Sokak'a bağlamaktadır (Şekil 6.10).



Şekil 6.10 Cin Deresi Kavşağı ve çevresinin genel görünümü

Batı yaklaşım kolu 2 doğru geçiş ve 1 sağa dönüş şeridi şeklinde oluşturulmuştur fakat parklanma sebebiyle sağa dönüş şeridi etkin kullanılmamaktadır. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 8,30 m ve 6,05 m'dir. Doğu yaklaşım kolu 2 doğru geçiş şeridi ve 1 sağa dönüş cebinden oluşmaktadır. Kavşağa bağlanan giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 9,70 m ve 7,70 m'dir. Güney yaklaşımı (Gürhan Sokak) ise 1 giriş ve 1 çıkış şeridine sahiptir. Sokağın platform genişliği ise 6,30 m'dir. Doğu-batı yaklaşım kollarında, giriş ve çıkış şeritleri refüjle (orta ayırıcı ada ile) ayrılmıştır (Şekil 6.11 ve 6.12).

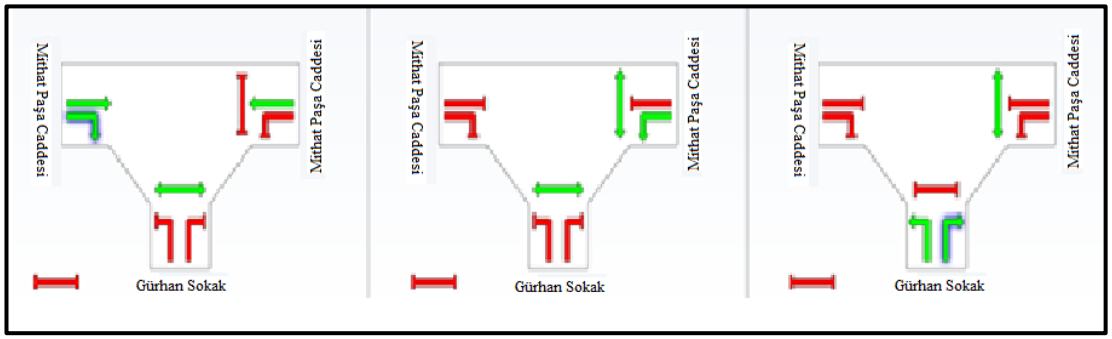


Şekil 6.11 Cin Deresi Kavşak planı

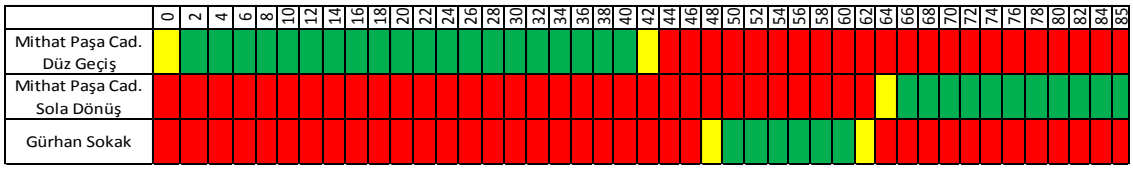


Şekil 6.12 Cin Deresi Kavşağı'na ait bir fotoğraf

Cin Deresi Kavşağı, sabit zamanlı sinyalize üç kollu bir kavşak olup Şekil 6.13'te gösterildiği gibi 3 fazlı olarak çalışmaktadır. Ayrıca devre süresi 85 sn olup sinyal planı Şekil 6.14'te verilmiştir.



Şekil 6.13 Cin Deresi Kavşağı faz planı



Şekil 6.14 Cin Deresi Kavşağı sinyal planı

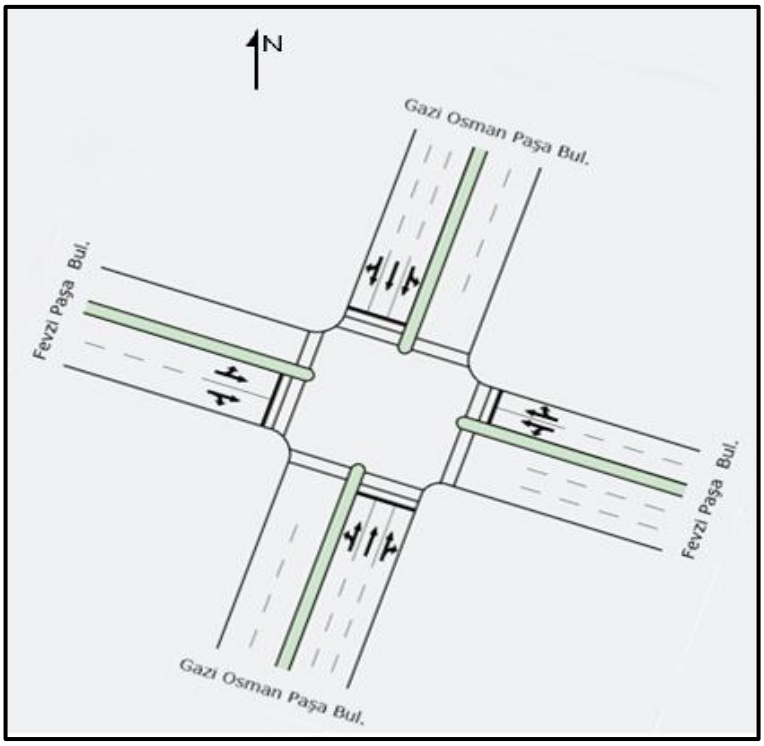
6.5 Çankaya Kavşağı, İzmir

Çankaya Kavşağı, İzmir'in Konak ilçesinde yer almaktadır. Kavşak, kuzeydoğu ve güneybatı yönündeki yaklaşım kolları olan Gazi Osman Paşa Bulvarı'nı, kuzeybatı ve güneydoğu yönü yaklaşım kolları olan Fevzi Paşa Bulvarı'na bağlamaktadır (Şekil 6.15).

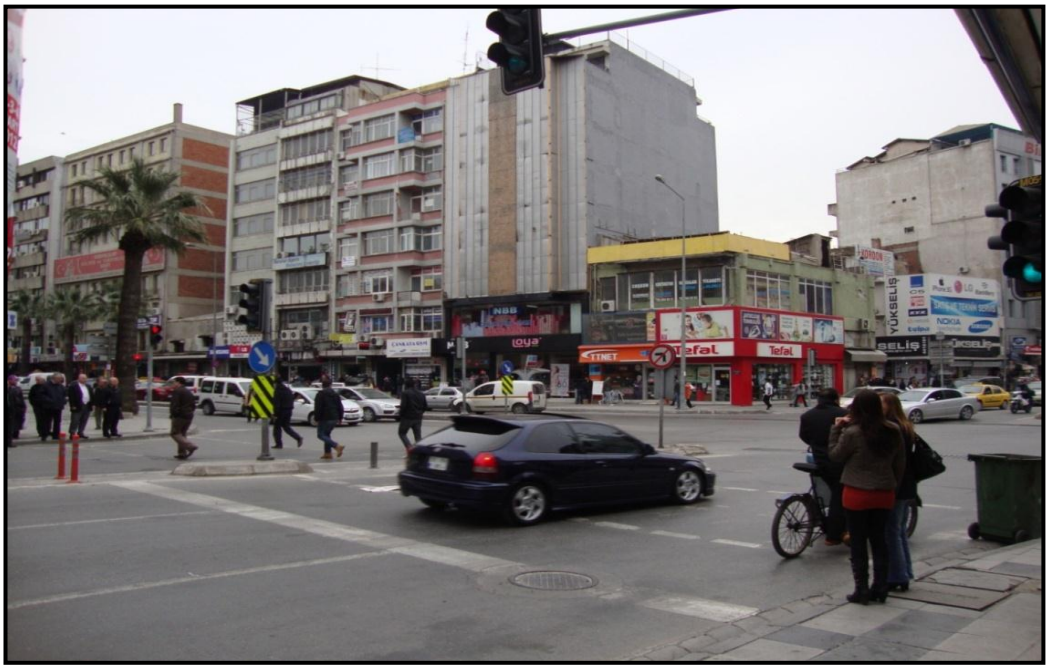


Şekil 6.15 Çankaya Kavşağı ve çevresinin genel görünümü

Kuzeydoğu yaklaşım kolu 1 doğru geçiş, 1 sağa dönüş ve 1 sola dönüş şeridi şeklinde oluşturulmuştur. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 9,05 m ve 8,10 m'dir. Güneybatı yaklaşım kolu 1 doğru geçiş, 1 sağa dönüş ve 1 sola dönüş şeridinden oluşmaktadır. Güneybatı yönünden Çankaya Kavşağı'na bağlanan giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri 9,00 m'dir. Güneydoğu yaklaşımı ise 2 giriş ve 3 çıkış şeridine sahiptir. Giriş ve çıkış platform genişlikleri sırasıyla 5,80 m ve 9,20 m'dir. Güneybatı yaklaşım kolu 2 giriş ve 1 çıkış şeridinden oluşmaktadır. Yan yaklaşım kollarının tümünde, giriş ve çıkış şeritleri refüjle (orta ayırıcı ada ile) ayrılmıştır (Şekil 6.16 ve Şekil 6.17).

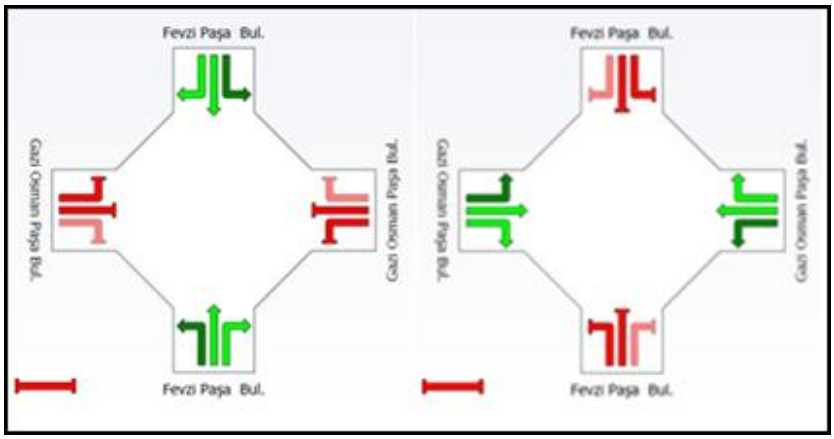


Şekil 6.16 Çankaya Kavşak planı

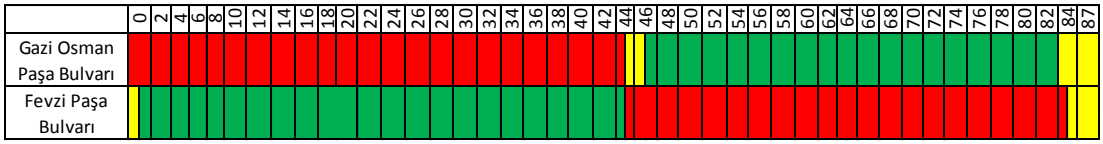


Şekil 6.17 Çankaya Kavşağı'na ait bir fotoğraf

Çankaya Kavşağı, sabit zamanlı sinyalize dört kollu bir kavşak olup Şekil 6.18'de gösterildiği gibi 2 fazlı olarak çalışmaktadır. Ayrıca devre süresi 87 sn olup sinyal planı Şekil 6.19'da verilmiştir.



Şekil 6.18 Çankaya Kavşağı faz planı



Şekil 6.19 Çankaya Kavşağı sinyal planı

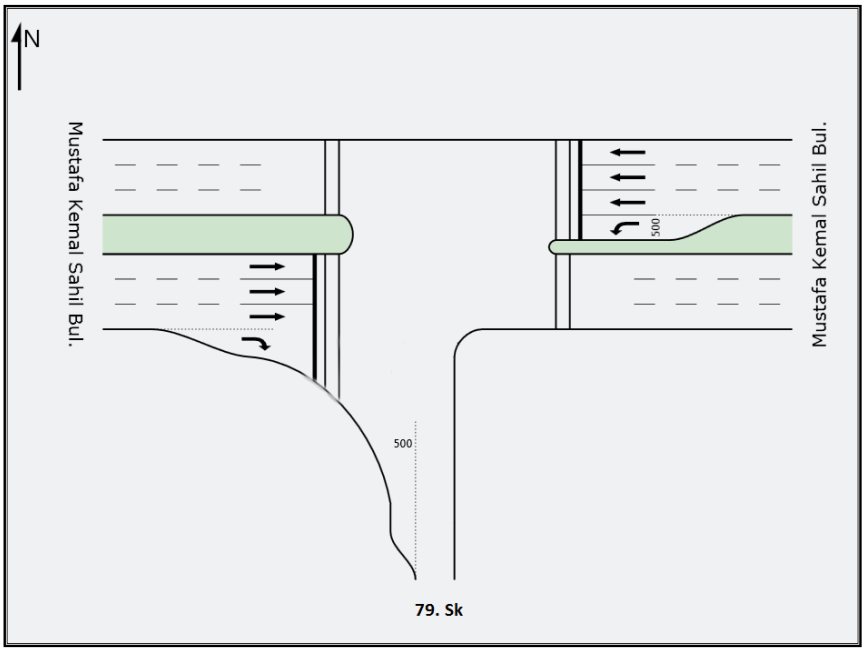
6.6 Göztepe Kavşağı, İzmir

Göztepe Kavşağı, İzmir Körfezi'nin güneyinde Konak ilçesinde yer almaktadır. Kavşak, güneybatı-kuzeydoğu yaklaşım kolu olan Mustafa Kemal Sahil Bulvarı ile Göztepe'ye girişte 79. Sokağı ve Göztepe'den çıkışta ise 95. Sokağı birbirine bağlamaktadır (Şekil 6.20).



Şekil 6.20 Göztepe Kavşağı ve çevresinin genel görünümü

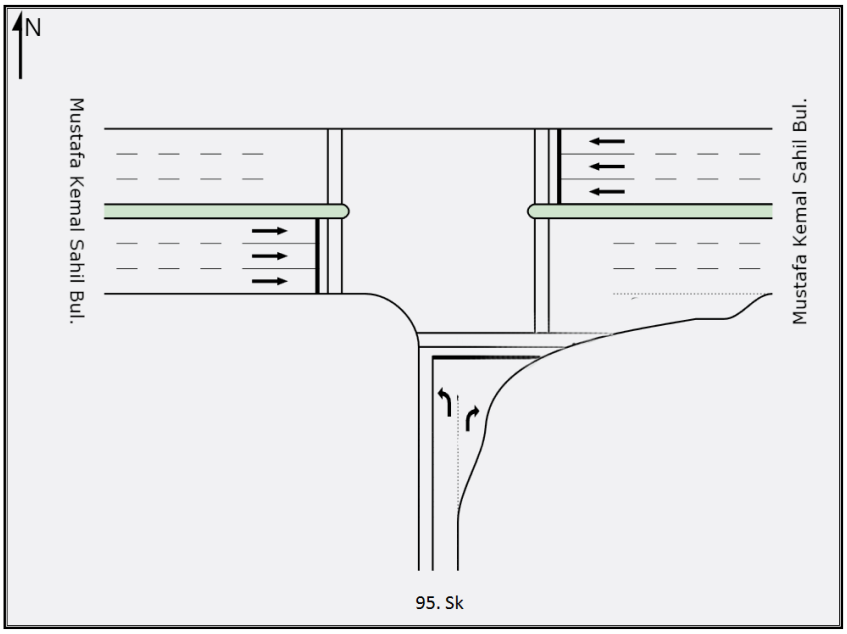
Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) kısmında kuzeydoğu yaklaşım kolu 3 doğru geçiş ve 1 sola dönüş şeridi şeklinde oluşturulmuştur. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 15,00 m ve 11,85 m'dir. Güneybatı yaklaşım kolu 4 giriş şeridi ve 3 çıkış şeridinden oluşmaktadır. Giriş ve çıkış platform genişlikleri 15,15 m ve 12,05 m'dir. 79. Sokak ise genişliği 10,15 m olan 2 çıkış şeridinden oluşmuştur. Yan yaklaşım kollarında 79. Sokak hariç diğer ikisinde, giriş ve çıkış şeritleri refüjle (orta ayırıcı ada ile) ayrılmıştır (Şekil 6.21).



Şekil 6.21 Göztepe Kavşak planı (Göztepe Girişi)

Göztepe Kavşağı (Göztepe Çıkışı) kısmında kuzeydoğu yaklaşım kolu girişte 3, çıkışta ise 4 şerit şeklinde oluşturulmuştur. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 12,15 m ve 15,65 m'dir. Güneybatı yaklaşım kolu 3 giriş şeridi ve 3 çıkış şeridinden oluşmaktadır. Giriş ve çıkış platform genişlikleri sırasıyla 11,90 m ve 12,15 m'dir. 95. Sokak ise platform genişliği 11,30 m olan 2 giriş şeridinden oluşmuştur. Yan yaklaşım kollarında 95. Sokak hariç diğer ikisinde, giriş ve çıkış şeritleri refüjle (orta ayırıcı ada ile) ayrılmıştır (Şekil 6.22).

Şekil 6.23 ve Şekil 6.24'te kavşağa ait fotoğraflar yer almaktadır.



Şekil 6.22 Göztepe Kavşak planı (Göztepe Çıkışı)

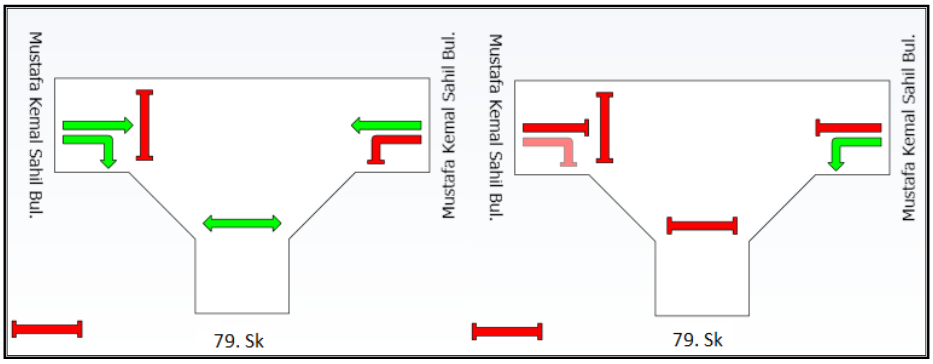


Şekil 6.23 Göztepe Kavşağı'na ait bir fotoğraf (Göztepe Girişi)

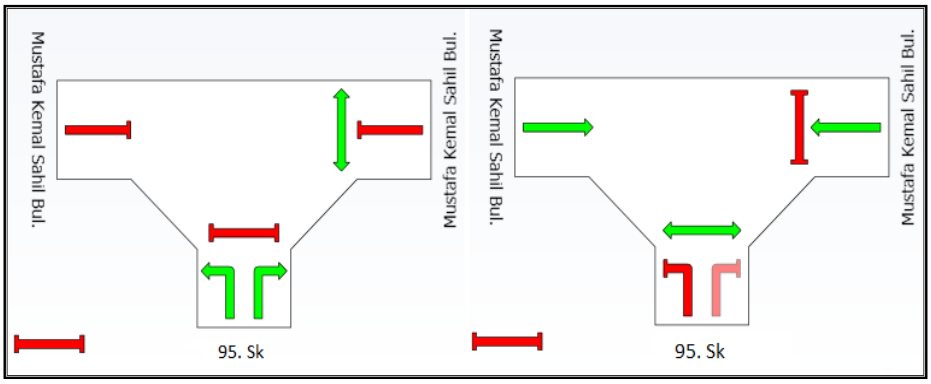


Şekil 6.24 Göztepe Kavşağı'na ait bir fotoğraf (Göztepe Çıkışı)

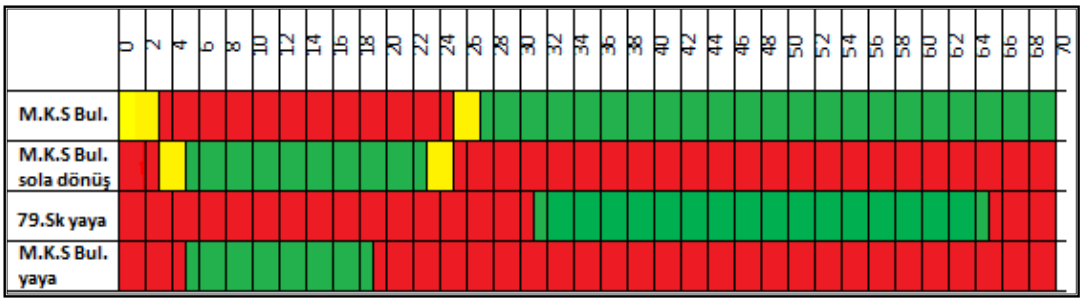
Göztepe Kavşağı, sinyalize üç kollu kavşak olup sabit zamanlı ve Şekil 6.25 ile Şekil 6.26'da gösterildiği gibi giriş ve çıkışta 2'şer fazlı olarak çalışmaktadır. Ayrıca devre süreleri Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) için 70 sn ve (Göztepe Çıkışı) için 75 sn'dir (Şekil 6.27 ve Şekil 6.28).



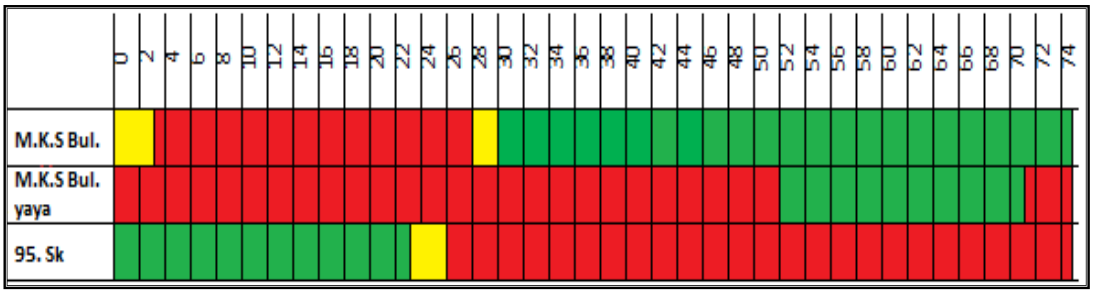
Şekil 6.25 Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) faz planı



Şekil 6.26 Göztepe Kavşağı (Göztepe Çıkışı) faz planı



Şekil 6.27 Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) sinyal planı

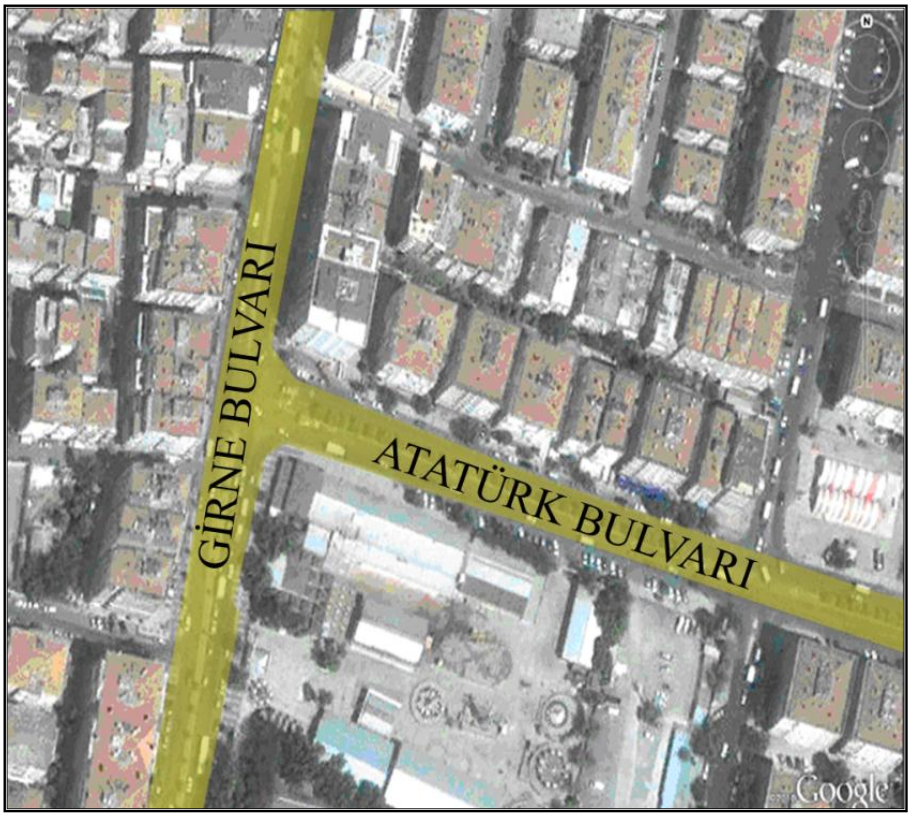


Şekil 6.28 Göztepe Kavşağı (Göztepe Çıkışı) sinyal planı

6.7 Lunapark Kavşağı, İzmir

Lunapark Kavşağı, İzmir'in kuzeyinde Karşıyaka ilçesinde yer almaktadır. Kavşak, güney yönündeki yaklaşım kolu ile Karşıyaka sahiline, kuzey yönündeki yaklaşım kolu ile çevreyoluna ve Anadolu Caddesi'ne, doğu yönü yaklaşım koluyla ise Bahriye Üçok Bulvarı ve Bahçelievler semtine bağlanmaktadır (Şekil 6.29). Karşıyaka Sahili (Cemal Gürsel Caddesi) yönünden gelişte sağ tarafta eskiden

Lunapark olarak kullanılan alan bulunmaktadır. Bu alanda yeni bir alışveriş merkezi inşaatı devam etmektedir.

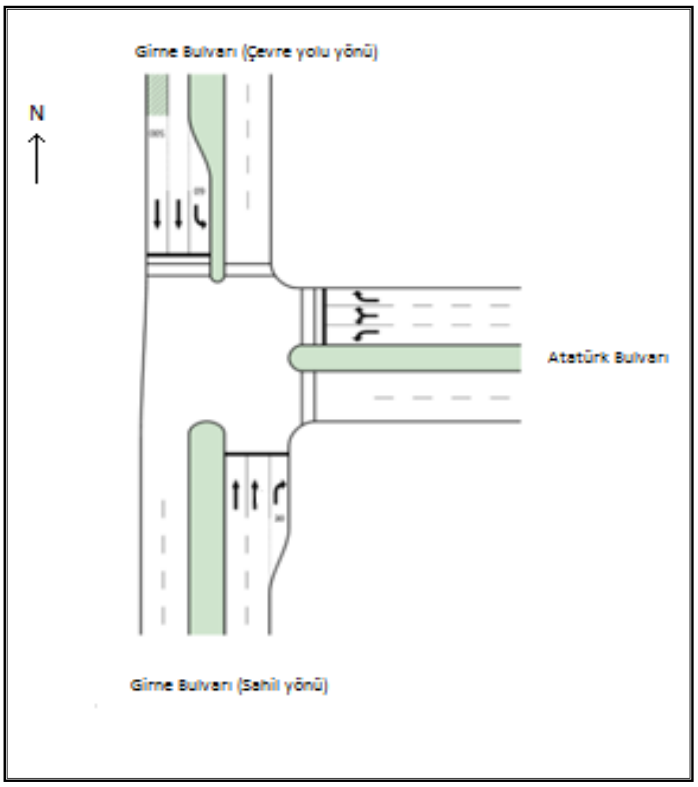


Şekil 6.29 Lunapark Kavşağı ve çevresinin genel görünümü

Karşıyaka'dan çevreyolu ve Anadolu Caddesi'ne ulaşmak isteyen ve bu yönlerden Karşıyaka'ya gelen sürücülerin önemli bir kısmı bu kavşağı kullanmaktadır. Kavşağın üzerinde yer aldığı Girne Bulvarı, İzmir'in en önemli arterlerinden birisi olup; Karşıyaka ilçesinin trafik talebinin önemli bir kısmı bu arter tarafından karşılanmaktadır.

Kavşağın kuzey yaklaşım kolu 2 doğru geçiş şeridi ve 1 sola dönüş cebi şeklinde oluşturulmuştur. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 10,00 m ve 7,50 m'dir. Sola dönüş cebinin uzunluğu 60,00 m'dir. Güney yaklaşım kolu 2 doğru geçiş şeridi ve 1 sağa dönüş cebinden oluşmaktadır. Güney yönünden (sahil tarafından) Lunapark Kavşağı'na bağlanan giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 10,30 m ve 8,50 m'dir. Sağa dönüş cebinin uzunluğu 30,00 m'dir. Doğu (Atatürk

Bulvarı) yaklaşımı ise 3 giriş ve 2 çıkış şeridine sahiptir. Giriş ve çıkış platform genişlikleri sırasıyla 10,70 ve 9,50 m'dir. Yan yaklaşım kollarının tümünde, giriş ve çıkış şeritleri refüjle (orta ayırıcı ada ile) ayrılmıştır (Şekil 6.30 ve Şekil 6.31).

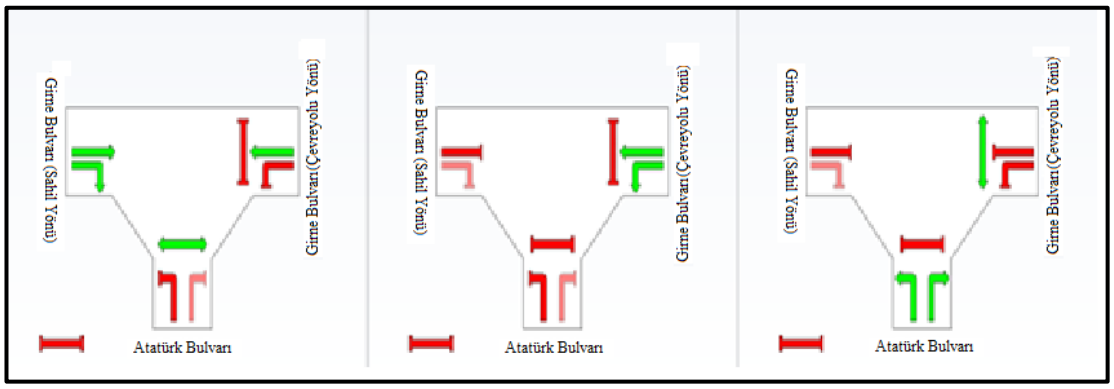


Şekil 6.30 Lunapark Kavşak planı

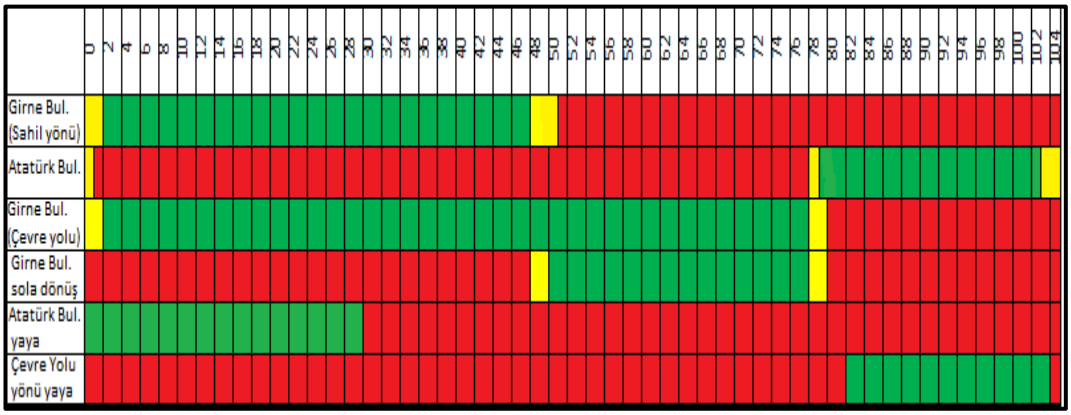


Şekil 6.31 Lunapark Kavşağı'na ait bir fotoğraf

Lunapark Kavşağı, sinyalize bir T kavşak olup sabit zamanlı ve Şekil 6.32'de gösterildiği gibi 3 fazlı olarak çalışmaktadır. Ayrıca devre süresi 105 sn olup sinyal planı Şekil 6.33'te görülmektedir.



Şekil 6.32 Lunapark Kavşağı faz planı



Şekil 6.33 Lunapark Kavşağı sinyal planı

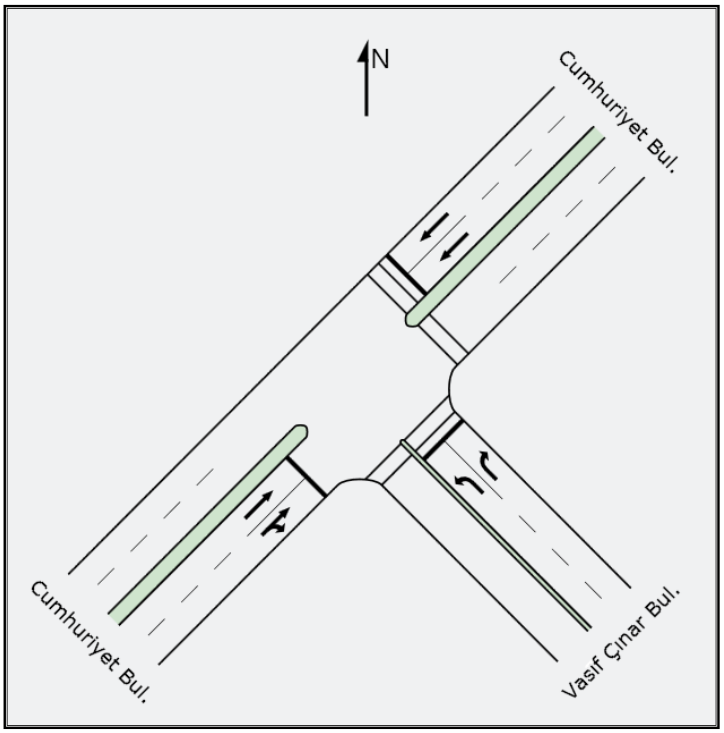
6.8 Rektörlük Kavşağı, İzmir

Rektörlük Kavşağı, İzmir Körfezi'nin güneyinde Alsancak ilçesinde yer almaktadır. Kavşak, güneybatı-kuzeydoğu yönlerindeki yaklaşım kolu olan Cumhuriyet Bulvarı ile doğu yönündeki yaklaşım kolu olan Vasıf Çınar Bulvarı'nı birbirine bağlamaktadır (Şekil 6.34). Vasıf Çınar Bulvarı'ndan Rektörlük Kavşağı'na gidişte sol tarafta ise Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü bulunmaktadır.

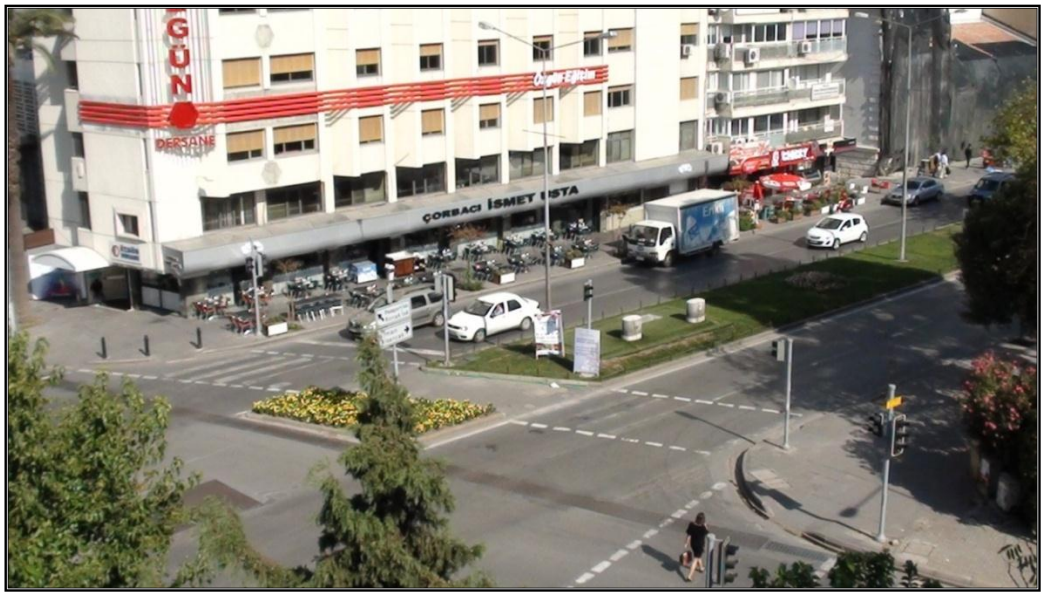


Şekil 6.34 Rektörlük Kavşağı ve çevresinin genel görünümü

Kavşağın kuzeydoğu yaklaşım kolu 2 doğru geçiş şeridi şeklinde oluşturulmuştur. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 6,70 m ve 6,90 m'dir. Güneybatı yaklaşım kolu 1 doğru geçiş şeridi ve 1 sağa dönüş şeridinden oluşmaktadır. Giriş ve çıkış platform genişlikleri sırasıyla 6,30 m ve 6,70 m'dir. Doğu yönünden (Vasıf Çınar Bulvarı) Rektörlük Kavşağı'na bağlanan giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 7,10 m ve 4,35 m'dir. Yan yaklaşım kollarının tümünde, giriş ve çıkış şeritleri refüjle (orta ayırıcı ada ile) ayrılmıştır (Şekil 6.35 ve Şekil 6.36).

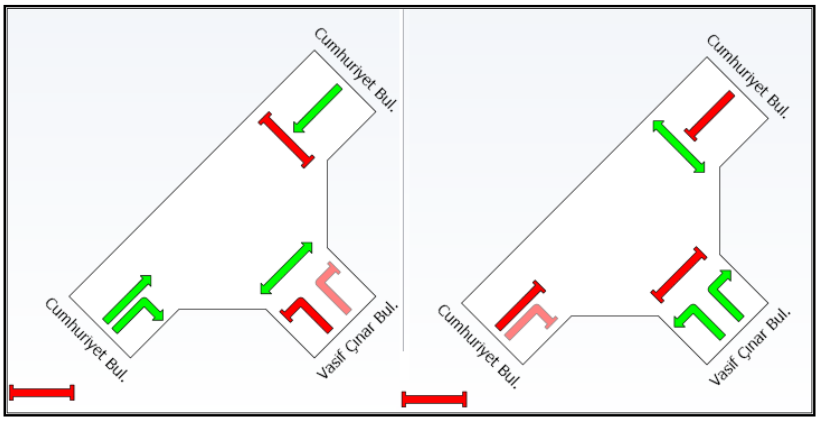


Şekil 6.35 Rektörlük Kavşak planı

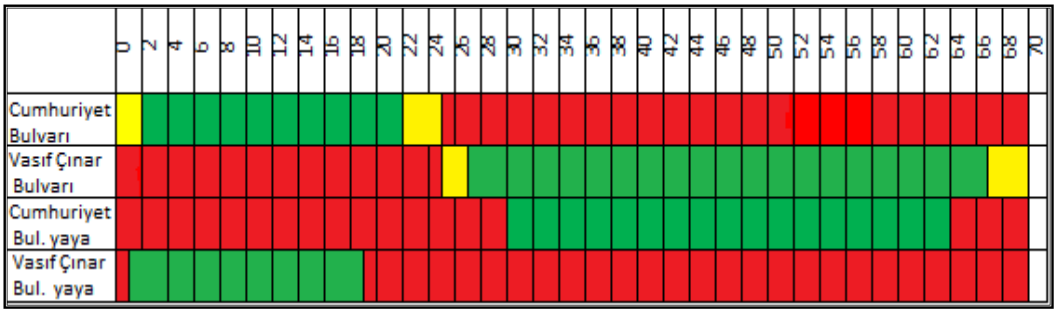


Şekil 6.36 Rektörlük Kavşağı'na ait bir fotoğraf

Rektörlük Kavşağı, sinyalize bir T kavşak olup sabit zamanlı ve Şekil 6.37'de gösterildiği gibi 2 fazlı olarak çalışmaktadır. Ayrıca devre süresi 70 sn olup sinyal planı Şekil 6.38'de görülmektedir.



Şekil 6.37 Rektörlük Kavşağı faz planı



Şekil 6.38 Rektörlük Kavşağı sinyal planı

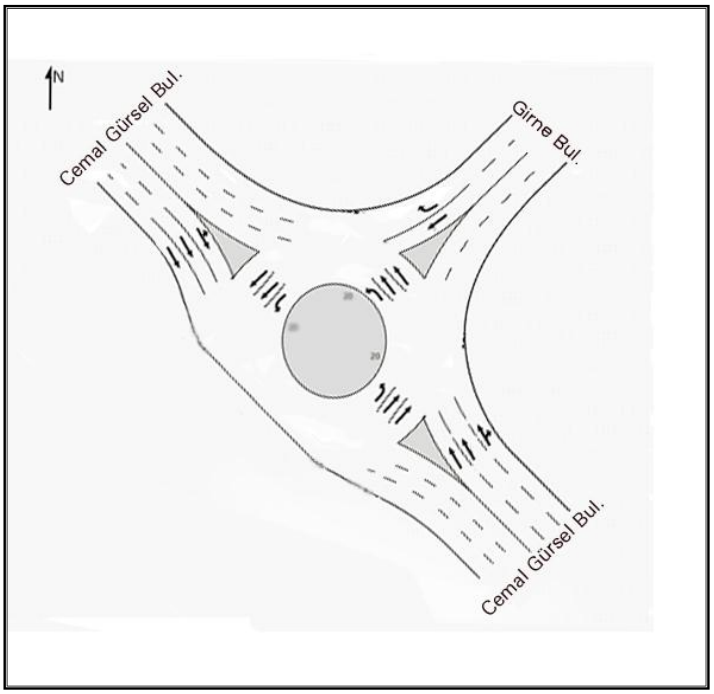
6.9 Yunuslar Kavşağı, İzmir

Yunuslar Kavşağı, İzmir'in kuzeyinde Karşıyaka ilçesinde yer almaktadır. Kavşak, güneydoğu-kuzeybatı yönündeki Cemal Gürsel Caddesi ile Girne Bulvarı yaklaşım kolunu birbirine bağlanmaktadır (Şekil 6.39).

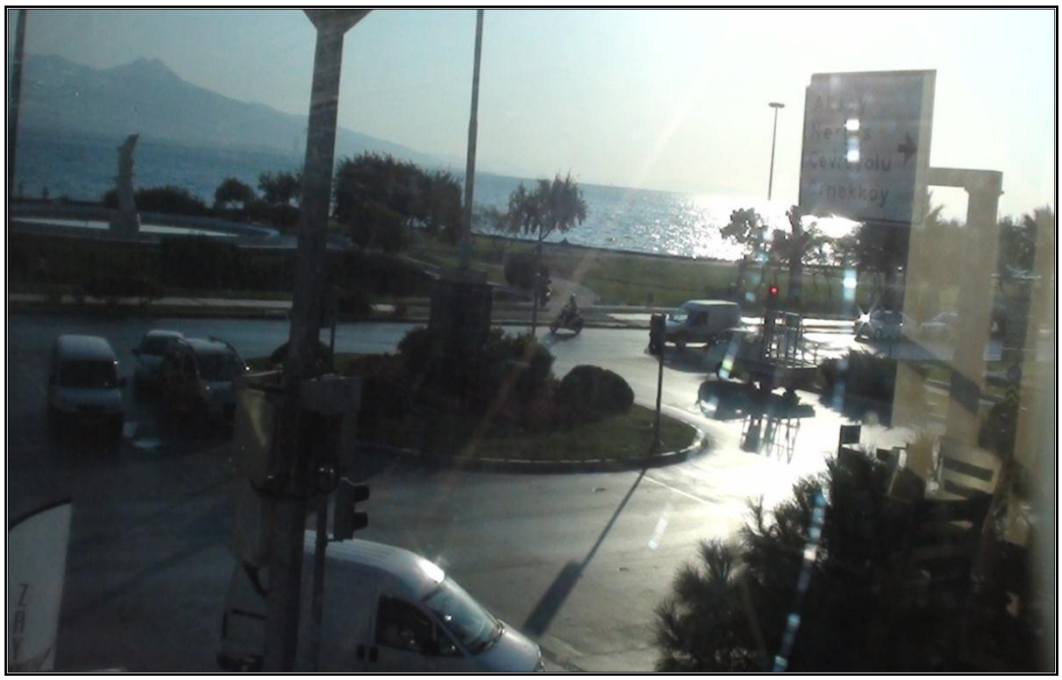


Şekil 6.39 Yunuslar Kavşağı ve çevresinin genel görünümü

Kavşağın kuzeybatı yaklaşım kolu 2 doğru geçiş şeridi ve 1 sola dönüş şeridinden oluşmuştur. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 10,15 m ve 9,70 m'dir. Güneydoğu yaklaşım kolu 3 giriş ve 3 çıkış şeridinden oluşmaktadır. Giriş şeridi 2 doğru geçiş ve 1 sağa dönüş şeridine sahiptir. Güneydoğu yönünden Yunuslar Kavşağı'na bağlanan giriş ve çıkış platformlarının genişlikleri sırasıyla 10,50 m ve 9,60 m'dir. Girne Bulvarı yaklaşım kolu 2 giriş ve 2 çıkış şeridine sahiptir. Giriş ve çıkış platformlarının genişlikleriyse 7,30 m'dir. Yan yaklaşım kollarının hepsinde giriş ve çıkış şeritleri refüjle (orta ayırıcı ada ile) ayrılmıştır (Şekil 6.40 ve Şekil 6.41).

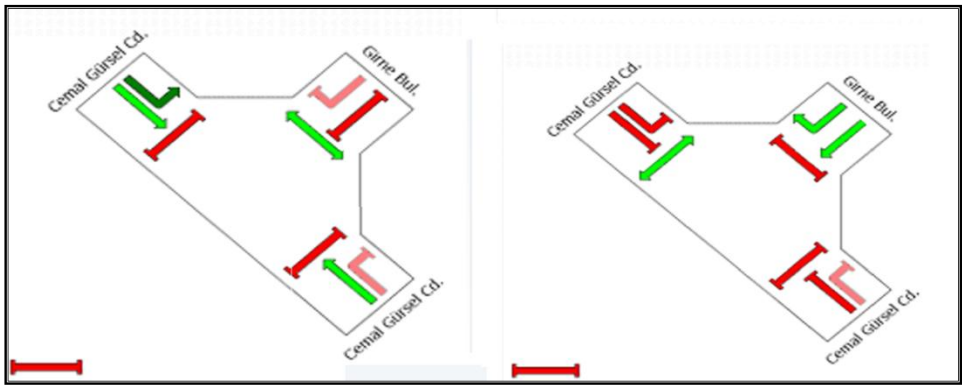


Şekil 6.40 Yunuslar Kavşağı şerit özellikleri

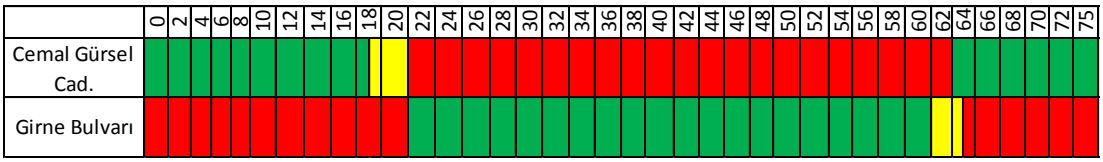


Şekil 6.41 Yunuslar Kavşağı'na ait bir fotoğraf

Yunuslar Kavşağı, sinyalize bir üç kollu kavşak olup sabit zamanlı ve Şekil 6.42'de gösterildiği gibi 2 fazlı olarak çalışmaktadır. Ayrıca devre süresi 75 sn olup sinyal planı Şekil 6.43'te verilmiştir.



Şekil 6.42 Yunuslar Kavşağı faz planı



Şekil 6.43 Yunuslar Kavşağı sinyal planı

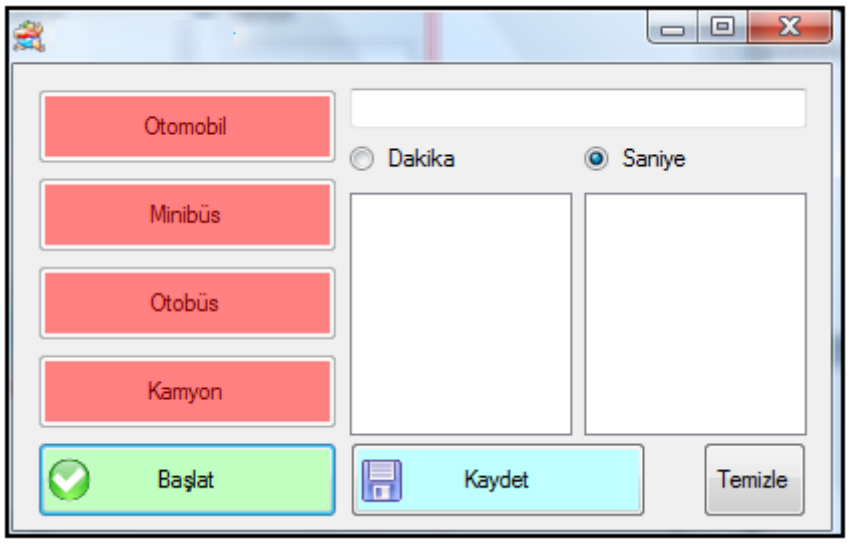
BÖLÜM YEDİ
VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ANALİZLER

Bu bölümde, tez kapsamında kavşaklardan toplanan takip aralığı, başlangıç tepki süresi ve başlangıç kayıp zaman verileri modellenmiştir. Elde edilen sonuçlar çerçevesinde analizler anlatılmış ve sonuçları yorumlanmıştır. Aynı zamanda, kavşaklara ait bir ideal doygun akım değerine ulaşılmaya çalışılmıştır.

7.1 Takip Aralıklarının Modellenmesi

Takip aralığı değerleri; Bursa Atatürk Lisesi, Çankaya, Göztepe Mustafa Kemal Sahil Bulvarı, Yunuslar, DEÜ Rektörlük kavşaklarında video kamera ile yapılan çekimlerden elde edilmiştir. Çekimler genellikle iki kamera kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tek kamera ile gerekli verileri toplayabilmek için uygun açı sağlanamadığı durumlarda, bir kamera ile kuyrukta duran araç sayılarını belirleyebilmek amacıyla yaklaşım kolundaki kuyruk uzunluğu diğer kamera ile sinyal dur-çizgisi gözlemlenmiştir. Her bir devrede kuyruk oluşturan araç sayıları belirlendikten sonra kuyruktaki araçlar arasındaki takip aralıkları, büroda video kamera çekimleri izlenerek, art arda hareket eden araçların arka tamponlarının dur-çizgisini geçişleri baz alınarak belirlenmiştir. Diğer araçlardan farklı olarak kuyrukta ilk sırada duran araçlar için takip aralığı değeri sinyalin kırmızıdan sarıya dönmesi ile aracın arka tamponunun dur-çizgisini geçişi arasındaki zaman farkı alınarak ölçülmüştür.

Çalışma kapsamında, araçlar arasındaki zaman cinsinden aralıklarla, araç sayılarının toplanabilmesi ve sağlıklı bir şekilde kaydedilebilmesi için Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Anabilim Dalı bünyesinde hazırlanmış olan bir programdan yararlanılmıştır. Bu programın amacı araçlara ait zaman cinsinden aralık değerlerinin toplanmasına olanak sağlamasıdır (Şekil 7.1). Bu programda, veriler saniye bazında toplanabilmekte, ayrıca dakikalık olarak gruplandırılabilmektedir.



Şekil 7.1 Sayaç programının zaman cinsinden aralık modülü

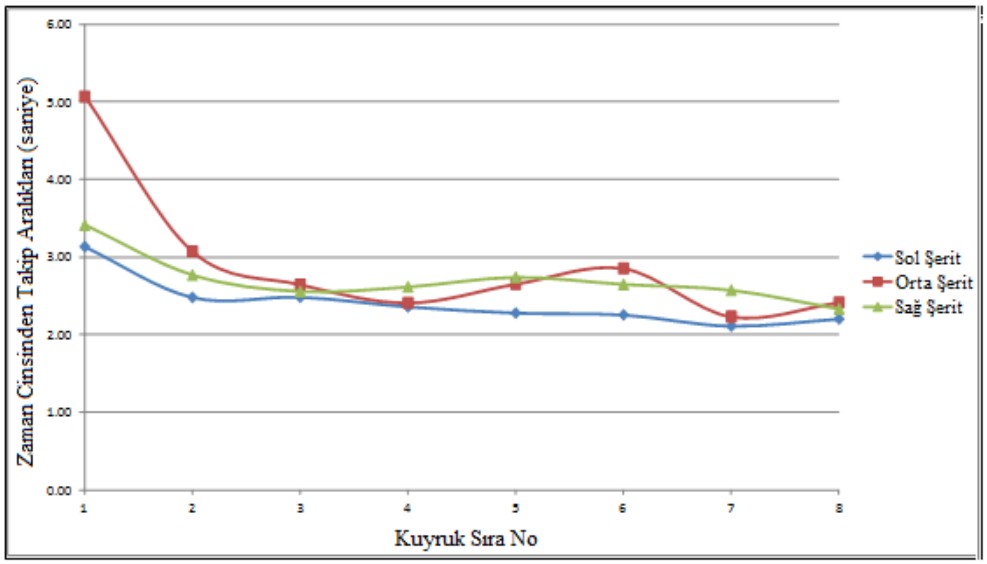
Takip aralığı değerleri, şerit bazında (sağ, orta ve sol şerit) araç tiplerine ve manevralarına (sola veya sağa dönüş) bağlı olarak toplanmıştır. Ancak temel takip aralığı değerinin belirlenmesi amaçlanan bu bölüm kapsamında, ağır araçlara ve sola ve sağa dönüşlere ait takip aralığı değerleri dikkate alınmamış yalnızca kavşaktan doğru geçiş yapan otomobillere ait veriler kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında gözlenen zaman cinsinden takip aralığı verilerinin Lognormal, Weibull, Gamma ve Log-Lojistik dağılımlara uygunlukları Anderson-Darling testi uygulanarak kontrol edilmiştir. Anderson-Darling testi bir örnek verisinin tam olarak belirlenmiş bir olasılık dağılımı gösteren bir ana kütleden gelip gelmediğinin sınanması için kullanılır. Kullanılan dağılım verilere ne kadar uygunsa "A.D." parametresi de o kadar küçük olur. Ayrıca "p-value" değeri "A.D." testlerinde kullanılan 0,05 anlamlılık düzeyinin altına düşerse, o dağılımın uygun olmadığı söylenebilir.

Tablo 7.1'de, sinyalize kavşaklardaki sağ, orta ve sol şeritlere ait tanımlayıcı istatistik değerleri ile AD testi sonuçları görülmektedir.

Çalışkanelli (2010) çalışmasında, kırmızı ışıkta ilk sırada bekleyen araçlara ait zaman cinsinden aralık değerlerinin diğer araçlardan anlamlı derecede farklılık

gösterdiklerini, ancak kuyruktaki ikinci araçtan itibaren takip aralıkları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Tablo 7.1'deki değerlerden benzer bir sonuca varmak mümkündür. Her üç şeride ait ortalama değerlerden yararlanarak çizilmiş olan Şekil 7.2'den de bu durum daha açık anlaşılabilmektedir. Her üç şeride ait ortalama değerler incelendiğinde, ilk araçlara ait zaman cinsinden aralık değerlerinin diğer araçlara oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Yine ilk araçların zaman cinsinden aralıklarının standart sapmaları da kuyruktaki diğer araçlarınkine oranla daha yüksektir. Diğer yandan, standart sapma değerlerinin sağ şeritte diğer şeritlere oranla daha yüksek, sol şeritte ise daha düşük olduğu görülmektedir. Buradan da sol şeritteki trafik akımının diğer şeritlere oranla daha kararlı olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 7.2'de, her üç şeride ait ortalama değerlerden yararlanarak çizişmiş olan kuyruk boşalım grafikleri görülmektedir.



Şekil 7.2 Sinyalize kavşaklara ait temsili kuyruk boşalım grafikleri

Tablo 7.1 incelendiğinde, orta şeritte kuyrukta bekleyen araçların takip aralıklarının Lognormal dağılım ile tanımlanabileceği görülmektedir. Sağ şeritte ise genel olarak Loglojistik dağılım iyi sonuçlar vermiştir (kuyruktaki 4~7 araçların takip aralıklarında bir eşik parametresi belirlenerek anlamlı sonuçlar elde edilebilmiştir). Sol şeritte ise ilk beş (5) sıradaki araçların takip aralıklarının lognormal dağılım ile tanımlanabileceği anlaşılmaktadır.

Tablo 7.1 Sinyalize kavşaklardaki takip aralığı gözlemlerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri ile Anderson-Darling testi sonuçları

	Sol Şerit															
	1. Araç		2. Araç		3. Araç		4. Araç		5. Araç		6. Araç		7. Araç		8. Araç	
	Tanımlayıcı İstatistikler		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*	
Ortalama	3,137		2,482		2,486		2,361		2,281		2,257		2,112		2,204	
Standart Sapma	1,505		0,715		0,803		0,693		0,7		1,019		0,645		0,704	
Çarpıklık	0,896		0,506		0,818		0,537		1,213		2,949		0,406		0,629	
Basıklık	0,718		0,248		0,481		-0,226		2,699		12,228		0,646		-0,215	
	Güvenirlilik Analizi		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*	
	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P
Lognormal	0,723	0,058	0,606	0,114	0,446	0,279	0,437	0,293	0,436	0,294	2,024	<0,005	1,510	<0,005	0,357	0,449
Weibull	0,922	0,019	0,972	0,015	2,484	<0,010	1,248	<0,010	3,043	<0,010	8,513	<0,010	0,960	0,016	1,324	<0,010
Gamma	0,468	>0,250	0,434	>0,250	0,808	0,039	0,438	>0,250	0,659	0,089	3,756	<0,005	0,605	0,126	0,522	0,203
Loglojistik	0,833	0,018	0,797	0,022	1,850	<0,005	0,644	0,058	0,331	>0,250	0,826	<0,005	0,466	0,206	0,574	0,094

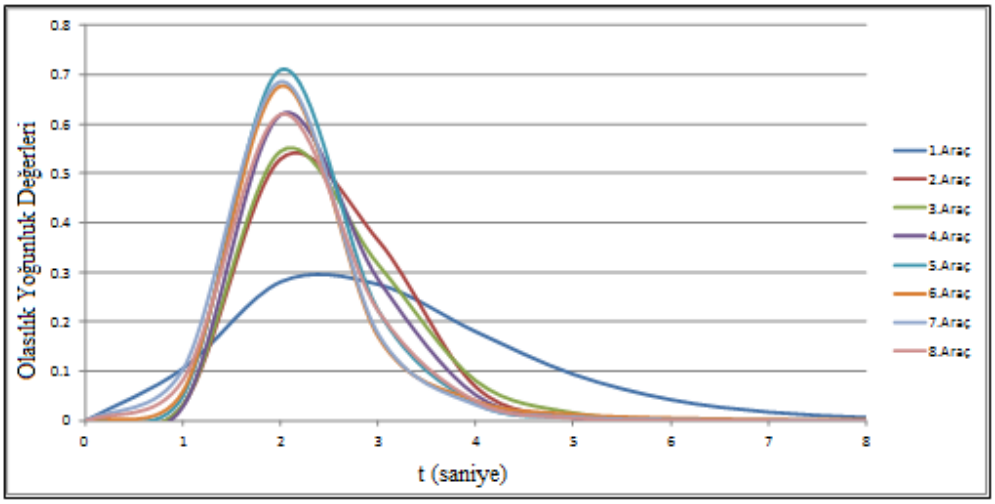
	Orta Şerit															
	1. Araç		2. Araç		3. Araç		4. Araç		5. Araç		6. Araç		7. Araç		8. Araç	
	Tanımlayıcı İstatistikler		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*	
Ortalama	5,070		3,075		2,649		2,414		2,654		2,856		2,234		2,416	
Standart Sapma	1,990		0,911		0,683		1,027		0,862		1,806		0,817		0,983	
Çarpıklık	0,400		0,602		0,864		1,407		0,203		2,405		0,896		1,444	
Basıklık	-0,102		-0,161		0,09		2,062		-1,045		6,123		-0,261		1,864	
	Güvenirlilik Analizi		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*	
	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P
Lognormal	0,760	0,043	0,166	0,931	0,396	0,349	0,291	0,579	0,447	0,257	0,548	0,143	0,367	0,395	0,475	0,217
Weibull	0,592	0,122	0,388	>0,250	0,842	0,026	0,743	0,047	0,388	>0,250	1,586	<0,010	0,686	0,067	0,995	0,010
Gamma	0,582	0,148	0,193	>0,250	0,515	0,208	0,446	>0,250	0,432	>0,250	1,036	0,011	0,504	0,220	0,683	0,080
Loglojistik	0,610	0,073	0,193	>0,250	0,411	>0,250	0,295	>0,250	0,488	0,176	0,334	>0,250	0,373	>0,250	0,420	>0,250

	Sağ Şerit															
	1. Araç		2. Araç		3. Araç		4. Araç		5. Araç		6. Araç		7. Araç		8. Araç	
	Tanımlayıcı İstatistikler		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*		*Tanımlayıcı İstatistikler*	
Ortalama	3,414		2,771		2,559		2,617		2,742		2,65		2,575		2,335	
Standart Sapma	2,668		1,604		1,044		1,243		1,576		1,326		1,368		0,741	
Çarpıklık	6,559		4,431		2,785		2,544		3,809		2,641		2,772		1,485	
Basıklık	60,598		26,693		11,931		8,749		19,826		8,906		9,335		3,377	
	Güvenirlilik Analizi		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*		*Güvenirlilik Analizi*	
	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P	AD	P
Lognormal	1,043	0,009	1,867	<0,005	0,801	0,037	2,081	<0,005	3,375	<0,005	1,92	<0,005	1,847	<0,005	0,293	0,594
Weibull	5,726	<0,010	8,654	<0,010	5,66	<0,010	7,324	<0,010	9,628	<0,010	6,297	<0,010	6,109	<0,010	2,022	<0,010
Gamma	1,612	<0,005	3,341	<0,005	1,683	<0,005	3,788	<0,005	5,678	<0,005	3,4	<0,005	3,382	<0,005	0,559	0,169
Loglojistik	0,588	0,086	0,709	0,038	0,409	>0,250	0,357	*	0,517	*	0,204	*	0,286	*	0,216	>0,250

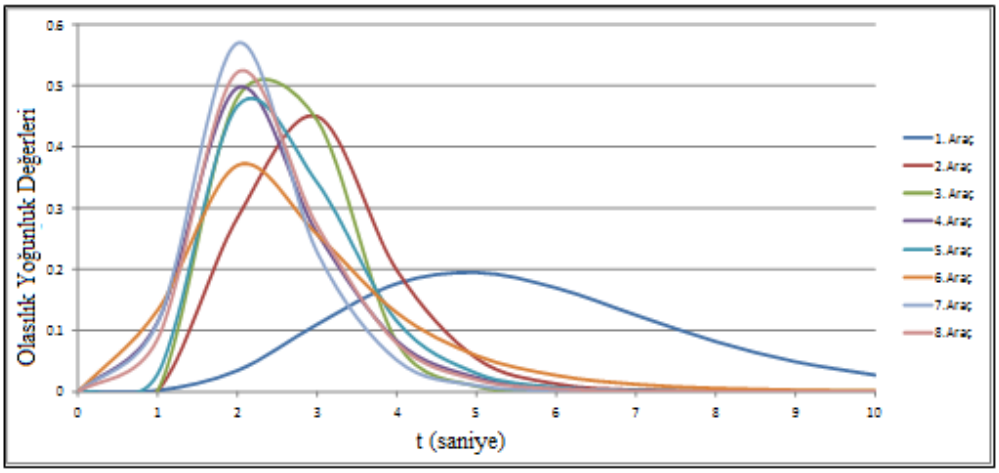
* Bir eşik parametresi tanımlandığında uygun sonuçlar vermiştir.

Şekil 7.3'te sol şeritteki, Şekil 7.4'te orta şeritteki ve Şekil 7.5'te ise sağ şeride ait olasılık yoğunluk eğrileri görülmektedir. Şekiller incelendiğinde; sol ve sağ şeritte, 2. araçtan itibaren eğrilerin en sık görülen (mod) değerlerine karşılık gelen tepe noktalarının yaklaşık aynı zaman cinsinden aralık değerine karşılık geldiği söylenebilir. Bu durum, Jin ve ark. (2009) çalışmalarından farklılık göstermektedir. Diğer bir farklılıkla ise, eğrilerin sıralanmasında karşılaşılmaktadır. 2. araçtan itibaren, sıra numarası arttıkça mod değerine karşılık gelen zaman cinsinden aralık değerinin daha fazla görülmesi beklenir. Diğer bir deyişle, kuyrukta 8. sırada bulunan sürücülerin, kuyrukta kendilerinden daha ön sıralarda bulunan sürücülere oranla daha kısa aralıklarla öndeki aracı takip etmeleri beklenir. Ancak Şekil 7.3 incelendiğinde, sol şeritte 5. sırada bekleyen sürücülerin nispeten daha kısa takip aralık değerlerini tercih ettikleri görülmektedir. Şekil 7.5'te ise sağ şeritte 5. sırada bekleyen sürücülerin 6. ve 7. sırada bekleyen sürücülere oranla daha kısa aralıklarla öndeki aracı takip ettikleri anlaşılmaktadır.

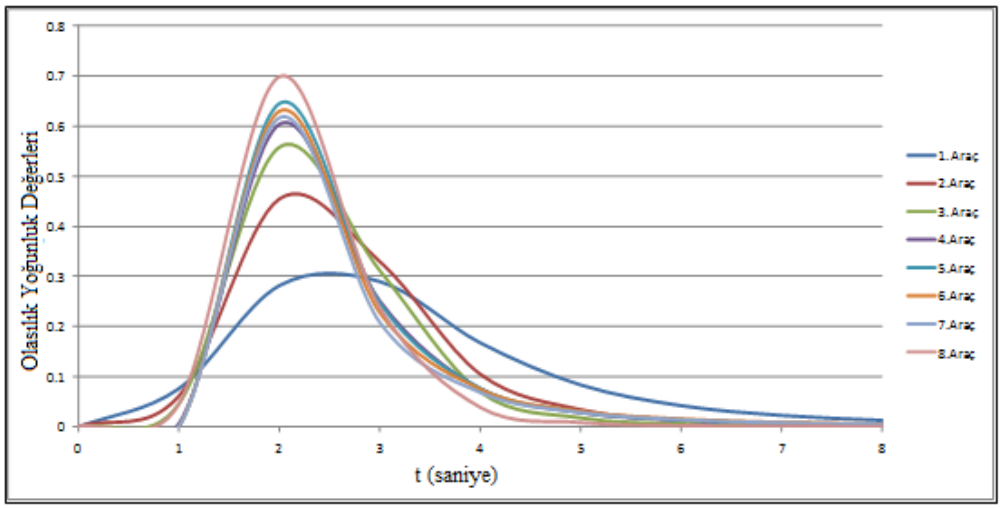
Orta şeride ait grafikler incelendiğinde ise, sürücülerin takip aralıklarına dair herhangi bir düzen görülmemektedir. Birbirlerinden çok farklı mod değerleri olduğu, ancak bunun yanı sıra eğrilerin bir düzen içerisinde yer almadıkları açıkça anlaşılmaktadır. Bu durumun, orta şeritteki sürücülerin, sol ve sağ şeritteki sürücülerden daha fazla etkilendikleri ve kuyruk boşalımı sırasında bu etki sebebiyle çok farklı zaman cinsinden aralık değerleri ile öndeki araçları takip ettiklerini gösterdiği söylenebilir.



Şekil 7.3 Sol şeritteki araçların takip aralıklarına ait olasılık yoğunluk eğrileri



Şekil 7.4 Orta şeritteki araçların takip aralıklarına ait olasılık yoğunluk eğrileri



Şekil 7.5 Sağ şeritteki araçların takip aralıklarına ait olasılık yoğunluk eğrileri

7.2 Doygun Akımın Belirlenmesi Üzerine Bir Tartışma

Çalışmanın ana hedeflerinden birisi, gözlem yapılan kavşak verilerinden yaralanarak (Bkz. Ekler) ideal doygun akım değerinin belirlenmesidir. Konu ile ilgili detaylı literatür Bölüm 4'de anlatılmıştır. Çalışmada, gözlem yapılan kavşaklara ait veriler, HCM2010 yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve toplamda 318 devre süresinden doygun akım değeri elde edilebilmiştir. Bu verilere ait özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Kavşağa yakın bir mesafede (100 m'den yakın) otobüs durağı yer almamaktadır.
- Yol kenarında park hareketi yoktur.
- İncelenen devrede yaya hareketi yoktur veya ihmal edilebilecek düzeydedir.
- Eğim değeri %1'in altındadır.
- Şerit genişliği 3,0~3,5 metre'dir.
- 7 aracın altındaki kuyruk uzunluğuna sahip devre verileri dikkate alınmamıştır.

Analizlerde kullanılan veri gruplarına ait bir kesit örneği Tablo 7.2'de verilmiştir.

Tablo 7.2 Doygun akım değeri analizinde kullanılan tabloya ait bir kesit

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Doygun Akım (araç/saat)
17	697	88	40	3,30	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	17	1800,97
32	533	88	40	3,30	0,23	0,15	0,00	0,08	0,00	12	1409,90
17	663	70	43	3,50	0,08	0,23	0,00	0,00	0,00	13	1530,76
23	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	8	1763,41
4	561	70	43	3,50	0,00	0,18	0,09	0,00	0,00	11	1614,87
62	487,5	93	50	3,40	0,08	0,08	0,00	0,19	0,00	5	854,30
14	546	86	39	3,00	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	11	1750,61
8	546	86	39	3,00	0,00	0,15	0,00	0,40	0,00	11	568,62
13	714	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	1512,04
29	714	86	39	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	11	1635,83
20	615	88	40	3,30	0,07	0,13	0,07	0,00	0,00	14	1795,06
49	615	88	40	3,30	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	9	2005,57
3	546	86	39	3,00	0,00	0,08	0,00	0,43	0,00	8	604,84
2	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	9	1614,21
4	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	6	1643,09
26	630	86	39	3,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	14	1474,74
42	492	88	40	3,30	0,00	0,08	0,00	0,10	0,00	10	1363,55
19	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	1903,13

İdeal doygun akımın belirlenmesi amacıyla ilk aşama olarak regresyon analizi yapılmıştır. Bağımsız değişkenler olarak, akım içindeki minibüs, hafif ticari araç, otobüs, kamyon yüzdeleri ile, şeritten sağa veya sola dönüş yapan taşıt oranları kullanılmıştır. Analizler sonucunda Tablo 7.3'te görülen ampririk model elde edilmiştir.

Tablo 7.3 Doygun akıma ait regresyon analizi sonuçları

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,36
R Kare	0,13
Ayarlı R Kare	0,12
Standart Hata	287,31
Gözlem	318

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	3	3966055,33	1322018,44	16,02	1,03E-09
Fark	314	25920080,79	82548,03		
Toplam	317	29886136,11			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95.0%*	*Yüksek 95.0%*
Kesişim	1719,40	20,17	85,26	3,51 E-219	1679,72	1759,08	1679,72	1759,08
%otobüs	1191,59	280,83	-4,24	2,90 E-05	-1744,14	-639,03	-1744,14	-639,03
Sağa Dönüş Oranı	-559,37	119,88	-4,67	4,55 E-06	-795,24	-323,50	-795,24	-323,50
Sola Dönüş Oranı	-292,18	77,38	-3,78	1,90 E-04	-444,44	-139,93	-444,44	-139,93

Tablo 7.3 incelendiğinde, doygun akımın belirlenmesinde etkin parametreler olarak otobüs yüzdesi, sola ve sağa dönüş oranları ön plana çıkmaktadır. Diğer yandan, modelin sabit katsayısı (kesişim), ideal doygun akım değerini vermektedir. Bu sonuca göre bir şeride ait ideal doygun akım değerinin 1720 taşıt/saat olduğu söylenebilir.

İkinci aşama olarak, regresyon analizi sonucunda bulunmuş olan ideal doygun akım değeri kullanılarak, otobüs, sola ve sağa dönen araçlar için bir eşdeğer birim otomobil (EOB) değeri hesaplanması öngörülmüştür.

Hesaplarda, ağır araç düzeltme faktörünün hesaplanması için, aşağıdaki (7.1) bağıntısı kullanılmıştır.

$$f_{HV} = \frac{1}{\left(1 + \sum_i P_i\left(EOB_i - 1\right)\right)} \tag{7.1}$$

Sağa ve sola dönüşler için de, ağır araçlara benzer bir bağıntı kullanılabilmesi mümkündür (Bonneson, 2005). Buna göre sağ dönüş ve sola dönüş yapan araçlar için de birer EOB önerilmesi uygun olacaktır. Sağa dönüş düzeltme faktörü (f_{RT}) ile sola dönüş düzeltme faktörü (f_{LT}) aşağıdaki bağıntılardan hesaplanabilir:

$$f_{RT} = \frac{1}{1 + P_{RT}(EOB_{RT} - 1)} \tag{7.2}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + P_{LT}(EOB_{LT} - 1)} \tag{7.3}$$

Bağıntılarda:

P_{RT}, = Sağa dönen araç oranı

EOB_{RT}, = Sağa dönen araçlara ait eş değer otomobil birimi

P_{LT} = Sola dönen araç oranı

EOB_{LT} = Sola dönen araçlara ait eş değer otomobil birimi

Basit bir yaklaşımla, yukarıda sunulan bağıntılar kullanılarak sinyalize bir kavşağın, doygun akım değeri aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir:

$$s = S_0 \, x \, f_{HV} \, x \, f_{RT} \, x \, f_{LT} \qquad (7.4)$$

7.4 bağıntısında yer alan düzeltme katsayılarının hesaplanmasında kullanılacak eşdeğer otomobil birim katsayıları ile azaltma katsayısının hesaplanabilmesi için Excel programında yer alan çözücü seçeneği kullanılmıştır. Çözücü seçeneği, gelişmiş bir tatonman programıdır. Programda, 7.2 ve 7.3 bağıntılarındaki değişkenlere bir başlangıç katsayı değeri atanmıştır. İdeal doygun akım değeri ise, 1720 taşıt/saat/şerit olarak sabit alınmıştır. Programın, gözlenen doygun akım değerleri ile hesaplanan doygun akım değerleri arasındaki fakların karelerini en aza indirgeyecek katsayıları bulması istenmiştir.

Çözücü programının çalıştırılması sonucunda elde edilen çıktılar aşağıda sunulmuştur:

- Otobüslere ait EOB değerinin, 1,75 otomobil/ağır taşıt olduğu anlaşılmaktadır. TS6407'de Işıklı Kontrollü Kavşaklarda Yüksüz Kent içi ve dışı yolcu otobüsü (körüklü dahil), servis otobüsü, troleybüs, tramvay için tanımlanmış olan 2,25 EOB değerinden daha düşük bir değerdir.
- Hesaplamalar sonucunda karşılaşılan önemli sonuçlardan biri sağa dönen araçlara ait EOB değeridir. Sağa dönüş yapan araçların EOB değeri 1,46 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, sağa dönen araçların, doğru geçiş yapan araçlara oranla çok daha yavaş hareket ettiklerini göstermektedir.
- Hesaplamalar sonucunda, sola dönen araçların EOB değeri ise 1,20 olarak bulunmuştur. Bu değer, doğru geçişlere oranla sola dönen taşıtların daha yavaş hareket ettiklerini göstermekle birlikte, sağa dönüş için hesaplanmış olan 1,46 değerinden oldukça küçüktür. Bu da sola dönen sürücülerin, sağa dönenlere oranla daha hızlı kavşağı terk etmek istediklerini göstermektedir.

7.3 Başlangıç Tepki Süresi ve Başlangıç Kayıp Zaman Değerinin Modellenmesi

Çalışma kapsamında, kavşak başarımını incelemek amacıyla gözlem yapılan ve detayları Bölüm 6'da verilmiş olan kavşaklarda doygun akım haricinde, başlangıç tepki süresi (reaksiyon süresi, t_r) ve başlangıç kayıp zaman değeri (t_s) modelleme çalışmaları da yapılmıştır.

7.3.1 Başlangıç Tepki Süresinin Modellenmesi

İlk aşama olarak, sürücülerin başlangıç tepki süreleri modellenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla aşağıda belirtilen kavşaklardan elde edilen verilerden yararlanılmıştır:

- Lunapark Kavşağı (İZMİR)
- Çankaya Kavşağı (İZMİR)
- Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı (İZMİR)
- Yunuslar Kavşağı (İZMİR)
- Cin Deresi Kavşağı (İZMİR)
- Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı (BURSA)
- Altınşehir Kavşağı (İSTANBUL)

Modelleme aşamasında kullanılmak üzere kavşaklardan elde edilen verilere ait özet bilgiler Tablo 7.4 'te verilmiştir.

Tablo 7.4 Örnek kavşaklardan elde edilen reaksiyon süresi ve trafik akımı verileri

Kavşak Adı	Yaklaşım Adı	Dönüş Tipi			Araç kompozisyonu (%)				Faz Özellikleri		Reaksiyon Süreleri (sn)			Kuyruk Uzunlukları (araç)			Takip Aralıkları (sn)		
		SLD	DG	SD	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyon	Kırmızı Süre (sn)	Devre Süresi (sn)	Ort.	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.
Lunapark Kavşağı	Atatürk Bulvarı	X			87,4	0	6,3	6,3	83	108,5	1,15	7,25	0,23	5,81	11	1	2,82	12,98	0,50
	Atatürk Bulvarı			X	96,9	3,1	0	0	58,5	108,5	3,16	18,15	0,32	2,62	9	1	5,19	32,21	0,67
	Yeni Girne Gelişi		X		80,4	0	9,8	9,8	25	104	1,64	11,28	0,16	5,71	21	2	3,44	31,47	0,49
	Yeni Girne Gelişi	X			91,3	8,7	0	0	74	104	1,14	6,51	0,18	7,18	12	2	2,67	10,71	0,52
	Sahil Gelişi		X		82	12	4	2	53	104	1,24	5,70	0,28	7,00	23	1	2,75	25,70	0,86
Çankaya Kavşağı	Gazi Osman Paşa Bulvarı			X	83,3	5,6	11,1	0	45	86	2,47	4,38	0,49	6,33	13	0	3,72	18,52	0,72
			X		73,9	19,6	6,5	0	45	86	1,74	5,02	0,13	10,36	20	3	2,35	7,46	0,42
Altınşehir Kavşağı/İstanbul	İstanbul Caddesi		X		60,7	14,9	1,4	23	23	91	1,17	5,21	0,2	6,03	14	1	4,18	37,64	0,64
Cin Deresi Kavşağı	Mithat Paşa Caddesi	X			84,4	12,5	0	3,1	63	85	2,25	9,95	0,6	*	*	*	6,24	36,15	0,92
Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı /Bursa	Stadyum Caddesi		X		91,9	2,5	5	0,6	48	88	0,62	4,31	0,12	9,21	18	2	2,71	18,34	0,20
Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı	Konak Gelişi		X		96,7	1,1	0	2,2	41	96	1,68	4,20	0,20	4,70	12	0	3,26	28,87	0,12
	Narlıdere Gelişi		X		80,2	12,5	6,3	1,0	56	96	1,13	2,90	0,18	6,12	13	1	3,80	24,30	0,47
Yunuslar Kavşağı	Girne Bulvarı			X	89,1	2,2	6,5	2,2	51	75	0,84	3,25	0,13	4,26	8	1	3,33	28,48	0,73
			X		91,1	2,2	6,7	0	51	75	0,65	4,24	0,13	3,63	7	1	3,41	17,29	0,86

*Cin Deresi kavşağında trafik hacmi çok düşük olduğu için kuyruk uzunluğu verileri toplanmamıştır.

** Renkli işaretleme ile gösterilen kavşaklar şehir dışından elde edilen verileri göstermektedir.

Sürücülerin sinyalin kırmızıdan sarıya dönmesi ile harekete geçişleri arasındaki süre üzerinde etkili olabilecek faktörler, aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Araç tipi (Otomobil, minibüs, küçük-ağır araç, kamyon, otobüs, körüklü otobüs)
- Şerit tipi (Sağ şerit, sol şerit, orta şerit)
- Dönüş tipi (Sağa dönüş, sola dönüş, doğru geçiş)
- Şerit genişliği
- Sinyal özellikleri (Yeşil süre, devre süresi)
- Sürücü cinsiyeti

Yukarıda açıklanan parametreler, başlangıç tepki süresinin belirlenmesinde bağımsız değişken olarak kabul edilebilirler. Sürücülere ait başlangıç tepki süresinin belirlenmesi için kullanılabilecek en basit yöntem, bir ampirik bağıntının elde edilmesidir. Bu amaçla kullanılabilecek en basit yaklaşımlardan birisi de regresyon analizidir.

Sağlıklı bir analiz yapılabilmesi için, bağımsız değişkenler arasında içsel bağımlılık olmaması gerekir. Yukarıda tanımlanan bağımsız değişkenler incelendiğinde özellikle sinyal özelliklerine ait değişkenlerin içsel bağımlılık taşıyabilecekleri söylenebilir. Bu sebeple, yeşil süre, kırmızı süre, devre süresi ve kırmızı sürenin devre süresine oranı gibi değişkenlerin analizlerin ayrı aşamalarında değerlendirilmeleri gerekir.

Diğer yandan, şerit tipi, araç tipi, dönüş tipi ve sürücü cinsiyeti değişkenleri kukla değişkenlerdir. Kukla değişkenler ile diğer bağımsız değişkenler arasında içsel bağımlılık aranırken değişkenlerin özellikleri mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Aksi takdirde, sürücü cinsiyeti ile şerit genişliği arasında aslında var olmayan bir içsel bağımlılık hesaplanabilir. Bu nedenle, regresyon analizi sonucunda elde edilen modellerin çok dikkatli değerlendirilmeleri gerekir.

Yapılan analizler sonucunda, Tablo 7.5'te görülen modele ulaşılmıştır. Tabloda:

Thag = Ticari hafif ağır araç

Tmini = Minibüs

Dsağ = Sürücünün sağa dönüş yapması

Dsol = Sürücünün sola dönüş yapması

Genişlik = Şerit genişliği

Dsağ = Sürücünün sağa dönüş yapması

R_C = Kırmızı sürenin devre süresine oranı

Tablo 7.5 incelendiğinde araç tipi ve dönüş tipi değişkenlerinin reaksiyon süresi üzerinde etkili değişkenler olduğu; bunun yanında şerit genişliği ve devre süresi değişkenlerinin de reaksiyon süresi üzerinde etkin rol oynadığı görülmektedir.

Tablo 7.5 Başlangıç tepki süresine ait regresyon analizi sonuçları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,775248598
R Kare	0,601010389
Ayarlı R Kare	0,596140555
Standart Hata	0,875496684
Gözlem	621

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	6	710,0754856	118,3459143	154,3989198	4,003E-119
Fark	615	471,3940834	0,766494445		
Toplam	621	1181,469569			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
Thag	0,896356383	0,440187881	2,036304089	0,042147733	0,03190278	1,760809986	0,03190278	1,76080999
Dsag	0,500541475	0,118812876	4,212855483	2,89935E-05	0,26721334	0,733869613	0,267213337	0,73386961
Dsol	0,717911491	0,115013643	6,241968113	8,05321E-10	0,4920444	0,943778586	0,492044396	0,94377859
Tmini	0,34630336	0,141932773	2,439911179	0,014972276	0,0675717	0,625035016	0,067571704	0,62503502
Genişlik	0,35505547	0,039222683	9,052299314	1,8313E-18	0,27802884	0,432082102	0,278028838	0,4320821
R_C	-0,67453082	0,260959187	-2,58481347	0,009972323	-1,18701	-0,16205168	-1,18700997	-0,16205168

Beklenildiği üzere, araç tipinin otomobilden farklı olması, sürücülerin tepki sürelerini uzatmaktadır. Sola ve sağa dönüşlerin de tepki süresini uzatan etmenler olduğu gözlemlenmiştir ve beklenen bir sonuçtur. Ancak şerit genişliği arttıkça tepki süresinin uzaması, modelin ilgi çekici sonuçlarından birisidir. Bu sebeple video çekimleri tekrar incelenmiş ve bu durumun üç şeritli kavşaklarda şerit genişliğinin

büyük olmasından dolayı bu kavşaklara dört aracın giriş yapmaya çalışmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Diğer yandan, kırmızı sürenin devre süresine oranı arttıkça, sürücülere ait tepki süreleri kısalmaktadır. Bu sonuç, sürücülerin kırmızı ışıkta bekleme süreleri arttıkça daha sabırsız hale geldiklerini göstermektedir.

7.3.2 Başlangıç Kayıp Zaman Değerinin Modellenmesi

Çalışmanın amaçlarından birisi de trafik sinyalinden ayrılan araçların başlangıç kayıp zamanlarının modellenmesidir. Bu amaçla aşağıda belirtilen kavşaklardan elde edilen verilerden yararlanılmıştır:

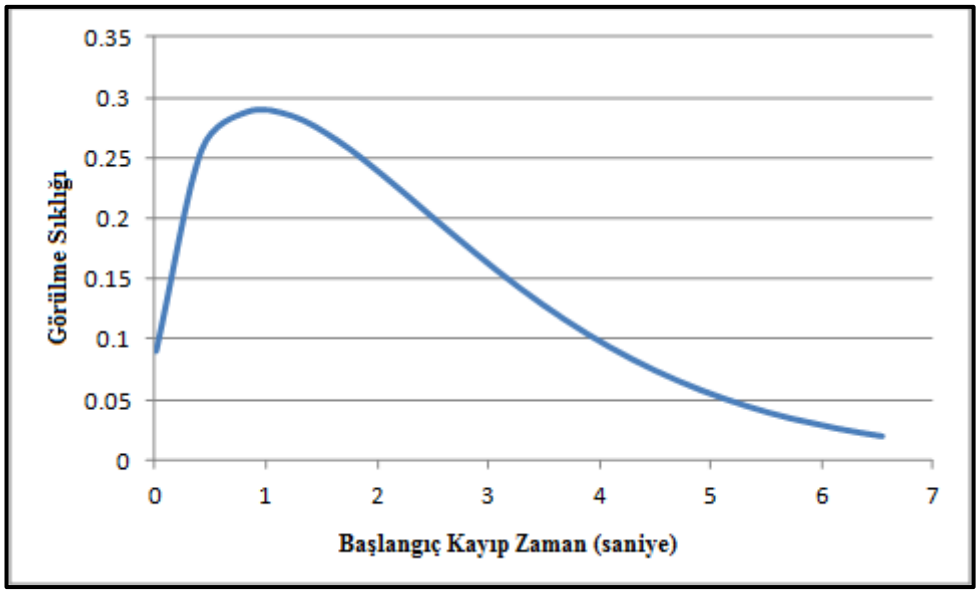
- Çankaya Kavşağı (İZMİR)
- Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı (İZMİR)
- Rektörlük Kavşağı (İZMİR)
- Yunuslar Kavşağı (İZMİR)
- Göztepe Kavşağı (İZMİR)
- Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı (BURSA)

Çalışma kapsamında kavşaklarda yapılan gözlemlerden toplam 323 adet devreye ait başlangıç kayıp zaman verisi elde edilmiştir. Kavşaklardan toplanan verilere ait detaylı tablolar EKLER kısmında verilmiştir.

Başlangıç kayıp zaman değerlerinin özelliklerini tanımlamak amacıyla, tanımlayıcı istatistik değerleri hesaplanmış olup; Tablo 7.6'da sunulmaktadır. Gözlenen başlangıç kayıp zaman değerlerine ait olasılık yoğunluk grafiği de Şekil 7.6'da sunulmaktadır. Şekil 7.6 incelendiğinde, kayıp zaman değerlerinin dağılımın sağa çarpık olduğu görülmektedir.

Tablo 7.6 Kayıp zaman değerlerine ait saniye cinsinden tanımlayıcı istatistikler

Ortalama	Std. Sapma	Medyan	En Küçük Değer	En Büyük Değer
2,32	1,65	1,89	0,01	6,96



Şekil 7.6 Gözlenen başlangıç kayıp zaman değerlerine ait olasılık yoğunluk grafiği

Çalışmada, başlangıç tepki süresi için yapıldığı gibi; başlangıç kayıp zaman değerinin de hangi parametrelere bağlı olarak değiştiği bulunmaya çalışılmıştır. Bu amaçla Tablo 7.7'de bir örneği sunulan veri tablosundan yararlanılmıştır. Tablodan da görülebileceği gibi, başlangıç kayıp zaman bağımlı değişken olarak kabul edilmiş; devre süresi, yeşil süre, şerit genişliği, taşıt türleri, sağa ve sola dönüş oranları ve kuyruk uzunluğu değerleri ise bağımsız değişken olarak alınmıştır. Bu veriler kullanılarak gerçekleştirilen regresyon analizi sonuçları Tablo 7.8'de sunulmuştur.

Tablo 7.8 incelendiğinde, kayıp zamanın devre süresi, incelenen kuyruktaki otobüs oranı ve kuyruk uzunluğuna bağlı olarak hesaplanabileceği görülmektedir. Her üç parametre de kayıp zaman değerini arttırmaktadır. Otobüsler, otomobillere oranla daha uzun bir sürede hızlanacaklarından, kayıp zaman üzerinde büyük bir etkiye sahip olması beklenmektedir. Analiz sonuçları ışığında çekimler tekrar incelenmiş; özellikle körüklü otobüslerin daha etkin oldukları anlaşılmıştır.

Çalışmanın diğer önemli bir sonucu da, kuyruk uzunluğunun kayıp zaman üzerindeki etkisinin belirlenmesidir. Kuyruk uzunluğu arttıkça kayıp zaman da artmaktadır. Bu sonuç, veri toplama yöntemiyle de yakından ilişkilidir. Kuyruk uzunluğu arttıkça, ilk dört aracın arkasında bekleyen araçların takip aralıkları da düşmektedir. Bu da kayıp zaman değerini daha uzun hesaplanması sonucunu doğurmaktadır.

Tablo 7.7 Başlangıç kayıp zaman değerinin modellenmesinde kullanılan tabloya ait bir kesit

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)
17	697	88	40	3,30	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	17	6,96
32	533	88	40	3,30	0,23	0,15	0,00	0,08	0,00	12	6,94
17	663	70	43	3,50	0,08	0,23	0,00	0,00	0,00	13	6,84
23	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	8	6,79
4	561	70	43	3,50	0,00	0,18	0,09	0,00	0,00	11	6,72
62	487,5	93	50	3,40	0,08	0,08	0,00	0,19	0,00	5	6,56
14	546	86	39	3,00	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	11	6,49
8	546	86	39	3,00	0,00	0,15	0,00	0,40	0,00	11	6,33
13	714	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	6,30
29	714	86	39	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	11	6,20
20	615	88	40	3,30	0,07	0,13	0,07	0,00	0,00	14	6,17
49	615	88	40	3,30	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	9	6,05
3	546	86	39	3,00	0,00	0,08	0,00	0,43	0,00	8	5,95
2	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	9	5,59
4	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	6	5,57
26	630	86	39	3,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	14	5,56
42	492	88	40	3,30	0,00	0,08	0,00	0,10	0,00	10	5,53
19	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	5,33

Tablo 7.8 Kayıp zaman değerine ait regresyon analizi tablosu

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,82
R Kare	0,67
Ayarlı R Kare	0,67
Standart Hata	1,64
Gözlem	323

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	3	1756,03	585,34	218,84	4,37E-77
Fark	320	855,91	2,67		
Toplam	323	2611,94			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95.0%*	*Yüksek 95.*
Devre Süresi	0,02	0,00	5,33	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02
%otobüs	3,16	1,48	2,14	0,03	0,26	6,07	0,26	6,07
Kuyruk uzunluğu	0,08	0,02	3,20	0,00	0,03	0,12	0,03	0,12

7.3.3 Başlangıç Kayıp Zaman-Başlangıç Tepki Süresi İlişkisi

Çalışmanın önceki bölümlerinde, incelenen kavşaklara ait verilerden yararlanarak ideal doygun akım değeri hakkında bir öneride bulunulmuş; sinyalde ilk sırada bekleyen sürücülere ait başlangıç tepki süresi ve bir devrede karşılaşılabilecek kayıp zaman süresinin hesaplanması için birer amipirik bağıntı önerilmiştir.

Literatürde doygun akıma karşılık gelen zaman cinsinden takip aralığı değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilmektedir (Akçelik, 1999):

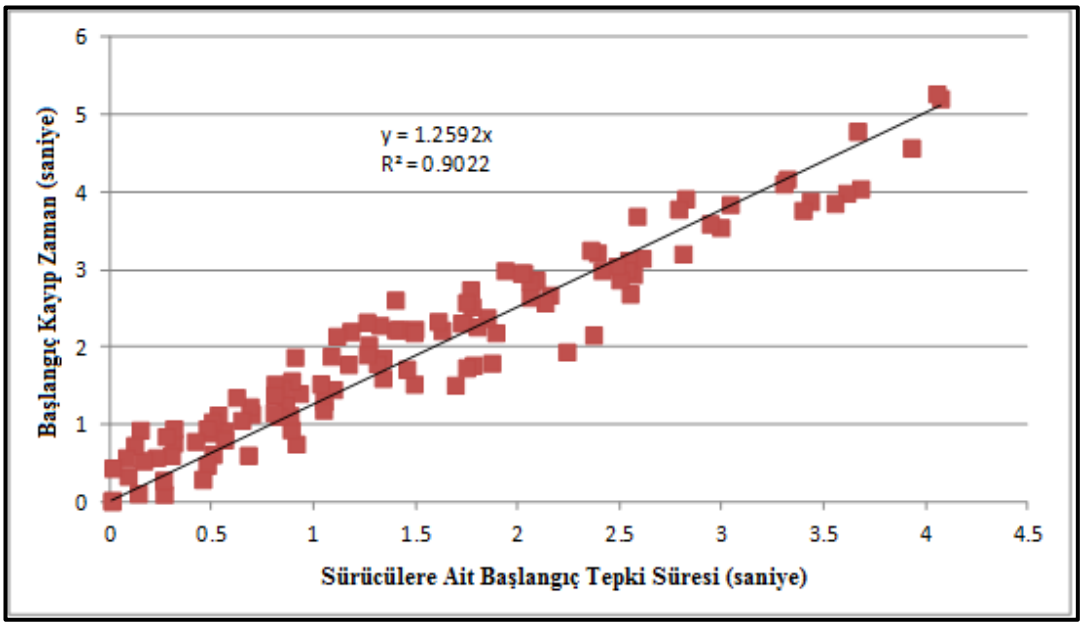
$$h_n = t_r + d_a - t_s \tag{7.5}$$

Bağıntı, temel olarak sinyalize kavşaktan ayrılan sürücülerin davranışı ile araçların hızlanama ivmelerinden yararlanılarak analitik olarak geliştirilmiş basit bir modeldir. Ancak literatürde, başlangıç kayıp zaman-başlangıç tepki süresi ilişkisi üzerine yapılmış incelemeler oldukça sınırlıdır.

Başlangıç tepki süresi, ilgili bölümde de belirtildiği gibi, sürücünün trafik ışığının kırmızıdan yeşile döndüğü andan itibaren ilk hareket ettiği ana kadar geçen süreyi tanımlar. Bu süre, kuyrukta bekleyen ilk sürücü için değil; tüm sürücüler için geçerlidir. Özellikle kuyruğun ikinci, üçüncü ve dördüncü sıralarında bekleyen

sürücüler, hem trafik sinyalini hem de önlerinde bulunan araçların hareketlerini takip etmek zorundadırlar. Bu sebeple, aslında başlangıç kaybının kuyruk boşalıncaya kadar değişik büyüklüklerde her araç için gözlemlenebilmesi mümkündür.

Sinyal yeşile döndükten sonra bile, farklı yönlerden kavşağa giriş yapmış olan araçların kavşak alanını işgal etmeleri (bu akımlar için son kazanç süresi); diğer yandan yayaların da, yaya geçidine kırmızı ışıkta bile giriş yapabilmeleri sebebiyle, kuyrukta ilk sırada bekleyen sürücülerin tepki sürelerinin uzadığı gözlemlenmiştir. Bu süre artışı başlangıç kayıp zamanı doğrudan etkiler. Bu nedenle başlangıç tepki süresi ile başlangıç kayıp zaman arasında doğrusal ve oldukça güçlü bir ilişkinin olması beklenebilir.



Şekil 7.7 Başlangıç tepki süresi ile başlangıç kayıp zaman arasındaki ilişki

Şekil 7.7'de, başlangıç tepki süresi ile başlangıç kayıp zaman arasındaki ilişki görülmektedir. Şekil incelendiğinde, yukarıda da açıklandığı üzere iki parametre arasında oldukça güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre, 7.5 bağıntısı, sürücülerin başlangıç tepki sürelerine göre aşağıdaki şekilde tekrar yazılabilir. Şekil 7.7'den de görülebileceği gibi başlangıç kayıp zaman, başlangıç tepki süresinin yaklaşık 1,26 katı olarak alınabilir.

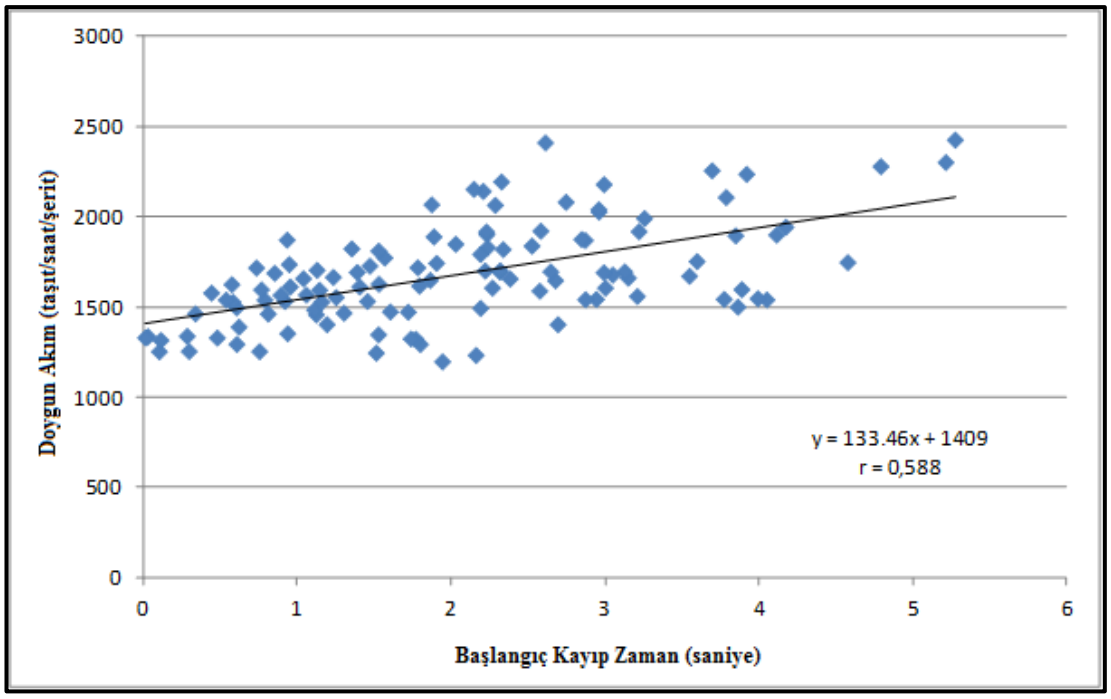
$$h_n = t_r + d_a - (1{,}2592 * t_r) \quad (7.6)$$

Buradan da bağıntı yeniden şu şekilde yazılabilir:

$$h_n = d_a - 0{,}2592\, t_r \quad (7.7)$$

7.3.4 Başlangıç Kayıp Zaman-Doygun Akım Değerinin İlişkisi

Yukarıda da açıklandığı gibi, başlangıç tepki süresi ile başlangıç kayıp zaman arasında güçlü bir ilişki vardır. Benzer bir ilişkinin, doygun akımla başlangıç kayıp zaman arasında olması beklenir. Nitekim bağıntı 7.7'den de görülebileceği gibi, doygun akıma karşılık gelen zaman cinsinden takip aralığı, başlangıç kayıp zaman arttıkça düşmektedir. "h_n" değeri ne kadar küçükse, doygun akım değerinin de o kadar büyük olması beklenir. Bu da başlangıç kayıp zaman arttıkça, doygun akım değerinin arttığını göstermektedir (Şekil 7.8).



Şekil 7.8 Doygun akım ile başlangıç kayıp zaman arasındaki ilişki

BÖLÜM SEKİZ
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doygun akım, başlangıç gecikmesine uğrayan araçların ve doygun takip aralığı değerinin belirlenmesindeki zorluklar sebebiyle tanımlanması zor bir kavramdır. Bölgesel gözlemler olmadan, çeşitli yöntemlerde öngörülen/varsayılan değerler kullanılarak yapılan analizler çoğunlukla sinyalizasyon sistemlerinin başarımının değerlendirilmesinde gerçekçi sonuçlar verememektedir (Akova, 1979). Bu bölümde, İzmir, İstanbul ve Bursa'dan seçilmiş olan sinyalize kavşaklarda takip aralığı verilerinden yararlanarak doygun akım ve reaksiyon süresi değerlerinin değişimi incelenmiştir. Bunun yanı sıra kavşak başarımı açısından önemli bir parametre olan başlangıç kayıp zaman değerinin hem doygun akım hem de reaksiyon süresi değeriyle olan ilişkisi de irdelenmiştir.

Takip aralığı kavramı sinyalize kavşakların incelenmesi açısından oldukça önemli, bir o kadar da karmaşık bir kavramdır. Bölüm 6'da ayrıntılı olarak anlatılan kavşaklardan toplanan her üç şeride ait ortalama takip aralığı değerleri incelendiğinde, ilk araçlara ait zaman cinsinden aralık değerlerinin diğer araçlara oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Yine ilk araçların zaman cinsinden aralıklarının standart sapmaları da kuyruktaki diğer araçlarınkine oranla daha yüksektir. Diğer yandan, standart sapma değerlerinin sağ şeritte diğer şeritlere oranla daha yüksek, sol şeritte ise daha düşük olduğu görülmektedir. Bu da sol şeritteki trafik akımının diğer şeritlere oranla daha kararlı olduğu söylenebilir.

Çalışma kapsamında ideal doygun akım değerini belirlemek üzere, gözlem yapılan kavşaklardan elde edilen 318 devre süresine ait doygun akım değeri hesaplanarak regresyon analizi yapılmıştır. Bunun sonucunda, doygun akımın belirlenmesinde etkin parametreler olarak otobüs yüzdesi, sola ve sağa dönüş oranları ön plana çıktığı görülmüştür. Diğer yandan, modelin sabit katsayısı (kesişim), ideal doygun akım değerini vermektedir. Bu sonuca göre bir şeride ait ideal doygun akım değerinin 1720 taşıt/saat olduğu söylenebilir. Ardından regresyon analizi sonucunda bulunmuş olan ideal doygun akım değeri kullanılarak, otobüs, sola ve sağa dönen

araçlar için bir eşdeğer birim otomobil (EOB) değeri hesaplanması öngörülmüştür. Bunun sonucunda:

- Otobüslere ait EOB değerinin, 1,75 otomobil/ağır taşıt olduğu anlaşılmaktadır. TS6407'de Işıklı Kontrollü Kavşaklarda Yüksüz Kent içi ve dışı yolcu otobüsü (körüklü dahil), servis otobüsü, troleybüs, tramvay için tanımlanmış olan 2,25 EOB değerinden daha düşük bir değerdir.
- Hesaplamalar sonucunda karşılaşılan önemli sonuçlardan biri sağa dönen araçlara ait EOB değeridir. Sağa dönüş yapan araçların EOB değeri 1,46 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, sağa dönen araçların, doğru geçiş yapan araçlara oranla çok daha yavaş hareket ettiklerini göstermektedir.
- Hesaplamalar sonucunda, sola dönen araçların EOB değeri ise 1,20 olarak bulunmuştur. Bu değer, doğru geçişlere oranla sola dönen taşıtların daha yavaş hareket ettiklerini göstermekle birlikte, sağa dönüş için hesaplanmış olan 1,46 değerinden oldukça küçüktür. Bu da sola dönen sürücülerin, sağa dönenlere oranla daha hızlı kavşağı terk etmek istediklerini göstermektedir.

Başlangıç kayıp zamanın incelendiği analizler sonucunda, başlangıç kayıp zamanın devre süresi, incelenen kuyruktaki otobüs oranı ve kuyruk uzunluğuna bağlı olduğu ve her üç parametrenin de kayıp zaman değerini arttırdığı hesaplanmıştır. Otobüsler, otomobillere oranla daha uzun bir sürede hızlanacaklarından, kayıp zaman üzerinde büyük bir etkiye sahip olması beklenmektedir. Analiz sonuçları ışığında çekimler tekrar incelenmiş, özellikle körüklü otobüslerin daha etkin oldukları anlaşılmıştır.Çalışmanın diğer önemli bir sonucu olarak, kuyruk uzunluğunun kayıp zaman üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Kuyruk uzunluğu arttıkça kayıp zaman da artmaktadır. Bu sonuç, veri toplama yöntemiyle de yakından ilişkilidir. Kuyruk uzunluğu arttıkça, ilk dört aracın arkasında bekleyen araçların takip aralıkları da düşmektedir. Bu da kayıp zaman değerini daha uzun hesaplanması sonucunu doğurmaktadır.

Tez kapsamında incelenen veriler ve yapılan analizler sonucunda araç tipi ve dönüş tipi değişkenlerinin reaksiyon süresi üzerinde etkili değişkenler olduğu; bunun

yanında şerit genişliği ve devre süresi değişkenlerinin de reaksiyon süresi üzerinde etkin rol oynadığı görülmüştür. Yapılan modelleme sonucunda sola ve sağa dönüşlerin de tepki süresini uzatan etmenler olduğu gözlemlenmiştir Ancak şerit genişliği arttıkça tepki süresinin uzaması, modelin ilgi çekici sonuçlarından birisidir. Bu sebeple video çekimleri tekrar incelenmiş ve bu durumun üç şeritli kavşaklarda şerit genişliğinin büyük olmasından dolayı bu kavşaklara dört aracın giriş yapmaya çalışmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Diğer yandan, modelde kırmızı süre/devre süresi oranı arttıkça, sürücülere ait tepki sürelerinin kısaldığı görülmüştür. Bu sonuç, sürücülerin kırmızı ışıkta bekleme süreleri arttıkça daha sabırsız hale geldiklerini göstermektedir.

Sinyal yeşile döndükten sonra bile, farklı yönlerden kavşağa giriş yapmış olan araçların kavşak alanını işgal etmeleri (bu akımlar için son kazanç süresi); diğer yandan yayaların da, yaya geçidine kırmızı ışıkta bile giriş yapabilmeleri sebebiyle, kuyrukta ilk sırada bekleyen sürücülerin tepki sürelerinin uzadığı gözlemlenmiştir. Bu süre artışı başlangıç kayıp zamanı doğrudan etkilediğinden ötürü başlangıç tepki süresi ile başlangıç kayıp zaman arasında doğrusal ve oldukça güçlü bir ilişkinin olduğu söylenebilir.

Yukarıda da açıklandığı gibi, başlangıç tepki süresi ile başlangıç kayıp zaman arasında güçlü bir ilişki vardır. Benzer bir ilişkinin, doygun akımla başlangıç kayıp zaman arasında olması beklenir. Bağıntı 7.7 incelendiğinde, doygun akıma karşılık gelen zaman cinsinden takip aralığı, başlangıç kayıp zaman arttıkça düşmektedir. "h_n" değeri ne kadar küçükse, doygun akım değerinin de o kadar büyük olması beklenir. Bu da başlangıç kayıp zaman arttıkça, doygun akım değerinin arttığı sonucu çıkartılabilir.

Yapılan tüm analiz sonuçları, kavşak başarımı açısından önemli parametreler olan takip aralığı, başlangıç tepki süresi, doygun akım ve başlangıç kayıp zamanla ilgili önemli bulgular ortaya koymuş olsa da kavşak sayısı arttırılarak verilerin doğruluğu daha sağlıklı bir şekilde ortaya konmalıdır.

KAYNAKLAR

Abu-Rahmeh, F. W. (1982). *Saturation flow and lost time at traffic signals.* Doktora Tezi, Sheffield Üniversitesi, İnşaat ve Yapı Mühendisliği Bölümü, Sheffield.

Akçelik, R. (1981). Traffic signals: Capacity and timing analysis. *Research Report ARR No. 123,* Australian Road Research Board Transport Research Ltd., Vermont South, Australia.

Akçelik, R. (1991). Travel time functions for transport planning purposes: Davidson's function, its time-dependent form and an alternative travel time function. *Australian Road Research, 21 (3),* 49-59.

Akçelik, R. (1993). Traffic signals: Capacity and timing analysis. *Research Report ARR No. 123, 7,* 108 , Australia.

Akçelik, R., Besley, M. ve Roper, R. (1999). Fundemantal relationships for traffic flows at signalized intersections. *Research Report ARR 340*. ARRB Transport Research Ltd. Vermont South, Australia.

Akçelik, R. ve Besley, M. (2002). *Queue discharge flow and speed models for signalised intersections.* Adelaide: 15th International Symposium on Transportation and Traffic Theory.

Akın, O. (2001). Sinyalli kavşaklardaki yaya gecikmelerinde yaya-motorlu taşıt etkileşiminin modellenmesi. *5. Ulaştırma Kongresi*, İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul.

Akova, M. (1979). *Kavşak sinyalizasyon hesabında duruş, kalkış ve boşaltma koşullarının etkisi, hesap yöntemleri ve ülkemiz gerçeklerine uygun yöntem araştırılması*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Altun, İ. (2003). *Sinyalize kavşaklarda trafik akım etkileşimleri*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Ayfer, M. Ö. (1977). *Trafik sinyalizasyonu.* Ankara: T.C. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü.

Benekohal, F. R. ve Zhao, W. (2000). Delay-based passenger car equivalents for trucks at signalized intersections. *Transportation Research Part A, 34*, 437-457.

Bester, C. J. ve Varndell, P. J. (2002). The effect of a leading green phase on the start-up lost time of opposing vehicles. *21th Annual South African Transport Conference*, South Africa.

Bester, C. J ve Meyers, W. L. (2007). Saturation flow rates. *26th Annual Southern African Transport Conference*, Pretoria.

Bonneson, J. A. (1992). Study of headway and lost time at single-point urban interchanges. *Transportation Research Record, 1365*, 30-39.

Branston, D. ve Van Zuylen, H. (1978). The estimation of saturation flow, effective green time and passenger car equivalents at traffic signals by multiple linear regression. *Transportation Research, 12,* 47-53.

Branston, D. ve Gipps, P. (1981). Some experiences with a multiple regression method of estimating parameters at the traffic departure procedure. *Transportation Research Part A, 15 (6),* 445-458.

Carstens, R. L. (1971). Some traffic parameters at signalized intersections. *Journal of the Transportation Research Board, 41, 11,* 33-36.

Chang, C. (1978). *Saturation flow at signal controlled intersection in Bangkok.* Yüksek Lisans Tezi, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Chovan, J. D., Tijerian, L., Everson, J. H., Pierowicz, J. A. ve Hendricks, D. L. (1994). *Examination of intersection left turn across path crashes and potential IVHS countermeasures.* Report No. DOT HS 808 154. Washington, D.C.: National Highway Traffic Safety Administration.

Çalışkanelli, S. P. (2006). *Yakın mesafeli sinyalize kavşaklarla kontrolsüz kavşak etkileşimleri.* Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çalışkanelli, S. P. (2010). *Sinyalizasyon sistemlerinden ayrılan araçların takip aralığı dağılımının incelenmesi.* Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çevik, O. (2011). Sinyalize *kavşak yaklaşımlarındaki şerit seçim davranışlarının modellenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Department for Transport Information Rights and Records Unit, (2009). *Signal Controlled Roundabouts,* https://www.gov.uk/government/publications/signal-controlled-roundabouts-ltn-109

Evans, L. ve Rothery, R. W. (1981). *Influence of vehicle size and performance on intersection saturation flow*. Ontario: 8th International Symposium on Transportation and Traffic Theory.

Fetter, W. W. (2007). *Effects of far-side and side street bus stops on the saturation flow rate of signalized intersections.* Yüksek Lisans Tezi, North Carolina State University, Department of Civil Engineering, Raleigh.

Gamma dağılımı (2013). *Gamma dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonu*, Ağustos *2014*, http://tr.wikipedia.org/wiki/Gamma_da%C4%9F%C4%B1l%C4%B1m% C4 % B1 # mediaviewer/Dosya:Gamma_distribution_pdf.png

Gedizlioğlu, E. (1979). *Denetimsiz kavşaklarda yanyol sürücülerinin davranışlarına göre pratik kapasite saptanması için bir yöntem.* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ghasemlou, K. (2012). *Otobüslerin sinyalize kavşakların kapasitesine etkilerinin modellenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Greenshields, B. D., Schapiro, D. ve Ericksen, E. L. (1947). *Traffic performance at urban intersections*. Saugatuck, Conn.: Eno Foundation for Highway Traffic Control.

Holt, D. (2004). *The effects of bus stops on the saturation flow rate of signalized intersections.* Yüksek Lisans Tezi, North Carolina State University, Department of Civil Engineering, Raleigh.

Iqbal, M. J. (2009). *Estimation of* saturation flow a*nd lost time at selected signalized intersections of Karachi.* Doktora Tezi, Mehran University, Department of Civil Engineering, Karachi.

İbrahim, W. H. W, Ahmad Farhan Mohd. Sadullah ve Leong Lee Vien (2002). *Determination of ideal saturation flow at signalised intersections under Malaysian road conditions.* Kuala Lumpur: Malaysian Universities Transport Research Forum, University of Malaya.

Jin X., Zhang Y., Wang F., Li L., Yao D., Su Y., Wei Z. ve diğer. (2009). Departure headways at signalized intersections: A log-normal distribution model approach. *Transportation Research Part C, 17,* 318-327.

Joseph, J. ve Chang, G. L. (2005). Saturation flow rates and maximum critical lane volumes for planning applications in Maryland. *Journal of Transportation Engineering, ASCE 131 (12),* 946-952.

Keller, Eric L. ve Saklas, James G. (1984). Passenger car equivalents from network simulation. *Journal of Transportation Engineering, 110(4),* 397-411.

Kimber, R. M., McDonald, M. ve Hounsell, N. (1985). Passenger car units in saturation flows: Concept, definition, derivation. *Transportation Research B, 198, 1,* 39-61.

Kockelman, Kara M. ve Shabih, Raheel (2000). Effect of vehicle type on the capacity of signalized intersections: The case of light duty trucks. *Journal of Transportation Engineering, 126, 6,* 506-512.

Lake, M., Ferreira, L. ve Stewart, D. (2002). *The effect of multi-combination vehicles in urban traffic*. In: L. Sucharov and C.A. Brebbia Urban Transport and the Environment VIII. (Eds).

Lee, J., Chen, R. L. (1986). Entering headway at signalized intersections in a small metropolitan area. *Transportation Research Record, 1091,* National Research Council, Washington, D.C., 117-126.

Leong, H. J. W. (1964). Some aspects of urban intersection capacity. *Australian Road Research Board, 2, 1.*

Lin, F. B. ve Thomas, D. R. (2005). Headway compression during queue discharge at signalized intersection. *Journal of the Transportation Research Board, No 1920,* 81-85.

Lin, F. B. ve Tseng, P. Y. (2005). Fallacies and implications of conventional saturation flow model of queue discharge behavior at signalized intersections. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6*, 1610-1623.

Lu, Y. J. (1984). A Study of left-turn maneuver time for signalized intersections. *ITE Journal, 54, 10,* 42-47.

Log-lojistik dağılım (2014). *Log-lojistik dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu,* Ağustos 2014. http://en.wikipedia.org/wiki/Loglogistic_distribution#mediaviewer/File:Loglogisticpdf.svg

Log-normal dağılım (2013). *Log-normal dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu,* Ağustos 2014, http://tr.wikipedia.org/wiki/Log-normal_da%C4%9F%C4%B1l%C4%B1m

Maini, P. ve Khan, S. K. (2000). Establishing dynamic vehicle characteristics of mixed traffic using video image. *6th International Conference on Applications of Advanced Technologies in Transportation Engineering*, Singapore.

May A.D. (1990). *Traffic flow fundamentals*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

McShane W. R., Roess R. P. ve Prassas E. S. (1998). *Traffic Engineering* (2nd edition). New Jersey: Prentice Hall.

Minh, C. C. ve Sano, K. (2003). Analysis of motorcycle effects to saturation flow rate at signalized intersection in developing countries. *Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies, 5*, 1211-1222.

Molina, C. J. (1987). Development of passenger car equivalences for large trucks at signalized intersections. *Intelligent Transportation Engineering Journal, 19*, 42-65.

Murat, Y. Ş. (2001). *Sinyalize kavşaklarda bulanık mantık tekniği ile trafik uyumlu sinyal devre modeli.* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Nıttymaki, J. ve Pursula, M. (1996). Saturation flows at signal-group-controlled traffic signals. *Transportation Research Record 1572,* Paper No: 970233.

Özdirim, M. (1992). *Trafik mühendisliği,* Cilt 1-2. Ankara: T.C.K. Genel Müdürlüğü.

Parker, M. T. (1996). The effect of heavy goods vehicles and following behaviour on capacity at motorway roadwork sites. *Hemming, 37, 9,* 524-531.

Perez-Cartagena, R. ve Tarko A. P. (2005). Calibration of capacity carameters for signalized intersections in Indiana. *Journal of Transportation Engineering, ASCE, 134 (12),* 904-911.

Rahman, M. M., Ahmed, S. N. ve Hassan, T. (2005). Comparison of saturation flow rate at signalized intersections in Yokohama and Dhaka. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 5,* 959-966.

Rahman, M. M., Hasan, T. ve Nakamura, F. (2008). Development of professional driver adjustment factors for the capacity analysis of signalized intersections. *Journal of Transportation Engineering, ASCE 134 (12),* 532-536.

Ramsay, E. D. ve Bunker, J. M. (2003). *Acceleration of multi-combination vehicles in urban arterial traffic corridors.* Brisbane: In Road System and Engineering Technology Forum, Queensland Department of Main Roads.

Ramsay, E. D., Bunker, J. M. ve Troutbeck, R. J. (2004). Signalised intersection capacity reduction of trucks. *Proceedings of 4th International Conference on Traffic and Transportation Studies,* Beijing.

Rodriguez-Seda, J. D. ve Benekohal, Rahim F. (2006). Methodology for delay based passenger car equivalencies for urban transit buses. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1988*, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 127–137.

Setti, J. R. ve Demarchi, S. H. (1996). Assessing heavy vehicle impacts on operation of rural at grade intersections in Brazil. *Transportation Research Record, 1555*, 83-90.

Sisiopiku, V. P. ve Akın, D. (1999). *Grand river avenue (M-43) pedestrain study.* Final Report, Michigan State University, Department of Civil and Environmental Engineering, East Lansing, MI, USA.

Sisiopiku, V. P. ve Akın, D. (1999). Pedestrian perception toward various pedestrian treatment. *Proceeding of the 78th TRB Annual Meeting*, Washington, D.C.

Sorensen, H. (1998). *Determining passenger car equivalents for freeways.* Copenhagen: Store Kartogers Forbrung of Motorgeves Kapacitct, Royal Donnish Academy of Sciences and Letters.

Sumner, R., Hill, D. ve Shapiro, S. (1984). Segment passenger car equivalent values for cost location on urban arterial roads. *Transportation Research Part A 18,* 399–406.

Tanyel, S. (2001). *Türkiye'deki dönel kavşaklar için kapasite hesap yöntemi.* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tarko, A. P. ve Tracz, M. (2000). *Uncertainty in saturation flow predictions.* Maui, Hawaii: 4th International Symposium on Highway Capacity, 310-321.

Teply, S. ve Jones A. M. , (1991). Saturation flow: do we speak the same language ? *Transportation Research Record*: *Journal of Transportation Research Board, No. 1320*, 144-153.

Transportation and Road Research Laboratory (1963). *A method of measuring saturation flow at traffic signals*. London: Road Note No. 34.

Transportation Research Board (TRB) (1985). *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: National Research Council

Transportation Research Board (TRB) (1994). *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: National Research Council

Transportation Research Board (TRB) (1997). *Highway capacity manual*. Washington, D.C.: National Research Council.

Transportation Research Board (TRB) (2000). *Highway capacity manual.* Washington, D.C.: National Research Council.

Transportation Research Board (TRB) (2010). *Highway capacity manual.* Washington, D.C.: National Research Council.

Tong, H. Y. ve Hung, W. T. (2002). Neural network modeling of vehicle discharge headway at signalized intersection: Model descriptions and results. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 36, 1,* 17-40.

Türk Standartları Enstitüsü (1989). *Şehir içi ulaşım hesaplamalarında, araç tiplerine göre kullanılacak oto birim katsayıları, TS 6407,* Ankara.

Webster, F. V. (1958). Traffic signal settings. *Road Research Laboratory Technical, 39,* HMSO, London.

Webster, F. V. ve Cobbe, B. M. (1966). *Traffic signals.* London; Her Majesty's Stationery Office.

Weibull dağılımı (2014). *Weibull dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonu,* Ağustos 2014, http://tr.wikipedia.org/wiki/Weibull_da%C4%9F%C4%B1l%C4%B1m%C4%B1

Wong S. C., Yang H., Au Yeung W. S., Cheuk S. L. ve Lo M. K. (1998). Delay at signal-controlled intersection with bus stop upstream. *Journal of Transportation Engineering, 124, 3*. American Society of Civil Engineers.

Yan X. ve Radwan E. (2007). Effect of restricted sight distances on driver behaviours during unprotected left-turn phase at signalized intersections. *Transportation Research Part F, 10,* 330-344.

EKLER

TEZ KAPSAMINDA İNCELENEN KAVŞAKLARA AİT DETAYLI VERİ TABLOLARI

EK 1 Çankaya Kavşağı'na Ait Detaylı Veri Tabloları

Tablo 1 Çankaya Kavşağı sağ şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	504	86	39	3,00	0,00	0,00	0,08	0,29	0,00	*	*	*
2	336	86	39	3,00	0,00	0,25	0,00	0,13	0,00	7	*	*
3	546	86	39	3,00	0,00	0,08	0,00	0,43	0,00	8	5,95	604,84
4	420	86	39	3,00	0,00	0,10	0,00	0,60	0,00	7	*	*
5	420	86	39	3,00	0,00	0,20	0,10	1,00	0,00	5	*	*
6	336	86	39	3,00	0,00	0,50	0,00	0,62	0,00	4	*	*
7	546	86	39	3,00	0,08	0,00	0,00	0,55	0,00	13	*	*
8	546	86	39	3,00	0,00	0,15	0,00	0,40	0,00	11	6,33	568,62
9	378	86	39	3,00	0,00	0,22	0,11	0,80	0,00	5	*	*
10	420	86	39	3,00	0,00	0,10	0,10	1,00	0,00	5	*	*
11	294	86	39	3,00	0,00	0,29	0,14	0,67	0,00	1	*	*
12	336	86	39	3,00	0,00	0,25	0,13	0,33	0,00	6	3,48	1033,89
13	462	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	6	*	*
14	546	86	39	3,00	0,00	0,08	0,08	0,67	0,00	12	1,55	2327,08
15	462	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	9	5,18	694,36
16	336	86	39	3,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	3	*	*
17	294	86	39	3,00	0,00	0,14	0,00	0,56	0,00	3	*	*
18	420	86	39	3,00	0,00	0,10	0,10	0,50	0,00	8	*	*
19	420	86	39	3,00	0,00	0,00	0,10	0,64	0,00	8	4,33	831,02
20	546	86	39	3,00	0,00	0,00	0,08	0,40	0,00	11	*	*
21	420	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	6	1,75	2058,32
22	378	86	39	3,00	0,00	0,11	0,22	0,57	0,00	2	*	*
23	504	86	39	3,00	0,00	0,17	0,08	0,80	0,00	7	3,51	1025,74
24	420	86	39	3,00	0,10	0,00	0,10	0,29	0,00	5	*	*
25	504	86	39	3,00	0,08	0,00	0,08	0,60	0,00	7	1,46	2467,44

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 2 Çankaya Kavşağı orta şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	462	86	39	3,00	0,00	0,18	0,09	0,00	0,00	6	*	*
2	462	86	39	3,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	9	*	1570,68
3	504	86	39	3,00	0,00	0,17	0,08	0,00	0,00	9	1,27	1181,33
4	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	6	5,57	1643,09
5	504	86	39	3,00	0,08	0,17	0,00	0,00	0,00	8	3,79	1695,51
6	588	86	39	3,00	0,07	0,00	0,00	0,10	0,00	10	2,28	1469,99
7	714	86	39	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	15	4,50	1549,72
8	588	86	39	3,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	14	4,06	1492,78
9	630	86	39	3,00	0,00	0,20	0,00	0,08	0,00	12	0,46	1552,14
10	504	86	39	3,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	3	*	*
11	630	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	6	*	*
12	462	86	39	3,00	0,00	0,27	0,09	0,00	0,00	10	0,94	974,95
13	546	86	39	3,00	0,08	0,00	0,23	0,10	0,00	10	*	*
14	546	86	39	3,00	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	11	6,49	1750,61
15	420	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	*	*
16	504	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	2,89	1541,76
17	462	86	39	3,00	0,00	0,09	0,09	0,00	0,00	6	1,57	1633,76
18	504	86	39	3,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	10	*	*
19	630	86	39	3,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	11	3,27	1592,92
20	546	86	39	3,00	0,08	0,23	0,00	0,00	0,00	11	1,73	1321,72
21	546	86	39	3,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	12	0,30	1378,78
22	672	86	39	3,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	4	*	*
23	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	8	6,79	1763,41
24	630	86	39	3,00	0,00	0,20	0,13	0,00	0,00	11	3,01	1308,89
25	630	86	39	3,00	0,00	0,07	0,13	0,00	0,00	8	*	*
26	504	86	39	3,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	9	*	*
27	378	86	39	3,00	0,11	0,11	0,11	0,00	0,00	8	3,99	1171,30
28	420	86	39	3,00	0,00	0,30	0,10	0,00	0,00	5	*	*
29	672	86	39	3,00	0,13	0,00	0,06	0,00	0,00	4	*	*
30	630	86	39	3,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	8	0,23	1237,22
31	462	86	39	3,00	0,09	0,18	0,00	0,09	0,00	6	1,81	1079,30

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 3 Çankaya Kavşağı sol şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	546	86	39	3,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	*	*	*
2	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	9	5,59	1614,21
3	756	86	39	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	17	3,91	1721,60
4	672	86	39	3,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	12	4,46	1657,84
5	672	86	39	3,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	7	7,36	1592,22
6	714	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	1,69	1879,90
7	630	86	39	3,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	6	1,44	1639,72
8	840	86	39	3,00	0,05	0,10	0,10	0,00	0,00	19	4,66	2291,44
9	714	86	39	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	14	3,89	1660,44
10	672	86	39	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	12	4,40	1656,98
11	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	5	*	*
12	588	86	39	3,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,00	5	*	*
13	714	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	6,30	1512,04
14	756	86	39	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	17	3,69	1847,76
15	462	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	5,10	1672,34
16	630	86	39	3,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	10	*	*
17	504	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	*	*
18	756	86	39	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	11	5,22	1931,77
19	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	5,33	1903,13
20	714	86	39	3,00	0,00	0,12	0,12	0,00	0,00	15	3,29	1731,00
21	672	86	39	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	16	2,16	1721,94
22	672	86	39	3,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	16	0,95	1540,00
23	672	86	39	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	7	1,85	1607,38
24	630	86	39	3,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	12	3,67	1640,37
25	714	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	3,86	1396,43
26	630	86	39	3,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	14	5,56	1474,74
27	462	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	2,43	1471,79
28	588	86	39	3,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00	11	3,61	1264,74
29	714	86	39	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	11	6,20	1635,83
30	588	86	39	3,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	5	*	*
31	630	86	39	3,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	14	3,10	1954,40
32	672	86	39	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	16	4,91	1769,84
33	672	86	39	3,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	16	0,32	1536,60
34	672	86	39	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	3,04	1527,17
35	672	86	39	3,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	10	4,82	1570,11
36	588	86	39	3,00	0,00	0,23	0,08	0,00	0,00	9	1,58	1622,64

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir..

EK 2 Bursa Kavşağı'na Ait Detaylı Veri Tabloları

Tablo 4 Bursa Kavşağı sağ şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	533	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	3,52	1902,25
2	410	88	40	3,30	0,10	0,00	0,10	0,33	0,00	6	0,81	1643,46
3	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,08	0,13	0,00	8	2,03	1640,84
4	328	88	40	3,30	0,13	0,00	0,13	0,29	0,00	7	1,44	1708,86
5	533	88	40	3,30	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	10	4,70	1962,74
6	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	7	3,48	1588,47
7	656	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	15	0,66	1580,96
8	492	88	40	3,30	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	7	1,06	1514,51
9	533	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	14	*	*
10	533	88	40	3,30	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	11	0,44	1392,11
11	492	88	40	3,30	0,00	0,17	0,00	0,13	0,00	8	2,54	1540,60
12	369	88	40	3,30	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	7	*	*
13	369	88	40	3,30	0,00	0,22	0,11	0,00	0,00	*	*	*
14	369	88	40	3,30	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	7	1,44	1740,53
15	410	88	40	3,30	0,00	0,20	0,00	0,09	0,00	11	0,34	1586,02
16	410	88	40	3,30	0,20	0,20	0,00	0,25	0,00	8	0,22	1026,66
17	697	88	40	3,30	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	17	6,96	1800,97
18	410	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
19	574	88	40	3,30	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	13	0,84	1369,40
20	615	88	40	3,30	0,07	0,13	0,07	0,00	0,00	14	6,17	1795,06
21	738	88	40	3,30	0,06	0,11	0,00	0,06	0,00	18	4,68	1652,78
22	615	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	3,43	1787,13
23	369	88	40	3,30	0,00	0,00	0,11	0,17	0,00	6	*	*
24	738	88	40	3,30	0,06	0,11	0,06	0,09	0,00	11	*	*
25	451	88	40	3,30	0,00	0,09	0,09	0,00	0,00	*	*	*
26	287	88	40	3,30	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	*	*	*
27	492	88	40	3,30	0,08	0,17	0,00	0,14	0,00	7	*	*
28	615	88	40	3,30	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	7	2,64	2062,64
29	492	88	40	3,30	0,00	0,08	0,08	0,17	0,00	12		*
30	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	8	1,71	1998,06
31	369	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	2,39	1722,49
32	533	88	40	3,30	0,23	0,15	0,00	0,08	0,00	12	6,94	1409,90
33	615	88	40	3,30	0,13	0,00	0,07	0,00	0,00	9	1,33	1656,39
34	328	88	40	3,30	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	8	*	*
35	615	88	40	3,30	0,07	0,13	0,00	0,00	0,00	8	1,19	1507,70
36	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	1,19	1638,35
37	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	8	*	*
38	656	88	40	3,30	0,06	0,00	0,00	0,23	0,00	13	*	*
39	369	88	40	3,30	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	8	*	*
40	984	88	40	3,30	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	6	*	*
41	533	88	40	3,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	10	0,23	1732,44

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 5 Bursa Kavşağı sağ şeride ait detaylı veri tablosu devamı

42	492	88	40	3,30	0,00	0,08	0,00	0,10	0,00	10	5,53	1363,55
43	574	88	40	3,30	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00	14	2,11	1732,94
44	328	88	40	3,30	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	*	*	*
45	656	88	40	3,30	0,00	0,13	0,13	0,00	0,00	8	0,10	1387,42
46	410	88	40	3,30	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	8	*	*
47	533	88	40	3,30	0,08	0,00	0,00	0,10	0,00	10	2,99	1636,24
48	451	88	40	3,30	0,09	0,00	0,09	0,27	0,00	11	0,63	1357,47
49	615	88	40	3,30	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	9	6,05	2005,57
50	410	88	40	3,30	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	*	*	*
51	451	88	40	3,30	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	9	3,71	1677,54
52	615	88	40	3,30	0,07	0,00	0,07	0,08	0,00	12	1,01	1634,51
53	574	88	40	3,30	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	14	*	*
54	410	88	40	3,30	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	6	*	*
55	533	88	40	3,30	0,08	0,00	0,08	0,18	0,00	11	1,46	1322,83
56	410	88	40	3,30	0,10	0,00	0,00	0,17	0,00	6	*	*
57	574	88	40	3,30	0,07	0,00	0,00	0,20	0,00	8	0,51	1792,38
58	492	88	40	3,30	0,08	0,17	0,00	0,11	0,00	9	2,22	1894,54
59	615	88	40	3,30	0,13	0,07	0,07	0,11	0,00	8	1,61	1536,82
60	369	88	40	3,30	0,11	0,00	0,11	0,00	0,00	*	*	*
61	533	88	40	3,30	0,08	0,08	0,08	0,00	0,00	*	*	*
62	533	88	40	3,30	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	6	7,08	2492,21
63	697	88	40	3,30	0,12	0,06	0,00	0,00	0,00	11	*	*
64	369	88	40	3,30	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	*	*	*
65	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	0,73	1586,43
66	574	88	40	3,30	0,00	0,07	0,07	0,08	0,00	9	0,36	1550,65
67	369	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	1,70	1904,76
68	410	88	40	3,30	0,30	0,10	0,00	0,29	0,00	7	3,53	1947,00
69	287	88	40	3,30	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	6	*	*
70	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	6	3,26	1992,80
71	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	*	*
72	451	88	40	3,30	0,00	0,09	0,00	0,29	0,00	7	*	*
73	492	88	40	3,30	0,00	0,08	0,00	0,22	0,00	9	*	*
74	615	88	40	3,30	0,07	0,00	0,07	0,10	0,00	10	*	*
75	492	88	40	3,30	0,08	0,00	0,08	0,11	0,00	8	0,05	1211,71
76	574	88	40	3,30	0,07	0,14	0,00	0,08	0,00	12	*	*
77	574	88	40	3,30	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	13	*	*
78	574	88	40	3,30	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	8	*	*
79	369	88	40	3,30	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	*	*	*
80	410	88	40	3,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	6	*	*
81	410	88	40	3,30	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	7	*	*

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 6 Bursa Kavşağı sol şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	2,07	1870,13
2	574	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	1,70	1696,78
3	615	88	40	3,30	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	7	0,75	1780,12
4	410	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	*	*
5	779	88	40	3,30	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	12	1,12	1922,44
6	410	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	0,58	1493,05
7	779	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	3,87	1960,61
8	779	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	2,77	1606,98
9	615	88	40	3,30	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	6	1,03	1786,60
10	738	88	40	3,30	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	9	1,48	1832,81
11	738	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	0,20	1965,75
12	450	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
13	533	88	40	3,30	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	7	1,27	1843,32
14	328	88	40	3,30	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6	1,86	2070,16
15	492	88	40	3,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	9	1,33	1731,60
16	533	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	1,88	1887,39
17	697	88	40	3,30	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	10	0,79	1746,72
18	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	1,61	1202,40
19	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	0,25	1787,04
20	697	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16	1,25	1691,93
21	697	88	40	3,30	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	16	0,09	1658,48
22	533	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	*	*
23	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	0,30	1764,19
24	738	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	0,17	1587,68
25	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	0,34	1617,11
26	490	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
27	738	88	40	3,30	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	9	*	*
28	574	88	40	3,30	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	12	2,09	1567,77
29	656	88	40	3,30	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	10	3,12	2037,74
30	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	8	*	*
31	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	4,93	2398,80
32	861	88	40	3,30	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	15	3,52	1801,56
33	738	88	40	3,30	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	13	1,51	1777,19
34	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	2,45	1570,00
35	820	88	40	3,30	0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	13	1,13	2027,03
36	574	88	40	3,30	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	9	3,74	1971,52
37	533	88	40	3,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	7	2,62	1834,55
38	779	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16	1,85	1718,58
39	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	1,98	2103,86
40	410	88	40	3,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	10	1,11	1557,54

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 7 Bursa Kavşağı sol şeride ait detaylı veri tablosu devamı

41	697	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	3,83	1481,48
42	533	88	40	3,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	9	4,30	2125,15
43	697	88	40	3,30	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	13	1,10	1591,04
44	615	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	*	*
45	369	88	40	3,30	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	7	*	*
46	574	88	40	3,30	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	13	3,76	1660,60
47	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	1,31	2188,78
48	574	88	40	3,30	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	9	1,89	1679,57
49	492	88	40	3,30	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	8	2,60	1523,33
50	779	88	40	3,30	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	9	0,42	1489,57
51	546	88	40	3,30	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
52	492	88	40	3,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	9	3,30	1764,19
53	492	88	40	3,30	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	11	0,93	1562,40
54	656	88	40	3,30	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	16	*	*
55	451	88	40	3,30	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	7	*	*
56	574	88	40	3,30	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	7	0,11	1310,52
57	451	88	40	3,30	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	6		
58	574	88	40	3,30	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	9	0,33	1485,15
59	615	88	40	3,30	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	9	1,21	1972,82
60	656	88	40	3,30	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	14	*	*
61	287	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	*	*
62	574	88	40	3,30	0,07	0,00	0,07	0,00	0,00	7	1,68	1601,66
63	697	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	*	*
64	697	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	*	*
65	369	88	40	3,30	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	8	*	*
66	574	88	40	3,30	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	9	1,92	1591,65
67	697	88	40	3,30	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	16	4,35	1800,08
68	540	88	40	3,30	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
69	615	88	40	3,30	0,13	0,07	0,00	0,00	0,00	7	0,14	1732,71
70	564	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
71	574	88	40	3,30	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	10	1,51	1419,47
72	574	88	40	3,30	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	9	*	*
73	656	88	40	3,30	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	8	*	*
74	492	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	1,16	2142,86
75	697	88	40	3,30	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	12	2,20	2267,90
76	779	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	0,57	1787,49
77	738	88	40	3,30	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	15	0,12	1510,41
78	574	88	40	3,30	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	10	3,94	1544,40
79	656	88	40	3,30	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	12	0,93	2330,85
80	451	88	40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	*	*

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

EK 3 Yunuslar Kavşağı'na Ait Detaylı Veri Tabloları

Tablo 8 Yunuslar Kavşağı sağ şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	480	75	21	3,30	0,30	0,10	0,00	1,00	0,00	8	*	*
2	480	75	21	3,30	0,00	0,00	0,10	0,80	0,00	5	*	*
3	432	75	21	3,30	0,33	0,00	0,00	0,86	0,00	7	*	*
4	96	75	21	3,30	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	2	*	*
5	192	75	21	3,30	0,00	0,25	0,00	0,67	0,00	3	*	*
6	288	75	21	3,30	0,17	0,00	0,00	1,00	0,00	6	*	*
7	288	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	6	*	*
8	384	75	21	3,30	0,00	0,00	0,13	1,00	0,00	7	*	*
9	192	75	21	3,30	0,25	0,00	0,25	1,00	0,00	2	*	*
10	240	75	21	3,30	0,00	0,40	0,20	1,00	0,00	3	*	*
11	336	75	21	3,30	0,00	0,14	0,00	1,00	0,00	6	*	*
12	288	75	21	3,30	0,17	0,00	0,00	1,00	0,00	4	*	*
13	336	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	5	*	*
14	480	75	21	3,30	0,10	0,00	0,00	1,00	0,00	6	*	*
15	192	75	21	3,30	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	3	*	*
16	432	75	21	3,30	0,33	0,11	0,00	0,75	0,00	4	*	*
17	288	75	21	3,30	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	3	*	*
18	336	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	5	*	*
19	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,33	1,00	0,00	6	2,14	1648,35
20	192	75	21	3,30	0,50	0,25	0,00	0,50	0,00	4	*	*
21	288	75	21	3,30	0,33	0,17	0,00	0,00	0,00	2	*	*
22	192	75	21	3,30	0,00	0,25	0,00	0,80	0,00	5	*	*
23	528	75	21	3,30	0,17	0,33	0,00	1,00	0,00	2	*	*
24	192	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	6	*	*
25	288	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	8	4,09	1492,38
26	288	75	21	3,30	0,33	0,17	0,00	0,00	0,00	2	*	*
27	240	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	5	*	*
28	192	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	4	*	*
29	144	75	21	3,30	0,33	0,00	0,00	1,00	0,00	2	*	*
30	336	75	21	3,30	0,14	0,00	0,00	0,67	0,00	3	*	*
31	192	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	6	*	*
32	336	75	21	3,30	0,14	0,14	0,00	1,00	0,00	2	*	*
33	240	75	21	3,30	0,20	0,00	0,00	1,00	0,00	8	2,09	1140,32
34	48	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	5	*	*
35	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,33	0,67	0,00	3	*	*
36	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1	*	*
37	192	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3	*	*
38	192	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4	*	*
39	48	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4	*	*
40	48	75	21	3,30	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	4	*	*
41	240	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	4	*	*
42	288	75	21	3,30	0,00	0,33	0,17	1,00	0,00	2	*	*
43	240	75	21	3,30	0,20	0,00	0,20	0,67	0,00	3	*	*
44	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 9 Yunuslar Kavşağı sol şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	480	75	21	3,30	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	7	3,89	1961,85
2	192	75	21	3,30	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
3	384	75	21	3,30	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	7	0,97	1412,69
4	48	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	*	*
5	240	75	21	3,30	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	4	*	*
6	192	75	21	3,30	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	3	*	*
7	192	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*
8	288	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	*	*
9	192	75	21	3,30	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	4	*	*
10	288	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	*	*
11	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5	*	*
12	384	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	*	*
13	336	75	21	3,30	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	6	*	1280,68
14	48	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
15	240	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	*	*
16	192	75	21	3,30	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	5	*	*
17	192	75	21	3,30	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	4	*	*
18	240	75	21	3,30	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00		*	*
19	384	75	21	3,30	0,13	0,00	0,13	0,00	0,00	6	1,87	1456,90
20	384	75	21	3,30	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	2	*	*
21	48	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	*	*
22	384	75	21	3,30	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	7	2,33	1574,34
23	240	75	21	3,30	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*
24	336	75	21	3,30	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	7	1,84	1790,45
25	240	75	21	3,30	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	2	*	*
26	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*
27	192	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	*	*
28	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
29	384	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	*	*
30	192	75	21	3,30	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	3	*	*
31	240	75	21	3,30	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	6	*	1602,49
32	144	75	21	3,30	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	3	*	*
33	96	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	*	*
34	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*
35	288	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*
36	48	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	*	*
37	96	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*
38	192	75	21	3,30	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	3	*	*
39	48	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	*	*
40	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
41	240	75	21	3,30	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2	*	*
42	288	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*
43	144	75	21	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

EK 4 Rektörlük Kavşağı'na Ait Detaylı Veri Tabloları

Tablo 10 Rektörlük Kavşağı sağ şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	816	70	40	3,50	0,06	0,00	0,00	0,40	0,00	5	*	*
2	867	70	40	3,50	0,12	0,00	0,00	0,29	0,00	7	0,62	1392,38
3	816	70	40	3,50	0,06	0,00	0,00	0,50	0,00	8	*	*
4	510	70	40	3,50	0,00	0,20	0,00	0,38	0,00	6	0,10	1255,45
5	816	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	3,15	1663,59
6	714	70	40	3,50	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	8	*	*
7	765	70	40	3,50	0,20	0,00	0,00	0,43	0,00	12	*	*
8	816	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	9	1,30	1469,27
9	510	70	40	3,50	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
10	459	70	40	3,50	0,33	0,11	0,00	0,20	0,00	5	*	*
11	918	70	40	3,50	0,17	0,00	0,00	0,29	0,00	14	3,04	1680,36
12	867	70	40	3,50	0,06	0,06	0,00	0,40	0,00	6	0,73	1719,61
13	663	70	40	3,50	0,23	0,00	0,00	0,40	0,00	5	*	*
14	816	70	40	3,50	0,00	0,00	0,06	0,40	0,00	5	*	*
15	408	70	40	3,50	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	4	*	*
16	867	70	40	3,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,00	12	1,12	1460,45
17	612	70	40	3,50	0,08	0,00	0,00	0,25	0,00	12	0,11	1450,15
18	867	70	40	3,50	0,06	0,00	0,12	0,20	0,00	10	0,28	1340,95
19	714	70	40	3,50	0,07	0,00	0,00	0,33	0,00	12	2,26	1608,31
20	969	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	16	1,53	1629,64
21	714	70	40	3,50	0,07	0,07	0,00	0,10	0,00	10	3,88	1600,00
22	714	70	40	3,50	0,00	0,07	0,00	0,17	0,00	6	2,16	1235,42
23	714	70	40	3,50	0,14	0,00	0,00	0,11	0,00	9	0,03	1339,09
24	1020	70	40	3,50	0,00	0,00	0,05	0,56	0,00	9	*	*
25	714	70	40	3,50	0,07	0,07	0,00	0,33	0,00	9	1,11	1486,37
26	663	70	40	3,50	0,08	0,00	0,08	0,00	0,00	*	*	*
27	867	70	40	3,50	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
28	816	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	7	1,51	1247,69
29	714	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	3	*	*
30	816	70	40	3,50	0,06	0,00	0,06	0,33	0,00	6	2,96	2029,88
31	663	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	7	1,14	1596,45
32	561	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	7	*	*
33	459	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	4	*	*
34	663	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
35	918	70	40	3,50	0,00	0,00	0,06	0,15	0,00	13	3,12	1698,38
36	816	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	7	0,60	1499,17
37	561	70	40	3,50	0,00	0,09	0,00	0,14	0,00	7	5,22	1941,75
38	510	70	40	3,50	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	3	*	*
39	816	70	40	3,50	0,13	0,00	0,00	0,14	0,00	7	*	*
40	765	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
41	867	70	40	3,50	0,12	0,00	0,00	0,50	0,00	8	0,33	1465,50
42	714	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	5	*	*
43	459	70	40	3,50	0,00	0,22	0,11	0,50	0,00	6	*	*
44	561	70	40	3,50	0,09	0,00	0,00	0,27	0,00	11	*	*
45	612	70	40	3,50	0,25	0,00	0,00	0,56	0,00	9	0,93	1355,52
46	816	70	40	3,50	0,06	0,06	0,00	0,38	0,00	8	*	*
47	969	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	8	0,11	1318,08
48	816	70	40	3,50	0,13	0,00	0,00	0,06	0,00	14	1,15	1529,83

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 11 Rektörlük Kavşağı sol şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	765	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
2	918	70	40	3,00	0,11	0,00	0,06	0,00	0,00	10	3,00	1608,22
3	816	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	0,79	1541,10
4	765	70	40	3,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	10	*	*
5	918	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	3,69	2258,71
6	918	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	15	1,25	1555,81
7	816	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	10	2,33	1821,56
8	765	70	40	3,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	8	2,87	1543,74
9	867	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	7	2,23	1832,06
10	1122	70	40	3,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	8	2,58	1924,10
11	1071	70	40	3,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	18	0,93	1874,23
12	1071	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	3,20	1561,91
13	918	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	6	4,79	2281,37
14	816	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	0,60	1296,36
15	714	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	2,19	1794,91
16	969	70	40	3,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
17	918	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	12	2,31	1696,91
18	867	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,53	1542,15
19	816	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	9	1,56	1775,15
20	867	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	16	*	*
21	816	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	1,12	1706,70
22	765	70	40	3,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	7	3,99	1549,72
23	918	70	40	3,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	18	*	*
24	867	70	40	3,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	10	*	*
25	918	70	40	3,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	9	2,31	1704,22
26	816	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	*	*
27	918	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
28	918	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
29	816	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	5	*	*
30	867	70	40	3,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	7	5,21	2304,25
31	765	70	40	3,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	6	*	*
32	867	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	6	*	*
33	408	70	40	3,00	0,25	0,13	0,00	0,00	0,00	4	*	*
34	816	70	40	3,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	13	5,03	1402,35
35	918	70	40	3,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	17	2,94	1546,09
36	969	70	40	3,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	18	1,23	1667,82
37	1224	70	40	3,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	6	2,03	1851,38
38	714	70	40	3,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	8	0,06	1417,88
39	765	70	40	3,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	5	*	*
40	969	70	40	3,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*	*
41	765	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	2,19	1496,17
42	459	70	40	3,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	3	*	*
43	663	70	40	3,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	12	2,67	1649,20
44	867	70	40	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16	2,38	1658,54
45	969	70	40	3,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	12	2,22	1703,03
46	867	70	40	3,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	16	4,05	1542,86
47	867	70	40	3,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	13	7,32	1861,32
48	969	70	40	3,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	19	7,42	1884,36

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

EK 5 Göztepe Kavşağı'na Ait Detaylı Veri Tabloları

Tablo 12 Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) sağ şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	1122	70	40	3,50	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	11	3,86	1503,22
2	1224	70	40	3,50	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	12	1,06	1569,82
3	1173	70	40	3,50	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	12	*	*
4	816	70	40	3,50	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	5	*	*
5	1020	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
6	1071	70	40	3,50	0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	7	2,64	1698,38
7	918	70	40	3,50	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	4	*	*
8	1224	70	40	3,50	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	10	1,79	1619,68
9	1122	70	40	3,50	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	4	4,00	*

Tablo 13 Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) orta şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	1377	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	3,25	1993,36
2	1071	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	*	1903,47
3	1224	70	40	3,50	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	15	2,99	1693,47
4	1173	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	2,32	2196,46
5	1122	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5	*	*
6	1377	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	2,20	2144,13
7	969	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	1,88	1891,75
8	1224	70	40	3,50	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	11	1,86	1651,05
9	1326	70	40	3,50	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	8	0,71	1961,85

Tablo 14 Göztepe Kavşağı (Göztepe Girişi) sol şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	1326	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17	2,87	1871,78
2	1326	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16	3,22	1921,02
3	1326	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18	*	*
4	1275	70	40	3,50	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	6	2,74	2083,94
5	1326	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	*	*
6	1326	70	40	3,50	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	8	0,65	2102,19
7	969	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
8	1377	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,96	2147,59
9	1224	70	40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	2,23	1918,98

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 15 Göztepe Kavşağı (Göztepe Çıkışı) sağ şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	459	70	43	3,50	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	9	*	*
2	510	70	43	3,50	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	9	5,32	1762,11
3	459	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	1,45	1534,09
4	561	70	43	3,50	0,00	0,18	0,09	0,00	0,00	11	6,72	1614,87
5	816	70	43	3,50	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	13	4,57	1749,74
6	561	70	43	3,50	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	7	*	*
7	306	70	43	3,50	0,33	0,17	0,00	0,00	0,00	6	*	*
8	714	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5	*	*
9	714	70	43	3,50	0,07	0,14	0,00	0,00	0,00	8	5,21	2008,09
10	663	70	43	3,50	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	10	1,87	2069,96
11	714	70	43	3,50	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	12	*	*
12	765	70	43	3,50	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	12	0,57	1627,58
13	714	70	43	3,50	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	10	*	*
14	408	70	43	3,50	0,13	0,25	0,00	0,00	0,00	7	*	*
15	510	70	43	3,50	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	6	0,94	1738,29
16	561	70	43	3,50	0,00	0,09	0,09	0,00	0,00	7	3,78	2110,20
17	612	70	43	3,50	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	9	*	*
18	714	70	43	3,50	0,07	0,14	0,00	0,00	0,00	9	0,29	1257,42
19	663	70	43	3,50	0,08	0,15	0,00	0,00	0,00	8	3,77	1546,06
20	663	70	43	3,50	0,15	0,08	0,00	0,00	0,00	9	7,82	2070,87
21	1224	70	43	3,50	0,13	0,08	0,04	0,00	0,00	12	1,47	1730,35
22	459	70	43	3,50	0,11	0,11	0,11	0,00	0,00	7	0,75	1256,84
23	510	70	43	3,50	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	5	*	*
24	510	70	43	3,50	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	5	*	*
25	612	70	43	3,50	0,17	0,08	0,00	0,00	0,00	6	5,27	2428,33
26	510	70	43	3,50	0,10	0,20	0,00	0,00	0,00	7	*	*
27	561	70	43	3,50	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	8	1,77	1325,23
28	459	70	43	3,50	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	5	*	*
29	816	70	43	3,50	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	8	2,23	1904,51
30	612	70	43	3,50	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	6	2,61	2412,87
31	357	70	43	3,50	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	7	*	*
32	408	70	43	3,50	0,13	0,25	0,00	0,00	0,00	8	1,74	1326,46
33	357	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	*	*
34	663	70	43	3,50	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	8	2,99	2181,82

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 16 Göztepe Kavşağı (Göztepe Çıkışı) orta şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	816	70	43	3,50	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	16	0,81	1465,15
2	765	70	43	3,50	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	15	0,89	1568,75
3	561	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	4,73	1179,55
4	765	70	43	3,50	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	14	7,06	1637,18
5	765	70	43	3,50	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	14	*	*
6	816	70	43	3,50	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	16	5,26	2030,36
7	765	70	43	3,50	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,44	1580,68
8	918	70	43	3,50	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	13	4,17	1945,48
9	918	70	43	3,50	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	16	1,90	1745,60
10	918	70	43	3,50	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	17	3,84	1898,20
11	765	70	43	3,50	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	15	1,19	1406,05
12	816	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	1,52	1813,10
13	714	70	43	3,50	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,58	1529,83
14	1020	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	2,14	2155,17
15	765	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	2,57	1591,26
16	612	70	43	3,50	0,08	0,00	0,08	0,00	0,00	12	*	*
17	663	70	43	3,50	0,08	0,23	0,00	0,00	0,00	13	6,84	1530,76
18	663	70	43	3,50	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	13	0,01	1332,07
19	714	70	43	3,50	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	13	0,76	1598,82
20	918	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16	2,84	1878,02
21	612	70	43	3,50	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	11	*	*
22	714	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	*	*
23	816	70	43	3,50	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	15	4,11	1902,02
24	867	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16	3,91	2238,57
25	561	70	43	3,50	0,09	0,09	0,00	0,00	0,00	11	1,94	1199,37
26	765	70	43	3,50	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	15	*	*
27	663	70	43	3,50	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	12	9,34	1743,02
28	1020	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	2,28	2067,13
29	918	70	43	3,50	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	15	1,35	1825,64
30	714	70	43	3,50	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	13	1,72	1475,14
31	561	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	*	*
32	612	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	*	*
33	612	70	43	3,50	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	12	0,44	1667,15
34	663	70	43	3,50	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	13	0,85	1690,32

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 17 Göztepe Kavşağı (Göztepe Çıkışı) sol şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	816	70	43	3,50	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	16	1,60	1476,12
2	918	70	43	3,50	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	15	1,40	1614,94
3	561	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	*	1223,95
4	663	70	43	3,50	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	13	*	1384,97
5	1071	70	43	3,50	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	20	*	*
6	816	70	43	3,50	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	16	*	1561,82
7	561	70	43	3,50	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	10	*	1449,47
8	663	70	43	3,50	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	12	1,52	1349,20
9	612	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	0,48	1332,14
10	765	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	*	1403,41
11	816	70	43	3,50	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	16	*	1519,47
12	765	70	43	3,50	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	14	*	1639,19
13	408	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	*	1659,75
14	561	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	*	1206,30
15	612	70	43	3,50	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	11	*	1473,25
16	867	70	43	3,50	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	17	1,78	1720,97
17	612	70	43	3,50	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	9	*	1328,02
18	714	70	43	3,50	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	14	*	1398,76
19	663	70	43	3,50	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	13	2,69	1405,70
20	561	70	43	3,50	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	11	*	1214,05
21	816	70	43	3,50	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	16	*	1448,26
22	867	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17	*	1607,75
23	765	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	1,39	1694,92
24	765	70	43	3,50	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	15	1,04	1660,10
25	714	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	2,52	1841,34
26	714	70	43	3,50	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	14	3,54	1674,11
27	816	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16	0,95	1615,01
28	765	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	3,59	1755,40
29	510	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	*	836,66
30	867	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17	*	1506,08
31	357	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	2,96	2042,55
32	561	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	*	1344,39
33	459	70	43	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	1,80	1296,27
34	1377	70	43	3,50	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,92	1533,61

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

EK 6 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı'na Ait Detaylı Veri Tabloları

Tablo 18 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı sağ şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	300	93	50	3,40	0,13	0,13	0,00	0,29	0,00	1	*	*
2	375	93	50	3,40	0,00	0,10	0,00	0,03	0,00	6	*	1722,49
3	412,5	93	50	3,40	0,09	0,18	0,00	0,14	0,00	7	*	657,01
4	487,5	93	50	3,40	0,23	0,00	0,00	0,33	0,00	4	*	*
5	412,5	93	50	3,40	0,09	0,00	0,09	0,13	0,00	2	*	*
6	450	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	2	*	*
7	150	93	50	3,40	0,25	0,25	0,00	0,12	0,00	4	*	*
8	412,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	2	*	*
9	337,5	93	50	3,40	0,11	0,11	0,00	0,20	0,00	3	*	*
10	225	93	50	3,40	0,17	0,50	0,00	0,18	0,00	5	*	301,00
11	225	93	50	3,40	0,00	0,17	0,00	0,22	0,00	1	*	*
12	187,5	93	50	3,40	0,00	0,20	0,00	0,16	0,00	4	*	*
13	112,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	3	*	*
14	450	93	50	3,40	0,08	0,17	0,00	0,22	0,00	8	3,21	1206,54
15	337,5	93	50	3,40	0,00	0,11	0,00	0,25	0,00	5	*	581,49
16	187,5	93	50	3,40	0,00	0,20	0,00	0,34	0,00	3	*	*
17	300	93	50	3,40	0,13	0,25	0,00	0,08	0,00	4	*	*
18	375	93	50	3,40	0,00	0,20	0,00	0,11	0,00	3	*	*
19	375	93	50	3,40	0,10	0,00	0,10	0,09	0,00	5	*	1636,36
20	300	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,05	0,00	1	*	*
21	262,5	93	50	3,40	0,14	0,00	0,14	0,25	0,00	4	*	*
22	337,5	93	50	3,40	0,11	0,33	0,00	0,31	0,00	3	*	*
23	187,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	1	*	*
24	412,5	93	50	3,40	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	4	*	*
25	262,5	93	50	3,40	0,00	0,14	0,00	0,05	0,00	2	*	*
26	450	93	50	3,40	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	2	*	*
27	375	93	50	3,40	0,10	0,00	0,00	0,03	0,00	5	*	647,60
28	337,5	93	50	3,40	0,00	0,22	0,00	0,11	0,00	3	*	*
29	262,5	93	50	3,40	0,14	0,29	0,14	0,35	0,00	4	*	*
30	412,5	93	50	3,40	0,18	0,00	0,00	0,32	0,00	4	*	*
31	487,5	93	50	3,40	0,00	0,08	0,00	0,25	0,00	2	*	*
32	337,5	93	50	3,40	0,11	0,00	0,00	0,33	0,00	3	*	*
33	525	93	50	3,40	0,07	0,00	0,07	0,31	0,00	3	*	*
34	300	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	1	*	*
35	300	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	3	*	*
36	562,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	6	*	1558,10
37	262,5	93	50	3,40	0,29	0,14	0,00	0,25	0,00	3	*	*
38	300	93	50	3,40	0,13	0,25	0,00	0,05	0,00	5	*	288,97
39	600	93	50	3,40	0,00	0,06	0,00	0,10	0,00	7	*	1612,42
40	525	93	50	3,40	0,07	0,14	0,00	0,13	0,00	7	*	1606,43

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 19 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı sağ şeride ait detaylı veri tablosu devamı

41	412,5	93	50	3,40	0,09	0,09	0,00	0,30	0,00	4	*	*
42	412,5	93	50	3,40	0,27	0,18	0,00	0,08	0,00	3	*	*
43	337,5	93	50	3,40	0,00	0,11	0,00	0,15	0,00	3	*	*
44	412,5	93	50	3,40	0,18	0,00	0,00	0,25	0,00	6	0,17	1193,24
45	412,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	8	1,50	1238,92
46	112,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	3	*	*
47	225	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	4	*	*
48	337,5	93	50	3,40	0,11	0,22	0,00	0,35	0,00	1	*	*
49	187,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	5	2,20	975,35
50	450	93	50	3,40	0,08	0,00	0,00	0,24	0,00	2	*	*
51	300	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,08	0,00	4	*	*
52	375	93	50	3,40	0,10	0,00	0,00	0,16	0,00	6	*	645,16
53	300	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,09	0,00	2	*	*
54	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	4	*	*
55	412,5	93	50	3,40	0,00	0,09	0,00	0,05	0,00	3	*	*
56	375	93	50	3,40	0,10	0,20	0,00	0,11	0,00	2	*	*
57	450	93	50	3,40	0,08	0,25	0,00	0,09	0,00	5	0,39	1512,61
58	450	93	50	3,40	0,08	0,00	0,17	0,33	0,00	4	*	*
59	337,5	93	50	3,40	0,00	0,11	0,00	0,08	0,00	1	*	*
60	262,5	93	50	3,40	0,00	0,14	0,00	0,26	0,00	3	*	*
61	225	93	50	3,40	0,00	0,83	0,00	0,23	0,00	8	*	594,97
62	487,5	93	50	3,40	0,08	0,08	0,00	0,19	0,00	5	*	854,30
63	150	93	50	3,40	0,25	0,00	0,00	0,10	0,00	2	*	
64	600	93	50	3,40	0,06	0,06	0,00	0,34	0,00	8	*	1651,75
65	150	93	50	3,40	0,00	0,25	0,00	0,32	0,00	1	*	*
66	375	93	50	3,40	0,00	0,10	0,00	0,17	0,00	2	*	*
67	300	93	50	3,40	0,25	0,13	0,00	0,08	0,00	3	*	*
68	525	93	50	3,40	0,07	0,00	0,00	0,10	0,00	2	*	*
69	338	93	50	3,40	0,00	0,22	0,00	0,06	0,00	4	*	*
70	338	93	50	3,40	0,11	0,00	0,00	0,13	0,00	4	*	*
71	375	93	50	3,40	0,10	0,10	0,00	0,21	0,00	4	*	*
72	338	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	4	*	*
73	413	93	50	3,40	0,00	0,18	0,00	0,34	0,00	5	*	300,25
74	263	93	50	3,40	0,14	0,14	0,00	0,23	0,00	2	*	*
75	225	93	50	3,40	0,00	0,20	0,00	0,34	0,00	4	*	*

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 20 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı orta şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	1	*	*
2	712,5	93	50	3,40	0,00	0,11	0,00	0,00	0,05	9	2,62	*
3	675	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	5	*	*
4	412,5	93	50	3,40	0,09	0,09	0,00	0,00	0,13	3	*	*
5	450	93	50	3,40	0,17	0,00	0,00	0,00	0,07	4	*	*
6	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	1	*	*
7	412,5	93	50	3,40	0,00	0,09	0,00	0,00	0,08	5	*	*
8	412,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	4	*	*
9	600	93	50	3,40	0,00	0,00	0,06	0,00	0,03	7	1,18	1448,50
10	525	93	50	3,40	0,00	0,00	0,07	0,00	0,12	4	*	*
11	450	93	50	3,40	0,08	0,00	0,00	0,00	0,05	1	*	*
12	600	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,01	2	*	*
13	262,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	5	*	*
14	487,5	93	50	3,40	0,08	0,00	0,00	0,00	0,12	6	*	*
15	562,5	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,11	6	0,40	1693,72
16	375	93	50	3,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,09	5	*	*
17	487,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,08	0,00	0,17	6	*	*
18	675	93	50	3,40	0,06	0,06	0,00	0,00	0,04	6	0,73	1662,82
19	487,5	93	50	3,40	0,08	0,08	0,00	0,00	0,11	3	*	*
20	337,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	3	*	*
21	487,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	6	*	*
22	412,5	93	50	3,40	0,09	0,18	0,09	0,00	0,08	5	8,85	1869,16
23	337,5	93	50	3,40	0,00	0,11	0,00	0,00	0,16	3	*	*
24	637,5	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	9	1,73	1458,91
25	525	93	50	3,40	0,00	0,00	0,07	0,00	0,08	3	*	*
26	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	3	*	*
27	525	93	50	3,40	0,14	0,00	0,00	0,00	0,04	7	*	*
28	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	6	*	*
29	525	93	50	3,40	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	7	1,75	1345,79
30	712,5	93	50	3,40	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	9	*	*
31	712,5	93	50	3,40	0,16	0,00	0,00	0,00	0,13	6	*	*
32	375	93	50	3,40	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02	0	*	*
33	562,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	3	*	*
34	300	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	2	*	*
35	337,5	93	50	3,40	0,11	0,00	0,00	0,00	0,13	4	*	*
36	787,5	93	50	3,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,08	8	0,73	1301,99
37	337,5	93	50	3,40	0,11	0,00	0,00	0,00	0,18	2	*	*
38	487,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	2	*	*
39	525	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	9	*	*
40	562,5	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,04	9	*	*
41	637,5	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06	6	*	*

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 21 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı orta şeride ait detaylı veri tablosu devamı

42	637,5	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	6	*	*
43	525	93	50	3,40	0,07	0,00	0,00	0,00	0,14	6	*	*
44	787,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	9	*	*
45	562,5	93	50	3,40	0,14	0,00	0,00	0,00	0,07	6	*	*
46	600	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,01	6	3,00	*
47	525	93	50	3,40	0,07	0,00	0,00	0,00	0,13	7	*	*
48	525	93	50	3,40	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	3	*	*
49	600	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	10	3,93	1715,37
50	525	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	5	0,37	1246,54
51	413	93	50	3,40	0,09	0,00	0,00	0,00	0,08	5	1,70	1825,56
52	675	93	50	3,40	0,17	0,00	0,00	0,00	0,19	9	*	1676,60
53	525	93	50	3,40	0,07	0,00	0,00	0,00	0,10	3	*	*
54	525	93	50	3,40	0,21	0,00	0,07	0,00	0,07	6	0,88	1566,24
55	525	93	50	3,40	0,00	0,00	0,14	0,00	0,16	5	4,25	1863,35
56	413	93	50	3,40	0,09	0,00	0,00	0,00	0,14	1	*	*
57	488	93	50	3,40	0,15	0,00	0,00	0,00	0,10	6	*	*
58	488	93	50	3,40	0,15	0,00	0,00	0,00	0,16	9	*	*
59	375	93	50	3,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,11	3	*	*
60	338	93	50	3,40	0,00	0,11	0,00	0,00	0,08	5	0,42	1461,63
61	563	93	50	3,40	0,07	0,00	0,07	0,00	0,04	6	*	*
62	675	93	50	3,40	0,06	0,00	0,11	0,00	0,15	5	1,27	1529,96
63	263	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	2	*	*
64	638	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,19	8	1,28	1470,74
65	488	93	50	3,40	0,00	0,08	0,08	0,00	0,16	1	*	*
66	338	93	50	3,40	0,11	0,00	0,00	0,00	0,07	3	*	*
67	375	93	50	3,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,14	6	3,09	1553,40
68	675	93	50	3,40	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	8	3,10	1529,47
69	525	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	6	*	*
70	450	93	50	3,40	0,08	0,00	0,08	0,00	0,02	5	*	*
71	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	2	*	*
72	300	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,04	5	0,31	1655,93
73	488	93	50	3,40	0,00	0,08	0,00	0,00	0,12	6	*	*
74	300	93	50	3,40	0,11	0,00	0,00	0,00	0,14	2	*	*
75	375	93	50	3,40	0,11	0,11	0,11	0,00	0,14	7	*	*

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 22 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı sol şeride ait detaylı veri tablosu

Devre No	Hacim (araç/saat)	Devre Süresi (sn)	Yeşil Süre (sn)	Şerit Genişliği (m)	Minibüs Oranı	Otobüs Oranı	Kamyon Oranı	Sağa Dönüş Oranı	Sola Dönüş Oranı	Kuyruk uzunluğu (araç)	Kayıp Zaman (sn)	Doygun Akım (araç/saat)
1	*	93	50	3,40	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	*	*	*
2	600	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,66	8	1,03	1716,12
3	1087,5	93	50	3,40	0,03	0,00	0,03	0,00	0,72	7	0,33	1348,15
4	487,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	2	*	*
5	450	93	50	3,40	0,08	0,00	0,00	0,00	0,82	9	0,49	1528,53
6	300	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	1	3,90	*
7	300	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	2	6,60	*
8	412,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	5	3,64	1683,03
9	600	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	6	4,13	2193,78
10	525	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	4	*	*
11	450	93	50	3,40	0,00	0,00	0,08	0,00	0,69	4	*	*
12	225	93	50	3,40	0,00	0,00	0,17	0,00	0,62	6	2,70	1817,72
13	262,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	5	6,45	2629,66
14	337,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	8	*	318,63
15	562,5	93	50	3,40	0,07	0,00	0,07	0,00	0,68	6	*	1357,47
16	487,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,08	0,00	0,57	8	0,78	1333,33
17	450	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	7	0,50	1037,76
18	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	8	*	1069,52
19	637,5	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,76	3	*	*
20	525	93	50	3,40	0,07	0,00	0,00	0,00	0,81	6	3,30	1633,76
21	412,5	93	50	3,40	0,09	0,00	0,00	0,00	0,61	8	3,03	1195,32
22	450	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	2	*	*
23	375	93	50	3,40	0,10	0,00	0,10	0,00	0,80	7	*	464,44
24	375	93	50	3,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,89	10	2,41	1399,78
25	750	93	50	3,40	0,05	0,00	0,00	0,00	0,68	6	4,38	1601,78
26	562,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	2	6,92	*
27	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	9	2,58	1373,42
28	562,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,07	0,00	0,56	7	3,30	1725,52
29	412,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,09	0,00	0,68	6	*	1107,69
30	375	93	50	3,40	0,10	0,10	0,00	0,00	0,56	9	1,85	1029,04
31	562,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	6	1,90	1486,68
32	675	93	50	3,40	0,11	0,00	0,06	0,00	0,62	0	*	*
33	1012,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,04	0,00	0,59	3	*	*
34	487,5	93	50	3,40	0,08	0,00	0,00	0,00	0,69	6	3,46	1538,13
35	412,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,09	0,00	0,73	7	1,78	1416,95
36	712,5	93	50	3,40	0,16	0,00	0,00	0,00	0,63	11	1,52	1340,85
37	300	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	4	*	*
38	562,5	93	50	3,40	0,07	0,00	0,07	0,00	0,75	6	0,47	1482,09
39	487,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	7	*	1696,25
40	525	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	8	3,90	1907,54
41	600	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	6	*	1140,14

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

Tablo 23 Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı sol şeride ait detaylı veri tablosu devamı

42	675	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,57	7	1,71	1594,33
43	487,5	93	50	3,40	0,08	0,00	0,00	0,00	0,64	4	*	*
44	450	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	3	*	*
45	675	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	10	1,70	1570,11
46	562,5	93	50	3,40	0,07	0,00	0,00	0,00	0,67	8	5,91	2695,12
47	750	93	50	3,40	0,05	0,00	0,00	0,00	0,65	5	*	1380,90
48	300	93	50	3,40	0,25	0,00	0,00	0,00	0,86	5	4,16	1616,52
49	825	93	50	3,40	0,05	0,00	0,00	0,00	0,73	8	2,43	1576,35
50	975	93	50	3,40	0,00	0,00	0,04	0,00	0,74	5	*	1254,36
51	412,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	4	*	*
52	525	93	50	3,40	0,07	0,00	0,00	0,00	0,79	8	*	1501,56
53	675	93	50	3,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,86	6	*	1457,49
54	1012,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	7	4,93	3691,05
55	637,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,06	0,00	0,79	7	0,89	1940,00
56	262,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	2	*	*
57	300	93	50	3,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,83	5	1,08	2054,79
58	712,5	93	50	3,40	0,05	0,00	0,00	0,00	0,80	9	5,29	1849,95
59	225	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	2	6,34	*
60	412,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	6	*	1477,83
61	712,5	93	50	3,40	0,11	0,00	0,00	0,00	0,72	9	0,80	1714,29
62	825	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	6	4,50	3703,70
63	637,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,06	0,00	0,66	4	6,93	*
64	862,5	93	50	3,40	0,04	0,00	0,00	0,00	0,63	12	*	1978,97
65	525	93	50	3,40	0,00	0,07	0,07	0,00	0,79	1	4,40	*
66	562,5	93	50	3,40	0,07	0,00	0,13	0,00	0,76	7	*	1547,94
67	600	93	50	3,40	0,00	0,00	0,06	0,00	0,55	9	0,07	1499,50
68	787,5	93	50	3,40	0,05	0,00	0,05	0,00	0,77	10	*	1372,65
69	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	7	5,71	1982,38
70	675	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	3	*	*
71	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	4	*	*
72	487,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	7	*	2112,26
73	562,5	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	5	5,15	1957,59
74	375	93	50	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	4	*	*
75	450	93	50	3,40	0,14	0,00	0,00	0,00	0,70	9	*	1466,28

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.

EK 7 Tez Kapsamında İncelenen Kavşaklara Ait Detaylı Analiz Tablosu

Tablo 24 Kavşaklara ait detaylı analiz tablosu

Kavşak Adı	Şerit Tipi	Örnek Sayısı (adet)	Doygun Akım Ort. (araç/saat)	Doygun Akım St. Sapma (araç/saat)	Kayıp Zaman Ort. (saniye)	Kayıp Zaman St. Sapma (saniye)
Atatürk Anadolu Lisesi Kavşağı /Bursa	Sol	63	1484	308	1,39	2,98
	Sağ	51	1305	295	0,67	4,37
Çankaya Kavşağı	Sol	27	1607	174	3,77	2,23
	Orta	25	1311	245	2,83	4,09
	Sağ	16	1096	256	*	4,15
Lunapark Kavşağı /Atatürk Bulvarı	Sol	20	1446	234	1,47	2,17
	Sağ	20	729	232	*	13,25
Lunapark Kavşağı /Sahil Gelişi	Sol	13	905	277	*	5,74
	Sağ	20	1312	344	0,09	5,50
Lunapark Kavşağı /Yeni Girne Gelişi	Sol	41	1533	232	4,29	4,26
	Sağ	47	1072	302	0,24	5,81
Balçova Çağdaş Taksi Kavşağı	Sol	53	1633	585	3,17	2,05
	Orta	20	1572	180	2,08	2,00
	Sağ	20	1039	512	2,34	2,36
Göztepe Kavşağı (Göstepe Girişi)	Sol	9	2008	117	2,11	1,06
	Orta	9	1930	192	2,17	0,83
	Sağ	9	1598	82	2,34	1,20
Göztepe Kavşağı (Göstepe Çıkışı)	Sol	33	1491	222	1,88	0,97
	Orta	27	1692	271	2,72	2,34
	Sağ	20	1783	360	3,06	2,16
Rektörlük Kavşağı	Sol	32	1714	240	2,72	1,77
	Sağ	25	1521	202	1,54	1,36
Yunuslar Kavşağı	Sol	41	1583	232	2,18	1,07
	Sağ	45	1427	260	2,77	1,14

*Kuyrukta trafik kuralı ihlallerine bağlı olarak analize alınamayan verileri göstermektedir.