

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞEHİR İÇİ YOLLARDA KURAL İHLALLERİ KONUSUNDA BİR İNCELEME

HALİL ŞENTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ULAŞTIRMA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. MUSTAFA GÜRSOY**

İSTANBUL, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR İÇİ YOLLARDA KURAL İHLALLERİ KONUSUNDA BİR İNCELEME

Halil ŞENTÜRK tarafından hazırlanan tez çalışması 23.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İsmail ŞAHİN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Hüseyin Onur TEZCAN
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Gündelik hayatımızda toplumsal refahı belli bir seviyede tutmak ve geliştirmek adına belirli standartlara bağlı kalınarak kurallar belirlenir. En başta belirlenen kuralların uygulanabilir olması önem taşıyan bir faktör olmakla birlikte; toplumsal refahın sürekliliği, kurallara uyum oranıyla da ilişkilidir. Kural ihlalleri yüksek olduğu durumlarda ihlale neden olan davranışlar incelenmeli, gerekliyse kurallar revize edilmelidir.

Ülkemizde gerek kent içi gerek kentler arası karayollarındaki sinyalize kavşaklarda gerçekleştirilen kural ihlalleri; çok sayıda ölümlü, yaralanmalı ya da maddi hasarlı kazalara sebebiyet vermektedir. Son yıllarda ülkemizde çeşitli kurum ve kuruluşlar, toplumsal refahı etkileyen bu durumun olumsuz etkilerini azaltmak ya da bütünüyle ortadan kaldırmak için Akıllı Ulaşım Sistemleri imkanlarından faydalanmaktadır. Bu teknolojilerin kullanımıyla beraber standartlardaki eksiklikler de giderilmelidir. Yapmış olduğum çalışmada, ülkemizin farklı yerlerinde belli bir uygulama standardı olmayan trafik sinyalizasyon yönetiminin kural ihlallerine olan etkisi araştırılmıştır.

Yüksek lisans eğitimi sürecimde her koşulda bilgi paylaşımı ve desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışma kapsamında kullandığım verileri temin etme konusunda yardımları için Malatya Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı'na ve özel olarak Muhammed TURAN'a ve değerli Trafik Kontrol Merkezi çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Veri analizleri konusunda desteklerini esirgemeyen ve bitirme çalışması için ofiste bulunmadığım zamanlarda işlerimin takibini yürüten değerli çalışma arkadaşlarım Fulya ÖZSAN, Şule YILDIZ, Hilal SAAT, Esra BAYTEKİN ve Alper KOÇ başta olmak üzere veri temini için kullandığım akıllı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesinde ve uygulanmasında katkısı bulunan şirketimdeki tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatımın bütününde, bulduğum konuma gelmemde en büyük emek sahibi ve eğitim sürecim boyunca her zaman maddi ve manevi desteklerini sunmuş olan çok değerli aile üyelerime teşekkürlerimi sunuyorum.

Temmuz, 2019

Halil ŞENTÜRK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.1.1 Kavşaklar	2
1.1.2 Kavşak Tipi Seçimi.....	3
1.1.3 Kavşaklarda Sinyalizasyon Gereklilik Analizi.....	4
1.1.3.1 8 Saatlik Sayım Değerleri.....	4
1.1.3.2 4 Saatlik Sayım Değerleri.....	4
1.1.3.3 Zirve Saat Sayım Değerleri	5
1.1.3.4 Yaya Sayımları	5
1.1.3.5 Okul Önü Yaya Geçişi	5
1.1.3.6 Koordineli Trafik Işıkları.....	5
1.1.3.7 Kaza Geçmişi	6
1.1.3.8 Yol Ağı.....	6
1.1.3.9 Demiryolu Geçidine Yakınlık	6
1.1.4 Sinyalize Kavşak Yönetimi.....	6
1.1.4.1 Sabit Süreli Yönetim	7
1.1.4.2 Yarı Uyarılı Yönetim.....	7
1.1.4.3 Tam Uyarılı Yönetim.....	8
1.1.4.4 Koordineli Yönetim	8

1.1.5	Sinyal Planı Tasarımı	8
1.1.5.1	Faz Düzeninin Belirlenmesi	9
1.1.5.2	Sarı ve Tam Kırmızı Sürelerin Belirlenmesi	11
1.1.5.3	Sinyal Döngüsünün Belirlenmesi.....	17
1.1.5.4	Yeşil Sürelerin Dağılımı	19
1.1.6	Sinyalize Kavşaklarda Kural İhlallerine Yönelik Araştırmalar.....	21
1.1.7	Dünyada Yeşil Sonu Flaş Uygulamaları	22
1.2	Tezin Amacı	23
1.3	Hipotez	24
BÖLÜM 2	.....	25
YÖNTEM	.....	25
2.1	Çalışma Alanı	25
2.2	Verilerin Toplanması	28
2.3	Verilerin Analizi	31
BÖLÜM 3	.....	32
BULGULAR	.....	33
3.1	Genel Bulgular.....	38
3.2	İhlallerin Kavşaklara Göre Kıyaslanması	41
3.2.1	Gülümser Caddesi Kavşağı.....	42
3.2.1.1	Gülümser Caddesi Kavşağı - Güney Geliş Yönü.....	45
3.2.1.2	Gülümser Caddesi Kavşağı - Kuzey Geliş Yönü.....	46
3.2.2	Mişmişpark Kavşağı	47
3.2.2.1	Mişmişpark Kavşağı - Batı Geliş Yönü	50
3.2.2.2	Mişmişpark Kavşağı - Doğu Geliş Yönü	51
3.3	İhlallerin Taşıt Sınıfına Göre Kıyaslanması	52
3.3.1	Gülümser Caddesi Kavşağı.....	54
3.3.2	Mişmişpark Kavşağı	56
BÖLÜM 4	.....	58
SONUÇ VE ÖNERİLER	.....	58
KAYNAKLAR	.....	60
EK-A	.....	64
KAVŞAKLARIN GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ	.....	64
EK-B	.....	70
ÇALIŞMA YAPILAN KAVŞAKLARA AİT SİNYAL PLANLARI	.....	70
ÖZGEÇMİŞ	.....	72

SİMGE LİSTESİ

a	Yavaşlama İvmesi (m/s ²)
δ	Algı-Reaksiyon Süresi (s)
L_v	Taşıt Uzunluğu (m)
RC	Tam Kırmızı Süresi (s)
v	Taşıt Hızı (m/s)
w	Kavşak Genişliği (m)
x_c	Taşıtın Kavşağı Terk Etme Mesafesi (m)
x_s	Durma Mesafesi (m)
Y	Sarı Süresi (s)

KISALTMA LİSTESİ

AUS	Akıllı Ulaşım Sistemi
KKC	Kavşak Kontrol Cihazı
MBB	Malatya Büyükşehir Belediyesi
SSM	Signal Switch Module
TKM	Trafik Kontrol Merkezi
YF	Yeşil Flaş

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Trafik hacmine göre kavşak tipi seçimi.....	3
Şekil 1.2 Sabit süreli yönetilen kavşak	7
Şekil 1.3 Yarı uyarılı yönetilen bir kavşakta dedektör yerleşimi	7
Şekil 1.4 Tam uyarılı yönetilen bir kavşakta dedektör yerleşimi	8
Şekil 1.5 Sinyalize bir kavşakta uygulanan faz çeşitleri	10
Şekil 1.6 Sarı süresi başlangıç anında karar noktasındaki taşıt [21]	12
Şekil 1.7 Karar noktasının dur çizgisine mesafesi (durma mesafesi) [21].....	13
Şekil 1.8 Taşıtın kavşağı terk etme mesafesi ve bileşenleri [21]	14
Şekil 1.9 Sarı ve tam kırmızı süreler [21].....	16
Şekil 1.10 Kayıp zamanın optimal döngü uzunluğu üzerine etkisi [25]	18
Şekil 1.11 Döngü süresi değişiminin gecikmeye etkisi [23]	19
Şekil 1.12 Webster ve önerilen yöntemlerin hesapladığı döngü sürelerinin karşılaştırılması [25]	20
Şekil 2.1 Çalışma yapılan kavşakların Malatya kenti içindeki konumları	26
Şekil 2.2 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın havadan görünümü	27
Şekil 2.3 Mişmişpark Kavşağı'nın havadan görünümü.....	28
Şekil 2.4 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney geliş yönüne ait trafik kamerası görüntüsü.....	29
Şekil 2.5 MBB TKM arayüzünden alınan Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait sinyal grup numaraları.....	29
Şekil 2.6 MBB TKM arayüzünden alınan sinyal grubu renk (SSM) verileri.....	30
Şekil 3.1 Yeşil flaşın uygulanmadığı Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait 17.05.2019 tarihli Kuzey ve Güney geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Sabah)	34
Şekil 3.2 Yeşil flaşın uygulanmadığı Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait 17.05.2019 tarihli Kuzey ve Güney geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Akşam)	35
Şekil 3.3 Yeşil flaşın uygulandığı Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait 31.05.2019 tarihli Kuzey ve Güney geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Sabah)	35
Şekil 3.4 Yeşil flaşın uygulandığı Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait 31.05.2019 tarihli Kuzey ve Güney geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Akşam)	36
Şekil 3.5 Yeşil flaşın uygulandığı Mişmişpark Kavşağı'na ait 17.05.2019 tarihli Doğu ve Batı geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Sabah).....	36
Şekil 3.6 Yeşil flaşın uygulandığı Mişmişpark Kavşağı'na ait 17.05.2019 tarihli Doğu ve Batı geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Akşam).....	37
Şekil 3.7 Yeşil flaşın uygulanmadığı Mişmişpark Kavşağı'na ait 31.05.2019 tarihli Doğu ve Batı geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Sabah).....	37

Şekil 3.8 Yeşil flaşın uygulanmadığı Mişmişpark Kavşağı'na ait 03.06.2019 tarihli Doğu ve Batı geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Akşam)	38
Şekil 3.9 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları	39
Şekil 3.10 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları.....	40
Şekil 3.11 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları.....	40
Şekil 3.12 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları.....	41
Şekil 3.13 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları	42
Şekil 3.14 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları	42
Şekil 3.15 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları.....	43
Şekil 3.16 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları	44
Şekil 3.17 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları	44
Şekil 3.18 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Güney geliş yönünde taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları	45
Şekil 3.19 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Güney geliş yönünde taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları.....	45
Şekil 3.20 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Güney geliş yönünde taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları.....	46
Şekil 3.21 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Kuzey geliş yönünde taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları	46
Şekil 3.22 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Kuzey geliş yönünde taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları.....	47
Şekil 3.23 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Kuzey geliş yönünde taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları.....	47
Şekil 3.24 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları.....	48
Şekil 3.25 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları	49
Şekil 3.26 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları.....	49
Şekil 3.27 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Batı geliş yönünde taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları	50
Şekil 3.28 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Batı geliş yönünde taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları.....	50
Şekil 3.29 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Batı geliş yönünde taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları	51
Şekil 3.30 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Doğu geliş yönünde taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları	51

Şekil 3.31 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Doğu geliş yönünde taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları.....	52
Şekil 3.32 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Doğu geliş yönünde taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları.....	52
Şekil 3.33 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre yeşil ışıktaki geçme oranları	53
Şekil 3.34 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre sarı ışıktaki geçme oranları.....	53
Şekil 3.35 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre kırmızı ışıktaki geçme oranları.....	54
Şekil 3.36 Gülümser Caddesi kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre yeşil ışıktaki geçme oranları	54
Şekil 3.37 Gülümser Caddesi kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre sarı ışıktaki geçme oranları.....	55
Şekil 3.38 Gülümser Caddesi kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre kırmızı ışıktaki geçme oranları.....	55
Şekil 3.39 Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre yeşil ışıktaki geçme oranları.....	56
Şekil 3.40 Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre sarı ışıktaki geçme oranları	56
Şekil 3.41 Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre kırmızı ışıktaki geçme oranları	57

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Kavşaklardan alınan verilere ait tarih-saat bilgileri	31
Çizelge 2.2 Veri analiz föyü	32
Çizelge 3.1 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın analiz edilen ana yönlerindeki trafik hacimleri	33
Çizelge 3.2 Mişmişpark Kavşağı'nın analiz edilen ana yönlerindeki trafik hacimleri.....	34
Çizelge 3.3 Yeşil flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların toplam analizi.....	39
Çizelge 3.4 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın öncesi ve sonrası durum analizi	43
Çizelge 3.5 Mişmişpark Kavşağı'nın öncesi ve sonrası durum analizi	48

ŞEHİR İÇİ YOLLARDA KURAL İHLALLERİ KONUSUNDA BİR İNCELEME

Halil ŞENTÜRK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY

Türkiye'nin nüfusuyla beraber şehirleşme hızı da artmaktadır. İmara açılan yeni alanlarla beraber coğrafi olarak genişleyen şehirlerde, vaktinde çevreyolu ya da ekspres yol olarak inşa edilmiş yollar kent sınırları içinde kalmaya başlamıştır. Türkiye'de yoğunlukla şehirler arası yollardaki sinyalize kavşaklarda, sürücülere yeşil ışığın kapanmak üzere olduğunu bildirmek amacıyla yeşil sonu flaş (fasılalı olarak yanıp sönen yeşil ışık) uygulaması yapılmaktadır. Bu uygulama, yerel yönetimler tarafından da kabul görmekte ve kent içi sinyalize kavşaklarda da uygulanmaktadır. Trafik sinyal tasarımı ile ilgili ulusal bir standart olmaması nedeniyle, bu uygulamalar bölgeden bölgeye farklılık gösterebilmektedir. Bunun yanı sıra, Karayolları Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı Trafik İşıkları Hakkındaki Yönetmelik'te yeşil sonu flaş tanımı yer almamaktadır. Bu durum, yeşil sonu flaş uygulaması bulunan kavşaklarda sürücülerin yavaşlama ya da hızlanma gibi birbirinden farklı davranışlar göstermelerine sebebiyet vererek trafik güvenliğini olumsuz yönde etkilemekte ya da sürücülerin karar vermelerini zorlaştırarak kural ihlallerini artırmaktadır. Konu ile ilgili literatürde sinyal fazları arasındaki geçiş (koruma) süreleriyle ilgili çalışmalar yer almakla beraber Türkiye'de yaygın olarak görülen yeşil sonu flaş uygulamasıyla ilgili yerel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada; biri kent içinde biri de şehirler arası yol üzerinde olmak üzere, yasal hız limitlerinin farklı olduğu iki koridordaki iki kavşakta, yeşil sonu flaş uygulamasının kural ihlalleri bakımından

sürücü davranışlarına olan etkisi incelenerek sonuçları değerlendirilmiştir. Sinyalize kavşakların sinyal tasarımlarda trafik güvenliğini artırmaya yönelik bulguların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: sinyal tasarımı, trafik sinyalizasyonu, trafik güvenliği, sürücü davranışı

A STUDY ABOUT TRAFFIC RULE VIOLATIONS IN URBAN ROADS

Halil ŞENTÜRK

Department of Civil Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Mustafa GÜRSOY

Urbanization rate of Turkey has been growing along with increasing population. In the geographically expanding cities along with new areas of development, roads which constructed as a ring road or expressway have begun to remain within the boundaries of the city. In Turkey, the flashing green interval (intermittent flashing green light) is applied to the signalized intersections on the inter-city roads to inform the drivers that the green light is about to close. This practice is also accepted by the local authorities and is also implemented in the urban signalized intersections. As there is no national standard for traffic signal design, these practices may vary from region to region. In addition, the Regulation on Traffic Lights issued by the General Directorate of Highways does not include the definition of flashing green. This may cause drivers to show different behaviors such as deceleration or acceleration at the intersections with flashing green application. Flashing green may also cause making decisions to be difficult for drivers and increase illegal crossings at the signalized intersections. In the literature review, there are studies related to the transition periods between the signal phases such as yellow and all red clearances. Although, a local study about flashing green application has not been found. In this study, the effects of flashing green to driving behaviour is examined at two different intersections located in two different corridors which have different legal speed limits. The aim of this study is to obtain the findings for signal design to improve the traffic safety of signalized intersections.

Keywords: signal design, traffic signal, traffic safety, driving behaviour

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Karayollarındaki trafik akışı içerisinde farklı bileşenler birbirleriyle etkileşim halindedirler. Trafik sistemi içerisinde yer alan bu bileşenlerden kritik 5 tanesi şunlardır:

- Yol kullanıcıları – sürücüler, yayalar, bisikletliler ve yolcular
- Taşıtlar – özel ve ticari taşıtlar
- Yol altyapısı – caddeler ve karayolları
- Trafik control cihazları
- Genel çevresel koşullar

İnsanlar karmaşık bir yapıya sahip olmakla beraber sürüşü etkileyecek çok fazla sayıda karakter yapısına sahiptir. Bir taşıt hareketinin tamamen insan kontrolüyle yönlendirildiği bir ulaşım altyapısı, sürücü davranışını kavramış iyi bir trafik mühendisliğine ihtiyaç duyar. Trafik mühendislerinin görev kapsamında, sürücülerin güvenli ve düzgün bir şekilde seyahat edebilmelerini sağlayacak bilgileri sürücülere ulaştırabilmenin doğru yöntemlerini bulmak yer almaktadır [1].

Trafikteki farklı bileşenlerin, ulaşım altyapısı içerisinde güvenli bir şekilde hareket edebilmelerini sağlamak adına uygulanan yöntemlerden biri de kavşakların sinyalizasyonla hale getirilmesidir. Trafik sinyalizasyonunun geçmişi 1868’de Londra, İngiltere’de elle kontrol edilen semafor sistemine kadar gitmektedir [2]. Türkiye’deki ilk sinyalizasyon kavşak ise 1929’da Karaköy, İstanbul’da kurulmuştur [3]. 2018 yılı itibarıyla İstanbul’da 2250 adet

sinyalize kavşak bulunmaktadır [4]. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise toplam 272.000'den fazla sinyalize kavşak bulunmaktadır [5]. Sinyalize kavşaklar, trafik kazalarının en çok meydana geldiği noktalardan biridir. Federal Highway Administration (FHWA) raporuna göre, Amerika Birleşik Devletleri'nde bir yılda 2,8 milyon kaza meydana gelmekte bu kazaların %40'ı sinyalize kavşaklarda görülmektedir. Sinyalize kavşaklarda çakışma noktalarının fazla olması kaza olasılığını artırmaktadır. Trafik hacimleri, seyahat hızları, kavşak geometrisi, taşıt-bisiklet-yaya etkileşimleri ve trafik sinyal yönetimi gibi parametreler kavşaktan kavşağa farklılık içerebilmektedir [6]. Ulaşımda yaşanan sorunlar, kentin ekonomik ve sosyal hayatında da olumsuz etkilere sahiptir [7]. Tüm bu faktörler sinyalize kavşakların etkin bir şekilde yönetilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır [2].

Bilgisayar teknolojisinin ucuzlaması ve donanımsal olarak boyutunun küçülmesiyle beraber Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) 1970'lerde Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya gibi ülkelerde kullanılmaya başlandı [8]. 1980'lerden itibaren bilgisayar sistemlerinin daha da gelişmesiyle Avrupa Birliği tarafından trafik güvenliği ile ilgili projeler geliştirilmiştir [9]. Günümüzde bilgisayar ve haberleşme teknolojisinin daha da ileri bir seviyeye ulaşmasıyla beraber, Türkiye'deki büyük şehirler de AUS teknolojilerinden faydalanmaya başlamıştır [10][11][12].

Karayolları Trafik Kanunu'na göre Türkiye'de trafik yönetimiyle ilgili kurumlar arasında Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve yerel yönetimler yer almaktadır [13]. Türkiye'nin farklı yerlerindeki sinyalize kavşaklarda yeşil sonu flaş uygulaması görülmektedir. Ancak KGM'nin yayınladığı Trafik Işıkları Hakkındaki Yönetmelik'te "fasıllı olarak yanıp sönen yeşil ışık" tanımı yer almamaktadır [14]. Bu durum ülke içerisinde standart olmayan bir sinyal yönetimine yol açmaktadır

1.1 Literatür Özeti

1.1.1 Kavşaklar

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün Karayolu Tasarım El Kitabı'ndaki tanımına göre kavşaklar, iki veya daha fazla karayolunun kesişmesi, birleşmesi ve ayrılması ile oluşan

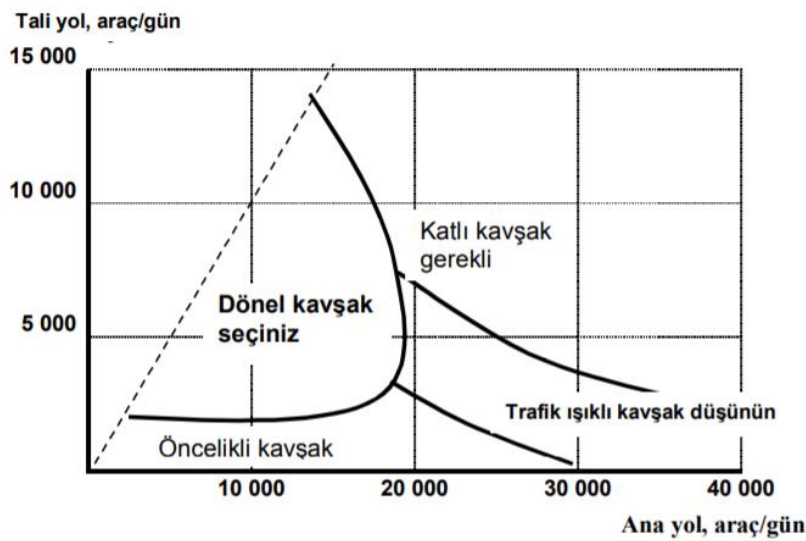
ortak alanlardır. Kavşağa giren ve çıkan yollardan (kavşak kollarından) ayrı ayrı yaklaşıldığında, kollaraki geometrik veya fiziki değişikliğin başladığı noktaların birleştirilmesi ile oluşan bölge ise kavşak alanını teşkil eder. Kavşaklar genellikle üç ya da dört kollu olup dörtten fazla kollu olması arzu edilmez [15].

Kavşaklar karayolunun önemli bir unsurudur. Bunun nedeni; yol performansı, güvenlik, hız, işletme maliyeti ve kapasite gibi özelliklerin kavşakların tasarımına bağlı olmasıdır. Kavşaklar iki veya daha çok karayolundaki doğrusal veya kesişen trafik akışlarını kapsadığı gibi, bu yollar arasındaki dönüş hareketlerini de içerir. Bu hareketler, kavşak tipine bağlı olarak çeşitli geometrik tasarımlar ve trafik kontrolü ile sağlanır.

Kavşaklar basitten karmaşığa doğru Hemzemin (Eşdüzey) Kavşaklar ve Farklı Seviyeli (Katlı) Kavşaklar olarak sıralanabilir. Hemzemin (Eşdüzey) Kavşaklar içerisinde benzer mantık izlendiğinde Dur Kontrollü Kavşaklardan Sinyalize Kavşaklara doğru bir yol izlenebilir. Bir kavşağın sinyalize olarak işletilebilmesi için öncelikle Sinyalizasyon Gereklilik Analizi'nin yapılması gerekmektedir [15].

1.1.2 Kavşak Tipi Seçimi

Kavşaklarda kesişen akımlar KGM Uzman Raporları'nda yer alan Kavşak Tipi Seçimi ile ilgili olarak Önerilen Esaslar raporu ve Sinyalizasyon Gereklilik Analizi'nde yer alan kriterler sağlandığında sinyalizasyon yöntemi uygulanır [16] [17].



Şekil 1.1 Trafik hacmine göre kavşak tipi seçimi

Sinyalize kavşaklarda akımların geçiş üstünlüğü ışıklı işaretlerle sağlanır. Bu tip kavşaklarda yol verilmesi esnasında geçmesi gereken yöne "yeşil ışık" ve durması gereken yöne "kırmızı ışık" yakılarak o kavşakta kesişmesi önlenir [18].

1.1.3 Kavşaklarda Sinyalizasyon Gereklilik Analizi

USDOT Federal Highway Administration'a ait Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways adlı standardına göre sinyalizasyon gereklilik araştırmasında, çalışma alanındaki mevcut işletme durumu ve güvenlik faktörleri ile geleceğe yönelik olası gelişmelerle beraber aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır [19]:

1.1.3.1 8 Saatlik Sayım Değerleri

Günün (ardışık olması gerekmeksizin) herhangi bir 8 saati için her 1 saatte en az;

- Ana kollarda (karşılıklı) geliş-gidiş yönlerinde 1'er şeritli (toplam 2 şerit) ise 500, 2'şer ya da daha fazla şeritli (toplam en az 4 şerit) ise en az 600 birim oto;
- Tali kollardan en çok taşıtın geçtiği yönde 1 şeritli ise 150, en az 2 şeritli ise en az 200 birim oto geçmelidir.

Kesintisiz akım koridorunda ise;

- Ana kollarda (karşılıklı) geliş-gidiş yönlerinde 1'er şeritli (toplam 2 şerit) ise 750, 2'şer ya da daha fazla şeritli (toplam en az 4 şerit) ise 900 birim oto;
- Tali kollardan en çok taşıtın geçen yönde 1 şeritli ise 75, 2 şeritli ise 100 birim oto geçmelidir.

Bu sayım değerleri, ana kollardaki yaklaşım hızının 65 km/sa'i aşması, nüfusu 10.000'den daha az bir izole yerleşim yeri olması vb. durumlarda değişiklik gösterebilir [19].

1.1.3.2 4 Saatlik Sayım Değerleri

2 şeritli yollar için günün (ardışık olması gerekmeksizin) herhangi bir 4 saati için her 1 saatte; ana kollarda (karşılıklı) geliş-gidiş yönlerindeki toplam birim otomobil sayısı, tali kollarda (karşılıklı) geliş-gidiş yönleri toplamından yaklaşık 900 fazla olmalıdır [19].

1.1.3.3 Zirve Saat Sayım Değerleri

2 şeritli yollar için 1 saatlik zirve saat diliminde ana kollarda (karşılıklı) geliş-gidiş yönlerindeki toplam birim otomobil sayısı, tali kollarda (karşılıklı) geliş-gidiş yönleri toplamından yaklaşık 1200 fazla olmalıdır [19].

1.1.3.4 Yaya Sayımları

Günün (ardışık olması gerekmez) herhangi bir 4 saati için her 1 saatte en az 100 yaya ya da günün herhangi bir saatinde en az 190 yaya geçiş yapmalıdır [19].

1.1.3.5 Okul Önü Yaya Geçiş

Öğrencilerin karşıdan karşıya geçiş talebinin en yoğun olduğu 1 saatte;

- En az 20 öğrenci geçiş yapmalıdır.
- 1 dakika boyunca güvenli geçiş yapabilecek aralık bulamamalıdır.

Bununla birlikte, bu koşulların olduğu durumlarda diğer çözümler (öğrencilerin karşıdan karşıya geçişlerinden sorumlu görevli, gelişmiş trafik işaretleri, yaya geçitlerinde geliş-gidiş yönleri arasında ortada bekleme alanı oluşturacak refüj/trafik adası) tavsiye edilmektedir [19].

1.1.3.6 Koordineli Trafik Işıkları

Koordineli trafik ışıkları arasında taşıtların koridorda kümelenerek kararlı bir halde seyir izlemesi arzu edilmektedir. Koordine edilen sinyalizasyon kavşaklarının arasındaki mesafenin istenilen taşıt kümelenmesini sağlamaması durumunda aşağıdaki durumlar incelenir. Bu durumlardan herhangi biri sağlandığında sinyalizasyon düşünülebilir:

- Tek yönlü cadde ya da trafiğin bir yönde daha baskın olduğu bir caddede, ardışık sinyalizasyon kavşaklarının aralarının fazla olması sebebiyle taşıt kümelenmesinin istenilen düzeyde olmaması,
- Çift yönlü trafiğin olduğu caddede ardışık trafik ışıklarının sinyal koordinasyonu için yeterli düzeyde taşıt kümesi sağlayamaması ve öngörülen sinyalizasyon kavşakla birlikte bu durumun iyileştirilecek olması.

Bu yöntem, sinyalize kavşakların arasındaki mesafe 300 metre'nin altındaysa uygulanmamalıdır [19].

1.1.3.7 Kaza Geçmişi

Çeşitli denetleme sistemlerinin denenmesi ve yeterli bir gözlemin ardından kaza sıklığının azalmamış olması, son 12 aylık süreçte trafik sinyalizasyonu ile önüne geçilebilecek boyutta olduğu düşünülen 5 ya da daha fazla sayıda trafik kazasının yaşanmış olması gibi durumlar varsa kavşağın sinyalize edilmesi düşünülebilir [19].

1.1.3.8 Yol Ağı

Yol, ana yol ağı ya da güzergahı gibi bir önem arz ederek tasarlanmışsa sinyalizasyon düşünülebilir [19].

1.1.3.9 Demiryolu Geçidine Yakınlık

Bir kavşağın yaklaşım kolunda, kavşağa 50 metre yakınlıkta “DUR” ya da “YOL VER” trafik levhaları ile kontrol edilen bir hemzemin demiryolu geçidi bulunuyorsa uygulanabilir [19].

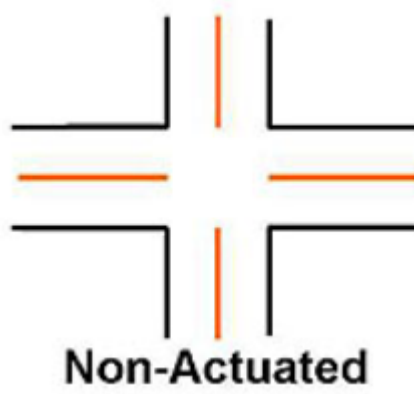
1.1.4 Sinyalize Kavşak Yönetimi

Özellikle kent içi alanlarda, trafik akımlarının birbirleriyle çakışmalarını önleyerek güvenli bir geçiş yapabilmelerini sağlamak adına sinyalize kavşak uygulaması yapılır. Tipik bir sinyalizasyon sisteminde ışıklar sırasıyla yeşil, sarı, kırmızı sırasıyla yanar [20]. Türkiye’de bunlara ek olarak kırmızıdan yeşile geçiş öncesi kırmızı ve sarının beraber yandığı ve yeşilden sarıya geçiş öncesi yeşilin flaş yaptığı işaretler de kullanılmaktadır.

Sinyalize kavşaklar, elektrik enerjisiyle çalışan ve modeline göre 20-30 farklı sinyal grubunu işletebilen bir Kavşak Kontrol Cihazı (KKC) ile yönetilir. 1990’lardan itibaren SCOOTs, SCATS, RHODES gibi kamera ya da loop dedektör gibi trafik sensörlerinden aldığı verilerle farklı sinyal süreleri ya da faz düzenleri ile yönetim sağlayan sistemler ortaya çıkmıştır [1].

1.1.4.1 Sabit Süreli Yönetim

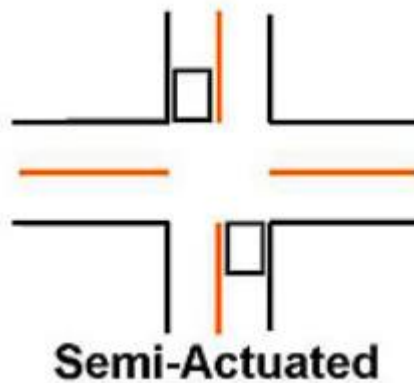
Sabit süreli kavşak yönetiminde; önceden belirlenmiş faz sıralamasında, fazlara atanmış sürelerle kavşak sabit bir döngü süresiyle çalışır. Modern Kavşak Kontrol Cihazları (KKC), gün içerisinde birden fazla sabit süreli sinyal planı çalıştırabilmektedir [1].



Şekil 1.2 Sabit süreli yönetilen kavşak

1.1.4.2 Yarı Uyarılı Yönetim

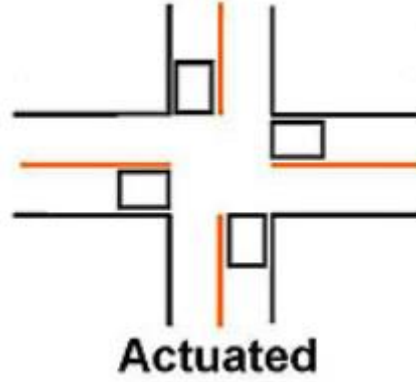
Yarı uyarılı sinyal yönetiminde, Şekil 1.3'teki gibi tali geliş kollarına dedektör yerleştirilmektedir. Ana yola kesintisiz olarak geçiş hakkı sağlanırken tali geliş kollarının birindeki detektör taşıt algıladığında ana yönler kırmızı yakarak tali koldan gelen taşıta geçiş hakkı sağlar [1].



Şekil 1.3 Yarı uyarılı yönetilen bir kavşakta dedektör yerleşimi

1.1.4.3 Tam Uyarılı Yönetim

Tam uyarılı sinyal yönetiminde, Şekil 1.4'teki gibi hem ana hem de tali geliş kollarına dedektör yerleştirilmektedir. Faz sıralaması, fazların yeşil süreleri ve döngü süreleri döngüden döngüye değişkenlik gösterebilir [1].



Şekil 1.4 Tam uyarılı yönetilen bir kavşakta dedektör yerleşimi

1.1.4.4 Koordineli Yönetim

Kent içinde belirli ana arterler üzerindeki doğru yönlü trafik hacmi, tali yönlerden fazlaysa ya da aralarındaki mesafe oldukça kısaysa, bir ya da birden fazla kavşak grubu birbirleriyle koordineli olarak çalışabilir. Bu sistem aslında bir sabit süreli yönetimdir. Önceden belirlenen sürelerle, sürücülerin belirli bir hızda kalması koşuluyla arterdeki tüm kavşaklarda yeşil ışığa denk gelmeleri sağlanır [1].

1.1.5 Sinyal Planı Tasarımı

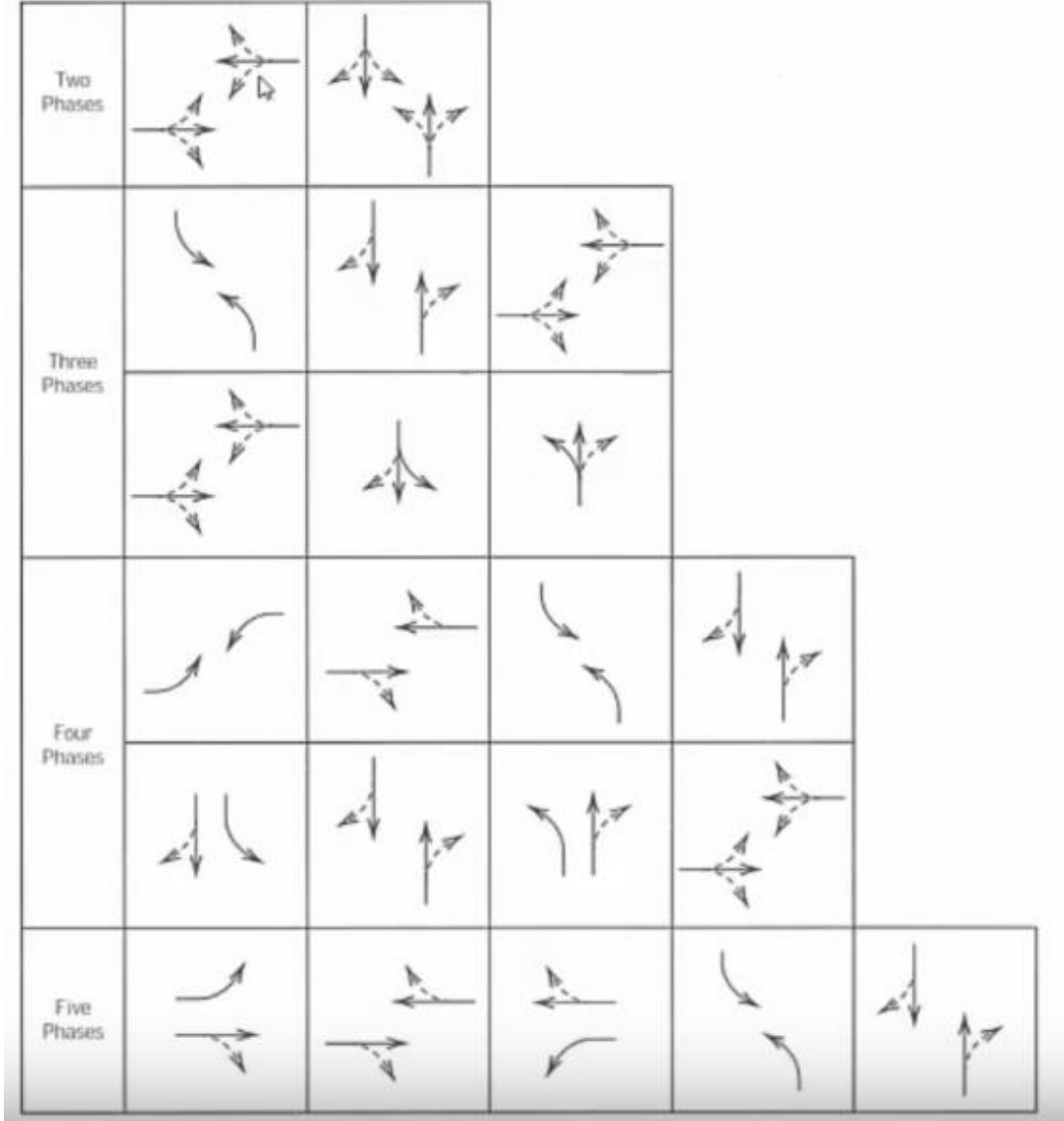
Sinyalize kavşakların etkin bir şekilde yönetilerek bekleme sürelerinin minimize edilmesi, kavşak kapasitesinin maksimum seviyede kullanılması ve taşıt hareketlerinin güvenli bir biçimde sağlanması için uygun bir sinyal planı tasarımına ihtiyaç vardır. Sinyal planı tasarımının 6 temel ilkesi vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir [1]:

- Faz düzeninin belirlenmesi
- Sarı ve tam kırmızı sürelerin belirlenmesi (Koruma süresinin hesaplanması)

- Döngü süresinin belirlenmesi
- Yeşil sürelerin dağılımı (Süre optimizasyonu)
- Yaya geçişi gereksinimleri
- Önceki adımlarda belirlenen kriterlerin performans değerlendirmesi

1.1.5.1 Faz Düzeninin Belirlenmesi

Faz düzeni belirlemenin amacı, bir kavşakta birbiriyle çakışan dönüş hareketlerini birbirinden ayırarak farklı fazlar içerisinde çalıştırmaktır. Dolayısıyla, bir faz içerisindeki dönüş hareketleri birbiriyle çakışan hareketler olmamalıdır [1].



Şekil 1.5 Sinyalize bir kavşakta uygulanan faz çeşitleri

Faz düzeni belirlemenin kesin bir yöntemi yoktur. Faz düzeni genellikle kavşağın geometrisine, trafik talebine ve dönüş miktarlarına göre şekillenir. Dolayısıyla, başlangıçta deneme yanılma yöntemiyle ilerlenir. Faz düzeni, sonrasındaki tasarım adımlarını etkilediği için oldukça önem arz etmektedir. Döngü süresi ve yeşil süre dağılımlarında değişiklik yapmak kolaydır ancak bir kavşaktaki faz düzeninde yapılacak köklü bir değişiklik sürücülerin kavşaktaki dönüş hareketlerinde karışıklık yaşamalarına sebebiyet verebilir [1].

1.1.5.2 Sarı ve Tam Kırmızı Sürelerin Belirlenmesi

Sarı ve tam kırmızı süreleri bir kullanıcı grubu ile diğeri arasında güvenli bir aralık sağlar. Bu zaman aralıklarının süresi kavşak yaklaşımındaki bir sürücünün aşağıdakilerden herhangi birini yapabilmesi için yeterli uzunlukta olmalıdır [21]:

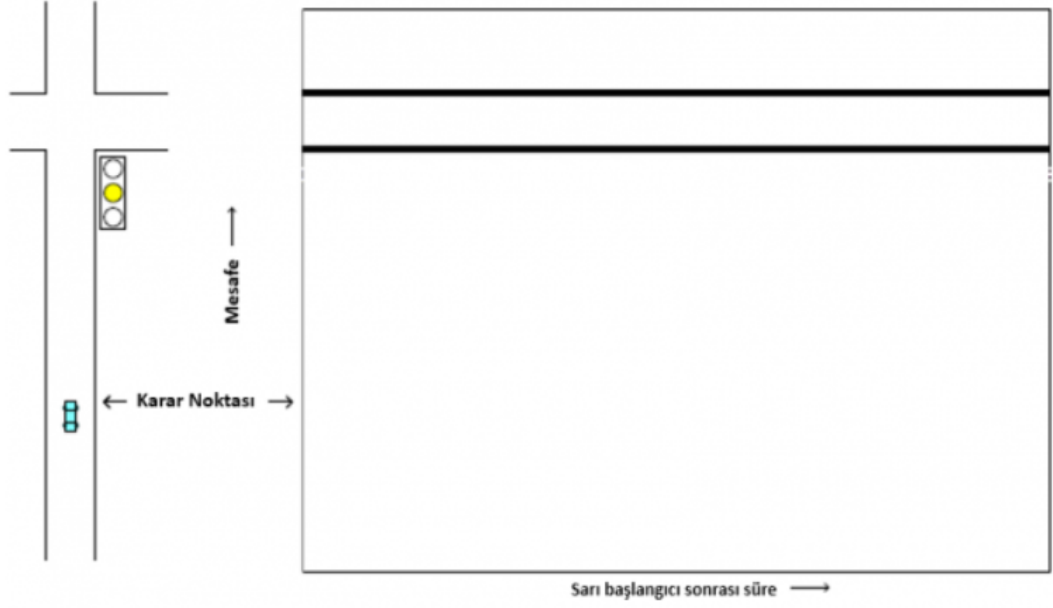
- Güvenli bir şekilde dur çizgisinde durabilmesi
- Çakışma yaratacak olan yön kavşağa girmeden önce kavşağı terk edebilmesi

Eğer sürücü bunlardan herhangi birini yapamıyorsa, güvenli olmayan bir koşul oluşmuş olur. Bir sürünün kavşak kolunda güvenli bir şekilde duramayacağı ya da kavşağı güvenli bir şekilde terk edemeyeceği kavşak yaklaşım kolundaki alana ikilem bölgesi (dilemma zone) denir [21].

Sinyalize kavşaklarda, çakışan fazlar arasındaki güvenli geçiş sarı ve tam kırmızı süreler ile sağlanır. Bu süreler için gerekli zamanın hesaplanmasında aşağıdaki 2 soru göz önünde bulundurulmalıdır [21]:

- Bir sürücünün durma gerekliliğini algılayıp ardından durması için ne kadar süreye ihtiyacı vardır?
- Bir sürücünün güvenli bir şekilde kavşağı tamamen terk etmesi için ne kadar süreye ihtiyacı vardır?

Şekil 1.6'da gösterilen karar noktası, sarı süresinin başlangıcında dur çizgisi yaklaşımındaki sürücünün durmaya karar vermesi durumunda güvenle durabileceği en yakın noktadır. Eğer sürücü kavşağa bu noktadan daha yakın mesafedeyse, güvenli bir şekilde duramayacaktır. Karar noktası ile dur çizgisi arasındaki mesafe durma mesafesine eşittir [21].



Şekil 1.6 Sarı süresi başlangıç anında karar noktasındaki taşıt [21]

İki terimden oluşan durma mesafesinin bileşenleri Denklem 1.1’de gösterilmiştir. İlk terim olan algı-reaksiyon süresi, sürücünün sarı ışığı algıladığı ve tepki verene kadar geçen sürede katettiği mesafedir. Sürücü daha sonra bir fren manevrası başlatır ve bu fren mesafesi ise denklemdeki ikinci terim ile ifade edilmektedir. Sürücünün algı-reaksiyon süresi 1-2 saniye arasında değişkenlik göstermektedir [21].

$$x_s = v\delta + \frac{v^2}{2a} \quad (1.1)$$

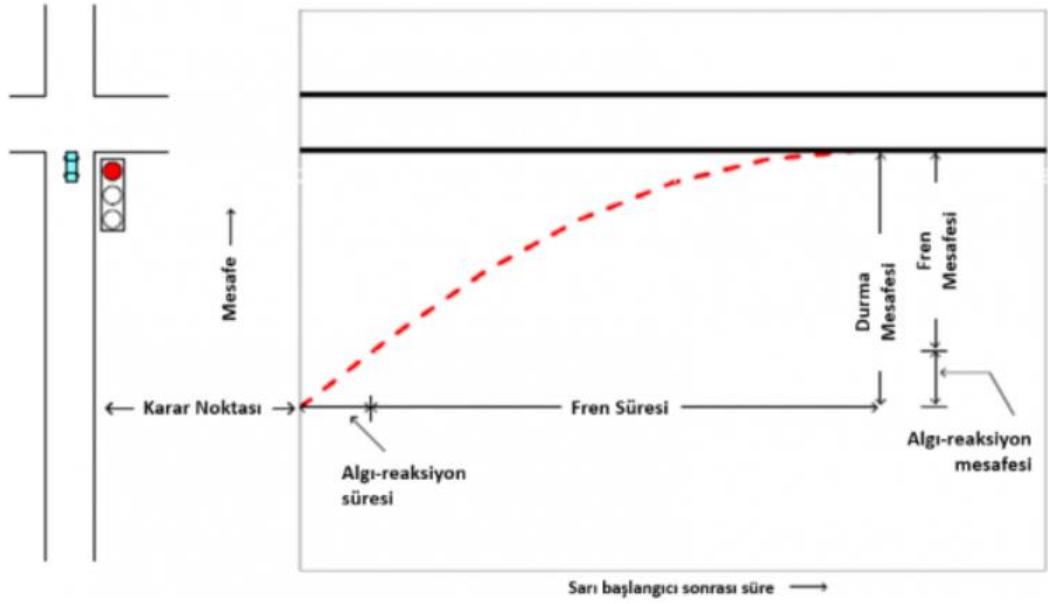
x_s = durma mesafesi (m)

v = taşıt hızı (m/s)

δ = algı-reaksiyon süresi (s)

a = yavaşlama ivmesi (m/s²)

Durma mesafesi kavramı Şekil 1.7’de gösterilmiştir. Durma mesafesi algı-reaksiyon mesafesinden ($v\delta$) ve fren mesafesinden, durma süresi ise algı-reaksiyon süresinden (δ) ve fren süresinden oluşur. Taşıt yörüngesi (kesikli çizgi) taşıtın karar noktasında sarı ışığa tepki vermeye başladığını, ardından fren yaptığını ve dur çizgisinde tamamen durduğunu gösterir [21].



Şekil 1.7 Karar noktasının dur çizgisine mesafesi (durma mesafesi) [21]

Karar noktasının diğer bir özelliği ise sarı ışık yandığı anda sürücünün kavşağı terk etmeye karar vermesi durumunda katetmesi gereken en uzun mesafe olmasıdır. Şekil 1.8’de belirtilmiş taşıt yörüngesine göre (düz çizgi), karar noktasından itibaren taşıtın arka tamponunun kavşağın çıkışını (kavşağın en uzak noktasını) tamamen geçtiği bir an gösterilmektedir. Kavşağı terk etme mesafesinin bileşenleri Denklem 1.2’de belirtilmiştir [21].

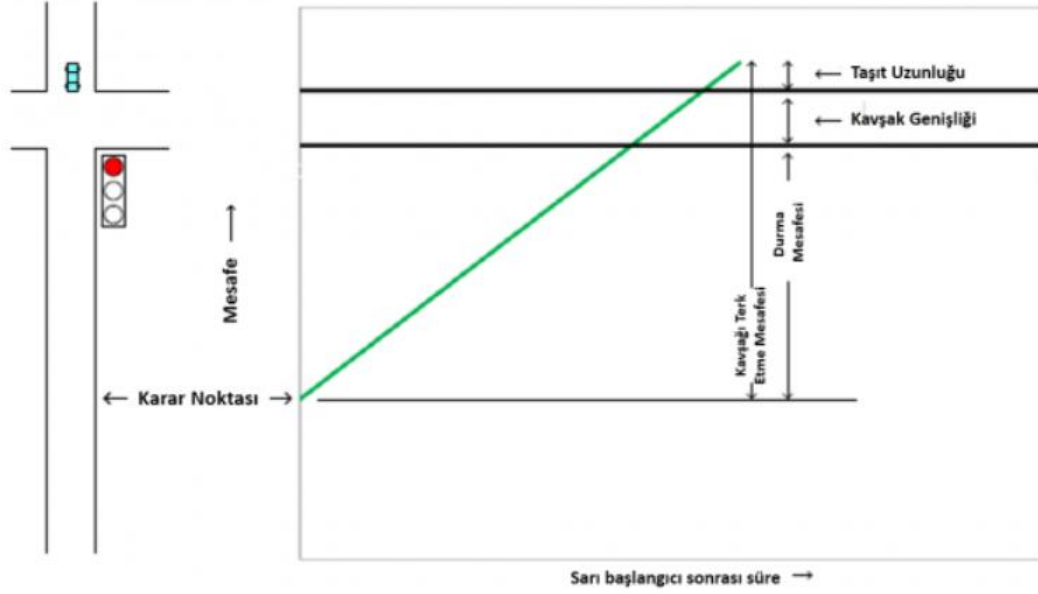
$$x_c = x_s + w + L_v \quad (1.2)$$

x_c = taşıtın kavşağı terk etme mesafesi (m)

x_s = durma mesafesi (m)

w = kavşak genişliği (m)

L_v = taşıt uzunluğu (m)



Şekil 1.8 Taşıtın kavşağı terk etme mesafesi ve bileşenleri [21]

Bir taşıtın kavşağı terk etmesi için gerekli olan süre, Denklem 1.3'te gösterildiği gibi sarı ve tam kırmızı sürelerinin toplamına eşittir [21].

$$Y + RC = \frac{x_c}{v} = \frac{x_s + w + L}{v} = \frac{x_s}{v} + \frac{w + L_v}{v} \quad (1.3)$$

Y = sarı süresi (s)

RC = tam kırmızı süresi (s)

x_c = taşıtın kavşağı terk etme mesafesi (m)

x_s = durma mesafesi (m)

w = kavşak genişliği (m)

L_v = taşıt uzunluğu (m)

Sarı süre, sürücünün sarı ışığı gördüğü anda sabit bir hızla dur çizgisine yaklaşabilmesi için tanımlanmaktadır. Denklem 1.4'te gösterildiği gibi, sarı süresi Denklem 1.3'ün ilk terimine eşittir [21].

$$Y = \frac{x_s}{v} = \delta + \frac{v}{2a} \quad (1.4)$$

Y = sarı süresi (s)

x_s = durma mesafesi (m)

v = taşıt hızı (m/s)

δ = algı-reaksiyon süresi (s)

a = yavaşlama ivmesi (m/s²)

Tam kırmızı süresi, sürücünün dur çizgisini geçtiği anda taşıtın arka tamponunun kavşağı tamamen terk edebilmesi için gerekli olan süredir. Denklem 1.5'te gösterildiği gibi, tam kırmızı süresi Denklem 3'ün ikinci terimine eşittir [21].

$$RC = \frac{w + L_v}{v} \quad (1.5)$$

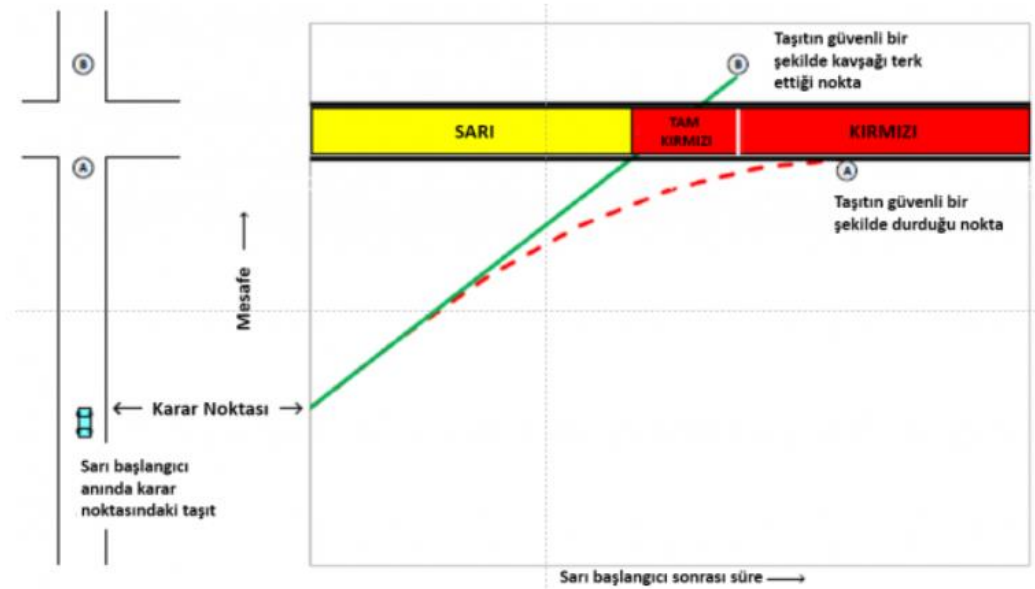
RC = tam kırmızı süresi (s)

w = kavşak genişliği (m)

L_v = taşıt uzunluğu (m)

v = taşıt hızı (m/s)

Sarı süresi ile tam kırmızı süresi arasındaki ilişki Şekil 1.9'da gösterilmiştir. Karar noktasındaki bir taşıtın durmaya karar verdiğinde A noktasına gelmesi için yeterli mesafesi olmalıdır (kesikli çizgi). Karar noktasındaki bir taşıtın sarı ışık yandığı anda kavşağı terk etmeye karar vermesi durumunda dur çizgisini geçerken kırmızı ışığın yandığını görür ve tam kırmızı süresinde kavşağı tamamen terk ederek B noktasına ulaşır (düz çizgi) [21].



Şekil 1.9 Sarı ve tam kırmızı süreler [21]

Aşağıdaki durumlardan herhangi biri gerçekleşirse ikilem bölgesi oluşabilir [21]:

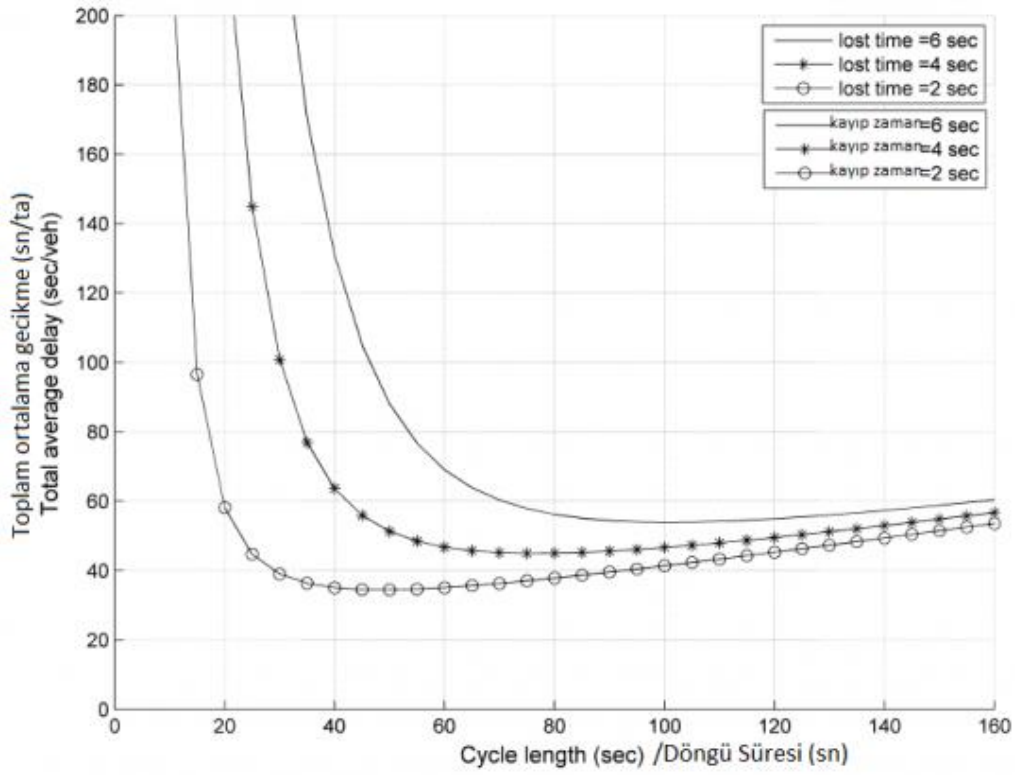
- Tam kırmızı ve sarı süreleri süreleri hesaplanandan daha kısa verilmişse,
- Yaklaşım kolundaki taşıtın hızı v değerinden küçükse,
- Taşıtın uzunluğu L_v değerinden büyükse,

Denklem 1.4 ve Denklem 1.5'in kullanılması ile hesaplanan tam kırmızı ve sarı süreleri ile ikilem bölgesi oluşumu önlenabilir. Eğer uygulanan süreler hesaplanan sürelerden daha uzun olursa, sürücü güvenli olmayan bir aralıkta kavşağa girebilir. Hesaplanandan daha uzun sarı süresinin uygulanması sürücünün kırmızı ışıktaki kavşağa girmesine neden olabilir. Bu durum diğer yönlerden gelen trafik ile çakışmaya ve kaza ihtimalinin artmasına neden olabilir [21].

1.1.5.3 Sinyal Döngüsünün Belirlenmesi

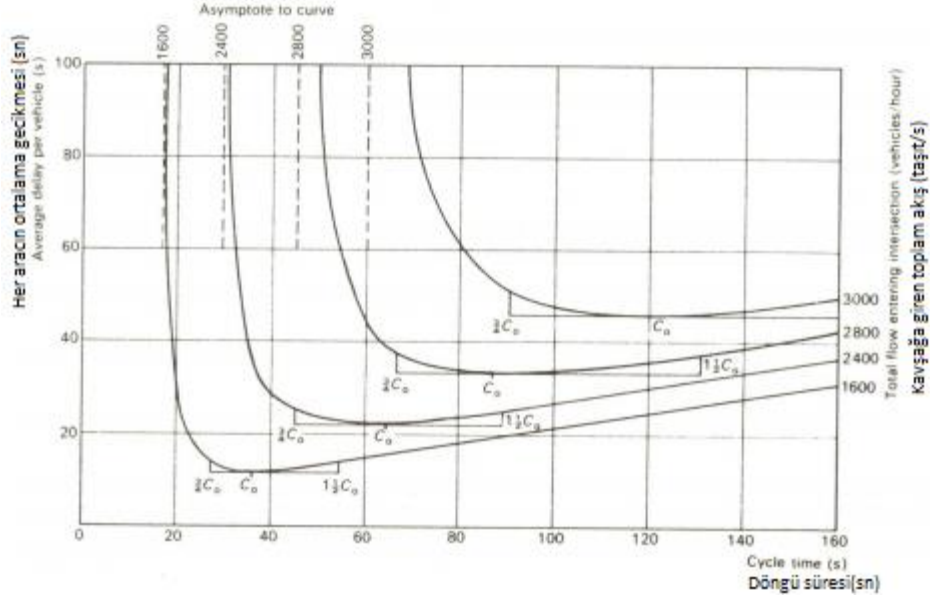
Bir kavşaktaki tüm sinyallerin kendini tekrar ederek yanmaya başlamadan önceki tamamladığı bir tam tura sinyal döngüsü denir. Sinyal döngüsü kavşakta her yöne sırasıyla geçiş hakkının sağlandığı saniye cinsinden tur uzunluğudur. Döngü süresinin belirlenmesinin amacı, araçlar için gecikmenin en aza indirilmesi ve sinyalizasyon kavşaklarda verimli bir performansın sağlanmasıdır [22].

Sabit zamanlı çalışan kavşaklarda sinyallerle verilen herhangi bir trafik akışı durumunda, döngü süresi kavşaktan geçen araçların ortalama gecikmesini etkilemektedir. Döngü süresinin çok kısa olduğu durumlarda, yeşiller arası periyottaki kayıp zamanın ve başlangıç gecikmelerinin işgal ettiği döngü süresine oranının yüksek olması sinyal kontrolünün yetersiz kalmasına ve uzun gecikmelere neden olmaktadır. Döngü süresi uzun olduğunda ise bekleyen araçlar yeşil süresinin ilk saniyelerinde kavşağı boşaltır, yeşil süresinin son kısmında durma çizgisinden geçen araçlar geniş aralıklarla gelen araçlar olmaktadır [23]. Ayrıca her bir koldaki araç bekleme süresi artacaktır. Bu nedenle optimum periyot süresinin tayini minimum gecikme ve minimum toplam kayıp süre yönünden önemlidir [24]. Highway Capacity Manual (HCM), toplam kayıp süre için her fazda 4 saniyelik varsayılan bir değer tanımlar [2].



Şekil 1.10 Kayıp zamanın optimal döngü uzunluğu üzerine etkisi [25]

Bir sinyalizasyon kavşağında döngü süresi hesaplanırken; kavşağın geometrik özelliklerini, seçilen faz düzenini ve trafik koşullarını göz önünde bulundurmak önemlidir. Sinyal döngüsü genellikle gecikmeyi ve sürücü sabırsızlığını azaltmak için 60-120 saniye arasındadır. Ancak çok özel şartlar haricinde periyodun 60 ile 80 saniye arasında seçilmesi genellikle uygun olmaktadır [24].



Şekil 1.11 Döngü süresi değişiminin gecikmeye etkisi [23]

1.1.5.4 Yeşil Sürelerin Dağılımı

Geçmişte optimum faz sürelerinin hesaplanmasında kullanılmış olan yöntemler şunlardır [26]:

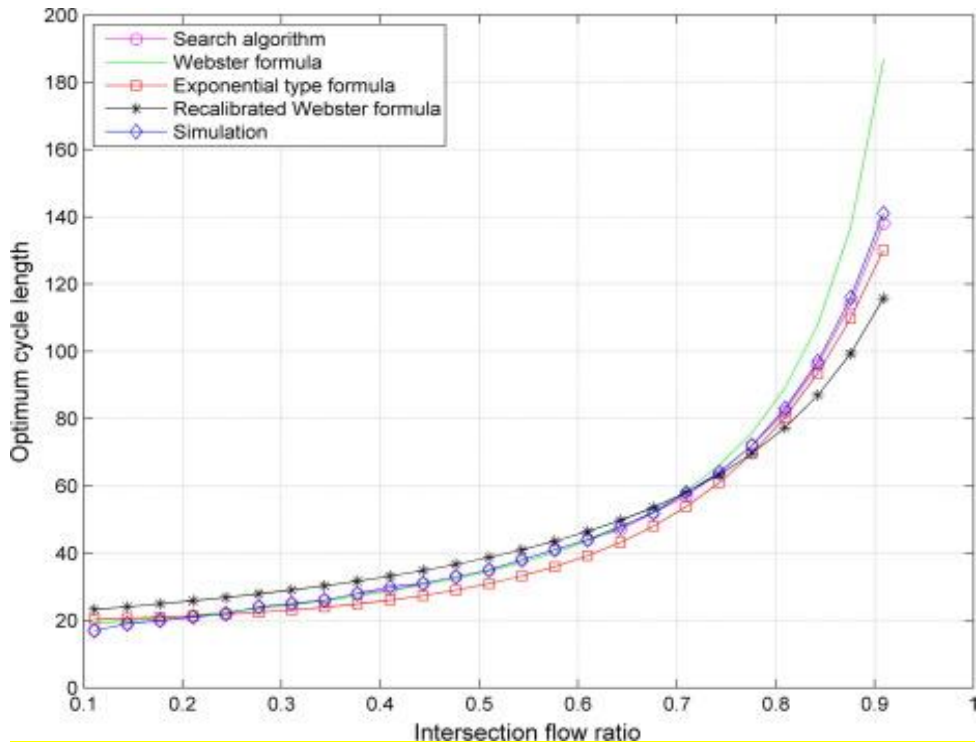
- Trafik polisi
- Tecrübe
- Sahada dene-yanıl
- El ile hesaplama
- Bilgisayar yazılımları

Bunlardan ilk üçü öznel, son ikisi ise matematiksel yaklaşımlardır. Sinyal sürelerinin optimize edilmesi için trafik akım kuramını temel alan mevcut yaklaşımlar literatürde aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır [27]:

- Faz Tabanlı Yöntemler
 - İngiliz (Webster) Yöntemi
 - Highway Capacity Manual (HCM) Yöntemi

- Hareket Tabanlı Yöntemler
 - Avustralya (Akçelik) Yöntemi

Webster, 1958 yılında taşıt gecikmelerini ilk kez modellemiştir [28]. Kavşaktaki toplam gecikme süresini en aza indirecek uygun devre süresinin hesaplanabilmesi için Webster tarafından Optimum Devre Süresi modeli geliştirilmiştir. Belirlenen devre süresi fazlar arasında doygunluk derecelerine göre dağıtılır. Webster yönteminde temel doygun akım değeri kavşak kolu genişliğine göre belirlendikten sonra, eğim, trafik kompozisyonu, sağ ve/veya sol dönen trafik, yaya etkisi ve park şeridi etkisine göre düzeltilmektedir [29].



Şekil 1.12 Webster ve önerilen yöntemlerin hesapladığı döngü sürelerinin karşılaştırılması [25]

Highway Capacity Manual (HCM) Yöntemi'ne göre kavşaklarda kapasite her bir kavşak kolu için tanımlanmaktadır [30]. Tüm kavşak kollarının aynı zamanda doygunlaşmasının nadiren gerçekleşen bir durum olduğu belirtilmiş, en önemli etmen olarak kavşak

kapasitesi alınmış olup, akımların gecikmeye maruz kalmadan kavşaktan geçip geçemeyeceklerine önem verilmiştir [29].

Dr. Rahmi Akçelik tarafından geliştirilen yöntem ilk olarak 1981 yılında Avustralya Yol Araştırma Kurumu tarafından yayınlanmıştır [31]. Bu yöntem ile yapılan hesaplamalarda geleneksel yöntemlerde kullanılan fazlar yerine akımlar tekil olarak dikkate alınmaktadır. Her akım için doygun akım değeri ve akım oranı belirlenerek, doygunluk derecesi hesaplanmaktadır. Doygunluk derecelerine göre kritik akımlar tespit edilmektedir. Bu kritik akımlar hem devre süresi hesabında hem de yeşil süre hesabında kullanılmaktadır. Faz kayıp zamanı yerine, akım kayıp zamanının kullanımı ve etkin yeşil sürenin devre süresi oranı olarak tanımlanan “yeşil süre oranı” bu yöntemde has yeniliklerdir [29]. Akçelik (1988) yapmış olduğu çalışmada, HCM (1985) gecikme formülünü kalibre ederek alternatif bir model oluşturmuş ve diğer gecikme modelleriyle karşılaştırmıştır [32, 33].

1.1.6 Sinyalize Kavşaklarda Kural İhlallerine Yönelik Araştırmalar

Sinyalize bir kavşağa yaklaşan sürücü durmak ya da sürüşüne devam etmek arasında bir seçim yapar. Bu seçimi etkileyen faktörlerden bazıları şunlardır [34]:

- Taşıtın kavşağa yaklaşma hızı
- Sürücünün kavşak yaklaşımında farketmediği trafik ışık rengi
- Sürücünün sarı ışığı gördüğü konum ile trafik ışığının konumu arasındaki mesafe
- Hava koşulları (yağmur, kar)
- Sürücü davranış özelliği (agresif ya da sakin)
- Yolun kaplama koşulları (ıslak, buzlu)
- Taşıt türü

Kırmızı ışık ihlali sinyalize kavşaklarda en sık görülen kural ihlalidir. 1992-1998 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri’nde kırmızı ışık ihlaliyle ilgili kazalarda yaklaşık 6000 kişi hayatını kaybetmiş, 1.4 milyon kişi yaralanmıştır. 1994-1998 yılları arasında Avustralya’da yapılan bir çalışmada sinyalize kavşaklardaki kazaların %21 oranla kırmızı ışık ihlaline bağlı olduğu ortaya konmuştur [35].

Gazis, Herman ve Maradudin'in (1960) yaptığı araştırma, sinyalizasyon kavşak yaklaşımındaki sürücü davranışının sarı ışıktan etkilendiğini ortaya koymuş, kararsızlık bölgesi (dilemma zone) tanımını literatüre kazandırmıştır. Sarı ışık süresinin yeteri kadar uzun olduğu durumda sürücülerin kırmızı ışık kuralına daha yüksek oranda uyduklarını, yeterli uzunlukta olmayan sarı ışık süresinin ise sürücülerin durma ya da geçme kararını verme süresini artırarak kararsızlık bölgesinin ortaya çıkmasına, sarı ışığı bu alan içerisinde gören sürücülerin kırmızı ışık ihlali gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir [36].

Sarı ışığı gören sürücü davranış modelini inceleyen bir araştırmada; taşıtların sarı ışığı gördükleri mesafe üzerinden bir inceleme yapılmış, sürücünün sarı ışığı gördüğü andaki konumunun kavşağa olan mesafesi azaldıkça kırmızı ışıktan geçme oranlarının yüksek olduğu görülmüştür. Kavşağa orta mesafe uzaklıktaki sürücü davranışı ise sinyalizasyonda geri sayım sayacı olup olmamasıyla kıyaslanmış, geri sayım sayaçlı kavşaklarda kırmızı ışık ihlal oranı %85 iken, geri sayım sayacı bulunmayan kavşaklarda taşıtın yaklaşım hızı arttıkça kırmızı ışık ihlal oranının daha yüksek olduğu görülmüştür [37].

Geri sayım sayaçlarının kırmızı ışık ihlallerine etkisinin incelendiği bir araştırmada; geri sayım sayaçlarının kısa vadede kırmızı ışık ihlallerini olumlu yönde etkileyerek azalttığını, ancak bir süre sonra kırmızı ışık ihlallerinin yeniden artış göstermeye başladığını ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra geri sayım sayaçları uygulamasından sonra sarı ışığı gördüğünde durmayı seçen taşıt sayısı ise artış göstermiştir [38].

Günümüzde, sürücülerin sinyalizasyon kavşaklarda kırmızı ışık kural ihlallerini denetlemek için elektronik denetleme sistemleri kurulmaktadır [39, 40]. Yapılan çalışmalar, kameralı kırmızı ışık ihlal denetleme sistemlerinin aktif olduğu sinyalizasyon kavşaklarda yaralanmalı kaza sayısının %4 ile %48 arasında azaldığını ortaya koymuştur [41].

1.1.7 Dünyada Yeşil Sonu Flaş Uygulamaları

1970'lerin başında Almanya, Avusturya ve İsrail'de yeşil ışıktan sarıya geçişte sürücünün karar vermesini kolaylaştırabilmek adına çeşitli uygulamalar yapılmıştır.

1970 yılında Almanya’da Behrendt yeşil sonu flaş, sarı ışıkla beraber yeşil sonu flaş, sabit sarı ışık ve sarı ile yeşilin beraber flaş yaptığı durumlar test edilmiştir. Sahada yapılan denemeler sonucunda, sürücülerin güvenli duruş için karar vermesinde etkili olan ışığın yeşil sonu flaş değil sarı ışık olduğu gözlemlenmiştir. Öte yandan, yapılan denemelerin kaza sayılarını azaltmaya yönelik bir etkisi gözlemlenmemiştir [42].

1973 yılında Viyana, Avusturya’da Knoflachner’in yaptığı çalışmada ise yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı kavşaklarda yavaşlama ivmeleri ve kaza sayıları karşılaştırılmıştır. Yeşil sonu flaş uygulamasının yapıldığı kavşaklarda arkadan çarpmalı kaza sayısının yeşil sonu flaş uygulaması yapılmayan kavşaklara oranla daha fazla olduğunu ortaya koymuştur [42].

Yeşil sonu flaş uygulamasıyla yapılan araştırmalarda genel olarak kavşağın güvenliğine kritik anlamda etkisinin olmadığı bulguları ortaya konmuştur. Üretilen teorik modeller, yeşil sonu flaş periyodunun sürücünün karar verme süresini artırdığını göstermektedir. Bununla beraber İsrail’de yapılan bir anket çalışmasında, katılan sürücülerin %67 oranla yeşil sonu flaş uygulamasının bilgilendirici olduğu ve uygulamadan korunmasını istediği belirtilmiştir [43].

Ürdün’de yapılan bir çalışmada ise yeşil sonu flaş uygulaması bulunan ve bulunmayan kavşaklarda sürücülerin kavşağa yaklaşım hızları incelenmiştir. Yeşil sonu flaş uygulaması yapılan kavşaklarda; taşıtların kavşağa yaklaşım hızlarının ortalaması, yeşil sonu flaş uygulaması yapılmayan kavşaktaki yaklaşım hızından daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca yeşil sonu flaş periyodunda geçiş yapan taşıt sayısı, yeşil sonu flaş uygulaması olmayan kavşaklarda sarı periyodunda geçiş yapan taşıt sayısının üzerindedir [44].

1.2 Tezin Amacı

Trafikteki ihlaller söz konusu olduğunda birden fazla faktör işin içine girmektedir. Türkiye’deki nüfus ve buna bağlı olarak şehirleşme hızı artmakta, bu durum da toplu taşıma sistemi henüz yeterli seviyede olmayan kentlerimizde özel taşıt sahipliğini artırmaktadır. Mevcut ulaşım altyapısı yer yer yetersiz kalmakta, büyümekte olan orta ölçekli şehirlerimizin ana arterlerinde trafik tıkanıklıklarıyla beraber sinyalizasyon kavşaklarda bekleme sürelerinin arttığı gözlenmektedir. Yerel yönetimler, bu tür sorunları azaltmak

adına çeşitli AUS çözümlerine başvurmaktadır. Ancak AUS teknolojileri kavşaklardaki hizmet düzeyine olumlu katkı yapsalar da sinyalize kavşakların yönetimi ile ilgili Türkiye’de ulusal çapta bir standart yer almamaktadır. Yeşil sonu flaş uygulaması gibi bölgeden bölgeye, hatta kent içinde dahi farklılık gösteren uygulamalar görülmektedir. Bu durum trafikte insan faktörü göz önüne alındığında, sürücüler tarafından farklı yorumlanabilmekte ve trafik güvenliği açısından bir sorun teşkil etmektedir. Bu çalışmadaki amaç; sinyalize kavşaklardaki yeşil sonu flaş uygulamasıyla kural ihlalleri arasında bir ilişki olup olmadığını ortaya çıkarmak ve sinyalize kavşak yönetiminin standardize edilmesi gerekliliğine dair farkındalık yaratmaktır.

1.3 Hipotez

Malatya kentinin Fahri Kayahan Bulvarı’nda yer alan Gülümser Caddesi Kavşağı’nda yeşil sonu flaş uygulaması yapılmazken D-300 Karayolu üzerinde yer alan Mişmişpark Kavşağı’nda yeşil sonu flaş uygulaması yapılmaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğü’nün Trafik Işıkları Hakkındaki Yönetmelik’te yer almayan ancak Kavşak Kontrol Cihazları (KKC) ile sinyalize kavşaklarda uygulanması mümkün olan yeşil sonu flaş uygulaması, sürücüler tarafından farklı yorumlanabilmektedir. Esas amacı yeşil ışığın kapanacağını bildirmek olan yeşil sonu flaş, kırmızı ışığa takılacağını anlayan sürücülerin hızlanmasına sebebiyet vermektedir. Öte yandan bazı sürücüler de yeşil sonu flaş gördüğünde emniyetli davranarak hızını azaltabilir. Trafikte farklı yorumlara açık olan ve gerek kent içinde gerek ülkenin farklı bölgelerinde bir standardı olmayan yeşil sonu flaş uygulamasının sürücülerin kırmızı ışık ihlali yapma eğilimini artırdığı düşünülmektedir.

BÖLÜM 2

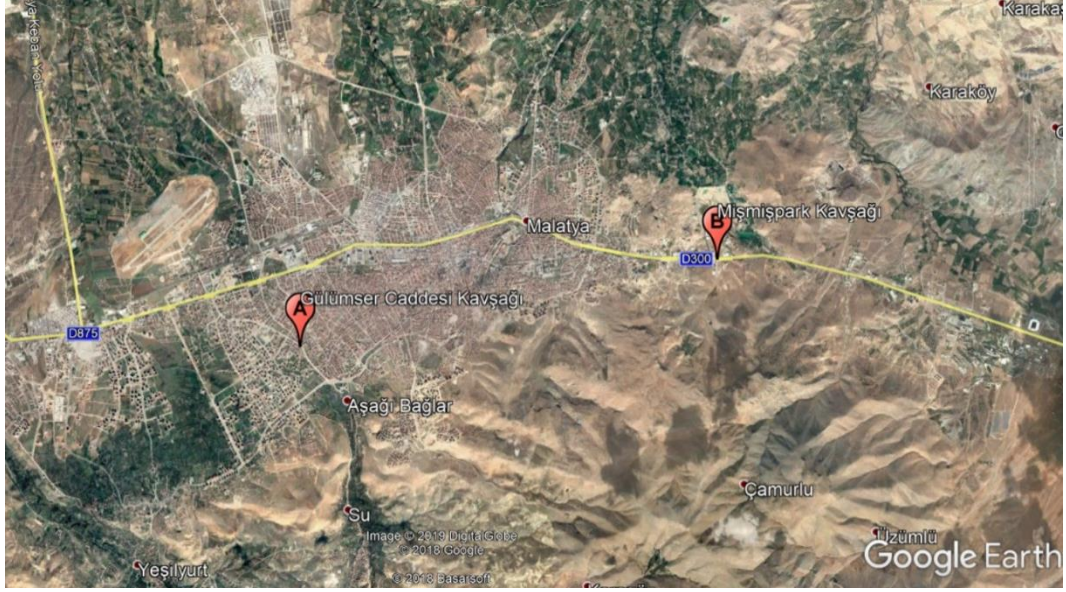
YÖNTEM

Bu bölümde yürütülen çalışma için hangi lokasyonların seçildiği, hangi verilerin ne tür yöntemlerle temin edildiği ve elde edilen verilerin ne şekilde analiz edildiği anlatılmıştır.

2.1 Çalışma Alanı

Malatya Büyükşehir Belediyesi'ne (MBB) ait Trafik Kontrol Merkezi'nin (TKM) imkânları kullanılarak Malatya kentinin iki farklı noktasındaki kavşaktan trafik görüntüleri alınmıştır. Bu görüntüler üzerinden kavşakların ana yaklaşım kollarında yeşil sonu flaş uygulamasının yapıldığı ve yapılmadığı durumlarda kural ihlalleri gözlenmiştir.

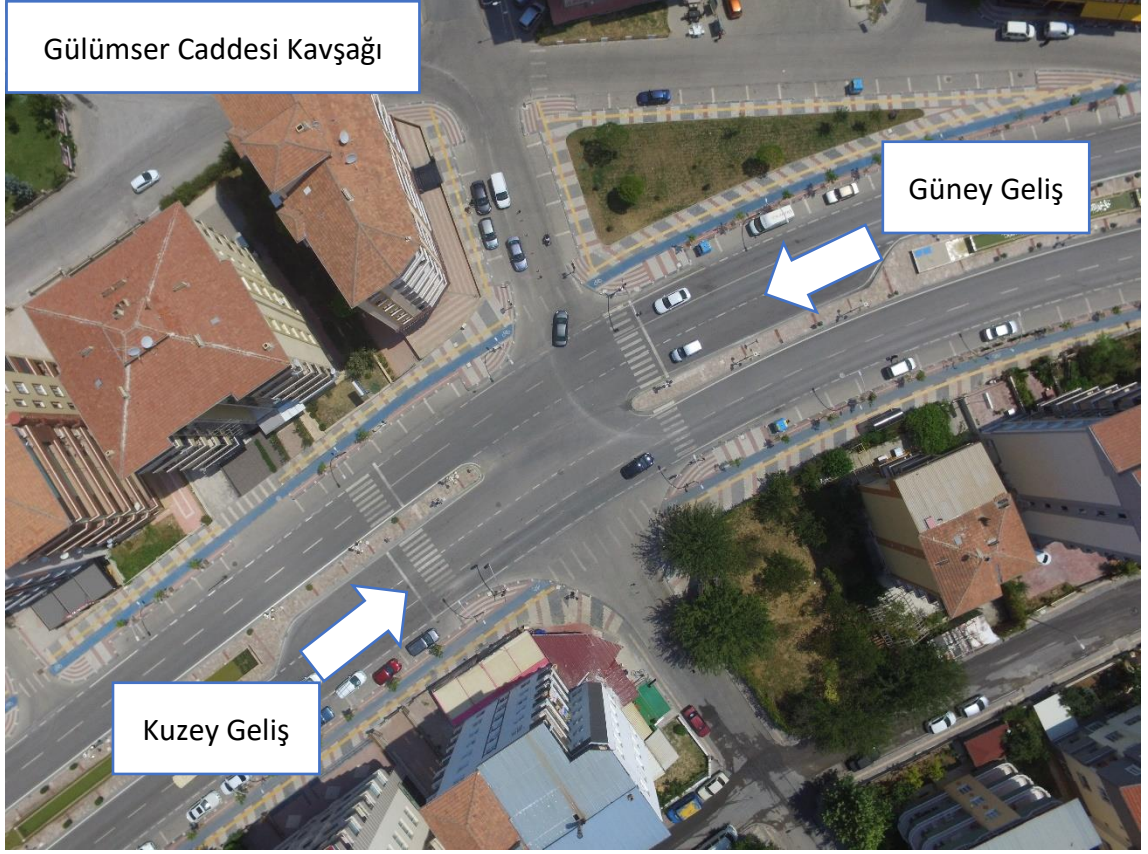
Şekil 8'de kent içindeki konumları gösterilen kavşaklardan ilki; Fahri Kayahan Bulvarı üzerinde yer alan "Gülümser Caddesi Kavşağı", diğeri ise D-300 Karayolu üzerindeki "Mişmişpark Kavşağı"dır.



Şekil 2.1 Çalışma yapılan kavşakların Malatya kenti içindeki konumları

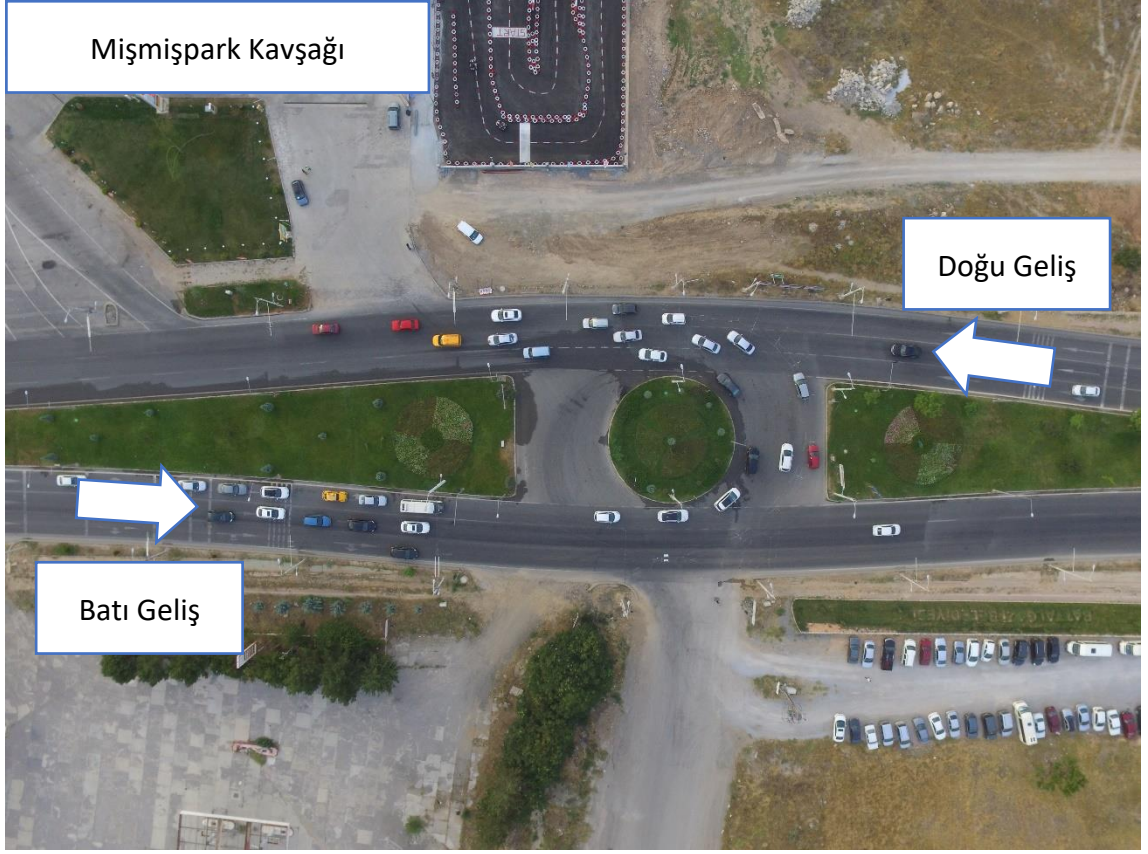
Gülümser Caddesi Kavşağı, kent içinde yer almakta olup Fahri Kayahan Bulvarı üzerindeki yasal hız limiti 50 km/sa olarak belirlenmiştir. Mişmişpark Kavşağı, Malatya-Elazığ bağlantısını sağlayan ve kentin dışında yer alan bir bölgede konumlanmıştır. D-300 Karayolu'nun bu kesiminde yasal hız limiti 70 km/sa olarak belirlenmiştir.

Şekil 9'da havadan çekilmiş görüntüsü yer alan Gülümser Caddesi Kavşağı, 4 kollu olup ana yönleri 2 şeride sahiptir. Ayrıca ana yönlerde sola dönüşler için 1 şerit sığınma cebi bulunmaktadır. Mevcut durumda yeşil sonu flaş uygulaması yapılmayan kavşaktaki sinyal programında, Kuzey ve Güney ana geliş yönlerinde yeşil sonrası 3 saniye boyunca fasıllı olarak yanacak şekilde yeşil sonu flaş eklenmiştir.



Şekil 2.2 Gölümser Caddesi Kavşakđı'nın havadan görünümü

Şekil 10'da havadan çekilmiş görüntüsü yer alan Mişmişpark Kavşakđı, merkezinde ada bulunan 3 kollu bir kavşaktır ve ana yönler 3'er şeride sahiptir. Mevcut durumda yeşil sonu flaş uygulaması yapılan kavşaktaki sinyal programı, yeşilden sonra sarı ışık yanacak şekilde değiştirilmiştir.



Şekil 2.3 Mişmişpark Kavşağı'nın havadan görünümü

2.2 Verilerin Toplanması

Trafik görüntüleri, MBB'nin kavşak yönetimi için sahip olduğu AUS bileşenlerinden biri olan trafik kameralarından alınmıştır. Bu kameralar, geliş yönünde yaklaşık 100 metreye yakın bir görüş açısı sağlamaktadır. Tek başına kamera görüntülerinden kural ihlallerini gözlemlemek mümkün olmayacağından, yine MBB'nin kavşaklarındaki AUS bileşenlerinden olan yönetimi birimi ile Şekil 11 ve 12'de görüleceği üzere TKM arayüzünden kavşaktaki sinyal gruplandırma numaraları ve bu sinyal gruplarının renk bilgisi (SSM) verileri alınmıştır.



Şekil 2.4 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney geliş yönüne ait trafik kamerası görüntüsü



Şekil 2.5 MBB TKM arayüzünden alınan Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait sinyal grup numaraları

Başlangıç		Bitiş			
17/05/2019 07:00:00		17/05/2019 09:00:31			
Uygula					
Show 10 entries		Search:		Copy Excel CSV PDF Print	
Tarih	SSM Verileri				
17/05/2019 07:00:04	G1: kırmızı, G2: kırmızı, G3: kırmızı, G4: sarı, G5: kırmızı, G6: kırmızı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı, G12: kırmızı				
17/05/2019 07:00:06	G1: kırmızı, G2: kırmızı, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: kırmızı, G6: kırmızı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı, G12: kırmızı				
17/05/2019 07:00:07	G1: kırmızı sarı, G2: kırmızı sarı, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: kırmızı, G6: kırmızı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı, G12: kırmızı				
17/05/2019 07:00:10	G1: yeşil, G2: yeşil, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: kırmızı, G6: kırmızı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı flaş 1, G10: kırmızı flaş 1, G11: kırmızı, G12: kırmızı				
17/05/2019 07:00:24	G1: sarı, G2: sarı, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: kırmızı, G6: kırmızı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı, G12: kırmızı				
17/05/2019 07:00:26	G1: kırmızı, G2: kırmızı, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: kırmızı, G6: kırmızı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı, G12: kırmızı				
17/05/2019 07:00:27	G1: kırmızı, G2: kırmızı, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: kırmızı sarı, G6: kırmızı sarı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı, G12: kırmızı				
17/05/2019 07:00:29	G1: kırmızı, G2: kırmızı, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: yeşil, G6: yeşil, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı flaş 1, G12: kırmızı flaş 1				
17/05/2019 07:00:40	G1: kırmızı, G2: kırmızı, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: sarı, G6: sarı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı, G12: kırmızı flaş 1				
17/05/2019 07:00:42	G1: kırmızı, G2: kırmızı, G3: kırmızı, G4: kırmızı, G5: kırmızı, G6: kırmızı, G7: kırmızı, G8: kırmızı, G9: kırmızı, G10: kırmızı, G11: kırmızı, G12: kırmızı flaş 1				
Showing 1 to 10 of 1,590 entries					
First Previous 1 2 3 4 5 ... 159 Next Last					

Şekil 2.6 MBB TKM arayüzünden alınan sinyal grubu renk (SSM) verileri

Her iki kavşaktan da yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumlarda, iki ana geliş yön için sabah 07:00-09:00 ve akşam 17:00-19:00 saatleri arasında veri toplanmıştır. Mişmişpark Kavşağı'nda halihazırda yeşil sonu flaş uygulaması yapılmakta olduğundan, bu kavşak için ikinci durum olarak belirtilen durum yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumdur. Gülümser Caddesi Kavşağı'nda tam tersi durum geçerlidir.

Çizelge 2.1'de belirtildiği üzere, ilk olarak 17.05.2019 Cuma günü 07:00-09:00 ve 17:00-19:00 saatleri arasında görüntü kaydı alınmıştır. Kavşakların ikinci durumları için 31.05.2019 Cuma günü 07:00-09:00 ve 17:00-19:00 saatleri arasında görüntü kaydı alınmış ancak Mişmişpark Kavşağı'ndaki kameralardan birinin istenen saat aralığının tamamında kayıt yapmamasından dolayı 03.06.2019 Pazartesi günü 17:00-19:00 saatleri arasında yeniden kayıt alınmıştır. Her kavşakta 2 ana geliş yönü için toplamda 32 saatlik görüntü kaydı alınmış ve analiz edilmiştir.

Çizelge 2.1 Kavşaklardan alınan verilere ait tarih-saat bilgileri

Kavşak	1. Durum		2. Durum	
Gülümser Caddesi Kavşağı	Yeşil Sonu Flaş Uygulaması Yok		Yeşil Sonu Flaş Uygulaması Var	
	17.05.2019		31.05.2019	
	07:00-09:00	17:00-19:00	07:00-09:00	17:00-19:00
Mişmişpark Kavşağı	Yeşil Sonu Flaş Uygulaması Var		Yeşil Sonu Flaş Uygulaması Yok	
	17.05.2019		31.05.2019	03.06.2019
	07:00-09:00	17:00-19:00	07:00-09:00	17:00-19:00

2.3 Verilerin Analizi

Trafik kamerasından alınan görüntüler ve yine TKM arayüzünden elde edilen sinyal grubu renk (SSM) verilerinin saatleri senkronizedir. Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait görüntü kayıtları; her bir geliş yönü için ayrı ayrı olmak üzere, sinyal grubu renk (SSM) verileriyle karşılaştırmalı bir biçimde analiz edilmiştir. Yeşilde, varsa yeşil sonu flaşa, sarıda ve kırmızıda geçen taşıt sayıları 15'er dakikalık dilimler halinde toplanmıştır. Taşıtlar küçük taşıt ve büyük taşıt olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Otomobil, minibüs, kamyonet küçük taşıt sınıfına; otobüs, kamyon, TIR büyük taşıt sınıfına kaydedilmiştir.

Toplanan veriler Çizelge 2.2'deki föye işlenmiştir. Devamında aynı çalışma Mişmişpark Kavşağı için tekrarlanmıştır. 2 kavşakta her iki senaryo durumu için toplamda 32 saatlik görüntü kaydı temin edilmiştir. Her sinyal döngüsünde sayım değerleri föye işlendiği için durdurularak izlenmiş ve görüntü süresi değerinin üzerinde bir zaman harcanmıştır.

Çizelge 2.2 Veri analiz föyü

17.05.2019	Yeşilde Geçen		Sarıda Geçen		Kırmızıda Geçen		Toplam
1-Güney Geliş	Taşıtlar		Taşıtlar		Taşıtlar		
Yeşil Sonu Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	38	4	0	0	1	0	43
07:15-07:30	62	12	0	0	0	0	74
07:30-07:45	81	3	1	0	1	0	86
07:45-08:00	88	3	1	0	3	0	95
08:00-08:15	72	6	1	0	3	0	82
08:15-08:30	64	9	3	0	3	0	79
08:30-08:45	54	4	1	0	0	0	59
08:45-09:00	38	2	0	0	3	0	43
Toplam	497	43	7	0	14	0	561

Sürücülerin trafikte gerçekleştirdiği ihlallerinin değişik nedenleri olabilmektedir. Sürücü psikolojisi, taşıt ve yol altyapısı faktörü ile çevresel faktörler ihlalleri etkilemektedir. Bu çalışma, Türkiye’de standart bir bütünlüğü olmayan sinyal tasarımında bölgeden bölgeye değişen uygulamaların sürücü ihlallerine neden olabileceği varsayımıyla yapılmış bir sayısal değerlendirme çalışmasıdır. Birbirine yakın tarihlerde ve aynı saat dilimlerinde alınan veriler, çevresel faktörlerin belirleyici özelliğini ortadan kaldırmıştır. Yerel sürücü davranışı ile ilgili bir veri bulunmadığından dolayı ihlallere yol açabilecek insan faktörü değerlendirmenin dışında bırakılmıştır.

BÖLÜM 3

BULGULAR

Bu bölümde tez çalışmasının konusuyla ilgili Malatya Büyükşehir Belediyesi (MBB) Trafik Kontrol Merkezi'nden (TKM) elde edilen verilerin analizleri sonucu ortaya çıkan sayısal veriler, çizelgeler ve grafikler halinde sunulmuştur.

Çizelge 3.1'de 1. durumun 17.05.2019 ve 2. durumun 31.05.2019 tarihlerinde alındığı Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney ve Kuzey geliş yönlerinin trafik hacimlerinin ve kompozisyonlarının birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Çizelge 3.2'de ise Mişmişpark Kavşağı'nın 2. durumunda 17:00-19:00 saat dilimlerindeki Doğu geliş yönündeki trafik hacminde yarı yarıya düşüş gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak 17:00-19:00 saatlerinin kayıtlarının alındığı 03.06.2019 tarihinin bayram tatili öncesine denk gelmiş olmasıdır.

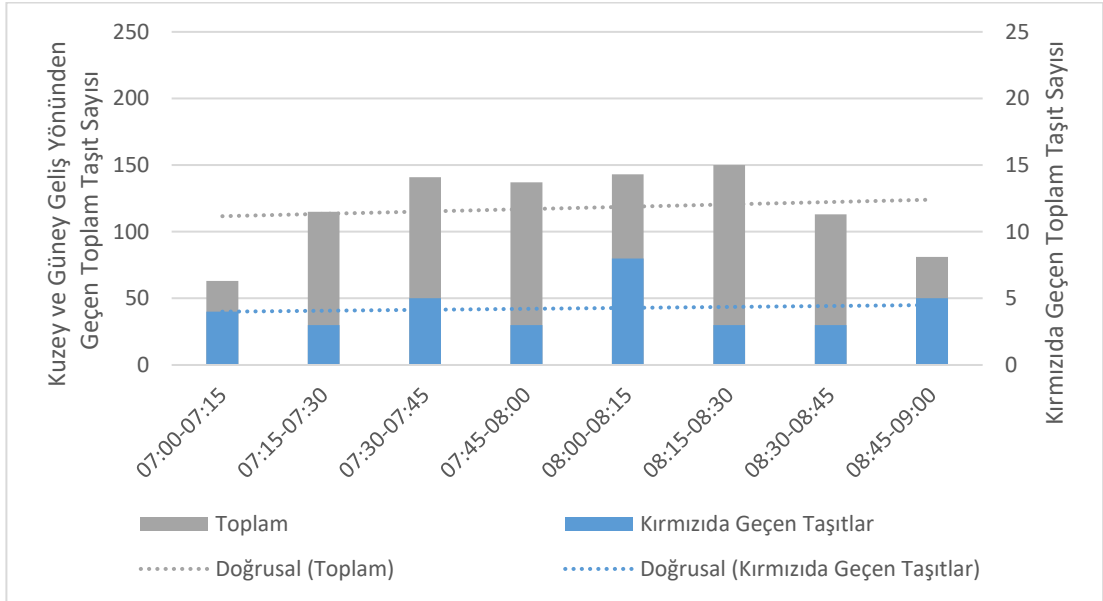
Çizelge 3.1 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın analiz edilen ana yönlerindeki trafik hacimleri

		1.Durum (Yeşil Sonu Flaş Yok)			2.Durum (Yeşil Sonu Flaş Var)		
		Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Toplam	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Toplam
Güney Geliş	07:00-09:00	518	43	561	491	40	531
	17:00-19:00	680	12	692	715	10	725
Kuzey Geliş	07:00-09:00	369	13	382	320	15	335
	17:00-19:00	852	23	875	910	21	931

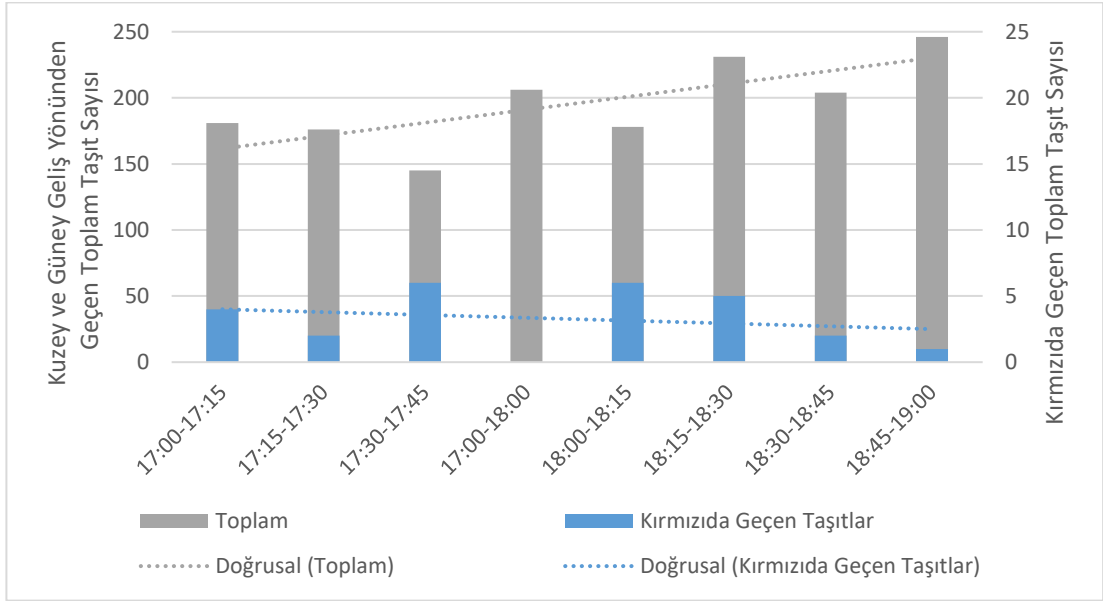
Çizelge 3.2 Mişmişpark Kavşağı'nın analiz edilen ana yönlerindeki trafik hacimleri

		1.Durum (Yeşil Sonu Flaş Var)			2.Durum (Yeşil Sonu Flaş Yok)		
		Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Toplam	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Toplam
Batı Geliş	07:00-09:00	2777	172	2949	3022	180	3202
	17:00-19:00	1980	88	2068	1943	68	2011
Doğu Geliş	07:00-09:00	757	145	902	937	126	1063
	17:00-19:00	2045	212	2257	1237	61	1298

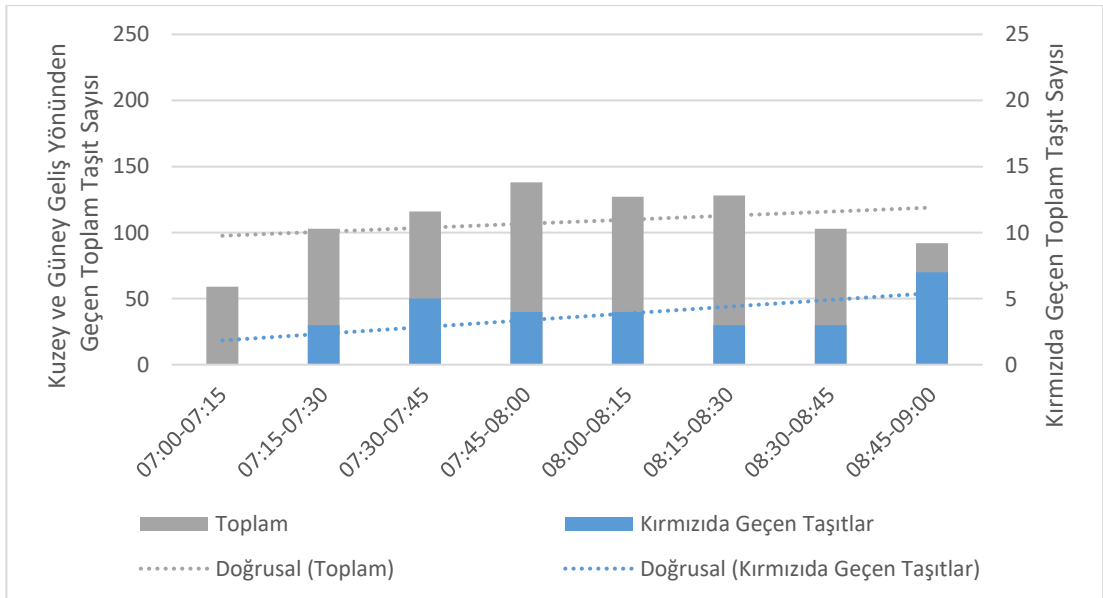
Sahadan toplanan 32 saatlik görüntü kaydında; Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarının ana geliş yönlerinde toplam 20782 taşıt hareketi incelenmiştir. Bu taşıtların 19553 tanesi küçük, 1229 tanesi büyük taşıt olarak sınıflandırılmıştır. Analiz edilen görüntülerdeki küçük taşıtların oranı %94, büyük taşıtların oranı ise %6'dır.



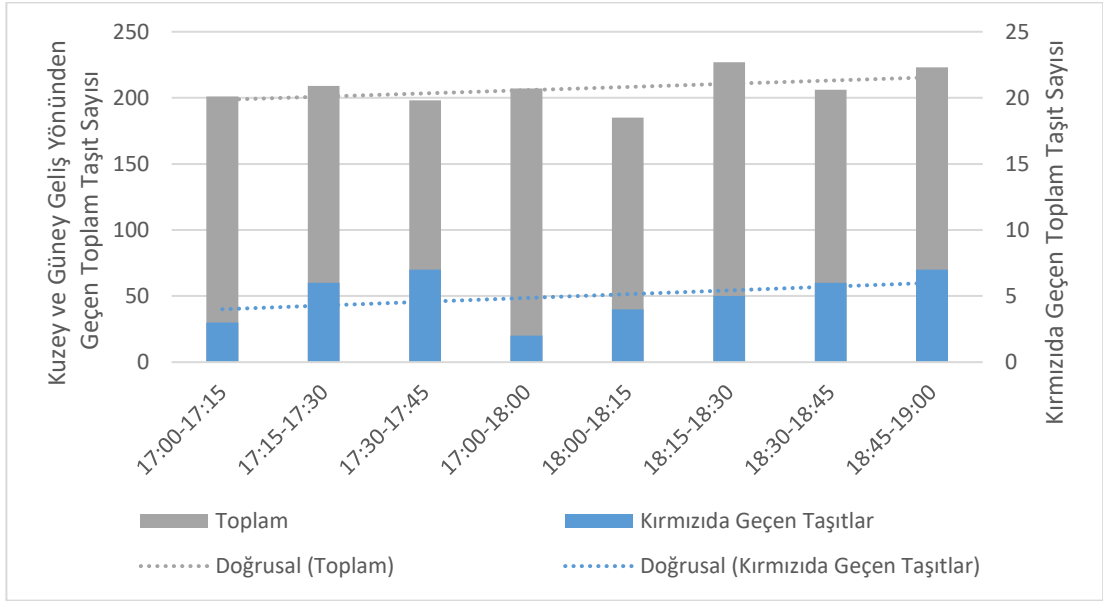
Şekil 3.1 Yeşil flaşın uygulanmadığı Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait 17.05.2019 tarihli Kuzey ve Güney geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Sabah)



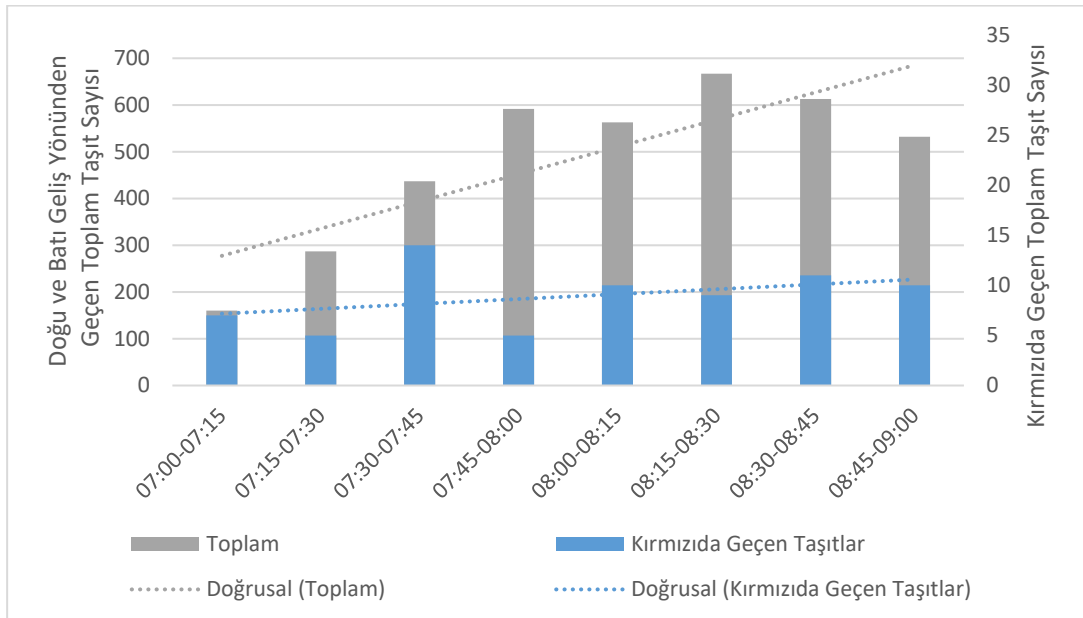
Şekil 3.2 Yeşil flaşın uygulanmadığı Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait 17.05.2019 tarihli Kuzey ve Güney geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıkta geçen taşıt sayıları (Akşam)



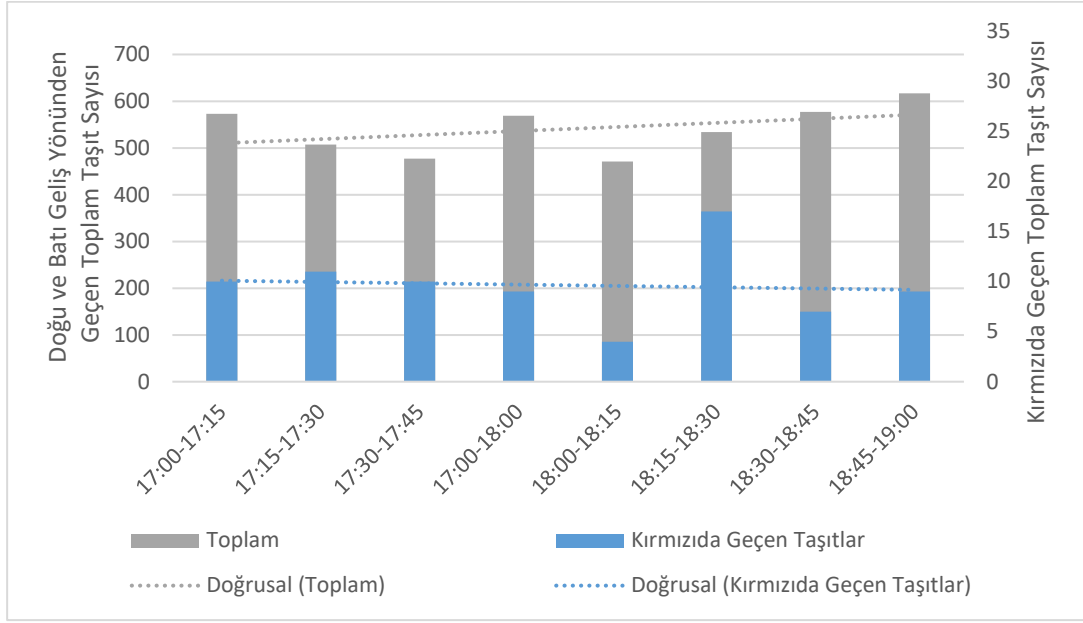
Şekil 3.3 Yeşil flaşın uygulandığı Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait 31.05.2019 tarihli Kuzey ve Güney geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıkta geçen taşıt sayıları (Sabah)



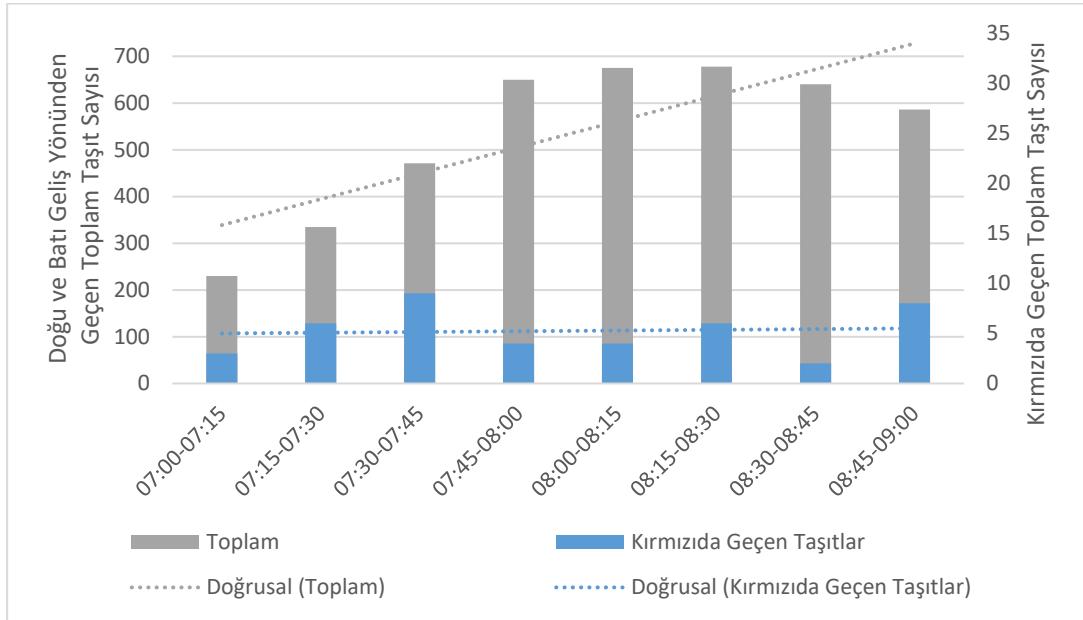
Şekil 3.4 Yeşil flaşın uygulandığı Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait 31.05.2019 tarihli Kuzey ve Güney geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Akşam)



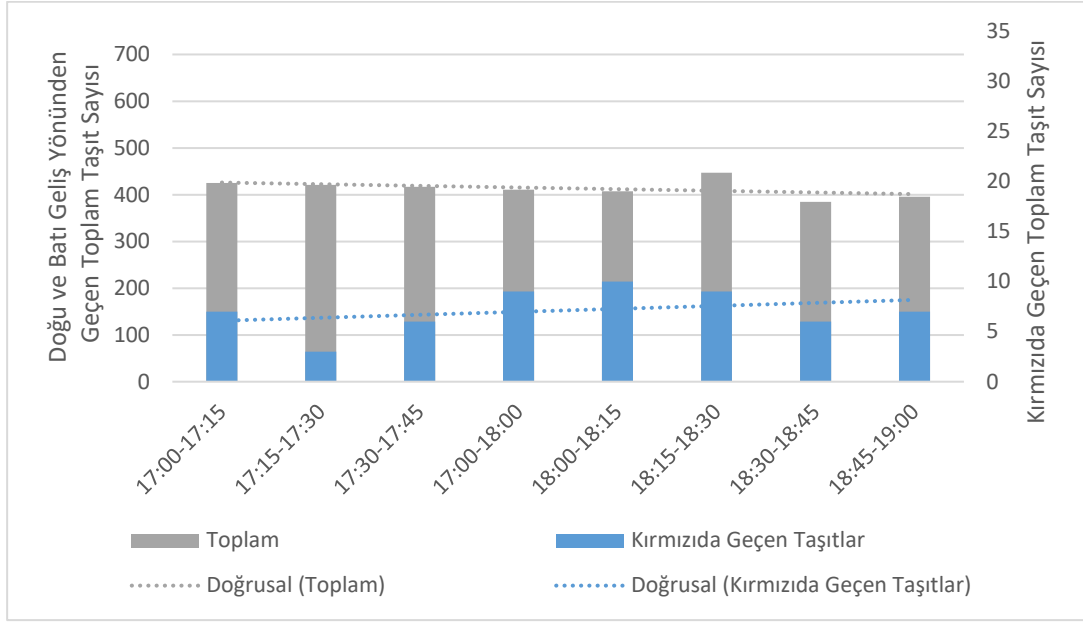
Şekil 3.5 Yeşil flaşın uygulandığı Mişmişpark Kavşağı'na ait 17.05.2019 tarihli Doğu ve Batı geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Sabah)



Şekil 3.6 Yeşil flaşın uygulandığı Mişmişpark Kavşağı'na ait 17.05.2019 tarihli Doğu ve Batı geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıkta geçen taşıt sayıları (Akşam)



Şekil 3.7 Yeşil flaşın uygulanmadığı Mişmişpark Kavşağı'na ait 31.05.2019 tarihli Doğu ve Batı geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıkta geçen taşıt sayıları (Sabah)



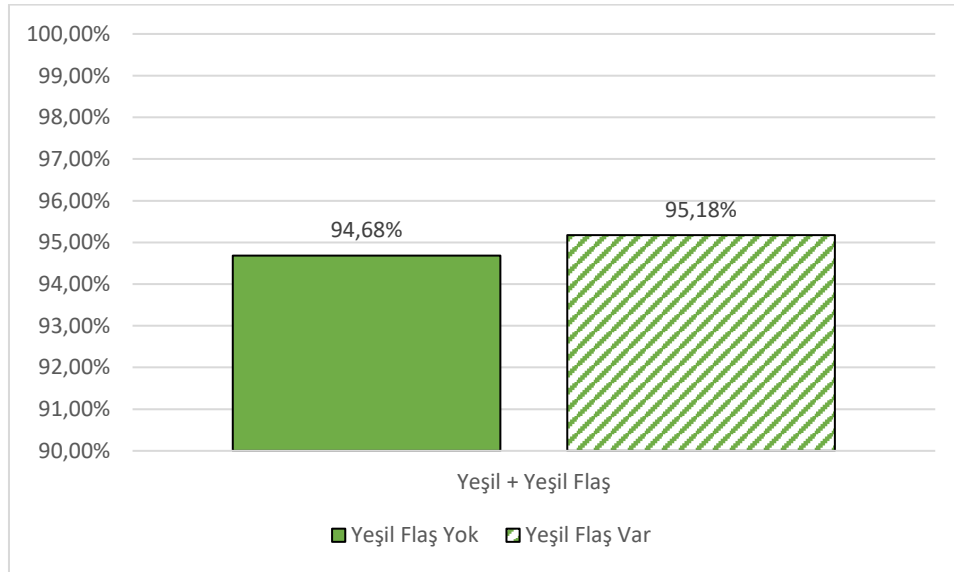
Şekil 3.8 Yeşil flaşın uygulanmadığı Mişmişpark Kavşağı'na ait 03.06.2019 tarihli Doğu ve Batı geliş yönleri toplam ve kırmızı ışıktaki geçen taşıt sayıları (Akşam)

3.1 Genel Bulgular

Her iki kavşakta yeşil sonu flaşın uygulanmadığı ve uygulandığı senaryoların toplamaları alındığında, Çizelge 3.3'te yeşil sonu flaş uygulaması yapılan durumda kırmızı ışıktaki geçiş oranının arttığı görülmüştür. Öte yandan yeşil sonu flaş uygulamasının yapıldığı durumda sarı ışıktaki geçiş oranının azaldığı görülmektedir. Yine sarı ve kırmızı ışıktaki toplam geçiş oranları kıyaslandığında, yeşil sonu flaşın uygulandığı durumdaki sarı ve kırmızı ışıktaki geçiş oranı düşüş göstermiştir. Ancak bu noktada, Şekil 3.9'daki yeşil ve yeşil sonu flaştaki geçiş sayıları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 3.3 Yeşil flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların toplam analizi

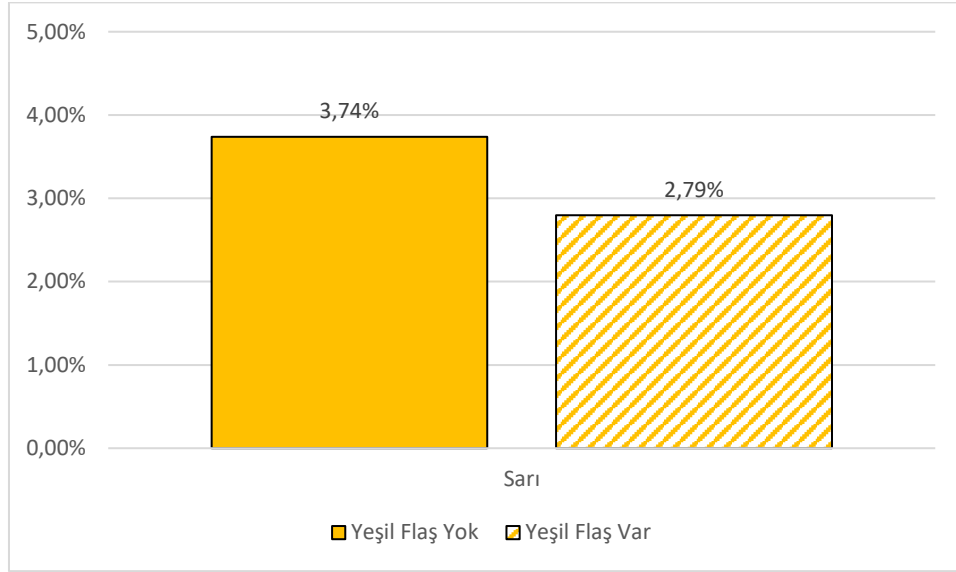
	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Sonu Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Genel Toplam
	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	
Yeşil Sonu Flaşın Uygulanmadığı Durumların Toplamı	9071	477	-	-	341	36	146	13	10084
	9548		-		377		159		
	94,68%		0,00%		3,74%		1,58%		100,00%
	94,68%				5,32%				
Yeşil Sonu Flaşın Uygulandığı Durumların Toplamı	9119	630	406	27	278	21	192	25	10698
	9749		433		299		217		
	91,13%		4,05%		2,79%		2,03%		100,00%
	95,18%				4,82%				



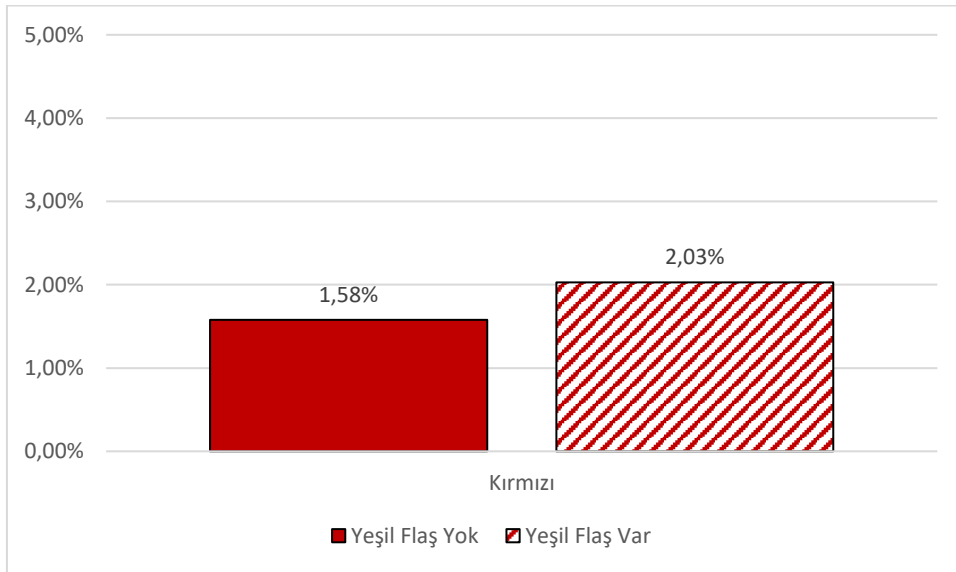
Şekil 3.9 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları

Yeşil flaş uygulamasıyla beraber sürücülerin durma ya da geçme kararları değişiklik göstermekte, bazı sürücüler yavaşlayarak durma eğilimi göstermektedir. Bu durum, Şekil

3.10’da sarı ışıktaki geçiş oranlarını azaltırken geçme eğilimi gösteren sürücülerse Şekil 3.11’de kırmızı ışıktaki geçiş oranlarını artırmışlardır.



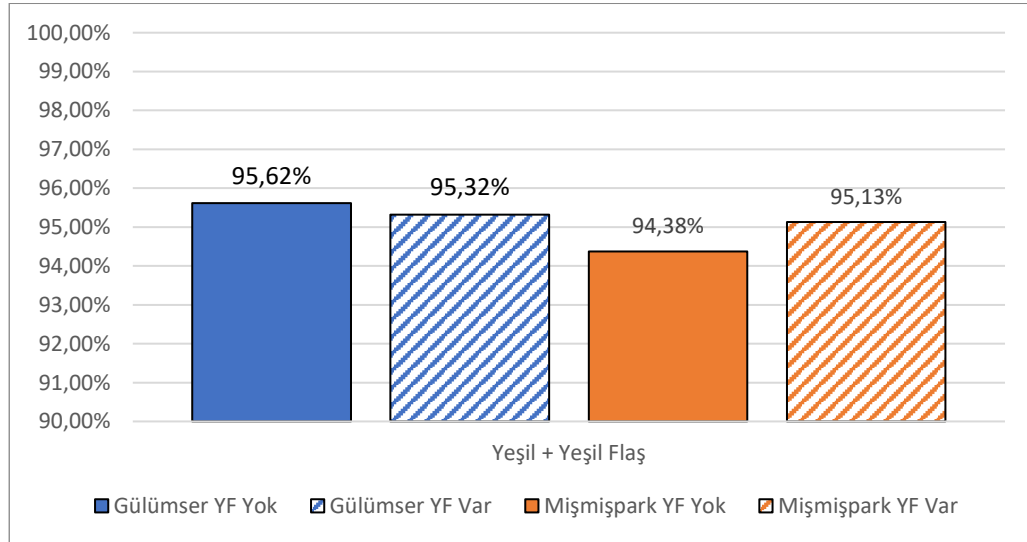
Şekil 3.10 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları



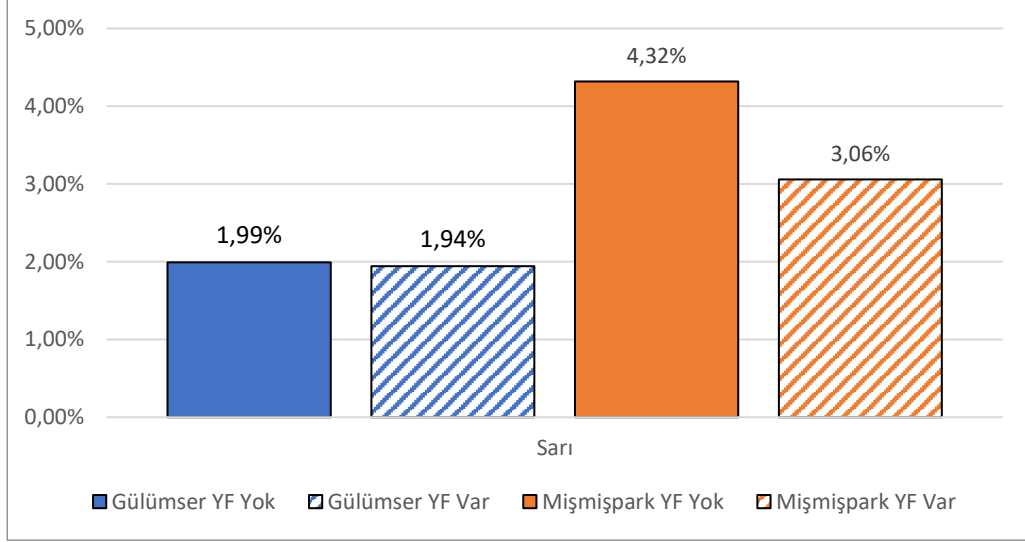
Şekil 3.11 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları

3.2 İhlallerin Kavşaklara Göre Kıyaslanması

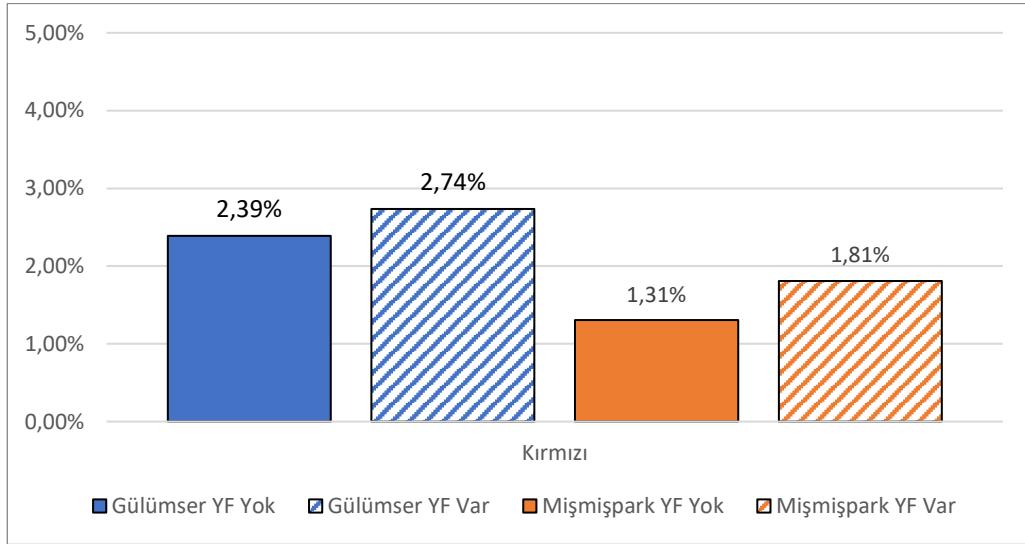
Çalışma kapsamında seçilen kavşaklardan Gülümser Caddesi Kavşağı; kent içinde yer almakla birlikte yasal hız limitinin 50 km/sa olduğu Fahri Kayahan Bulvarı'ndadır. D300 Karayolu'nda bulunan Mişmişpark Kavşağı'nın yaklaşım kollarındaki hız limiti 70 km/sa olarak belirlenmiştir. Taşıtların kavşaklara yaklaşım hızının yeşil sonu flaş uygulamasıyla ilişkisinin bir farklılık ortaya çıkarıp çıkarmadığını görebilmek amacıyla yeşil, sarı ve kırmızı ışıklardaki geçiş oranları karşılaştırılmıştır. Yeşil flaş uygulamasının yapıldığı durumlar için "yeşil + yeşil sonu flaş" süresinde geçen taşıtların değeri hesaba katılmıştır.



Şekil 3.12 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda yeşil ışıkta geçme oranları



Şekil 3.13 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda sarı ışıktaki geçme oranları



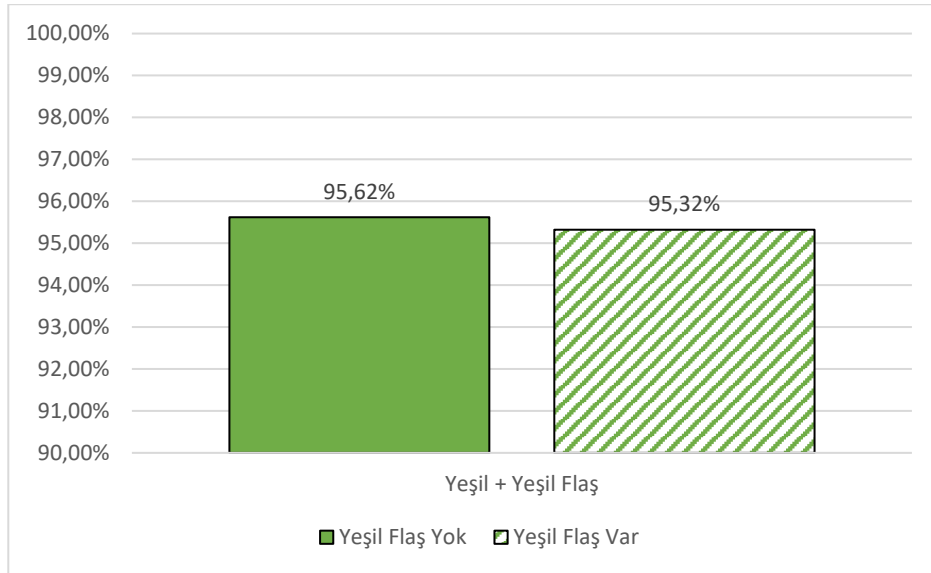
Şekil 3.14 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda kırmızı ışıktaki geçme oranları

3.2.1 Gülümser Caddesi Kavşağı

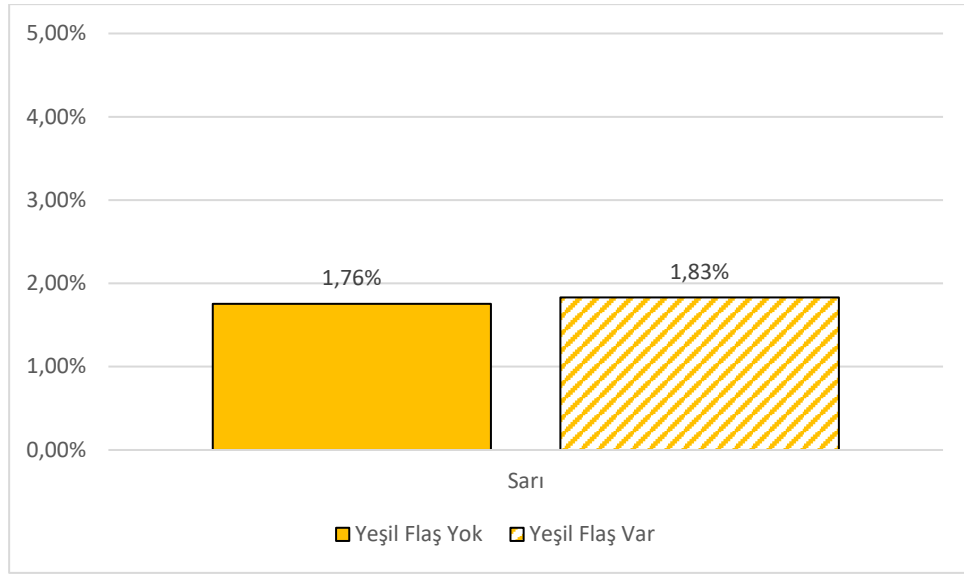
Çizelge 3.4'te Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yeşil sonu flaş uygulamasına geçildiğinde, kırmızı ışıktaki geçiş oranının artış gösterdiği ve sarı ışıktaki geçiş oranının azaldığı görülmüştür. Sarı ve kırmızı ışıklarda toplam geçiş oranı ise artış göstermiştir.

Çizelge 3.4 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın öncesi ve sonrası durum analizi

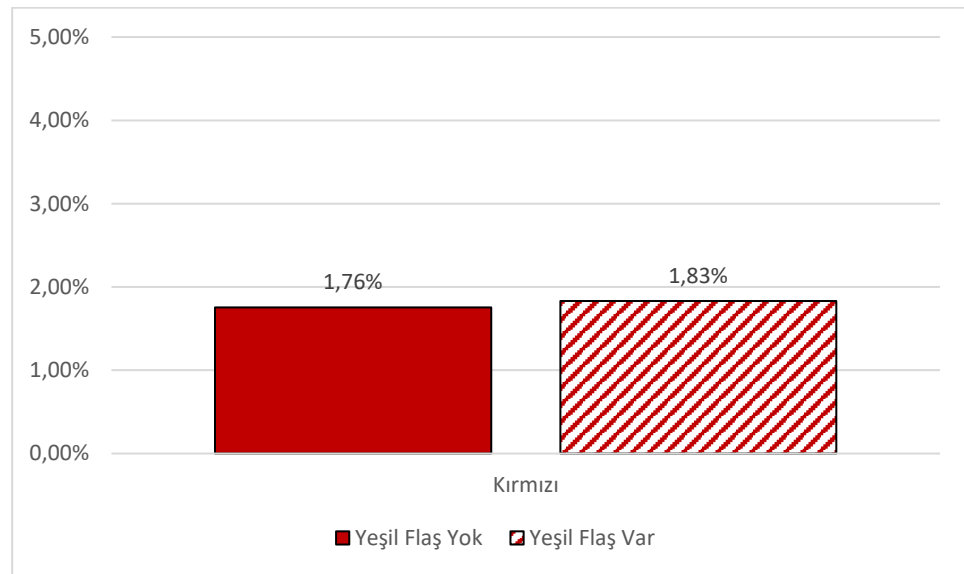
	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Sonu Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Genel Toplam
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
1.Durum (Yeşil Sonu Flaş Yok)	2310	90	-	-	49	1	60	0	2510
	2400		-		50		60		
	95,62%		0,00%		1,99%		2,39%		100,00%
	95,62%				4,38%				
2.Durum (Yeşil Sonu Flaş Var)	2221	78	100	5	48	1	67	2	2522
	2299		105		49		69		
	91,16%		4,16%		1,94%		2,74%		100,00%
	95,32%				4,68%				



Şekil 3.15 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların yeşil ışıkta geçme oranları



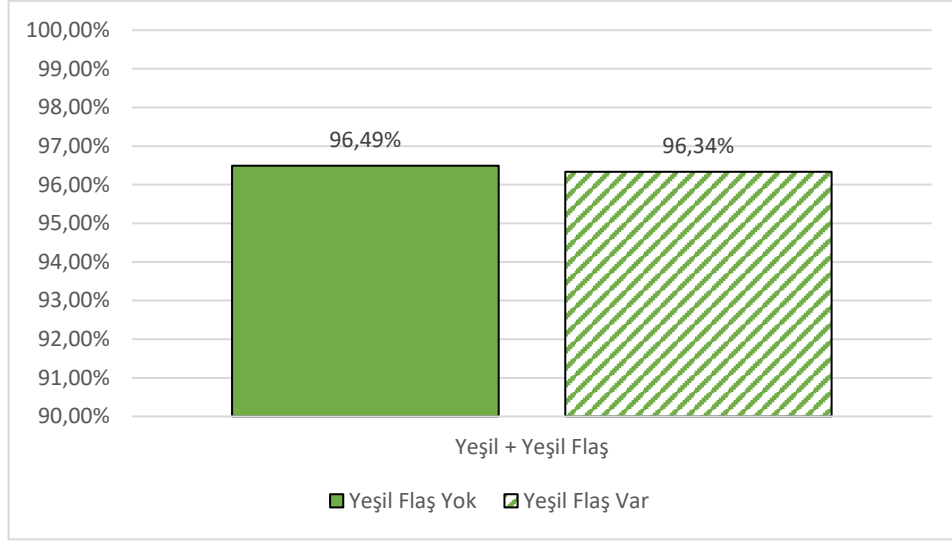
Şekil 3.16 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları



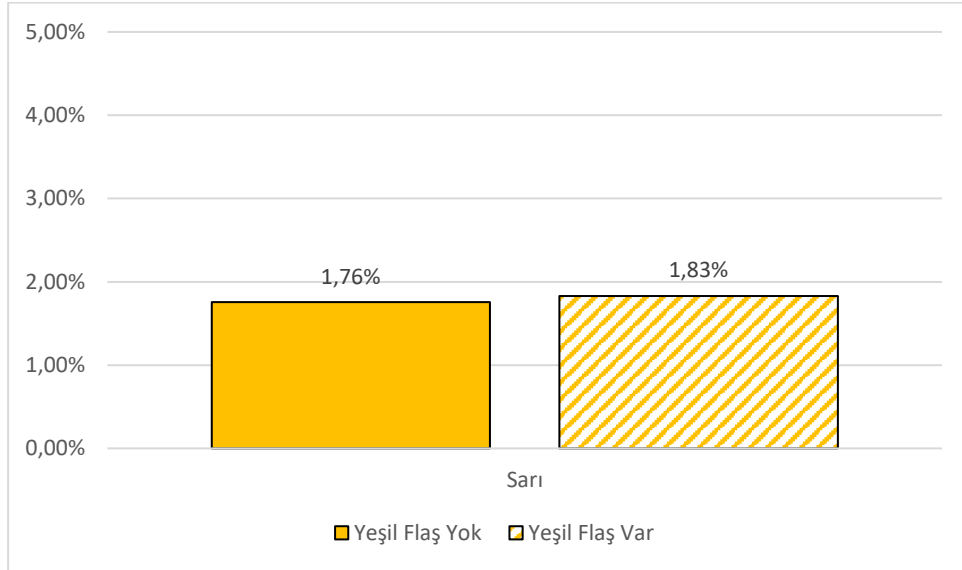
Şekil 3.17 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları

Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney ve Kuzey geliş yönlerindeki yeşil, sarı ve kırmızı ışıktaki geçme oranları ayrı ayrı incelenmiş, Güney geliş yönündeki değerlerin değişiminin Kuzey geliş yönüne kıyasla daha az olduğu görülmüştür.

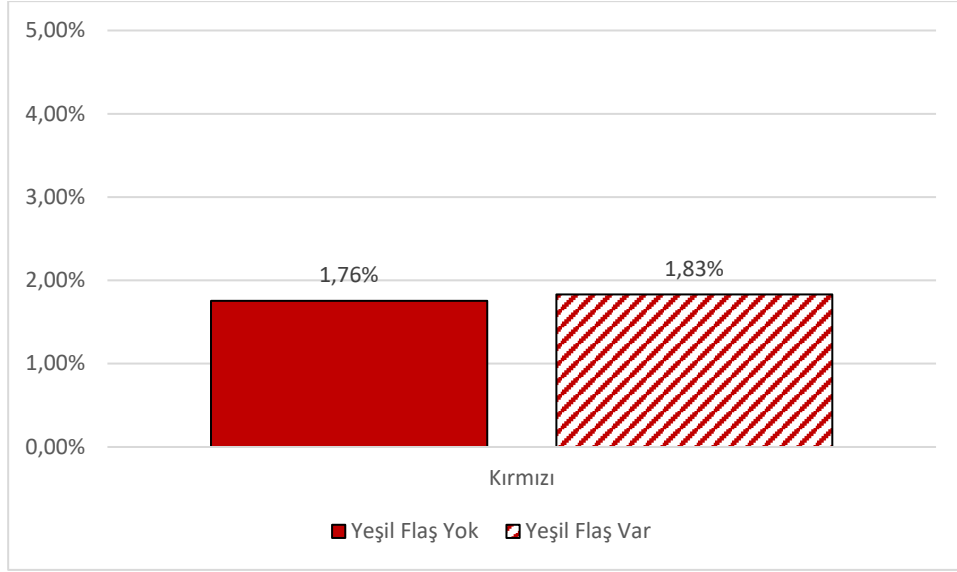
3.2.1.1 Gülümser Caddesi Kavşağı - Güney Geliş Yönü



Şekil 3.18 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Güney geliş yönünde taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları

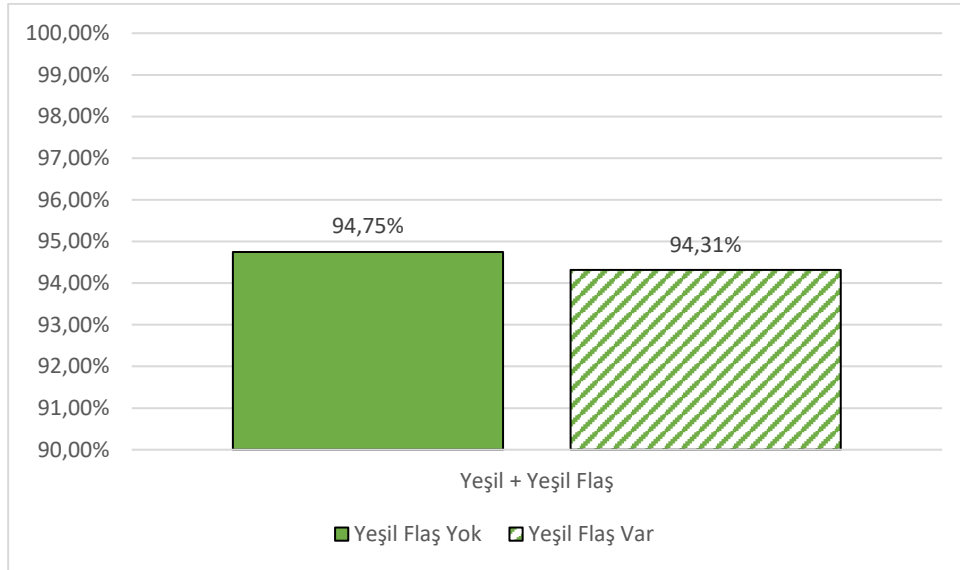


Şekil 3.19 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Güney geliş yönünde taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları

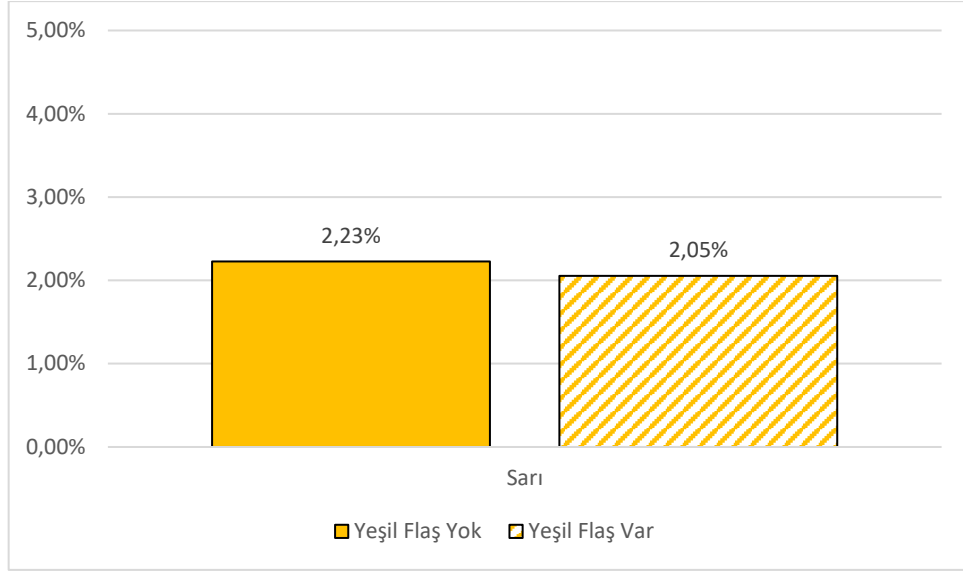


Şekil 3.20 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Güney geliş yönünde taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları

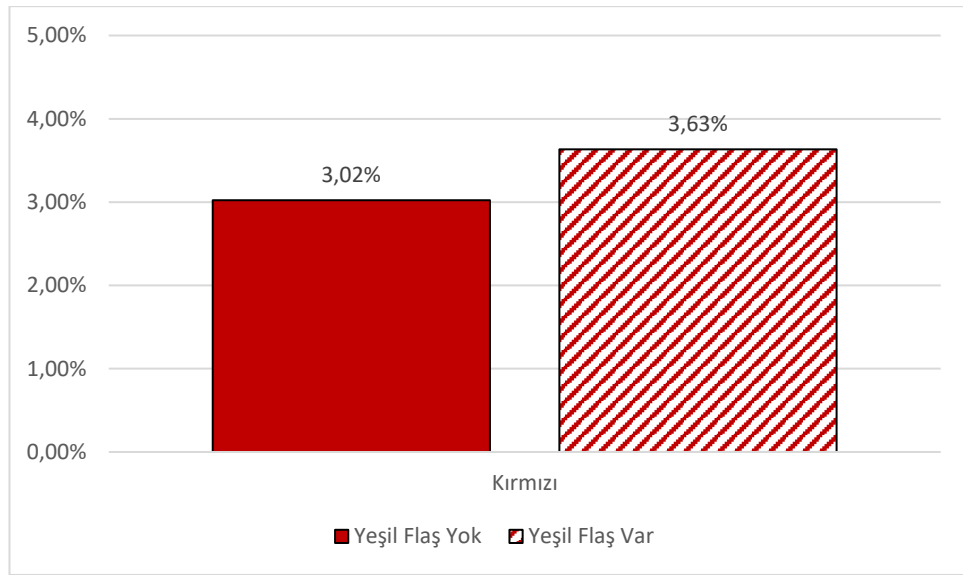
3.2.1.2 Gülümser Caddesi Kavşağı - Kuzey Geliş Yönü



Şekil 3.21 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Kuzey geliş yönünde taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları



Şekil 3.22 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Kuzey geliş yönünde taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları



Şekil 3.23 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Kuzey geliş yönünde taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları

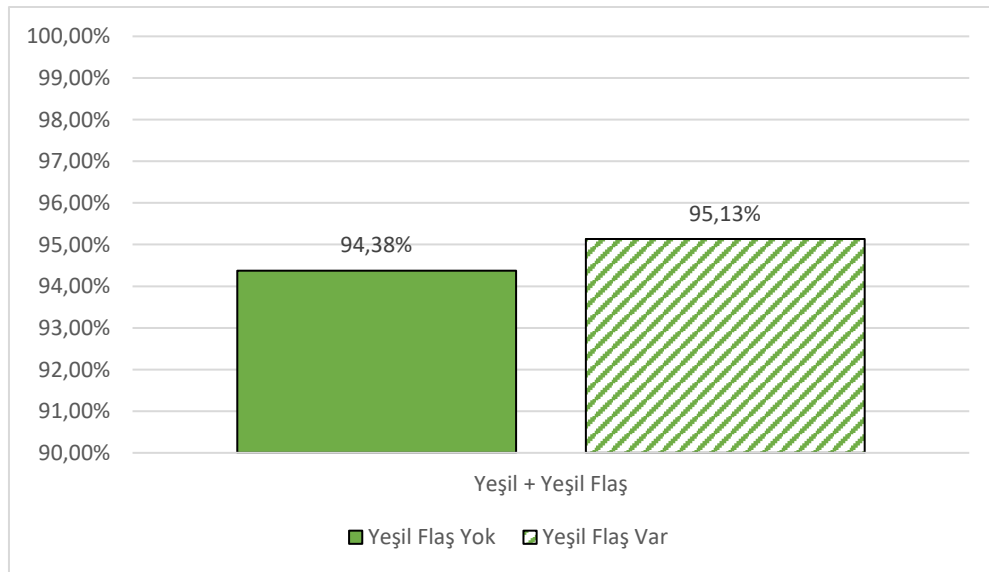
3.2.2 Mişmişpark Kavşağı

Çizelge 3.5'te Mişmişpark Kavşağı'nın verileri incelendiğinde, yeşil sonu flaş uygulamasının kaldırılmasından sonra sarı ışıktaki geçiş oranının arttığı fakat kırmızı ışıktaki geçiş oranının azaldığı görülmüştür. Sarı ve kırmızı ışıklarda toplam geçiş oranı

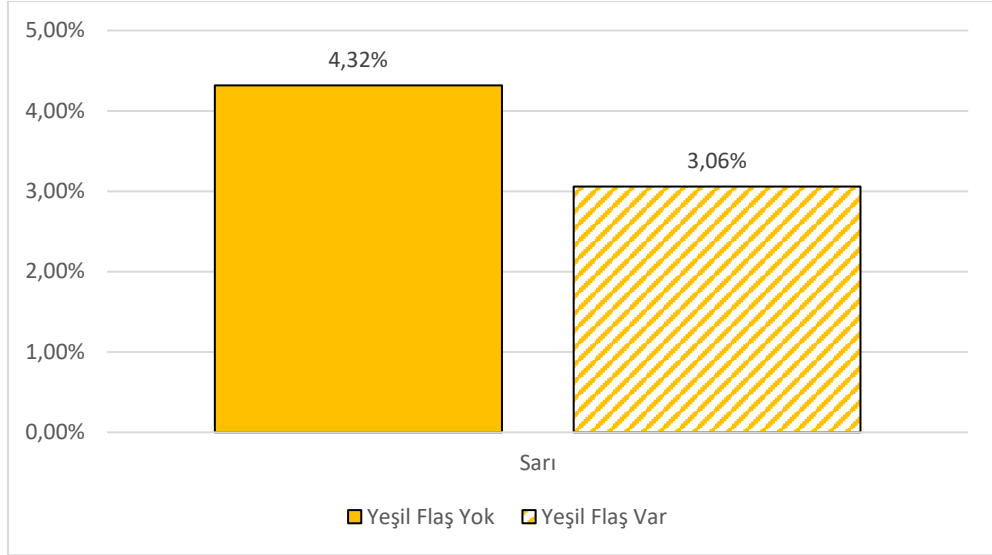
artış göstermiştir. Bu verilere bakılarak, yeşil sonu flaş uygulamasının sürücülerini hızlanma ya da yavaşlanma yönünde davranışa sevk ettiği, dolayısıyla yeşil + yeşil sonu flaş süresindeki geçiş oranının yükseldiği görülmektedir. Bazı sürücüler yeşil sonu flaş gördüklerinde yavaşlayarak durmuşlar, bu nedenle sarıda geçiş oranı yeşil sonu flaş uygulamasının olduğu durumda daha düşük görülmüştür. Ancak yeşil sonu flaş gördüğü anda hızlanmaya başlayan sürücülerden yeşil sonu flaş ya da sarı ışık süresinde kavşaktan geçiş yapamayacak kadar uzakta olan taşıtlar, kırmızı ışıktaki geçiş oranını artırmıştır.

Çizelge 3.5 Mişmişpark Kavşağı'nın öncesi ve sonrası durum analizi

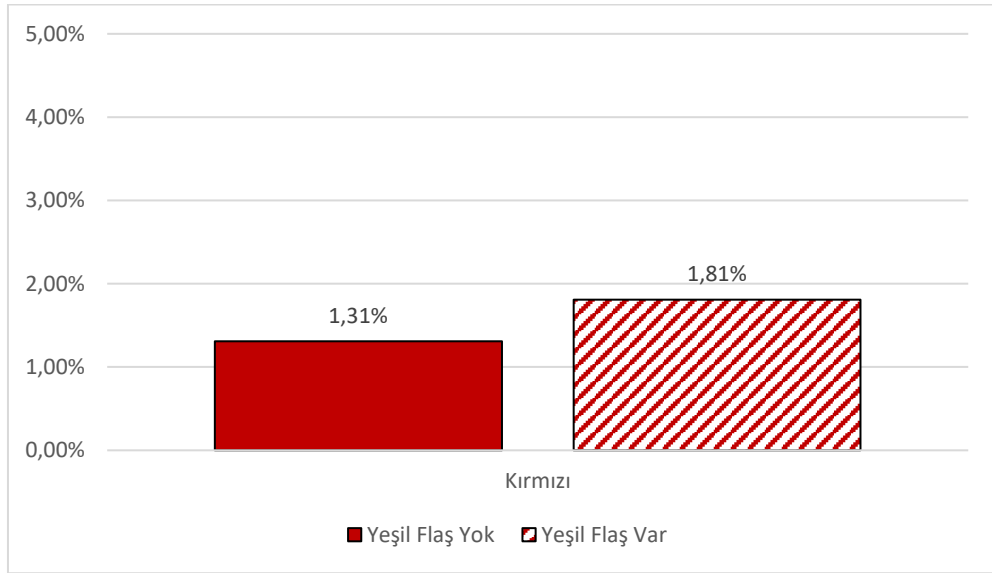
	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Sonu Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Genel Toplam
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
1.Durum (Yeşil Sonu Flaş Var)	6898	552	306	22	230	20	125	23	8176
	7450		-		250		148		
	91,12%		4,01%		3,06%		1,81%		100,00%
	95,13%				4,87%				
2.Durum (Yeşil Sonu Flaş Yok)	6761	387	-	-	292	35	86	13	7574
	7148		-		327		99		
	94,38%		0,00%		4,32%		1,31%		100,00%
	94,38%				5,62%				



Şekil 3.24 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları



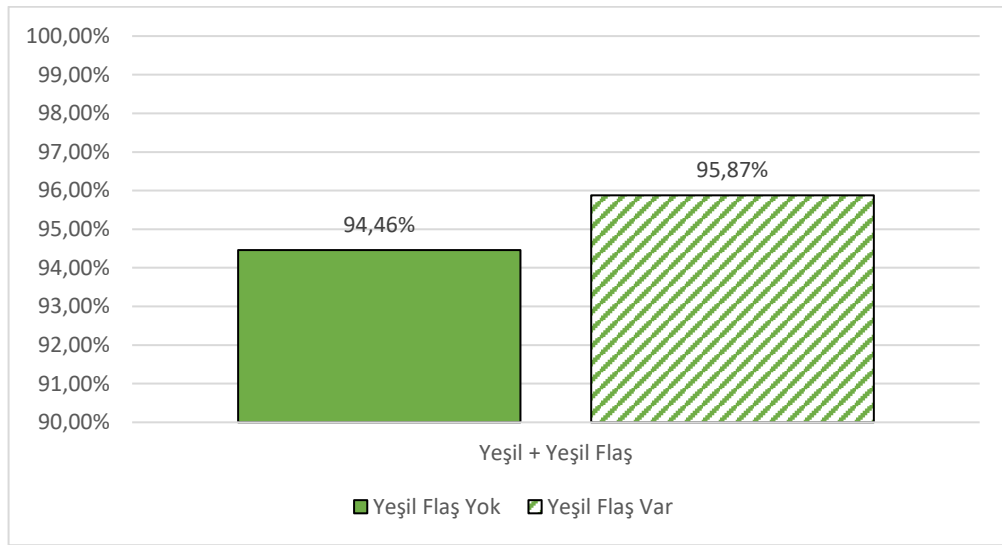
Şekil 3.25 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların sarı ışıkta geçme oranları



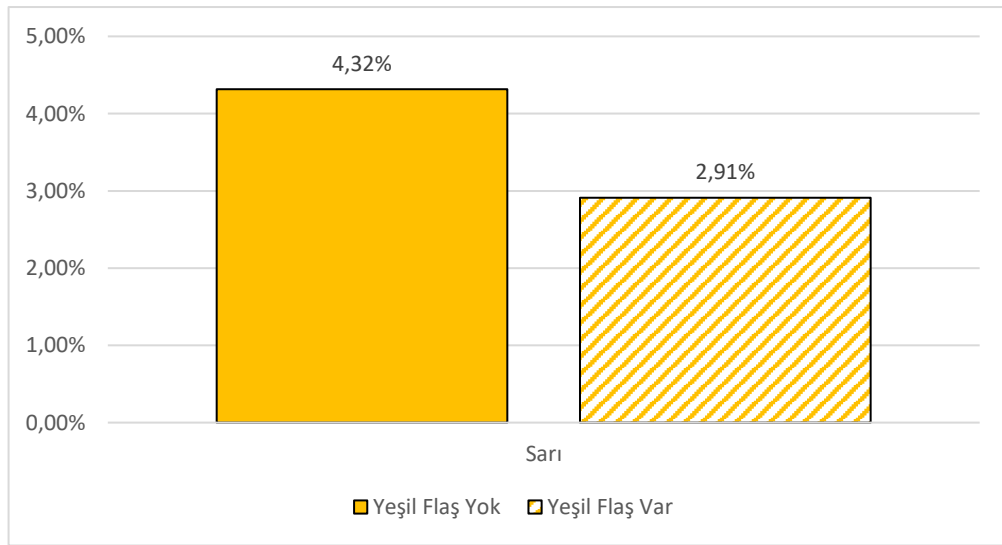
Şekil 3.26 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre taşıtların kırmızı ışıkta geçme oranları

Mişmişpark Kavşağı'nın Batı ve Doğu geliş yönlerindeki yeşil, sarı ve kırmızı ışıkta geçme oranları ayrı ayrı incelenmiş, Doğu geliş yönündeki değerlerin değişiminin Batı geliş yönüne kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür.

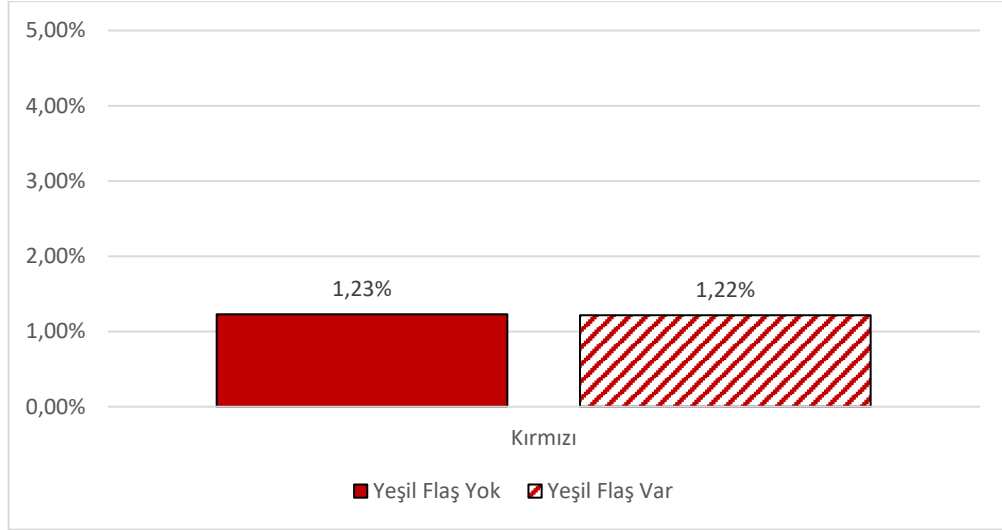
3.2.2.1 Mişmişpark Kavşağı - Batı Geliş Yönü



Şekil 3.27 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Batı geliş yönünde taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları

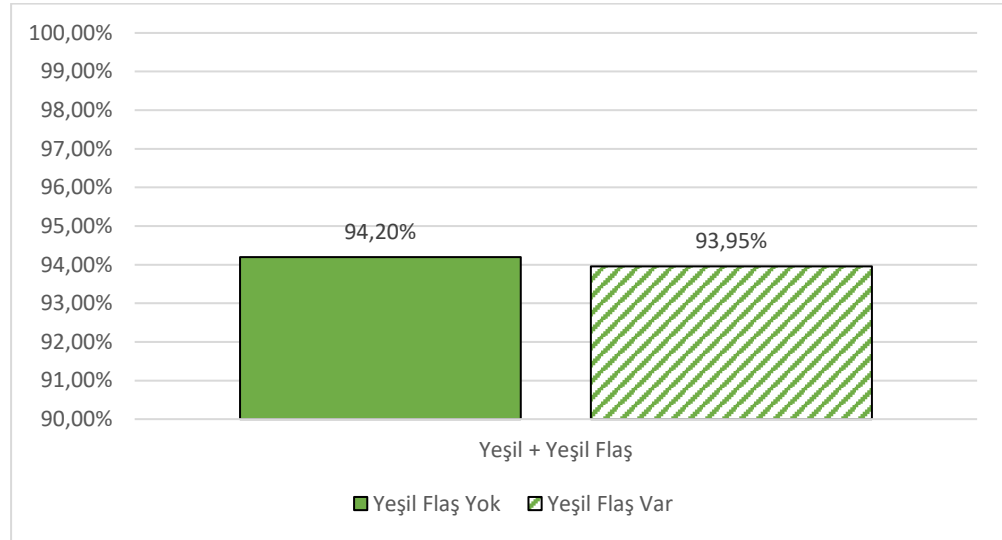


Şekil 3.28 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Batı geliş yönünde taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları

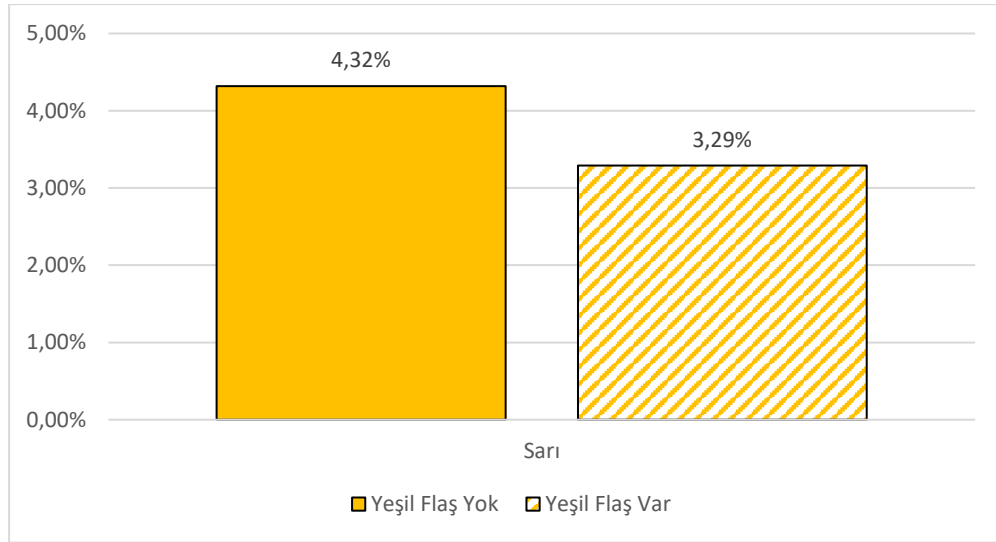


Şekil 3.29 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Batı geliş yönünde taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları

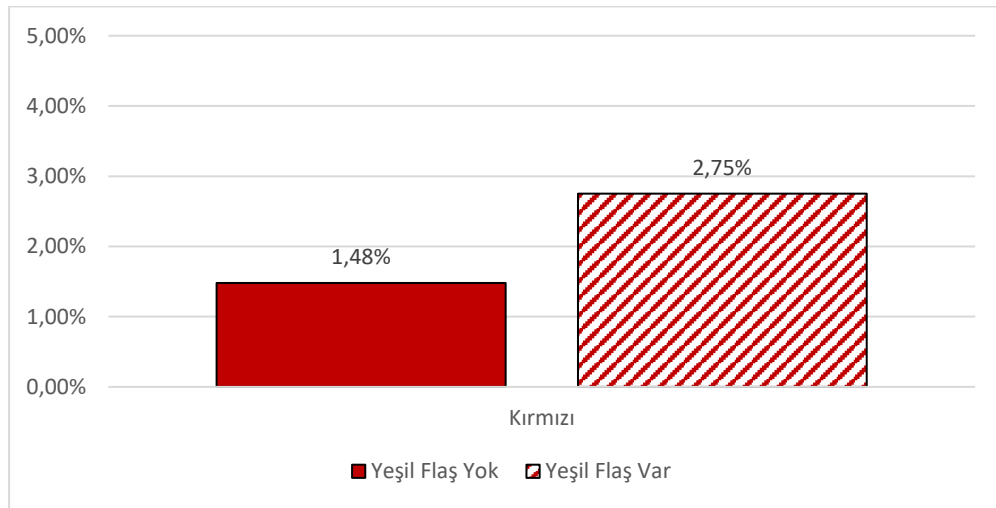
3.2.2.2 Mişmişpark Kavşağı - Doğu Geliş Yönü



Şekil 3.30 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Doğu geliş yönünde taşıtların yeşil ışıktaki geçme oranları



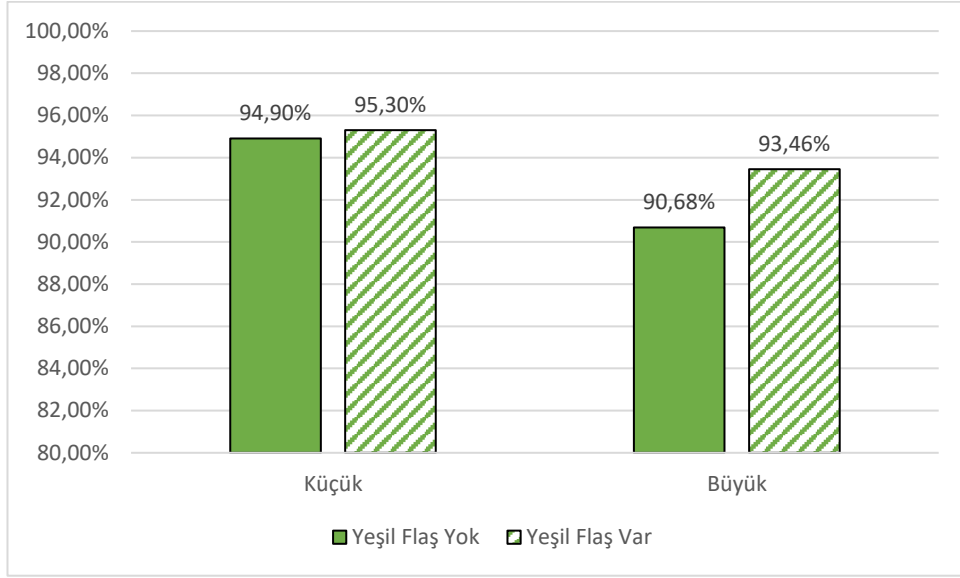
Şekil 3.31 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Doğu geliş yönünde taşıtların sarı ışıktaki geçme oranları



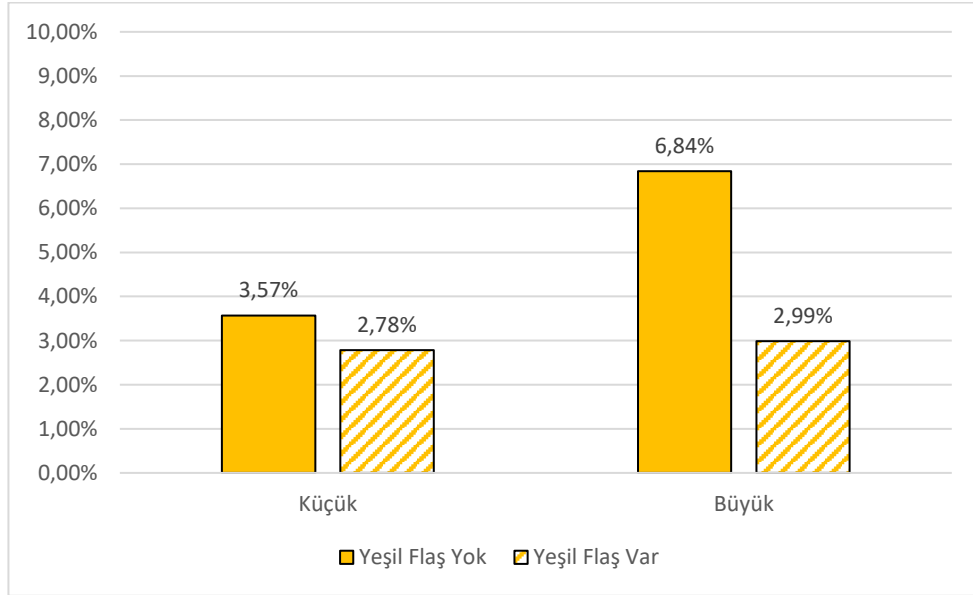
Şekil 3.32 Mişmişpark Kavşağı'nda uygulanan her iki senaryoya göre Doğu geliş yönünde taşıtların kırmızı ışıktaki geçme oranları

3.3 İhlallerin Taşıt Sınıfına Göre Kıyaslanması

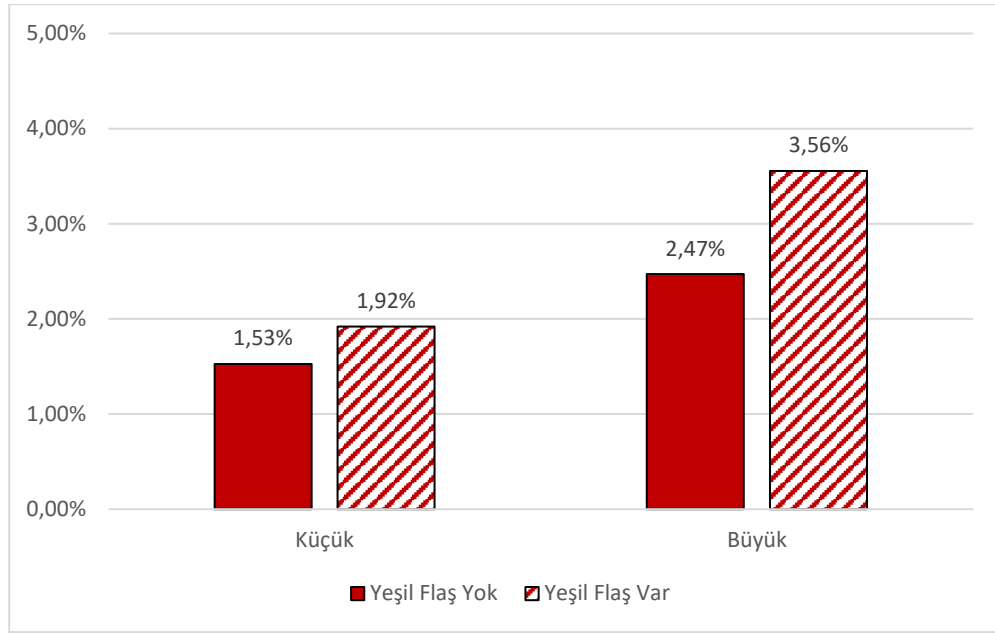
Yeşil flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumlar taşıt sınıfı cinsinden bütünüyle incelendiğinde, büyük taşıtların oransal olarak daha fazla ihlal yaptığı görülmektedir. Yeşil flaş uygulaması küçük taşıt sınıfında yeşilde geçme oranını %94,40'tan %95,30'a çıkarırken, büyük taşıt sınıfında %90,68'den %93,46'ya yükseltmiştir.



Şekil 3.33 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre yeşil ışıktaki geçme oranları

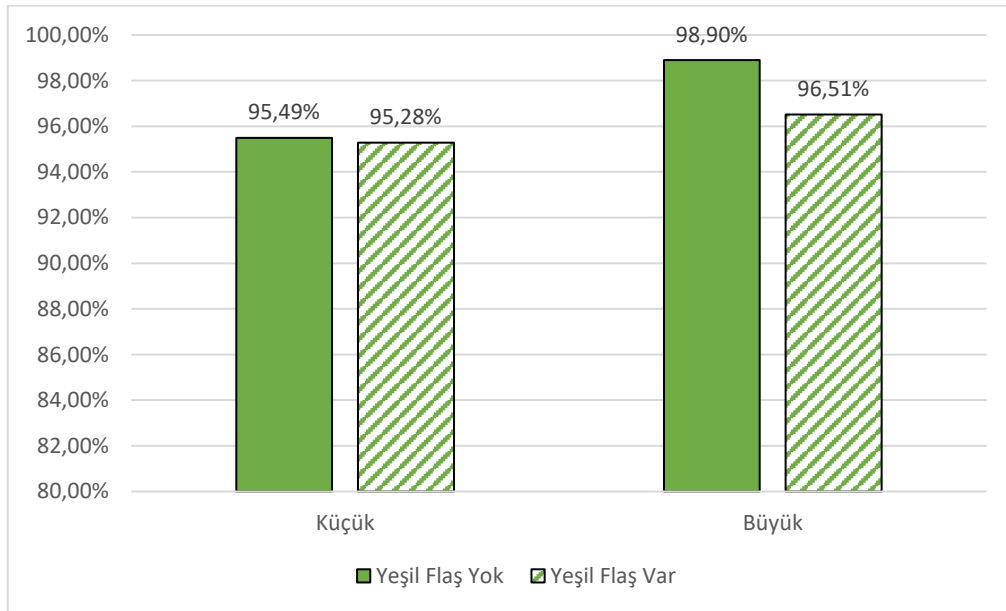


Şekil 3.34 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre sarı ışıktaki geçme oranları

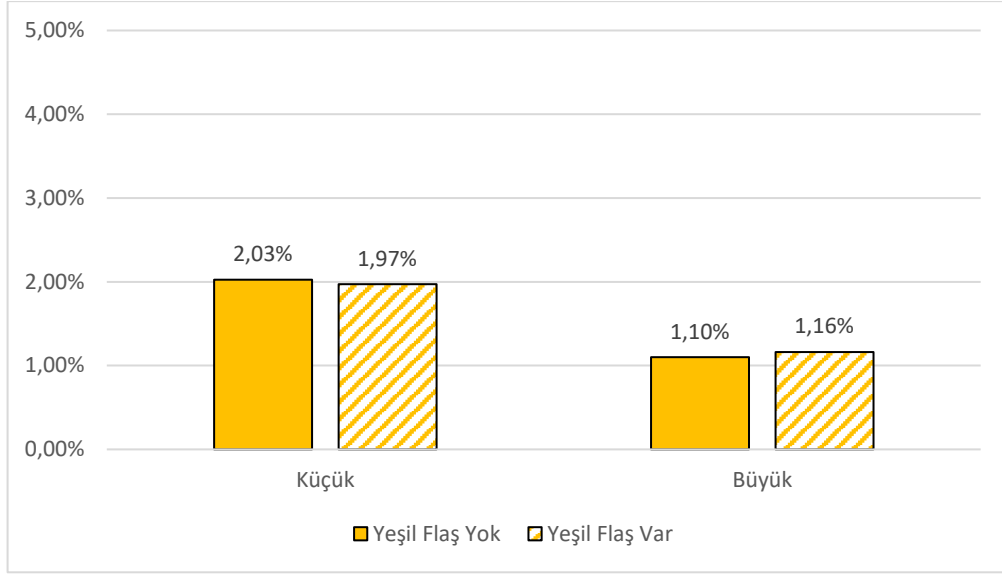


Şekil 3.35 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre kırmızı ışıktaki geçme oranları

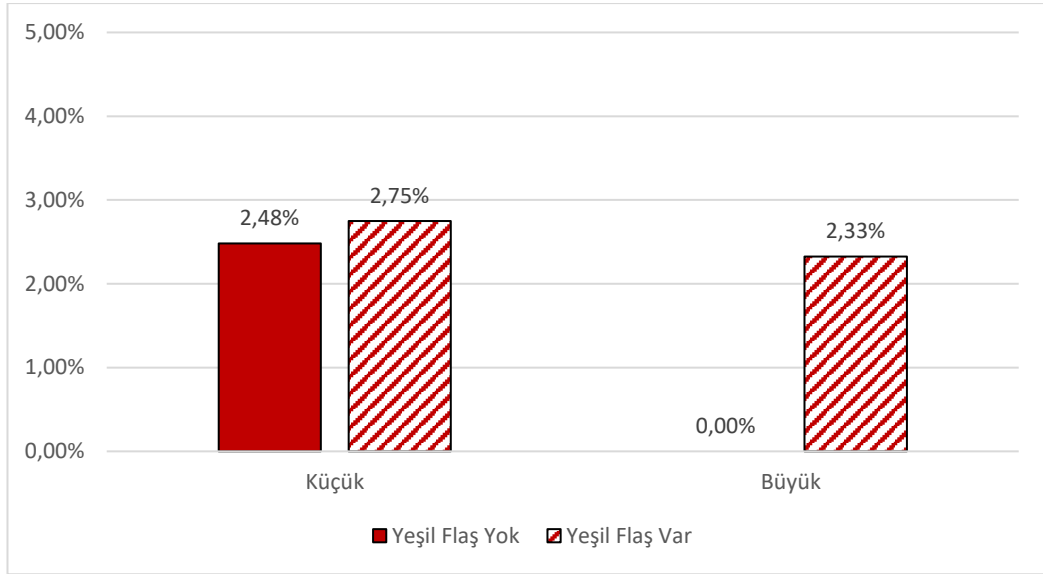
3.3.1 Gülümser Caddesi Kavşağı



Şekil 3.36 Gülümser Caddesi kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre yeşil ışıktaki geçme oranları

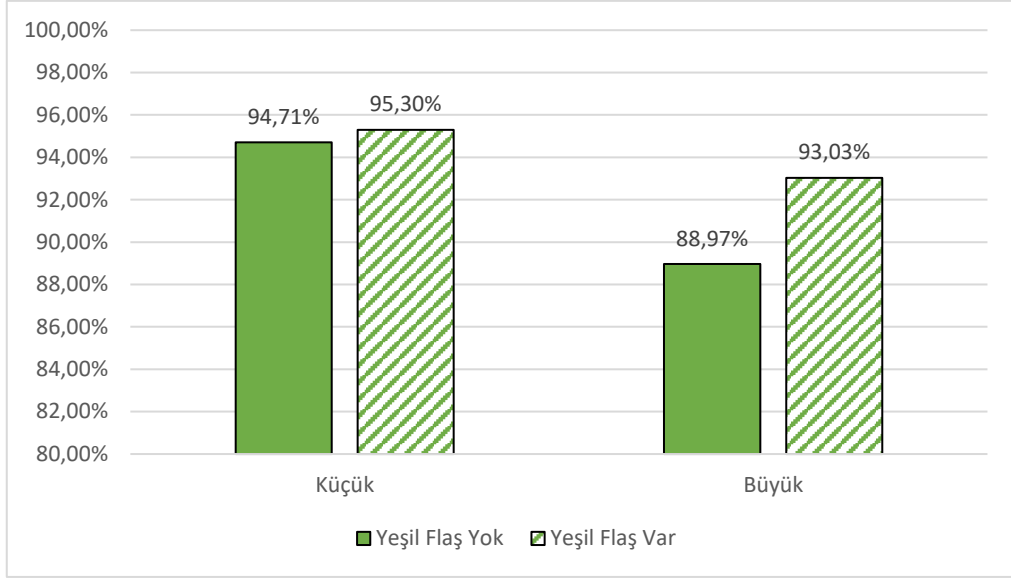


Şekil 3.37 Gülümser Caddesi kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre sarı ışıktaki geçme oranları

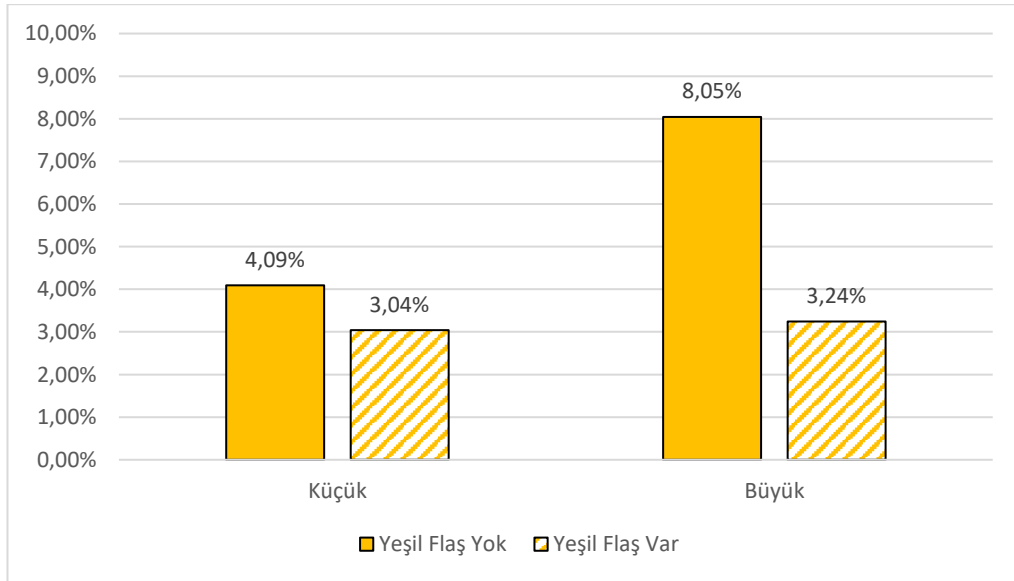


Şekil 3.38 Gülümser Caddesi kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre kırmızı ışıktaki geçme oranları

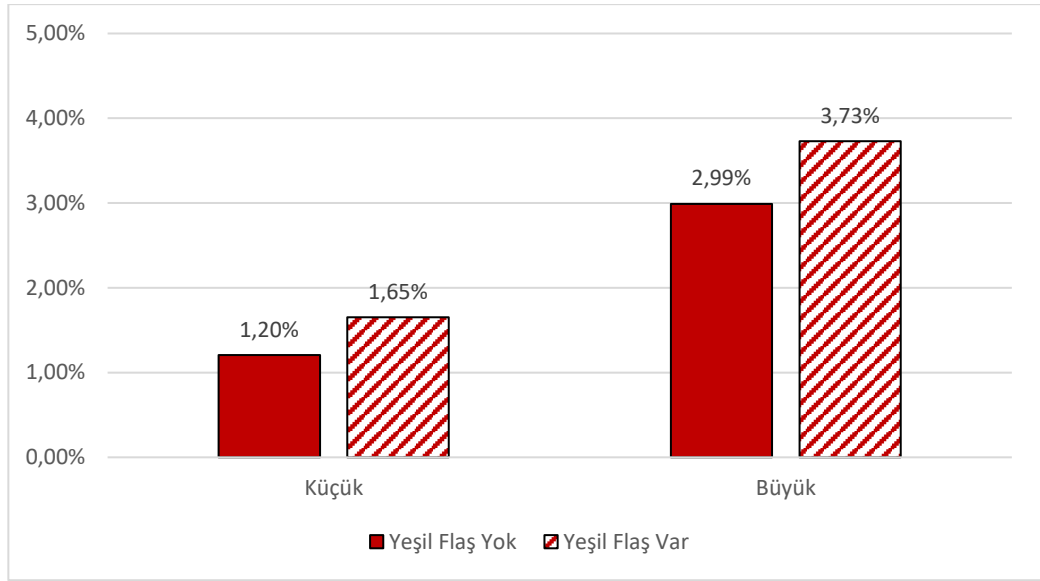
3.3.2 Mişmişpark Kavşağı



Şekil 3.39 Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre yeşil ışıktaki geçme oranları



Şekil 3.40 Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre sarı ışıktaki geçme oranları



Şekil 3.41 Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda taşıt türlerine göre kırmızı ışıktaki geçme oranları

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yeşil sonu flaş uygulamasının sürücü davranışlarına etkisi incelenmiştir. Yeşil sonu flaş uygulamasının yapıldığı ve yapılmadığı durumdaki görüntüler analiz edildiğinde; yeşil sonu flaş uygulamasında kırmızı ışıktaki geçiş oranının, yeşil sonu flaş uygulamasının yapılmadığı duruma göre artış göstermiştir. Yeşil sonu flaş uygulamasında, diğer duruma göre sarı ışıktaki geçiş oranının azaldığı görülmektedir. Burada, sürücülerin yeşil sonu flaşı görmesiyle beraber verdikleri karar sonucu etkilemektedir. Yeşil flaş uygulamasının sarı ışıktaki geçiş oranını artırıp kırmızı ışıktaki geçiş oranını yükseltmesi, kavşak yaklaşımındaki kararsızlık bölgesinde (dilemma zone) bulunan sürücülerin yeşil sonu flaşı gördüklerinde yavaşlama ve hızlanma eğilimi ile ilgilidir. Yeşil ışığın kapanacağına bilgisini veren yeşil sonu flaş, analizi yapılan kavşaklarda sürücülerin yeşil sonu flaşı gördüklerinde çoğunlukla hızlanma eğilimi gösterdiklerine işaret etmektedir. Özellikle hız limitinin 70 km/sa olduğu Mişmişpark Kavşağı'nda, hız limitinin 50 km/sa olduğu Gülümser Caddesi Kavşağı'na göre 2 farklı uygulama durumunda kırmızı ışıklarda geçiş oranlarının daha fazla değişkenlik göstermesi, hız limitinin yüksek olduğu yollardaki sürücülerin yeşil sonu flaşı gördüklerinde hızlarını artırmaktan çekinmediğine işaret etmektedir. Bu durumda sürücüler ya yeşil sonu flaş süresi içerisinde geçiş yapmakta ya da sarı ışık bitimine yetişemeyip kırmızı ışıktaki geçiş yaparak kural ihlali yapmaktadırlar. Yeşil flaş uygulamasının yapıldığı kavşaklarda sinyal fazları arasındaki geçiş (koruma) süresinin hesabı daha da

kritik olmaktadır. Kavşakların işletmesinden sorumlu yönetim birimleri, hazırlayacakları sinyal planlarında bu faktörü göz önünde bulundurmalıdır. Yeşil flaşın uygulanmadığı durumda da gözlemlenen kırmızı ışık ihlallerinin önüne geçmek trafik güvenliğini artırmaya fayda sağlayacaktır. Buna yönelik olarak kavşaklardaki kırmızı ışık ihlalleri için AUS teknolojilerinden yararlanabilir.

-
- [1] R. P. Roess, E. S. Prassas, and W. R. McShane, *Traffic Engineering*, 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2011.
- [2] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, "Signal Timing Manual - Second Edition", The National Academies Press, Washington, DC, 2015.
- [3] "İşte İstanbul'un ilk trafik lambası (1929 Karaköy)", *Twitter*, 2015. [Online]. Available: <https://twitter.com/iettr/status/616506657401667584>. [Accessed: 11- Jul- 2019].
- [4] "İstanbul'da araç trafiği ATAK ile azalıyor", *Hürriyet*, 2018. [Online]. Available: <http://www.hurriyet.com.tr/istanbulda-arac-trafigi-atak-ile-azaliyor-40880032>. [Accessed: 11- Jul- 2019].
- [5] National Transportation Operations Coalition, "National Traffic Signal Report Card: Technical Report", Institute of Transportation Engineers, Washington, DC, 2012.
- [6] N. Bhuiyan, E. Parentela and V. Inapuri, "Analysis of Signalized Intersection Crashes", in *2016 Western District Meeting*, Albuquerque, New Mexico, 2016.
- [7] A. Akbaş and E. Akdoğan, "İstanbul Kent İçi Trafik Kontrol Sistemi Üzerine Bir Durum Değerlendirmesi", in *İstanbul'da Kent İçi Ulaşım Sempozyumu*, İstanbul, 2001.
- [8] D. Mohan, *Intelligent Transportation Systems (ITS) and the Transportation System*. Delhi, India: Indian Institute of Technology Delhi, 2008.
- [9] B. Çapalı, "Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamaları," thesis, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, 2009.
- [10] "Malatya Büyükşehir Belediyesi 163 kamerayla trafiği izliyor", *Hürriyet*, 2017. [Online]. Available: <http://www.hurriyet.com.tr/malatya-buyuksehir-belediyesi-163-kamerayla-tra-40675720>. [Accessed: 11- Jul- 2019].
- [11] "Konya Büyükşehir'den Bir İlk Daha: Akıllı Trafik Sistemi", *Konya.bel.tr*, 2013. [Online]. Available: <http://www.konya.bel.tr/haberayrinti.php?haberID=3750>. [Accessed: 11- Jul- 2019].
- [12] "İBB'DEN İSTANBUL TRAFİĞİNE "ATAK" MODELİ", *Ibb.istanbul*, 2018. [Online]. Available: <https://www.ibb.istanbul/News/Detail/34842>. [Accessed: 11- Jul- 2019].
- [13] *Karayolları Trafik Kanunu*. Ankara, Türkiye: Türkiye Büyük Millet Meclisi, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=1.5.2918&MevzuatIliskisi=0&sourceXmlSearch=>, 1983.

- [14] *Trafik İşaretleri Hakkında Yönetmelik*. Ankara, Türkiye: Karayolları Genel Müdürlüğü,
<http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/KanunYonetmelik/TrafikIsaretYonetmelik.pdf>
- [15] *Karayolları Tasarım El Kitabı*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, 2005.
- [16] SweRoad, "Kavşak Tipi Seçimi ile ilgili olarak Önerilen Esaslar," Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara,
<http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/UzmanRaporlari/lokvistsecimesas.pdf>, 2000.
- [17] SweRoad, "Seçim Diyagramları ve Trafik Koşulları," Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara,
<http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/UzmanRaporlari/lokvistsecimdia.pdf>, 2000.
- [18] M. Özdirim, *Trafik Mühendisliği Cilt 2*. Ankara, 1994: Karayolları Genel Müdürlüğü.
- [19] *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways - 2009 Edition*. U.S Department of Transportation Federal Highway Administration.
- [20] C. S. Papacostas and P. D. Prevedouros, *Transportation engineering and planning*. New Delhi, India: PHI Learning, 2012.
- [21] *Guidelines for determining traffic signal change and clearance intervals: an ITE proposed recommended practice*. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers, 2015.
- [22] M. I. Al-Kubaisi, "Optimum Cycle Time Prediction for Signalized Intersections at Baghdad City," *Çankaya University Journal of Science and Engineering*, vol. 9, no. 2, pp. 149–166.
- [23] R. J. Salter, *Highway Traffic Analysis and Design*. London: Macmillan Education UK, 1996.
- [24] E. Yilmaz, C. Köse, "Dört Kavşağa Sahip Bir Karayolu Bölümünün Bilgisayar Ortamında Simülasyonu", 12. ELEKTRİK, ELEKTRONİK, BİLGİSAYAR, BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ULUSAL KONGRESİ ve FUARI, Eskişehir, Türkiye, pp.299-300, 2017.
- [25] A. Y. Zakariya and S. I. Rabia, "Estimating the minimum delay optimal cycle length based on a time-dependent delay formula," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 55, no. 3, pp. 2509–2514, 2016.
- [26] J. E. Clark, "Assessing the Sensibility of Signal Timing Split Optimization In Addressing Congestion ," *ITE Journal*, vol. 78, pp. 24–29, 2008.
- [27] Z. Çakıcı and Y. Ş. Murat, "BANU-ITSC'18," in *The Optimization of Traffic Signal Timing with Meta-Heuristic Differential Evolution Algorithm*, 2018.
- [28] F. V. Webster, "Traffic Signal Settings," Road Research Technique Paper No. 39, Road Research Laboratory, London, 1958.

- [29] G. Çetinkaya, "Işıklı Kavşaklarda Değişik Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması," master thesis, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
- [30] *Highway Capacity Manual*. Washington, DC: Transportation Research Board, National Research Council, 1985.
- [31] R. Akcelik, *Traffic signals: capacity and timing analysis*. Victoria: Australian Road Research Board, 1981.
- [32] R. Akcelik, "The Highway Capacity Manual Delay Formula for Signalized Intersections," *ITE Journal*, vol. 58, no. 3, 1988.
- [33] H. Ceylan, Ö. Başkan, H. Ceylan, and S. Haldenbilen, "Mathematical Solutions Of Vehicular Delay Components At Signalized Intersections Based On Approximate Calculation Method," *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg*, vol. 13, no. 2, pp. 279–288, 2007.
- [34] T. K. Datta, K. Schattler, and S. Datta, "Red Light Violations and Crashes at Urban Intersections," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1734, no. 1, pp. 52–58, 2000.
- [35] R. A. Retting, S. A. Ferguson, and A. S. Hakkert, "Effects of Red Light Cameras on Violations and Crashes: A Review of the International Literature," *Traffic Injury Prevention*, vol. 4, no. 1, pp. 17–23, 2003.
- [36] D. Gazis, R. Herman, and A. Maradudin, "The Problem of the Amber Signal Light in Traffic Flow," *Operations Research*, vol. 8, no. 1, pp. 112–132, 1960.
- [37] Z. Yang, X. Tian, W. Wang, X. Zhou, and H. Liang, "Research on Driver Behavior in Yellow Interval at Signalized Intersections," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2014, pp. 1–8, 2014.
- [38] K. Lum and H. Halim, "A before-and-after study on green signal countdown device installation," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 9, no. 1, pp. 29–41, 2006.
- [39] "Kırmızı Işık İhlal Tespit Sistemi: İSBAK: İstanbul Bilişim ve Akıllı Kent Teknolojileri A.Ş.," *İSBAK*, 09-Jul-2018. [Online]. Available: <https://www.isbak.istanbul/akilli-ulasim-cozumleri/eds-trafik-denetleme-sistemleri/kirmizi-isik-ihlal-tespit-sistem/>. [Accessed: 11-Jul-2019].
- [40] ISSD Trafik ve Entegre Sistemler, "Kırmızı Işık İhlal Tespiti - Plaka Tanıma Sistemleri - ISSD – Akıllı Trafik Çözümleri," *ISSD*. [Online]. Available: <https://www.issd.com.tr/tr/18922/Kirmizi-Isik-Ihlal-Tespiti>. [Accessed: 11-Jul-2019]
- [41] Y. Lee, Z. Li, S. Zhang, A. M. Roshandeh, H. Patel, and Y. Liu, "Safety impacts of red light running photo enforcement at urban signalized intersections," *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, vol. 1, no. 5, pp. 309–324, 2014.

- [42] D. Mahalel, D. Zaidel, and T. Klein, "Drivers decision process on termination of the green light," *Journal of Safety Research*, vol. 17, no. 3, p. 135, 1986.
- [43] R. Factor, J. N. Prashker, and D. Mahalel, "The flashing green light paradox," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 15, no. 3, pp. 279–288, 2012.
- [44] W. Awad, "Drivers' Behaviour at Signalized Intersections Operating with Flashing Green: Comparative Study," *IISTE Civil and Environmental Research*, vol. 6, no. 1, 2014.

KAVŞAKLARIN GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ

1 Yeşil Sonu Flaşın Uygulanmadığı Durumlar

Gülümser Caddesi Kavşağı - Güney Geliş - 17.05.2019 - 07:00-09:00 Analizleri

17.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
1-Güney Geliş									
Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	38	4	0	0	1	0	39	4	43
07:15-07:30	62	12	0	0	0	0	62	12	74
07:30-07:45	81	3	1	0	1	0	83	3	86
07:45-08:00	88	3	1	0	3	0	92	3	95
08:00-08:15	72	6	1	0	3	0	76	6	82
08:15-08:30	64	9	3	0	3	0	70	9	79
08:30-08:45	54	4	1	0	0	0	55	4	59
08:45-09:00	38	2	0	0	3	0	41	2	43
Toplam	497	43	7	0	14	0	518	43	561

Gülümser Caddesi Kavşağı - Güney Geliş - 17.05.2019 - 17:00-19:00 Analizleri

17.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
1-Güney Geliş									
Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
17:00-17:15	81	1	0	0	2	0	83	1	84
17:15-17:30	68	0	4	0	1	0	73	0	73
17:30-17:45	63	2	3	0	2	0	68	2	70
17:00-18:00	93	3	0	0	0	0	93	3	96
18:00-18:15	88	0	2	0	1	0	91	0	91
18:15-18:30	85	1	2	0	1	0	88	1	89
18:30-18:45	74	1	3	0	1	0	78	1	79
18:45-19:00	105	4	1	0	0	0	106	4	110
Toplam	657	12	15	0	8	0	680	12	692

Gülümser Caddesi Kavşağı - Kuzey Geliş - 17.05.2019 - 07:00-09:00 Analizleri

17.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
2-Kuzey Geliş									
Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	17	0	0	0	3	0	20	0	
07:15-07:30	36	2	0	0	3	0	39	2	
07:30-07:45	46	5	0	0	4	0	50	5	
07:45-08:00	41	1	0	0	0	0	41	1	
08:00-08:15	54	0	2	0	5	0	61	0	
08:15-08:30	68	2	1	0	0	0	69	2	
08:30-08:45	50	1	0	0	3	0	53	1	
08:45-09:00	33	2	1	0	2	0	36	2	
Toplam	345	13	4	0	20	0	369	13	

Gülümser Caddesi Kavşağı - Kuzey Geliş - 17.05.2019 - 17:00-19:00 Analizleri

17.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
2-Kuzey Geliş									
Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
17:00-17:15	94	0	1	0	2	0	97	0	
17:15-17:30	96	3	3	0	1	0	100	3	
17:30-17:45	67	2	2	0	4	0	73	2	
17:00-18:00	104	2	4	0	0	0	108	2	
18:00-18:15	79	1	2	0	5	0	86	1	
18:15-18:30	129	1	8	0	4	0	141	1	
18:30-18:45	117	6	1	0	1	0	119	6	
18:45-19:00	125	7	2	1	1	0	128	8	
Toplam	811	22	23	1	18	0	852	23	

Mişmişpark Kavşağı - Batı Geliş – 31.05.2019 - 07:00-09:00 Analizleri

31.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
1-Batı Geliş									
Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	137	15	12	0	1	0	150	15	
07:15-07:30	210	15	6	2	2	0	218	17	
07:30-07:45	329	25	9	2	5	0	343	27	
07:45-08:00	461	34	26	1	3	0	490	35	
08:00-08:15	481	18	14	0	1	0	496	18	
08:15-08:30	444	19	26	2	5	0	475	21	
08:30-08:45	451	27	15	1	1	0	467	28	
08:45-09:00	364	14	15	4	4	1	383	19	
Toplam	2877	167	123	12	22	1	3022	180	

Mişmişpark Kavşağı - Batı Geliş – 03.06.2019 - 17:00-19:00 Analizleri

3.06.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
1-Batı Geliş									
Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
17:00-17:15	233	6	14	0	5	0	252	6	258
17:15-17:30	231	9	6	4	1	2	238	15	253
17:30-17:45	223	3	15	0	5	0	243	3	246
17:00-18:00	224	9	15	0	4	0	243	9	252
18:00-18:15	233	8	7	0	8	0	248	8	256
18:15-18:30	265	6	9	0	6	0	280	6	286
18:30-18:45	216	4	7	2	4	1	227	7	234
18:45-19:00	201	9	8	3	3	2	212	14	226
Toplam	1826	54	81	9	36	5	1943	68	2011

Mişmişpark Kavşağı - Doğu Geliş – 31.05.2019 - 07:00-09:00 Analizleri

31.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
2-Doğu Geliş									
Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	56	6	1	0	2	0	59	6	65
07:15-07:30	86	8	1	1	4	0	91	9	100
07:30-07:45	76	15	6	0	0	4	82	19	101
07:45-08:00	107	9	4	4	1	0	112	13	125
08:00-08:15	134	16	7	1	1	2	142	19	161
08:15-08:30	155	21	5	0	1	0	161	21	182
08:30-08:45	127	14	2	1	1	0	130	15	145
08:45-09:00	151	22	7	1	2	1	160	24	184
Toplam	892	111	33	8	12	7	937	126	1063

Mişmişpark Kavşağı - Doğu Geliş – 03.06.2019 - 17:00-19:00 Analizleri

3.06.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
2-Doğu Geliş									
Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
17:00-17:15	147	3	13	2	2	0	162	5	167
17:15-17:30	146	11	11	0	0	0	157	11	168
17:30-17:45	159	7	3	1	1	0	163	8	171
17:00-18:00	142	4	5	3	5	0	152	7	159
18:00-18:15	135	7	7	0	2	0	144	7	151
18:15-18:30	149	6	3	0	3	0	155	6	161
18:30-18:45	137	7	6	0	1	0	144	7	151
18:45-19:00	151	10	7	0	2	0	160	10	170
Toplam	1166	55	55	6	16	0	1237	61	1298

2 Yeşil Sonu Flaşın Uygulandığı Durumlar

Gülümser Caddesi Kavşağı - Güney Geliş – 31.05.2019 - 07:00-09:00 Analizleri

31.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
1-Güney Geliş											
Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	32	2	0	1	0	0	0	0	32	3	35
07:15-07:30	62	9	3	1	1	0	1	1	67	11	78
07:30-07:45	74	5	3	0	1	0	0	0	78	5	83
07:45-08:00	70	3	5	0	2	0	2	0	79	3	82
08:00-08:15	61	7	0	0	3	0	1	0	65	7	72
08:15-08:30	67	8	3	0	2	0	0	0	72	8	80
08:30-08:45	47	2	2	0	1	0	2	0	52	2	54
08:45-09:00	39	1	4	0	2	0	1	0	46	1	47
Toplam	452	37	20	2	12	0	7	1	491	40	531

Gülümser Caddesi Kavşağı - Güney Geliş – 31.05.2019 - 17:00-19:00 Analizleri

31.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
1-Güney Geliş											
Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
17:00-17:15	83	1	4	0	1	0	2	0	90	1	91
17:15-17:30	94	1	2	0	3	0	2	0	101	1	102
17:30-17:45	77	1	5	0	0	0	1	0	83	1	84
17:00-18:00	95	3	3	0	1	0	0	0	99	3	102
18:00-18:15	74	1	2	0	2	0	4	0	82	1	83
18:15-18:30	78	1	4	0	1	0	1	0	84	1	85
18:30-18:45	77	2	4	0	2	0	2	0	85	2	87
18:45-19:00	83	0	4	0	1	0	3	0	91	0	91
Toplam	661	10	28	0	11	0	15	0	715	10	725

Gülümser Caddesi Kavşağı - Kuzey Geliş – 31.05.2019 - 07:00-09:00 Analizleri

31.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
2-Kuzey Geliş											
Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	24	0	0	0	0	0	0	0	24	0	24
07:15-07:30	18	2	2	0	2	0	1	0	23	2	25
07:30-07:45	23	4	1	0	0	0	5	0	29	4	33
07:45-08:00	47	3	2	0	2	0	2	0	53	3	56
08:00-08:15	48	1	1	0	2	0	3	0	54	1	55
08:15-08:30	41	1	2	0	1	0	3	0	47	1	48
08:30-08:45	43	3	2	0	0	0	1	0	46	3	49
08:45-09:00	35	1	1	0	2	0	6	0	44	1	45
Toplam	279	15	11	0	9	0	21	0	320	15	335

Gülümser Caddesi Kavşağı - Kuzey Geliş – 31.05.2019 - 17:00-19:00 Analizleri

31.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
2-Kuzey Geliş											
Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
17:00-17:15	99	3	5	0	2	0	1	0	107	3	110
17:15-17:30	95	1	6	0	1	0	3	1	105	2	107
17:30-17:45	91	2	11	1	3	0	6	0	111	3	114
17:00-18:00	95	0	4	1	3	0	2	0	104	1	105
18:00-18:15	96	0	4	0	2	0	0	0	102	0	102
18:15-18:30	130	4	2	0	2	0	4	0	138	4	142
18:30-18:45	106	1	6	0	2	0	4	0	118	1	119
18:45-19:00	117	5	3	1	1	1	4	0	125	7	132
Toplam	829	16	41	3	16	1	24	1	910	21	931

Mişmişpark Kavşağı - Batı Geliş – 17.05.2019 - 07:00-09:00 Analizleri

17.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
1-Batı Geliş											
Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	92	9	3	1	4	0	3	0	102	10	112
07:15-07:30	187	16	10	0	9	0	3	0	209	16	225
07:30-07:45	291	24	7	0	16	0	8	1	322	25	347
07:45-08:00	429	38	17	3	12	1	3	0	461	42	503
08:00-08:15	340	26	22	1	8	2	6	1	376	30	406
08:15-08:30	467	13	23	0	15	1	6	0	511	14	525
08:30-08:45	414	19	18	1	15	0	4	2	451	22	473
08:45-09:00	321	13	12	0	10	0	2	0	345	13	358
Toplam	2541	158	112	6	89	4	35	4	2777	172	2949

Mişmişpark Kavşağı - Batı Geliş – 17.05.2019 - 17:00-19:00 Analizleri

17.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Toplam
1-Batı Geliş											
Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
17:00-17:15	202	9	7	1	5	1	2	0	216	11	227
17:15-17:30	160	10	9	0	4	0	4	0	177	10	187
17:30-17:45	205	10	7	1	6	0	3	0	221	11	232
17:00-18:00	265	12	12	0	5	2	1	0	283	14	297
18:00-18:15	224	10	15	0	6	0	1	0	246	10	256
18:15-18:30	232	11	14	0	8	0	4	0	258	11	269
18:30-18:45	270	12	5	0	11	0	4	0	290	12	302
18:45-19:00	265	9	16	0	5	0	3	0	289	9	298
Toplam	1823	83	85	2	50	3	22	0	1980	88	2068

Mişmişpark Kavşağı - Doğu Geliş – 17.05.2019 - 07:00-09:00 Analizleri

17.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Toplam
2-Doğu Geliş											
Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
07:00-07:15	36	6	1	0	0	1	3	1	40	8	48
07:15-07:30	47	9	1	1	1	1	2	0	51	11	62
07:30-07:45	57	18	6	0	4	0	3	2	70	20	90
07:45-08:00	64	18	1	1	2	1	2	0	69	20	89
08:00-08:15	122	25	3	1	3	0	3	0	131	26	157
08:15-08:30	110	17	5	1	6	0	3	0	124	18	142
08:30-08:45	112	17	3	0	3	0	4	1	122	18	140
08:45-09:00	135	22	4	0	5	0	6	2	150	24	174
Toplam	683	132	24	4	24	3	26	6	757	145	902

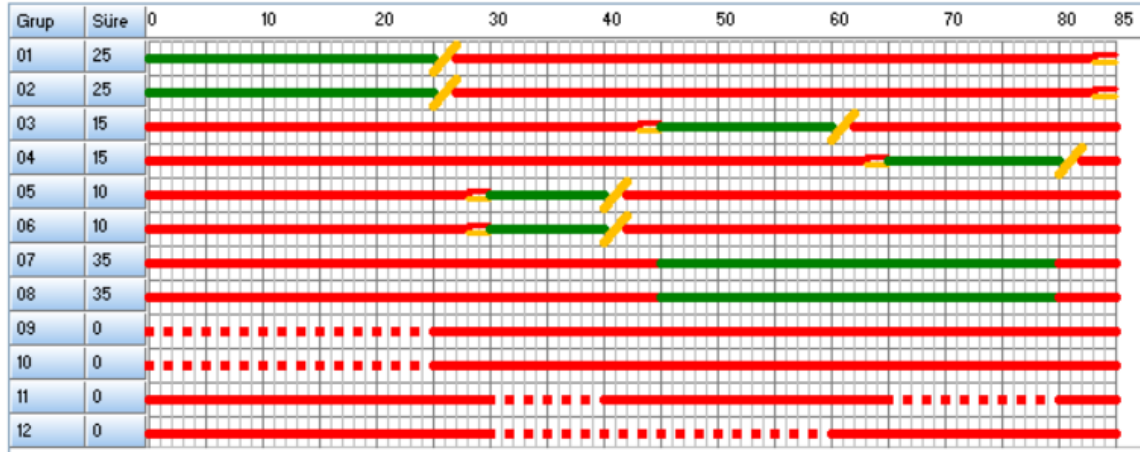
Mişmişpark Kavşağı - Doğu Geliş – 17.05.2019 - 17:00-19:00 Analizleri

17.05.2019	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Toplam
2-Doğu Geliş											
Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
17:00-17:15	291	16	15	1	14	1	8	0	328	18	346
17:15-17:30	246	43	10	1	9	4	3	4	268	52	320
17:30-17:45	200	22	9	0	6	1	5	2	220	25	245
17:00-18:00	216	16	16	1	14	1	6	2	252	20	272
18:00-18:15	178	18	7	0	8	1	2	1	195	20	215
18:15-18:30	207	29	7	2	6	1	12	1	232	33	265
18:30-18:45	233	15	12	5	6	1	2	1	253	22	275
18:45-19:00	280	20	9	0	4	0	4	2	297	22	319
Toplam	1851	179	85	10	67	10	42	13	2045	212	2257

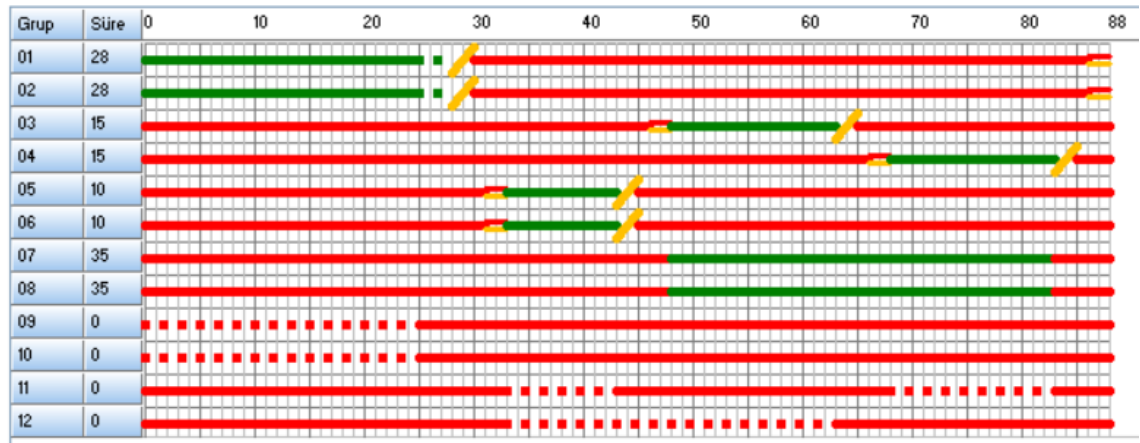
ÇALIŞMA YAPILAN KAVŞAKLARA AİT SİNYAL PLANLARI

1 Gülümser Caddesi Kavşağı

Yeşil Sonu Flaşın Uygulanmadığı Sinyal Planı

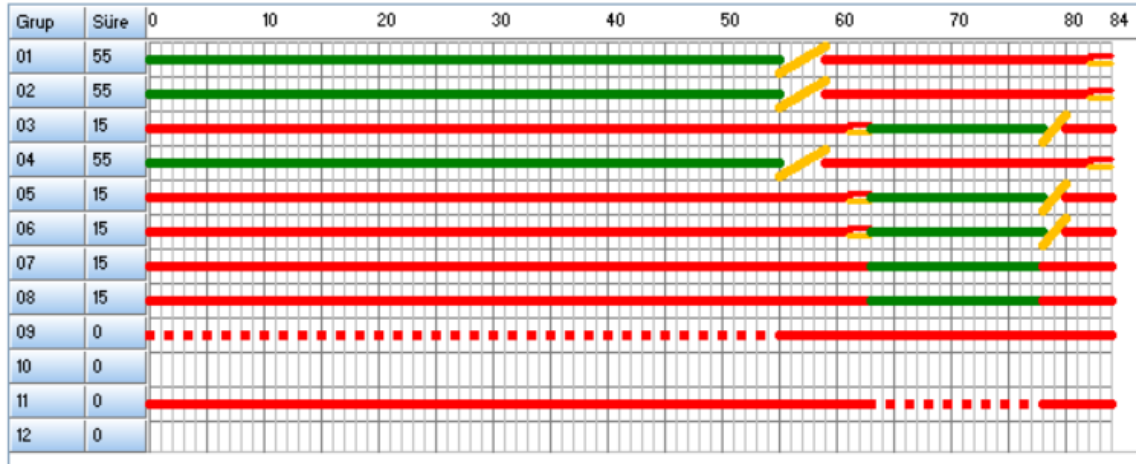


Yeşil Sonu Flaşın Uygulandığı Sinyal Planı

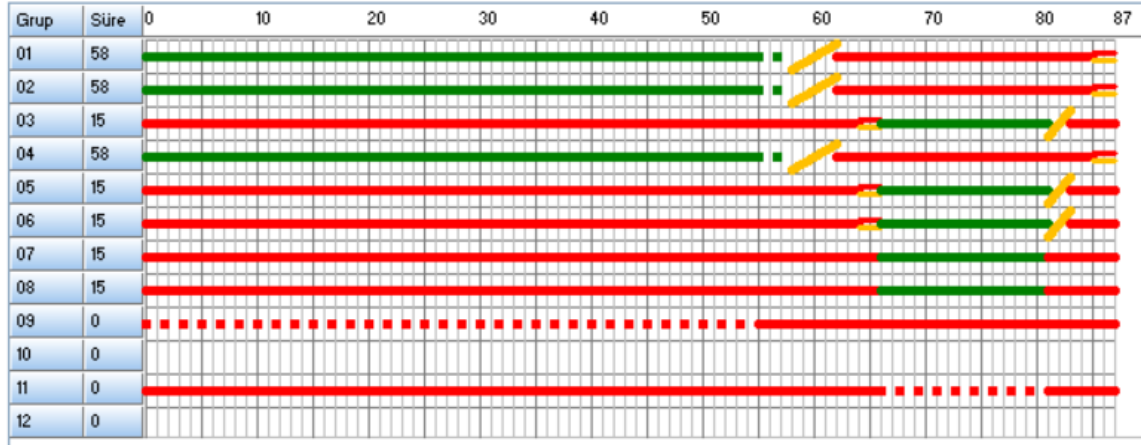


2 Mişmişpark Kavşağı

Yeşil Sonu Flaşın Uygulanmadığı Sinyal Planı



Yeşil Sonu Flaşın Uygulandığı Sinyal Planı



KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Halil ŞENTÜRK
Doğum Tarihi ve Yeri : 23.06.1991 – İstanbul
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : halilsenturk23@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2014
Lise	Fen	Vefa Lisesi	2009

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2017	ISSD Bilişim Elektronik A.Ş.	Trafik Mühendisi

YAYINLARI

Bildiri

1. M. Gürsoy, H. Şentürk, “Sinyalize kavşak yönetiminde yeşil sonu flaş uygulaması: Malatya örneği”, 2. Uluslararası GAP Matematik-Mühendislik-Fen ve Sağlık Bilimleri Kongresi, Adıyaman, 21-23 Haziran, 2019.