

T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAVŞAKLARDA KIRMIZI IŞIK İHLALLERİ KONUSUNDA BİR İNCELEME:  
MALATYA ÖRNEĞİ

HALİL ŞENTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ULAŞTIRMA PROGRAMI

DANIŞMAN  
DOÇ. DR. MUSTAFA GÜRSOY

İSTANBUL, 2019

**KAVŞAKLARDA KIRMIZI IŞIK İHLALLERİ KONUSUNDA BİR İNCELEME:  
MALATYA ÖRNEĞİ**

Halil ŞENTÜRK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa GÜRİSOY

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 kentleşme sınırları içinde kalmaya başlamıştır. Türkiye'de yoğunlukla şehirler arası yollardaki sinyalizasyon kavşaklarında, sürücülere yeşil ışığın kapanmak üzere olduğunu bildirmek amacıyla yeşil sonu flaş (fasıllı olarak yanıp sönen yeşil ışık) uygulaması yapılmaktadır. Bu uygulama, yerel yönetimler tarafından da kabul görmekte ve kent içi sinyalizasyon kavşaklarında 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 Işıkları 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. Sinyalizasyon kavşaklarının sinyal tasarımlarında trafik güvenliğini artırmaya yönelik bulguların elde edilmesi amaçlanmıştır.

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



**A STUDY ABOUT RED LIGHT VIOLATIONS AT SIGNALIZED INTERSECTIONS:  
MALATYA EXAMPLE**

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 residential areas. 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 end. 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; however, 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



### 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 kontrol cihazları
- Genel çevresel koşullar

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 sinyalize hale getirilmesidir. Trafik sinyalizasyonunun geçmişi 1868’de Londra, İngiltere’de elle kontrol edilen semafor sistemine kadar gitmektedir [2]. Türkiye’deki ilk sinyalize kavşak ise 1929’da Karaköy, İstanbul’da kurulmuştur [3]. 2018 yılı itibariyle 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 çatışma 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 gösterebilmektedir [6]. Ulaşımında yaşanan sorunlar, kentin ekonomik ve sosyal hayatında da olumsuz etkilere yol açar [7]. Tüm bu faktörler sinyalize kavşakların etkin bir şekilde yönetilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır [2].

Bilgisayar teknolojisinin ucuzlaması ve donanım olarak boyutunun küçülmesiyle beraber Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) 1970'lerde Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya gibi ülkelerde kullanılmaya başlanmıştır [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].

2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu'na göre Türkiye'de trafik yönetimiyle ilgili kurumlar arasında Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve yerel yönetimler yer almaktadır [13]. KGM'nin yayınladığı Trafik Işıkları Hakkındaki Yönetmelik'in 9. Maddesinde; "yeşil ışık", "sarı ışık", "yeşilden sonra yanan sarı ışık", "kırmızıyla beraber yanan sarı ışık", "kırmızı ışık", "fasıllı olarak yanıp sönen sarı ışık", "fasıllı olarak yanıp sönen kırmızı ışık", "ışıklı oklar", "yaya figürlü yeşil ışık", "yaya figürlü kırmızı ışık" ile "sesli veya yazılı ışıklar" için tanımlar yapılmıştır. İlgili yönetmelikte "fasıllı olarak yanıp sönen yeşil ışık" tanımı yer almamaktadır [14]. Bunun yanı sıra, 1968 yılında taraflar arasında standart trafik kuralları oluşturarak karayollarında trafik güvenliğini artırma amacıyla yapılan ve Türkiye'nin kabul etmiş olduğu Viyana Karayolu Trafiği Konvansiyonu'nda da yeşil sonu flaşla ilgili bir tanım bulunmamaktadır [15]. Türkiye'nin farklı yerlerindeki sinyalize kavşaklarda yeşil renkten kırmızı renge geçişlerde yeşil sonu flaş uygulaması (fasıllı olarak yanıp sönen yeşil ışık) görülmektedir. Bu durum ülke içerisinde standart olmayan bir yeşil sonu sinyal yönetimine yol açmaktadır.

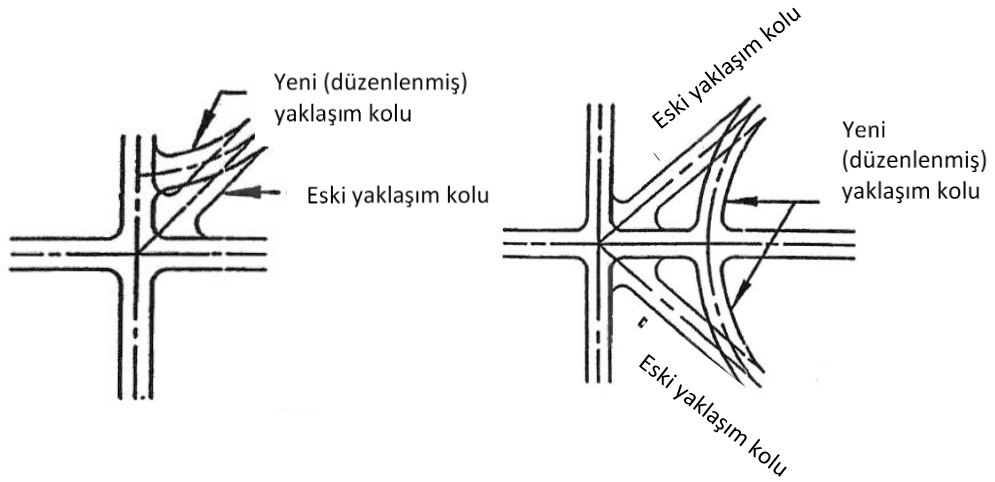
## 1.1 Literatür Özeti

### 1.1.1 Kavşaklar

KGM Karayolu Tasarım El Kitabı (2005) 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, kollardaki geometrik veya fiziki değişikliğin başladığı noktaların birleştirilmesi ile oluşan bölge ise kavşak alanını teşkil eder. Şekil 1.1 ve Şekil 1.2’de görüleceği üzere kavşaklar genellikle üç ya da dört kollu olup dörtten fazla kollu olması arzu edilmez [16].

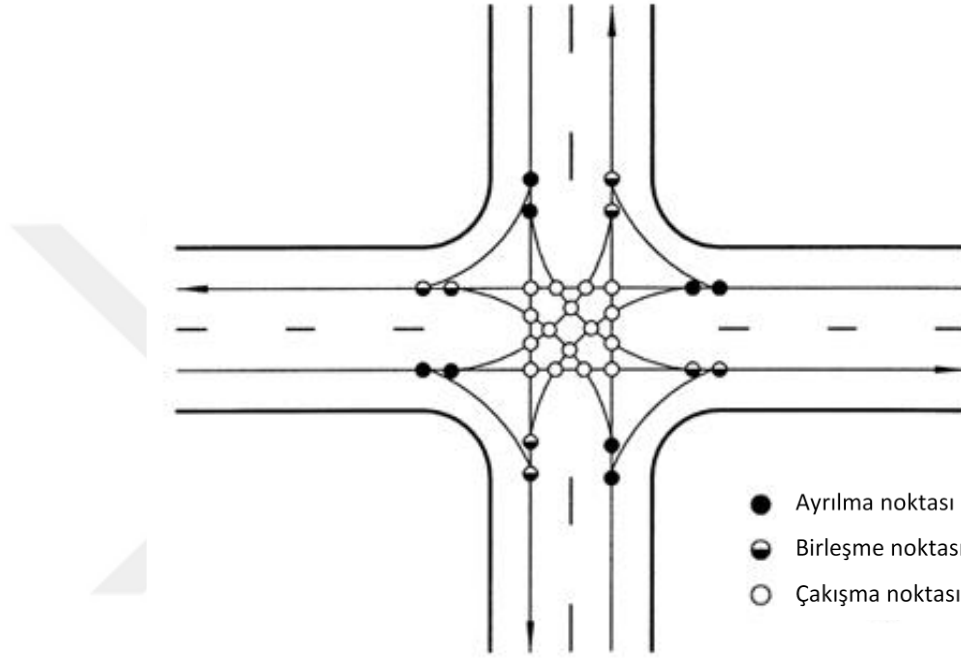


Şekil 1. 1 Üç kollu ve dört kollu kavşak örnekleri [17]



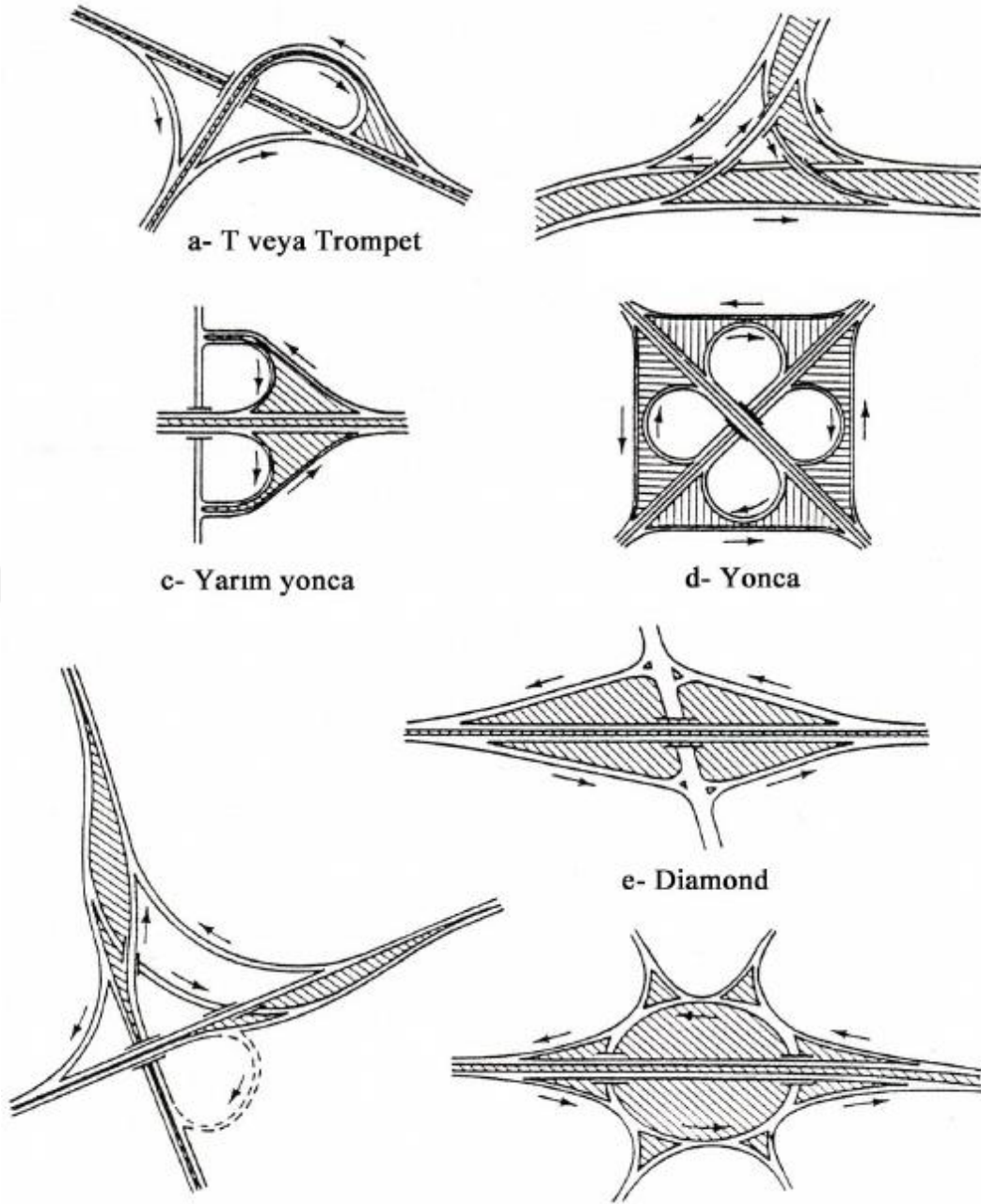
Şekil 1. 2 Dörtten fazla yaklaşım kolu bulunan kavşaklarda düzenleme önerileri [17]

Karayollarının güvenlik, hız, işletme maliyeti ve kapasite gibi özellikleri kavşakların tasarımına bağlı olarak değişmektedir. Kavşaklar iki veya daha çok karayolundaki doğrusal veya kesişen trafik akışlarını kapsadığı gibi, bu yollar arasındaki dönüş hareketlerini de içerir. Şekil 1.3'te görülen bu hareketler, kavşak tipine bağlı olarak çeşitli geometrik tasarımlar ve trafik kontrolü ile sağlanır [16].



Şekil 1. 3 Dört kollu sinyalizasyonlu bir kavşakta ayrılma (diverging), katılma (merging) ve çatışma (crossing) noktaları [17]

Kavşaklar basitten karmaşığa doğru Hemzemin (Eşdüzey) Kavşaklar ve Farklı Seviyeli (Katlı) Kavşaklar olarak sıralanabilir. Şekil 1.4'te farklı seviyeli kavşak çeşitlerine dair görseller sunulmuştur.

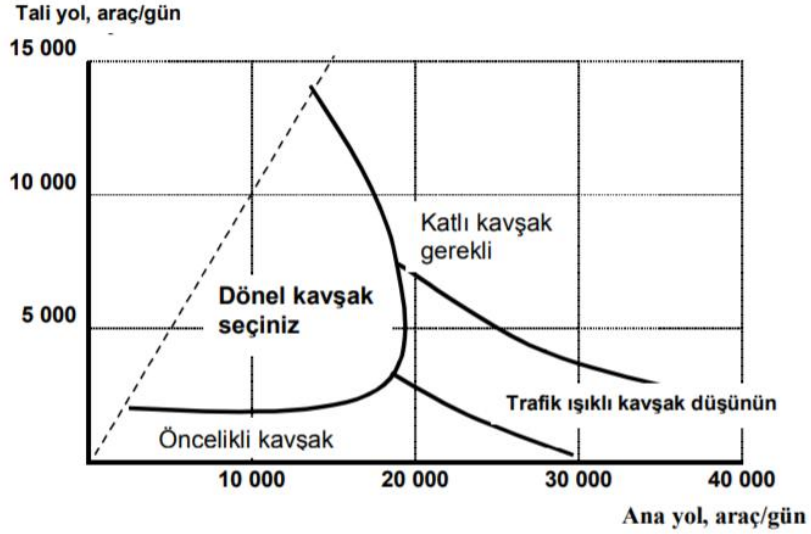


Şekil 1. 4 Farklı seviyeli kavşak tipleri [16]

Hemzemin (Eşdüzey) Kavşaklar içinde benzer mantık izlendiğinde Dur Kontrollü Kavşaklardan Sinyalize Kavşaklara doğru bir sınıflandırma izlenebilir. Bir kavşağın sinyalize olarak işletilebilmesi için öncelikle Sinyalizasyon Gereklik Analizi'nin yapılması lazımdır [16].

### 1.1.2 Kavşak Tipi Seçimi

Şekil 1.5'te trafik hacmine göre kavşak tipi seçiminde kullanılan grafik verilmiştir. Kavşaklarda kesişen akımlar için 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, 18, 19].



Şekil 1. 5 Trafik hacmine göre kavşak tipi seçimi [16]

Şekil 1.5'teki grafiğe göre; örneğin ana yol trafik hacminin 20.000 araç/gün, tali yol trafik hacminin 1.000 araç/gün olması durumunda öncelikli kavşak (Dur Kontrollü) yönetimi uygulanabilir. Ana yol trafik hacminin 20.000 araç/gün'de sabit kalıp tali yol trafik hacminin 5.000 araç/güne çıktığı durumda ise ışıklı kavşak düşünülebilir.

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, ilgili kavşakta akımların kesişmesi önlenir [20].

### **1.1.3 Kavşaklarda Sinyalizasyon Gereklilik Analizi**

ABD Ulaştırma Bakanlığı Federal Karayolu İdaresi'ne (USDOT Federal Highway Administration) ait Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (2009) adlı standardına göre "Sinyalizasyon Gereklilik Analizi"nde, çalışma alanındaki mevcut işletme durumu ve güvenlik faktörleri ile geleceğe yönelik olası gelişmelerle beraber aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır [21]:

#### **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/saat'i aşması, nüfusu 10.000'den daha az bir izole yerleşim yeri olması vb. durumlarda değişiklik gösterebilir [21].

#### **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 [21].

### **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 [21].

### **1.1.3.4 Yaya Sayımları**

Günün (ardışık olması gerekmeksizin) herhangi bir 4 saati için her 1 saatte en az 100 yaya ya da günün herhangi bir saatinde en az 190 yaya geçiş yapmalıdır [21].

### **1.1.3.5 Okul Önü Yaya Geçişi**

Öğrencilerin karşıdan karşıya geçiş talebinin en yoğun olduğu 1 saatte;

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

Trafik sinyalizasyon sistemi kurulmasına karar verilmeden önce; uyarı işaretleri ve flaşörler, okul önü hız kısıtlama bölgeleri, öğrencilerin karşıdan karşıya geçişlerinden sorumlu görevli, yaya geçitlerinde geliş-gidiş yönleri arasında ortada bekleme alanı oluşturacak refüj/trafik adası tavsiye edilmektedir [21].

### **1.1.3.6 Koordineli Trafik Işıkları**

Taşıtların koordineli trafik ışıklarının bulunduğu bir yol koridorunda, kümelenmiş bir taşıt grubu şeklinde 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 sinyalize kavşakla birlikte bu durumun iyileştirilecek olması.

Bu yöntem, sinyalize kavşakların arasındaki mesafe 300 metre'nin altındaysa uygulanmamalıdır [1].

#### **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 [21].

#### **1.1.3.8 Yol Ağı**

Yol, anayol ağı ya da güzergahı gibi bir önem arz ederek tasarlanmışsa sinyalizasyon düşünülebilir [21].

#### **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 [21].

#### **1.1.4 Sinyalize Kavşak Yönetimi**

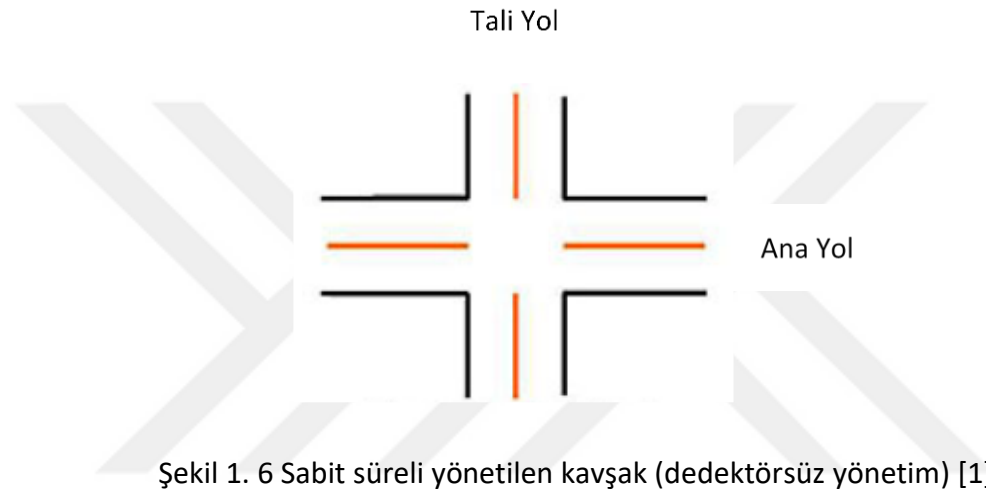
Özellikle kent içi alanlarda, trafik akımlarının birbirleriyle çakışmalarını önleyerek güvenli bir geçiş yapabilmelerini sağlamak adına sinyalize kavşak uygulaması yapılır. Tipik bir sinyalizasyon sisteminde, ışıklar sırasıyla yeşil, sarı, kırmızı sırasıyla yanar [22]. Türkiye’de bunlara ek olarak kırmızıdan 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 manyetik (loop) dedektör gibi trafik

sensörlerinden aldığı verilerle farklı sinyal süreleri ya da faz düzenleri ile yönetim sağlayan sistemler ortaya çıkmıştır [1].

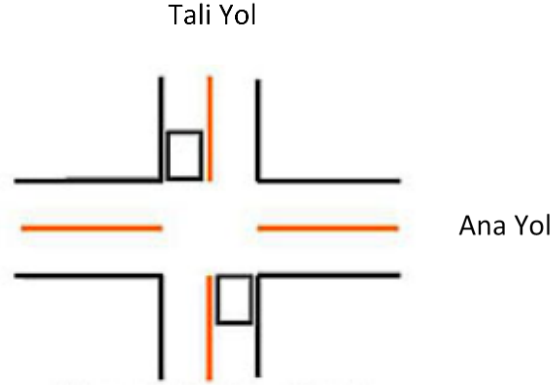
#### 1.1.4.1 Sabit Süreli Yönetim

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



#### 1.1.4.2 Yarı Uyarılı Yönetim

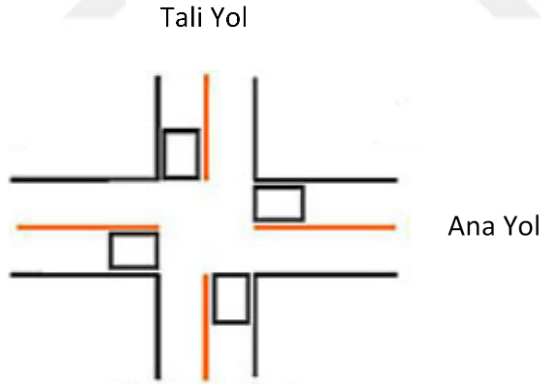
Yarı uyarılı sinyal yönetiminde, Şekil 1.7'deki gibi tali geliş kollarına dedektör yerleştirilmektedir. Ana yola kesintisiz olarak geçiş hakkı sağlanırken, tali geliş kollarının birindeki detektör taşıt algıladığında ana yönlere kırmızı yakarak tali koldan gelen taşıta geçiş hakkı sağlar [1].



Şekil 1. 7 Yarı uyarılı yönetilen bir kavşakta dedektör yerleşimi [1]

#### 1.1.4.3 Tam Uyarılı Yönetim

Tam uyarılı sinyal yönetiminde, Şekil 1.8'deki 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. 8 Tam uyarılı yönetilen bir kavşakta dedektör yerleşimi [1]

#### 1.1.4.4 Koordineli Yönetim (Yeşil Dalga)

Kent içinde belirli ana arterler üzerindeki kavşaklarda, ana yönlerdeki düz gidiş trafik hacmi, tali yönlerden fazlaysa ya da kavşakların aralarındaki mesafe oldukça kısaysa, bir ya da birden fazla kavşak grubu birbirleriyle koordineli olarak çalışabilir. Bu sistem

asında 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.

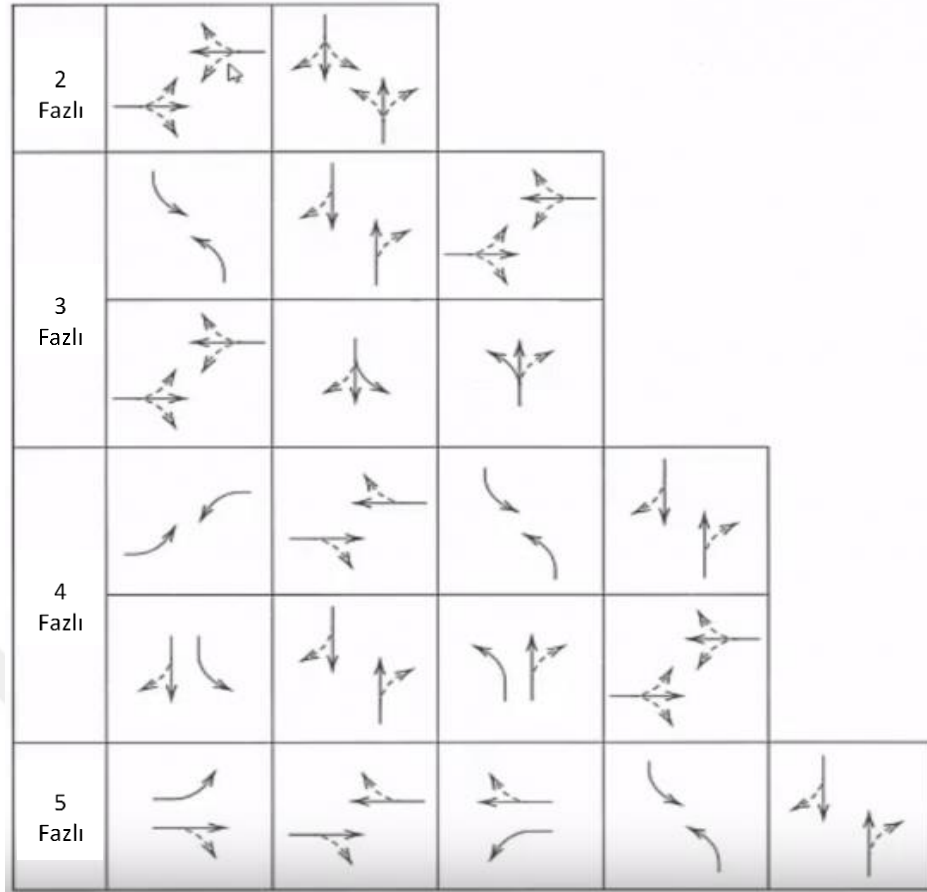
Bir sinyal planının temel öğeleri fazlar ve döngü süresidir. Faz; sinyal planında birbiriyle çatışmayan dönüş hareketlerinin gerçekleştiği evredir [2]. İlgili yönde geçişe izin verilen yeşil süresi ile sarı ve tam kırmızı sürelerin toplamı faz süresini oluşturmaktadır [19]. Kavşakta uygulanan sinyal planına bağlı olarak faz sayısı değişkenlik göstermektedir. Sinyal planındaki tüm fazların sıralaması döngüyü oluşturur ve döngü süresini belirler [23]. Bir sinyalize kavşakta gecikme sürelerini minimize etmek amacıyla, döngü süresi ve fazların yeşil süre dağılımları için Webster ya da HCM gibi farklı yöntemlerle optimum değerler aranır [24].

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 gereksinimlerinin belirlenmesi
- 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 1.9'da 4 kollu sinyalize bir kavşakta uygulanabilecek faz düzenlerinin örnekleri sunulmuştur.



Şekil 1. 9 Sinyalize bir kavşakta uygulanan faz çeşitleri

Faz düzeni belirlemenin kesin bir yöntemi yoktur. Faz düzeni genellikle kavşağın geometrisine, trafik yüküne 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 [25]:

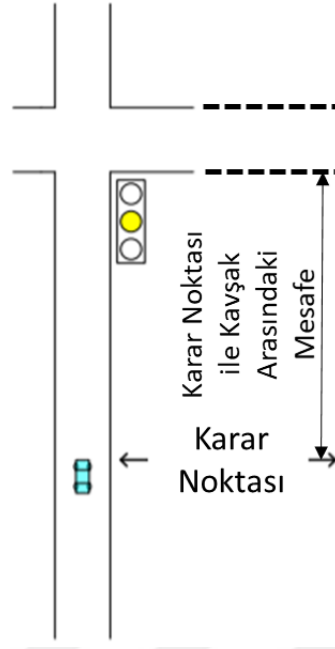
- Güvenli bir şekilde dur çizgisinde durabilmesi
- Çatışma yaratacak olan yön kavşağına girmeden önce kavşağı terk edebilmesi

Eğer sürücü bunlardan herhangi birini yapamıyorsa, güvenli olmayan bir durum oluşmuş olur. Bir sürücünün kavşak kolunda güvenli bir şekilde duramayacağı ya da kavşağı güvenli bir şekilde terk edemeyeceği kavşak yaklaşım kolundaki alana ikilem bölgesi (dilemma zone) denir [25].

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 [25]:

- 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 1.10'da gösterilen karar noktası, sarı süresinin başlangıcında dur çizgisi yaklaşımındaki sürücünün durmaya karar vermesi durumunda güvenle durabileceği en yakın noktadır. Eğer sürücü kavşağına bu noktadan daha yakın mesafedeyse, güvenli bir şekilde duramayacaktır. Karar noktası ile dur çizgisi arasındaki mesafe durma mesafesine eşittir [25].



Şekil 1. 10 Sarı süresi başlangıç anında karar noktasındaki taşıt [25]

İki terimden oluşan durma mesafesinin bileşenleri Denklem 1.1'de gösterilmiştir. İlk terim olan intikal-reaksiyon süresi, sürücünün sarı ışığı algıladığı ve tepki verene kadar geçen sürede kat ettiği mesafedir. Sürücü daha sonra bir fren manevrası başlatır ve bu fren mesafesi ise denklemdeki ikinci terim ile ifade edilmektedir. Sürücünün intikal-reaksiyon süresi 1-2 saniye arasında değişiklik göstermektedir [25].

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

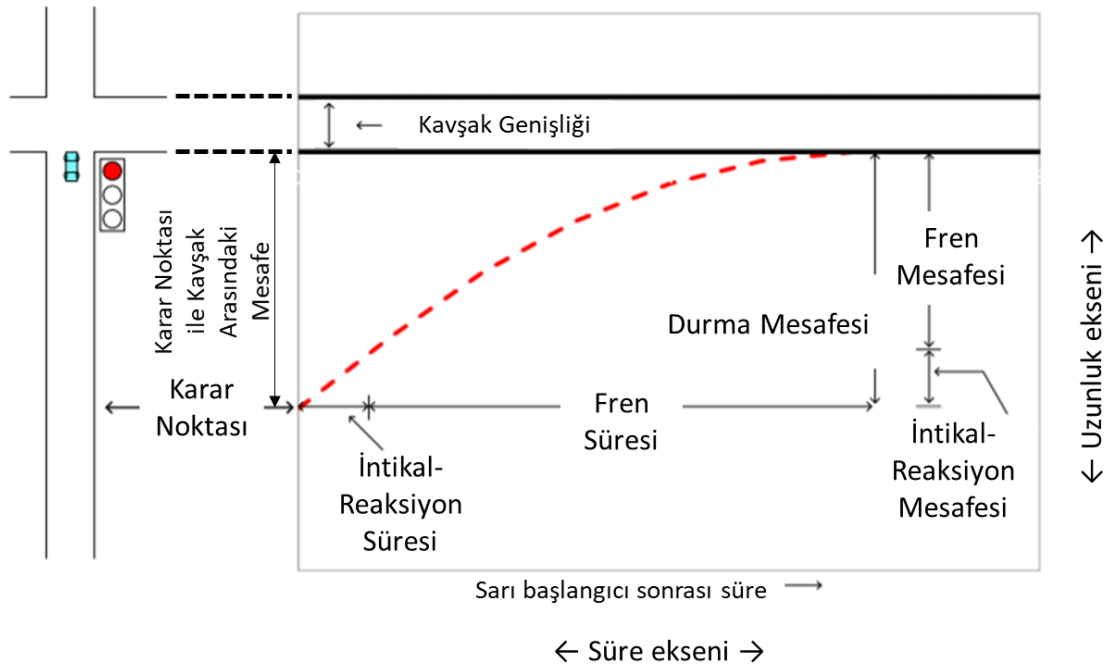
$x_s$  = durma mesafesi (m)

$v$  = taşıt hızı (m/s)

$\delta$  = intikal-reaksiyon süresi (s)

$a$  = yavaşlama ivmesi ( $m/s^2$ )

Durma mesafesi kavramı Şekil 1.11’de açıklanmıştır. Durma mesafesi intikal-reaksiyon mesafesinden ( $v\delta$ ) ve fren mesafesinden, durma süresi ise intikal-reaksiyon süresinden ( $\delta$ ) 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 [25].



Şekil 1. 11 Karar noktasının dur çizgisine mesafesi (durma mesafesi) [25]

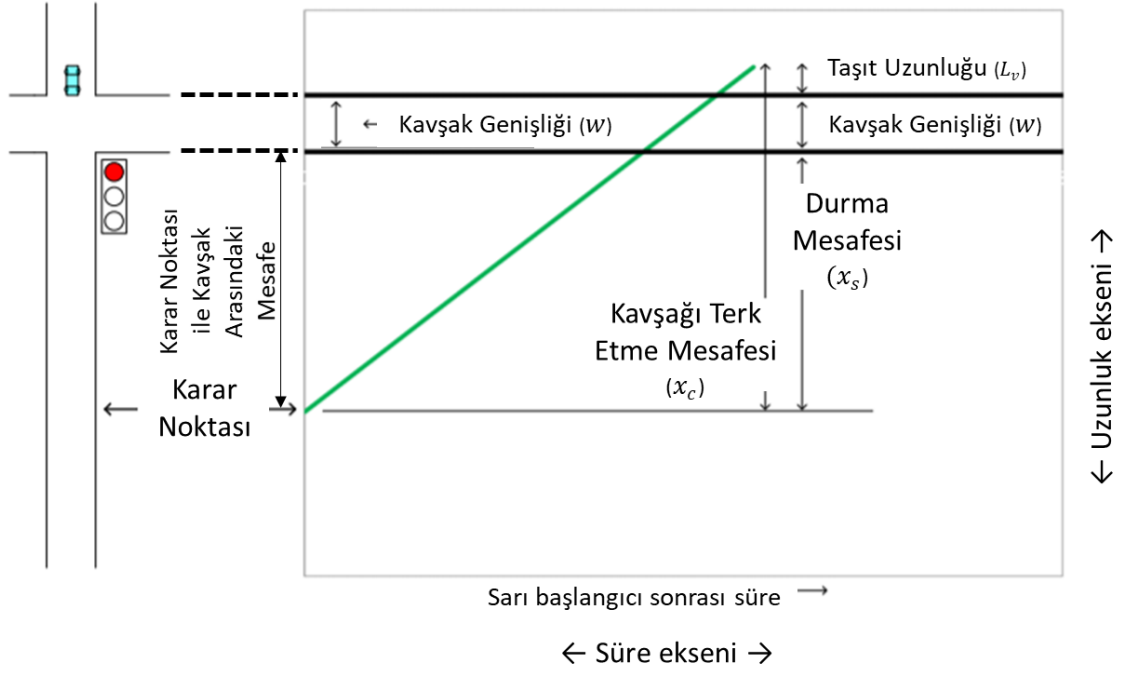
Karar noktasının diğer bir özelliği ise sarı ışık yandığı anda sürücünün kavşağı terk etmeye karar vermesi durumunda katetmesi gereken en uzun mesafe olmasıdır. Şekil 1.12’de belirtilmiş taşıt yörüngesine göre (düz çizgi), karar noktasından itibaren taşıtın arka tamponunun kavşağın çıkışını (kavşağın en uzak noktasını) tamamen geçtiği bir an gösterilmektedir. Kavşağı terk etme mesafesinin bileşenleri Denklem 1.2’de belirtilmiştir [25].

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

$x_c$  = taşıtın kavşağı terk etme mesafesi (m)

$w$  = kavşak genişliği (m)

$L_v$  = taşıt uzunluğu (m)



Şekil 1. 12 Taşıtın kavşağı terk etme mesafesi ve bileşenleri [25]

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

$Y$  = sarı süresi (s)

$RC$  = tam kırmızı süresi (s)

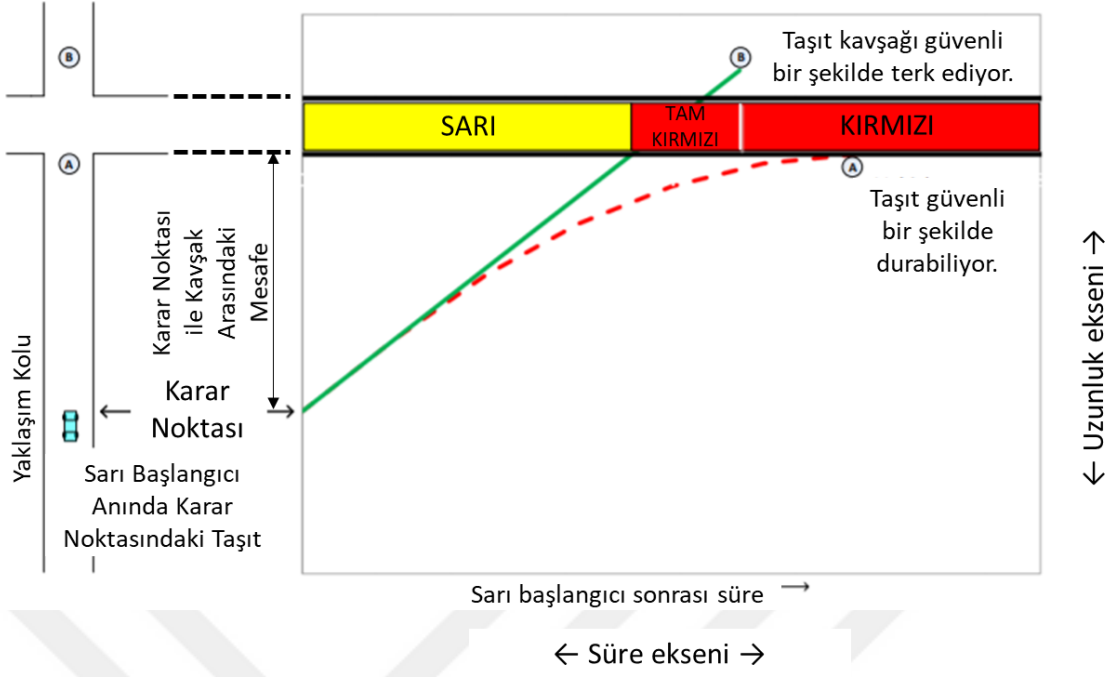
Sarı süre, sürücünün sarı ışığı gördüğü anda sabit bir hızla dur çizgisine yaklaşabilmesi için tanımlanmaktadır. Denklem 1.4'te gösterildiği gibi, sarı süresi Denklem 1.3'ün ilk terimine eşittir [25].

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

“Tam kırmızı” olarak adlandırılan koruma süresi, sürücünün dur çizgisini geçtiği anda taşıtın arka tamponunun kavşağı tamamen terk edebilmesi için gerekli olan süredir. Bu süre zarfında, ilgili taşıtın kavşağın diğer yönlerinden harekete geçen taşıtlarla olası çatışmalarını önlemek adına tüm yönlerde kırmızı ışık yanmaktadır. Denklem 1.5'te gösterildiği gibi, tam kırmızı süresi Denklem 1.3'ün ikinci terimine eşittir [25].

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

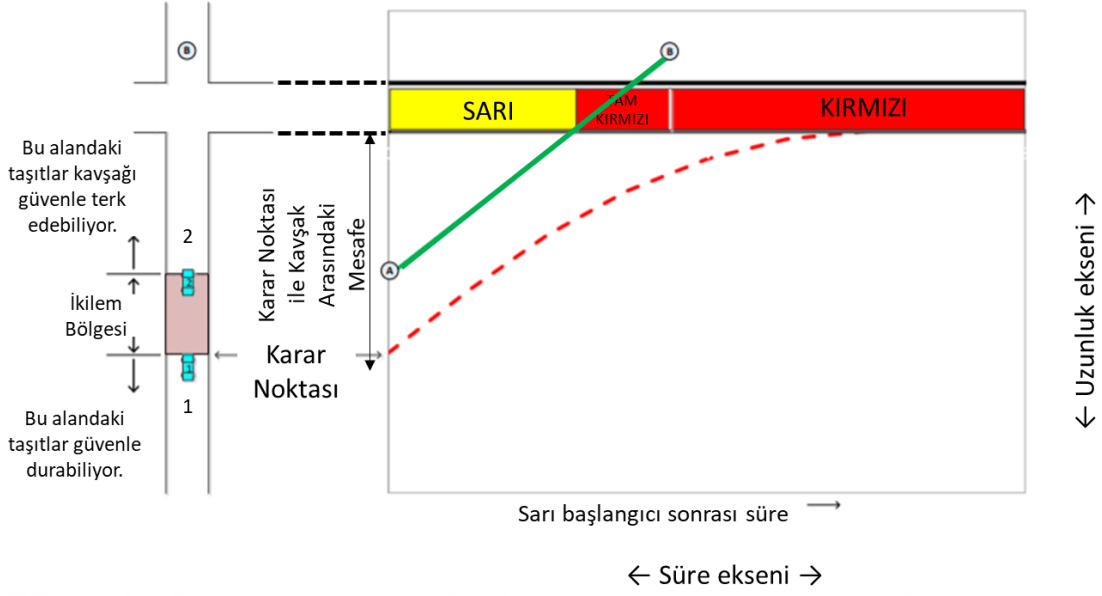
Sarı süresi ile tam kırmızı süresi arasındaki ilişki Şekil 1.13'te gösterilmiştir. Karar noktasındaki bir taşıtın durmaya karar verdiğinde A noktasına gelmesi için yeterli mesafesi olmalıdır (kırmızı kesikli çizgi). Karar noktasındaki bir taşıtın sarı ışık yandığı anda kavşağı terk etmeye karar vermesi durumunda dur çizgisini geçerken kırmızı ışığın yandığını görür ve tam kırmızı süresinde kavşağı tamamen terk ederek B noktasına ulaşır (yeşil düz çizgi) [25].



Şekil 1. 13 Sarı ve tam kırmızı süreler [25]

Aşağıdaki durumlardan herhangi biri gerçekleşirse Şekil 1.14'teki ikilem bölgesi oluşabilir [25]:

- Tam kırmızı ve sarı süreleri hesaplanandan daha kısa verilmişse,
- Yaklaşım kolundaki taşıtların hızı  $v$  değerinden küçükse,
- Taşıtların uzunluğu  $L_v$  değerinden büyükse.



Şekil 1. 14 Bir sinyalizasyon kavşak yaklaşımında ikilem bölgesinin oluşumu [25]

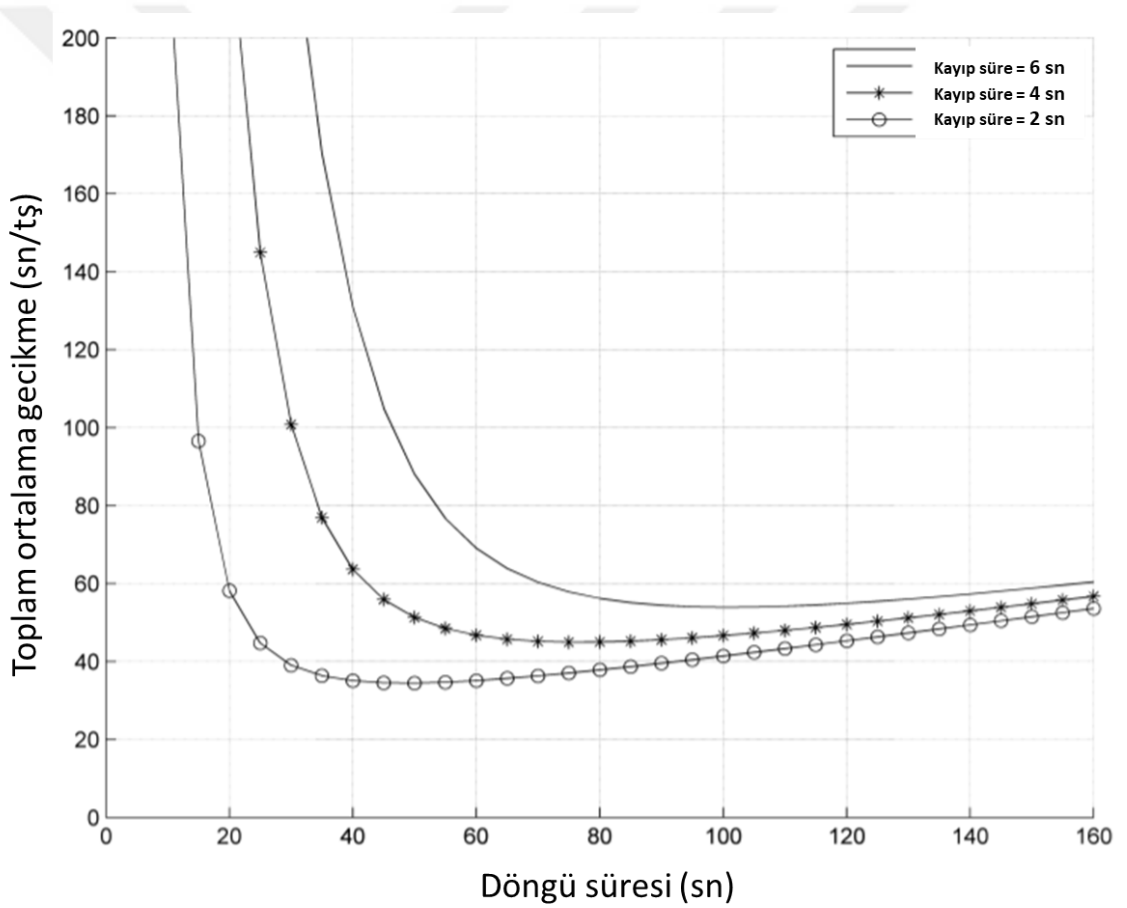
Denklem 1.4 ve Denklem 1.5'in kullanılması ile hesaplanan tam kırmızı ve sarı süreleri ile ikilem bölgesi oluşumu önlenir. Eğer uygulanan süreler hesaplanan sürelerden daha uzun olursa, sürücü güvenli olmayan bir aralıkta kavşağa girebilir. Hesaplanandan daha uzun sarı süresinin uygulanması, sürücünün kırmızı ışıkta kavşağa girmesine neden olabilir. Bu durum diğer yönlerden gelen trafik ile çatışmaya ve kaza ihtimalinin artmasına neden olabilir [25].

### 1.1.5.3 Sinyal Döngüsünün Belirlenmesi

Bir kavşaktaki tüm sinyallerin kendini tekrar ederek yanmaya başlamadan önce, tamamladığı bir tam tura sinyal döngüsü denir. Sinyal döngüsü kavşakta her yöne sırasıyla geçiş hakkının sağlandığı saniye cinsinden tur uzunluğudur. Döngü süresinin belirlenmesinin amacı, taşıtlar için gecikmenin en aza indirilmesi ve sinyalizasyon kavşaklarında verimli bir performansın sağlanmasıdır [26].

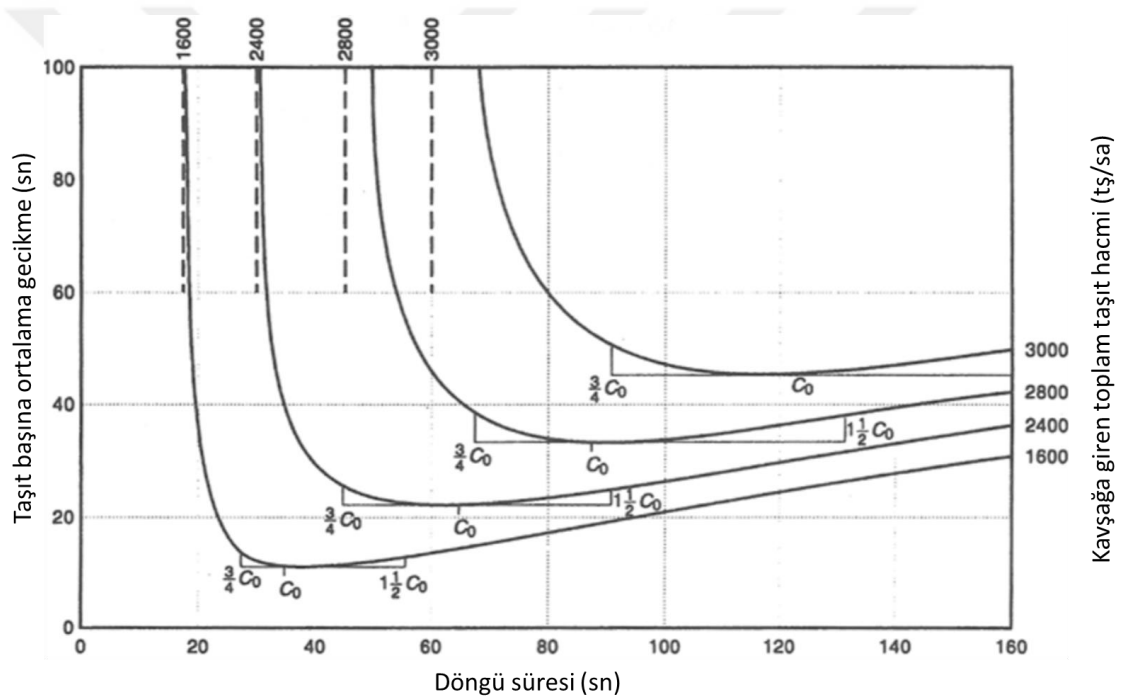
Sabit zamanlı çalışan kavşaklarda, sinyallerle verilen herhangi bir trafik akışı durumunda, döngü süresi kavşaktan geçen taşıtların ortalama gecikmesini etkilemektedir. Döngü süresinin çok kısa olduğu durumlarda; yeşiller arası süredeki kayıp zamanın ve başlangıç gecikmelerinin döngü süresine oranının yüksek olması

sinyal kontrolünün yetersiz kalmasına ve uzun gecikmelere neden olur. Döngü süresi uzun olduğunda ise bekleyen taşıtlar yeşil süresinin ilk saniyelerinde kavşağı boşaltır, yeşil süresinin devamında ise geniş zaman aralıklarıyla az sayıda taşıt geçer [27]. Ayrıca, uzun döngü süresinin getirdiği uzun kırmızı süreler nedeniyle de taşıtlar için kavşak kollarındaki bekleme süresi artacaktır. Bu nedenle optimum döngü süresinin tayini minimum gecikme ve minimum toplam kayıp süre yönünden önemlidir [28]. Highway Capacity Manual (HCM), toplam kayıp süre için her döngüde 4 saniyelik varsayılan bir değer tanımlar [2]. Şekil 1.15'te sunulan grafikte, bir sinyal döngüsündeki kayıp sürelerin kavşaktaki optimal döngü uzunluğuna olan etkisi görülmektedir.



Şekil 1. 15 Sinyal döngüsündeki kayıp sürelerin optimal döngü uzunluğu üzerine etkisi [29]

Bir sinyalizasyon kavşağında döngü süresi hesaplanırken; kavşağın geometrik özelliklerini, seçilen faz düzenini (faz sıralamasını) ve trafik koşullarını göz önünde bulundurmaktır 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 [28]. Şekil 1.16'da sunulan grafikte, kavşağa giren saatlik taşıt hacmine bağlı olarak döngü süresi ile geçime süresi arasındaki ilişki görülmektedir. Grafığe göre kavşağın trafik yükü (saatlik taşıt hacmi) artış gösterdiğinde, döngü süresi ve ortalama gecikme sürelerinde de artış beklenmektedir.



Şekil 1. 16 Döngü süresi değişiminin gecikmeye etkisi [27]

#### 1.1.5.4 Yeşil Sürelerin Dağılımı

Geçmişten günümüze optimum faz sürelerinin hesaplanmasında kullanılmış olan yöntemler şunlardır [30]:

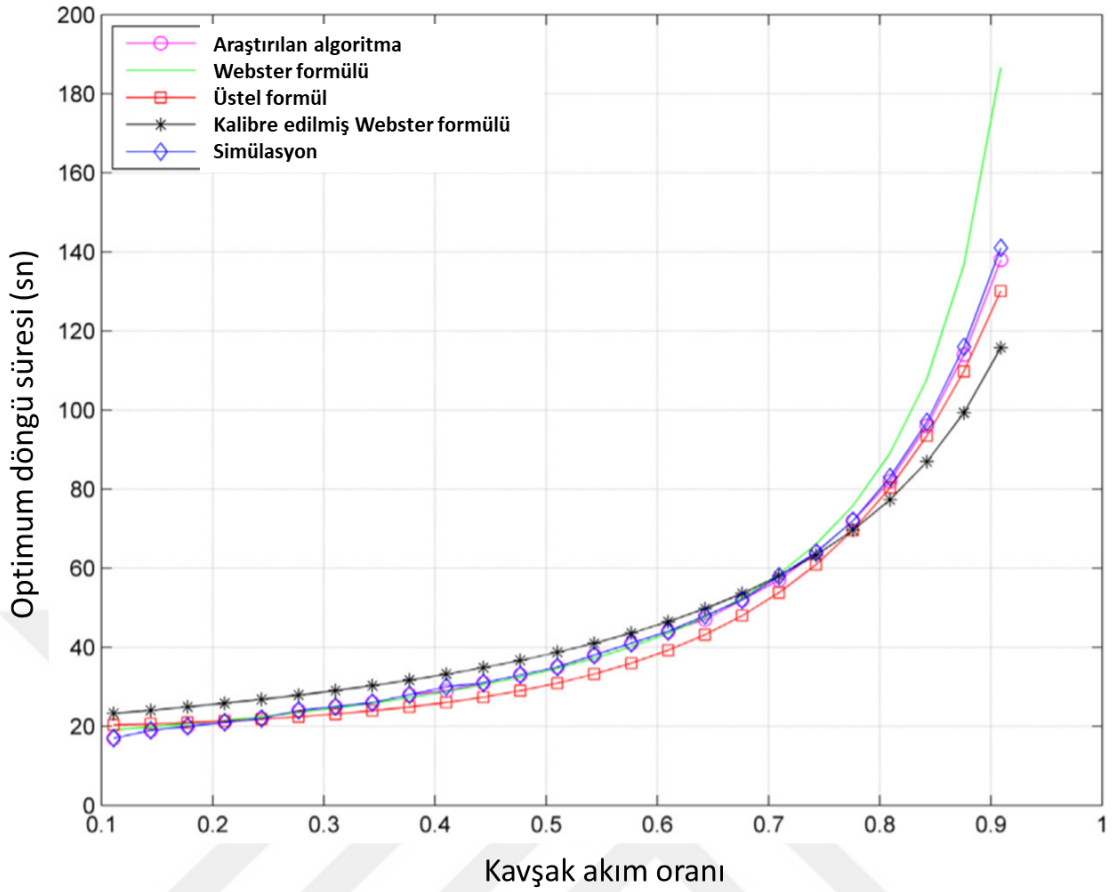
- Trafik polisi

- Tecrübe
- Sahada deneme-yanılma
- El ile hesaplama

Bunlardan ilk üçü öznel, sonuncusu matematiksel yaklaşımlardır. Sinyal sürelerinin optimize edilmesi için trafik akım kuramını temel alan mevcut yaklaşımlar literatürde aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır [31]:

- Faz Tabanlı Yöntemler
  - İngiliz (Webster) Yöntemi
  - HCM Yöntemi
- Hareket Tabanlı Yöntemler
  - Avustralya (Akçelik) Yöntemi

Webster, 1958 yılında taşıt gecikmelerini ilk kez modellemiştir [24]. 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 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 [32]. Şekil 1.17'de, sinyalize kavşaklardaki minimum gecikme için optimum döngü süresi için farklı hesaplama yöntemlerinin incelendiği çalışmaya ait bir grafik sunulmuştur.



Şekil 1. 17 Webster ve önerilen yöntemlerin hesapladığı döngü sürelerinin karşılaştırılması [29]

HCM Yöntemi'ne göre kavşaklarda kapasite her bir kavşak kolu için tanımlanmaktadır [33]. Tüm kavşak kollarının aynı zamanda doygun akıma ulaşmış olmasının nadiren gerçekleşen bir durum olduğu belirtilmiş, en önemli etmen olarak kavşak kapasitesi alınmış olup, akımların gecikmeye maruz kalmadan kavşaktan geçip geçemeyeceklerine önem verilmiştir [32].

Dr. Rahmi Akçelik tarafından geliştirilen yöntem ilk olarak 1981 yılında Avustralya Yol Araştırma Kurumu (ARRB) tarafından yayınlanmıştır [34]. 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 yönetime has yeniliklerdir [32]. Akçelik (1988) yapmış olduğu çalışmada, HCM (1985) gecikme formülünü kalibre ederek alternatif bir model oluşturmuş ve diğer gecikme modelleriyle karşılaştırmıştır [35, 36].

#### **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 [37]:

- 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)
- Sürücünün davranış özelliği (agresif ya da sakin)
- Yolun kaplama koşulları (ıslak, buzlu, kuru)
- 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 oranındaki kısmının kırmızı ışık ihlaline bağlı olduğu ortaya konmuştur [38].

Gazis, Herman ve Maradudin’in (1960) yaptığı araştırma, sinyalize kavşak yaklaşımındaki sürücü davranışının sarı ışıktan etkilendiğini ortaya koymuş, ikilem bölgesi (dilemma zone) tanımını literatüre kazandırmıştır. Sarı ışık süresinin yeteri kadar uzun olduğu durumda sürücülerin kırmızı ışık kuralına daha yüksek oranda uydukları gözlemlenmiştir. Yeterli uzunlukta olmayan sarı ışık süresinin ise, sürücülerin durma ya da geçme kararını verme süresini artırarak ikilem bölgesinin ortaya çıkmasına sebebiyet verdiği, sarı ışığı bu alan içerisinde gören sürücülerin kırmızı ışık ihlali gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir [39].

2014 yılında Yang, Tian, Wang, Zhou ve Liang'ın Çin'de, sarı ışığı gören sürücü davranış modelini inceledikleri bir araştırmada; taşıtların sarı ışığı gördükleri mesafe üzerinden bir inceleme yapılmış, sürücünün sarı ışığı gördüğü andaki konumunun kavşağa olan mesafesi azaldıkça kırmızı ışıkta 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 [40].

2006 yılında Lum ve Halim'in Singapur'da, geri sayım sayaçlarının kırmızı ışık ihlallerine etkisinin inceledikleri 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 [41].

Günümüzde, sürücülerin sinyalize kavşaklarda kırmızı ışık kural ihlallerini denetlemek için elektronik denetleme sistemleri kurulmaktadır [42, 43]. Yapılan çalışmalar, kameralı kırmızı ışık ihlal denetleme sistemlerinin aktif olduğu sinyalize kavşaklarda yaralanmalı kaza sayısının %4 ile %48 arasında azaldığını ortaya koymuştur [44].

### **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 Behrendt, Almanya'da yaptığı çalışmada; yeşil sonu flaş, sarı ışıkla beraber yeşil sonu flaş, sabit sarı ışık ve sarı ile yeşilin beraber flaş yaptığı durumları test etmiştir. 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. 1973 yılında Viyana, Avusturya'da Knoflacher'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 olduğu ortaya konulmuştur [45].

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 uygulamasını bilgilendirici bulduğu ve uygulamanın korunmasını istediği belirtilmiştir [46].

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 yaklaşımdan 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 [47].

## **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 sinyalize 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. 1968 tarihli Viyana Karayolu Trafiği Konvansiyonu ile KGM Trafik Işıkları Hakkındaki Yönetmelik'te yer almayan ancak, Kavşak Kontrol Cihazları (KCC) 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 flaşı 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

---

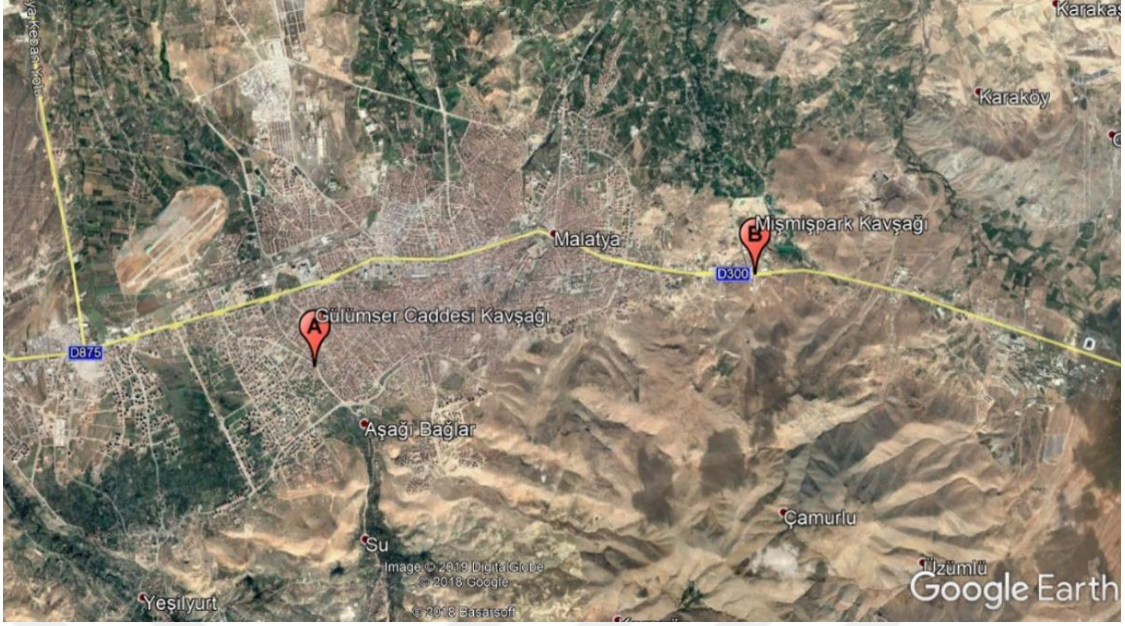
### YÖNTEM

Bu bölümde yürütülen çalışma için hangi kavşakların 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 kavşaklardan; sabah (07:00-09:00) ve akşam (17:00-19:00) zirve saatlerinde trafik görüntüleri alınmıştır. Bu görüntüler üzerinden kavşakların ana yaklaşım kollarında yeşil sonu flaş uygulamasının yapıldığı ve yapılmadığı durumlarda kural ihlalleri gözlenmiştir. Çalışmada ihlal olarak kabul edilen sürücü davranışı kırmızıda yapılan taşıt geçişleridir.

Şekil 2.1'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 2.2'de 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 programı; yürütülen çalışma için Kuzey ve Güney ana geliş yönlerinde, yeşil sonrası 3 saniye boyunca fasıllı olarak yeşil yanacak şekilde değiştirilmiştir.



Şekil 2. 2 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın havadan görünümü

Şekil 2.3'te havadan çekilmiş görüntüsü yer alan Mişmişpark Kavşağı, merkezinde ada bulunan 3 kollu bir kavşaktır ve ana yönler 3'er şeride sahiptir. Mevcut durumda yeşil sonu flaş uygulaması yapılan kavşaktaki sinyal programı; yürütülen çalışma için, yeşilden sonra sarı ışık yanacak şekilde değiştirilmiştir.

Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında kullanılan sinyal planları Ek A'da sunulmuştur.



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, kavşak yaklaşımında yaklaşık 100 metre geriye kadar görüş sağlamaktadır (Şekil 2.4). Tek başına kamera görüntülerinden kural ihlallerini gözlemlemek mümkün olmayacağından, yine MBB'nin kavşaklarındaki AUS bileşenlerinden olan yönetimi birimi ile Şekil 2.5 ve 2.6'da 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**  [Uygula](#)

Show  ▼ 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 yönü için sabah 07:00-09:00 zirve saatleri ve akşam 17:00-19:00 zirve 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 bir ana geliş yönü için 8 saat olmak üzere, 2 kavşaktaki toplam 4 ana geliş yönü için toplam 32 saatlik görüntü kaydı alınmış ve analiz edilmiştir.

Çizelge 2. 1 Kavşaklardan alınan verilere ait tarih-saat bilgileri

Kavşak	Geliş Yönü	1. Durum		2. Durum	
Gülümser Caddesi Kavşağı	Kuzey Geliş	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
	Güney Geliş	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	Doğu Geliş	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
	Batı Geliş	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 flaşta, 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. Çalışma kapsamında kullanılan veri analiz föyleri Ek B'de sunulmuştur.

Çizelge 2. 2 Gülümser Kavşağı'na ait veri analiz föyü örneği

17.05.2019 1-Güney Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
Yeşil Sonu Flaş Yok							
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
<b>Toplam</b>	<b>497</b>	<b>43</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>561</b>

Sürücülerin trafikte gerçekleştirdiği ihlallerin değişik nedenleri olabilmektedir. Sürücü psikolojisi, taşıt ve yol altyapısı faktörü ile çevresel faktörler ihlalleri etkilemektedir. Hatırlatmak gerekirse bu çalışma; Türkiye'de standart bir bütünlüğü olmayan sinyal tasarımında, bölgeden bölgeye değişen yeşil sonu flaş gibi uygulamaların sürücü

ihlallerine neden olabileceği varsayımıyla yapılmış bir sayısal değerlendirme çalışmasıdır.



## 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 sunulmuştur.

Çizelge 3.1'de görüleceği üzere, mevcut durumda yeşil sonu flaş uygulaması bulunmayan Gülümser Caddesi Kavşağı'nda; 1. durum yeşil sonu flaşın olmadığı, 2. durum ise yeşil sonu flaş uygulamasının bulunduğu durumu ifade etmektedir. Mişmişpark Kavşağı'nda ise tam tersi şekilde 1. durum, yeşil sonu flaş uygulamasının bulunduğu, 2. durum ise yeşil sonu flaş uygulamasının bulunmadığı durumu ifade etmektedir.

Çizelge 3. 1 Çalışma yapılan kavşaklarda yeşil sonu flaş uygulaması

Kavşak	Yeşil Sonu Flaş Uygulaması	
	1. Durum	2. Durum
Gülümser Caddesi Kavşağı	Yok	Var
Mişmişpark Kavşağı	Var	Yok

Çizelge 3.2'de verilen Gülümser Caddesi Kavşağı'nın sayım verilerinde; 1. durum ve 2. durumda, Güney ve Kuzey geliş yönlerinin trafik hacimlerinin ve kompozisyonlarının birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Ancak; akşam zirve saatte trafik hacimlerinin daha yüksek olduğu, buna karşılık büyük taşıtların sabah zirve saatte geçenlerin yarısı mertebesinde olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 3. 2 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın analiz edilen ana yönlerindeki trafik hacimleri

Geliş Yönü	Saat Aralığı	1. Durum			2. Durum		
		Yeşil Sonu Flaş Yok			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
<b>Toplam</b>		<b>2419</b>	<b>91</b>	<b>2510</b>	<b>2436</b>	<b>86</b>	<b>2522</b>

Çizelge 3.3'te verilen Mişmişpark Kavşağı'na ait sayım verilerinde; 1. durum ve 2. durumda, trafik hacimlerinin ve kompozisyonlarının birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Mişmişpark Kavşağı'nın 1. duruma göre kıyasla 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 gelmesi olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 3. 3 Mişmişpark Kavşağı'nın analiz edilen ana yönlerindeki trafik hacimleri

Geliş Yönü	Saat Aralığı	1. Durum			2. Durum		
		Yeşil Sonu Flaş Var			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
<b>Toplam</b>		<b>7559</b>	<b>617</b>	<b>8176</b>	<b>7139</b>	<b>435</b>	<b>7574</b>

Sahadan toplanan 32 saatlik görüntü kaydındaki toplam trafik hacimleri Çizelge 3.4'te sunulmuştur. 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.

Çizelge 3. 4 Çalışma kapsamında analiz edilen birim adet cinsinden toplam trafik hacimleri

Kavşak	1. Durum			2. Durum			Genel Toplam		
	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Toplam	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Toplam	Küçük Taşıt	Büyük Taşıt	Toplam
Gülümser Caddesi Kavşağı	2419	91	2510	2436	86	2522	4855	177	5032
Mişmişpark Kavşağı	7559	617	8176	7139	435	7574	14698	1052	15750
<b>Toplam</b>	<b>9978</b>	<b>708</b>	<b>10686</b>	<b>9575</b>	<b>521</b>	<b>10096</b>	<b>19553</b>	<b>1229</b>	<b>20782</b>

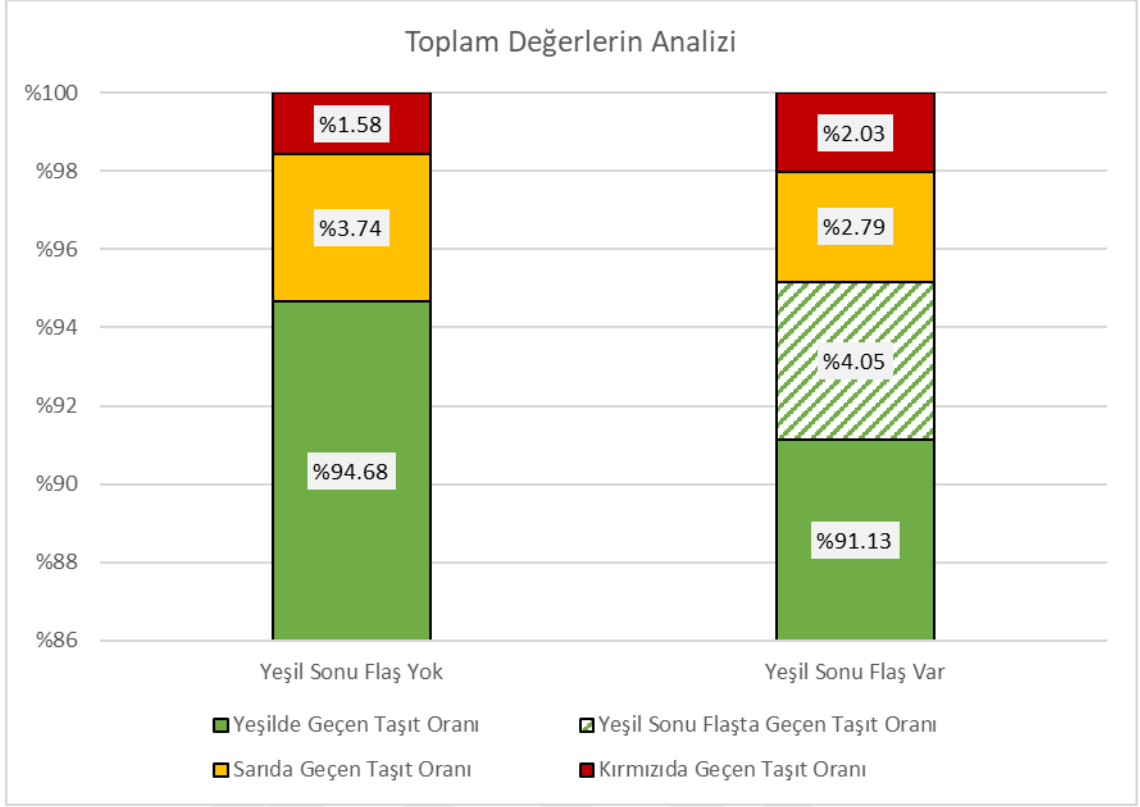
### 3.1 Genel Bulgular

Her iki kavşakta yeşil sonu flaşın uygulanmadığı ve uygulandığı senaryoların toplamalarının özetlendiği Çizelge 3.5'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 toplamı daha düşüktür. Yeşil sonu flaş uygulamasında yeşil ve yeşil sonu flaşta geçen toplam taşıt sayısı oranı, yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumdaki yeşil ışıktaki geçiş oranına göre daha yüksektir.

Çizelge 3. 5 Yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların toplam analizi

Uygulanan Senaryo	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				

Çizelge 3.5'teki yüzdeler, her yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı senaryolar için karşılaştırmalı grafik olarak Şekil 3.1'de sunulmuştur. İki farklı durum kıyaslandığında; yeşil sonu flaş uygulamasında sarıda geçiş oranlarının %3,74'ten %2,79'a düştüğü, ancak kırmızıda geçiş oranlarının %1,58'den %2,03'e yükseldiği görülmektedir. Yeşil sürenin sona ereceğini bildiren fasıllı yeşil ışıkla beraber sarıda geçiş oranının azalması kırmızıda geçiş oranının artması üzerinden, sürücülerin yeşil sonu flaşını farklı yorumladığı düşünülebilir. Kavşak yaklaşımında yeşil sonu flaşını gören bazı sürücülerin yavaşlayarak durma eğilimi göstermesi sarıda geçiş oranını azaltmıştır. Öte yandan, yeşil sonu flaş uygulamasının bazı sürücülerini kırmızı ışığa yakalanmamak amacıyla hızlanmaya teşvik ettiği ve bu davranışı gösteren taşıtların kavşağı kırmızı ışık yanarken terk ettiği çıkarımı yapılabilir.



Şekil 3. 1 Yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların toplam analizi

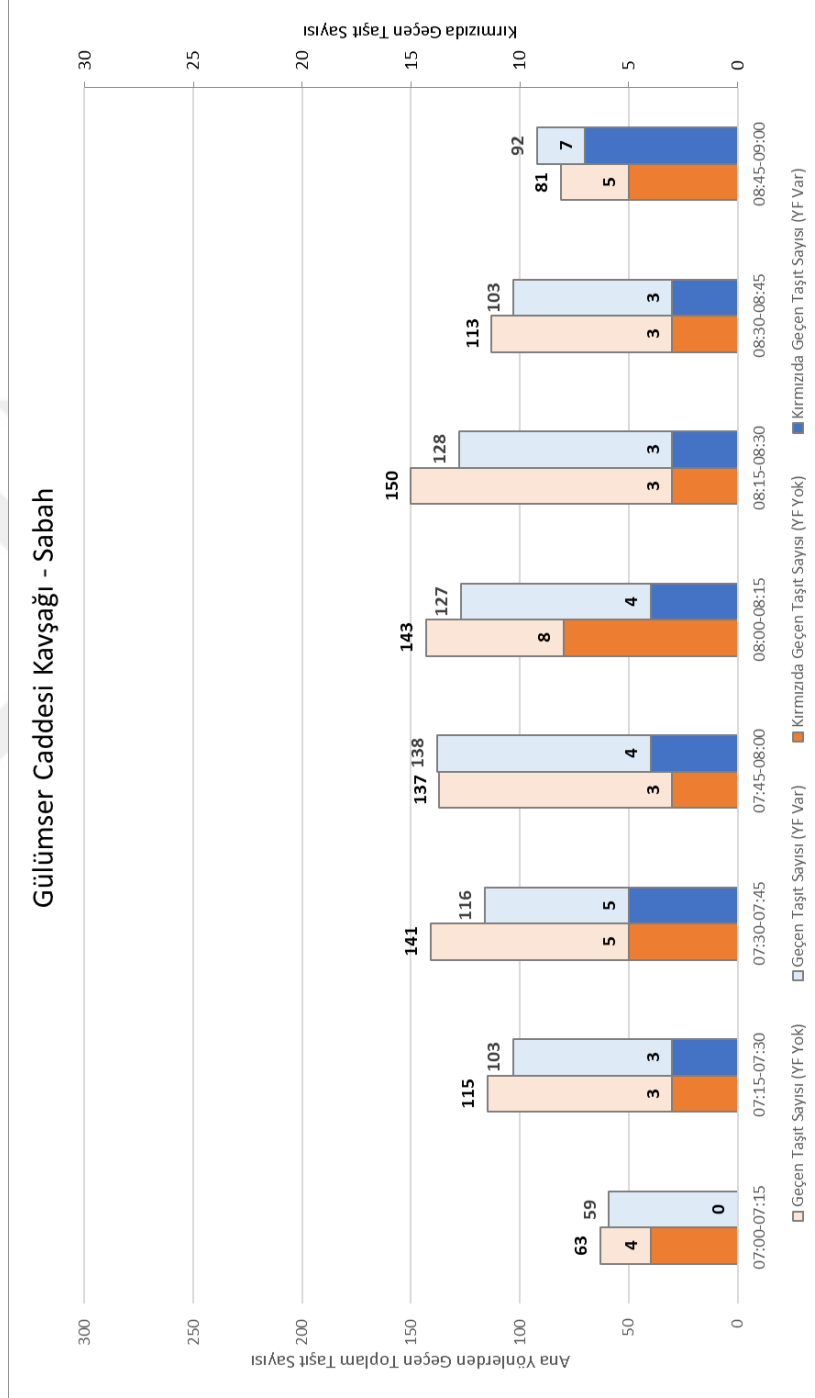
Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te sırasıyla; Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarının sabah ve akşam zirve saat aralıklarında, yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumları için toplam geçen taşıt sayısı ile kırmızı ışık ihlali yapan taşıt sayıları sunulmuştur.

### 3.2 İhlallerin Zamana Göre İncelenmesi

Gülümser Caddesi Kavşağı ve Mişmişpark Kavşağı'nda 07:00-09:00 ve 17:00-19:00 saatleri arasında alınan görüntüler 15'er dakikalık dilimler halinde deşifre edilmiştir. Bu nedenle her bir kavşakta 1 durum için 8'i sabah, 8'i akşam olmak üzere 16 adet 15'er dakikalık sayım değeri bulunmaktadır.

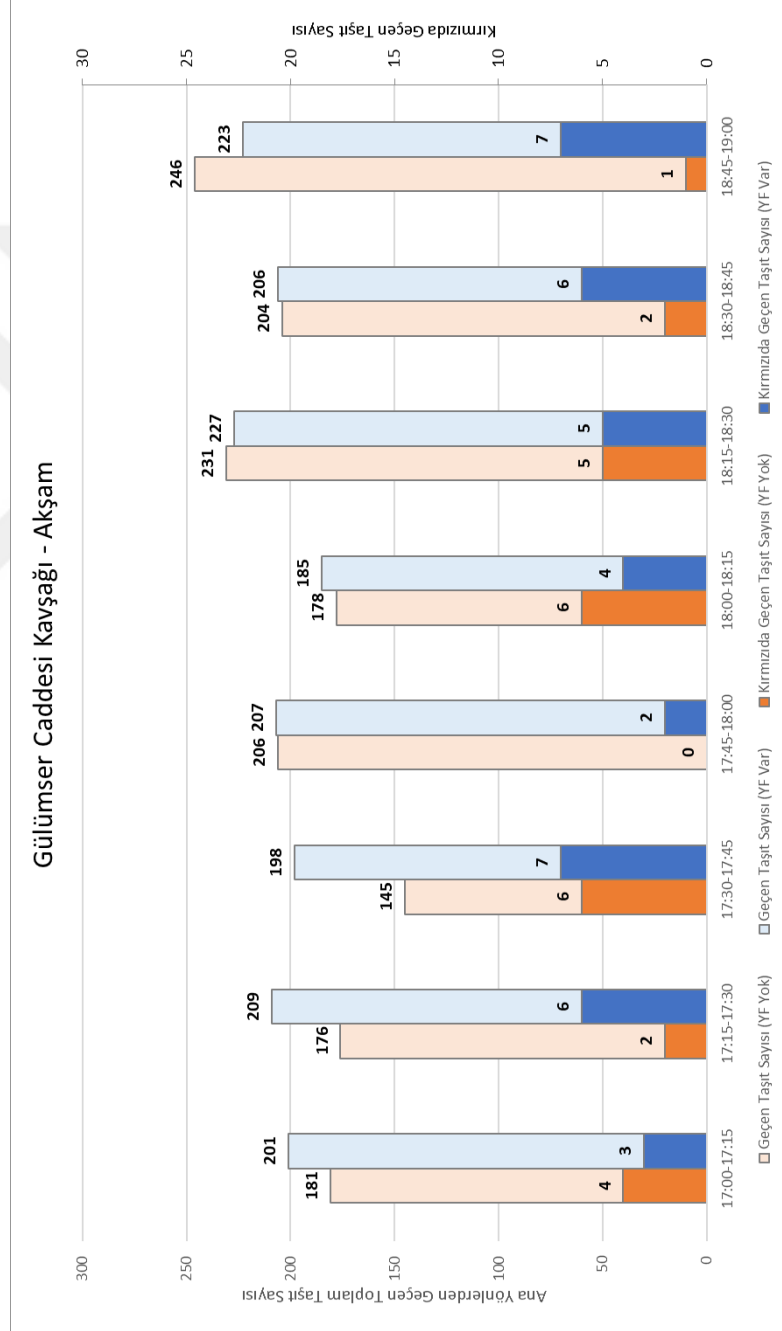
Şekil 3.2'de sunulan Gülümser Caddesi Kavşağı'nın sabah değerleri incelendiğinde, zirve saat aralığının 07:30-08:30 olduğu görülmektedir. Yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda en çok kırmızı ışık ihlali yapılan zaman dilimi, 8 adet kırmızı ışık ihlaliyle 08:00-

08:15 aralıdır. Yeşil sonu flaş uygulamasında en çok kırmızı ışık ihlalinin görüldüğü aralık ise 08:45-09:00 olup zirve saat aralığının dışındadır.



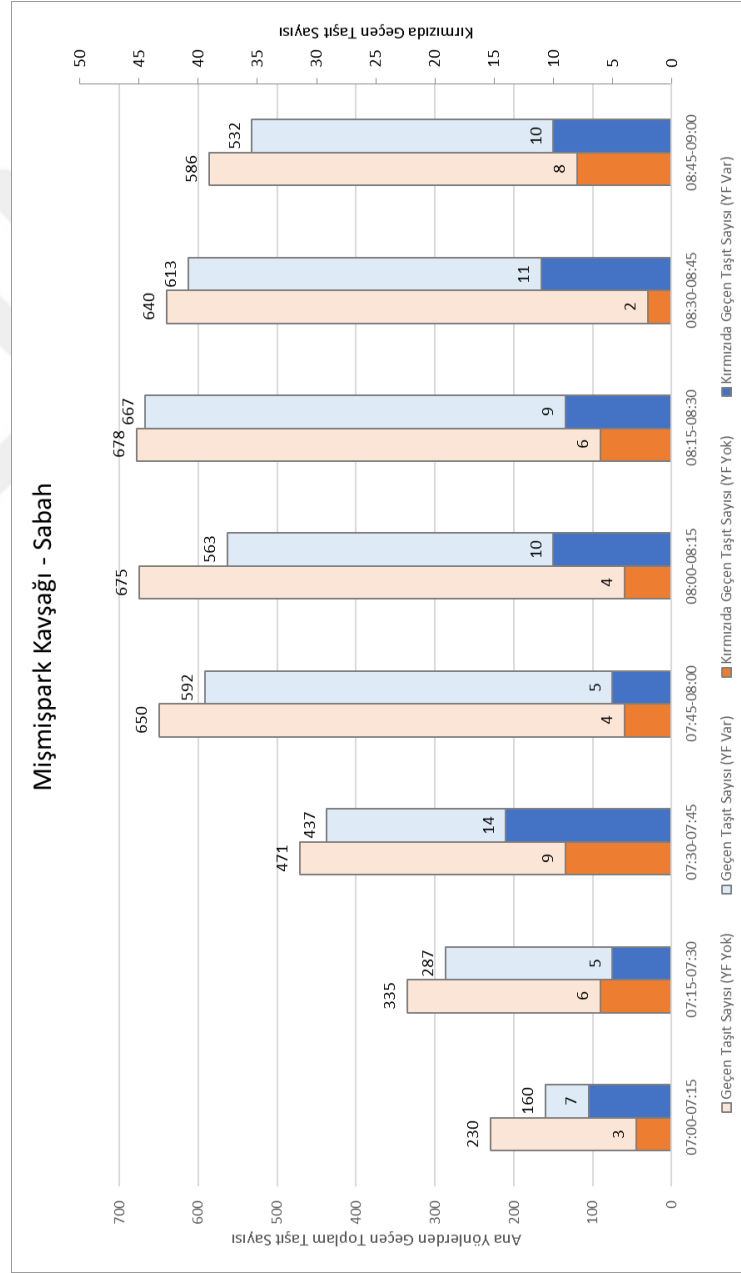
Şekil 3. 2 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda sabah zirve saat aralığında kırmızı ışık ihlallerinin kıyaslanması

Şekil 3.3'te sunulan Gülümser Caddesi Kavşağı'nın akşam değerleri incelendiğinde, akşam zirvesinin daha geniş bir zaman dilimine yayıldığı görülmektedir. Yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda en çok kırmızı ışık ihlali 6'şar adet ile 17:30-17:45 ve 18:00-18:15 zaman dilimlerinde görülürken, yeşil sonu flaşın uygulandığı durumda en fazla ihlaller 17:15-17:45 ve 18:30-19:00 zaman dilimlerinde yaşanmıştır.



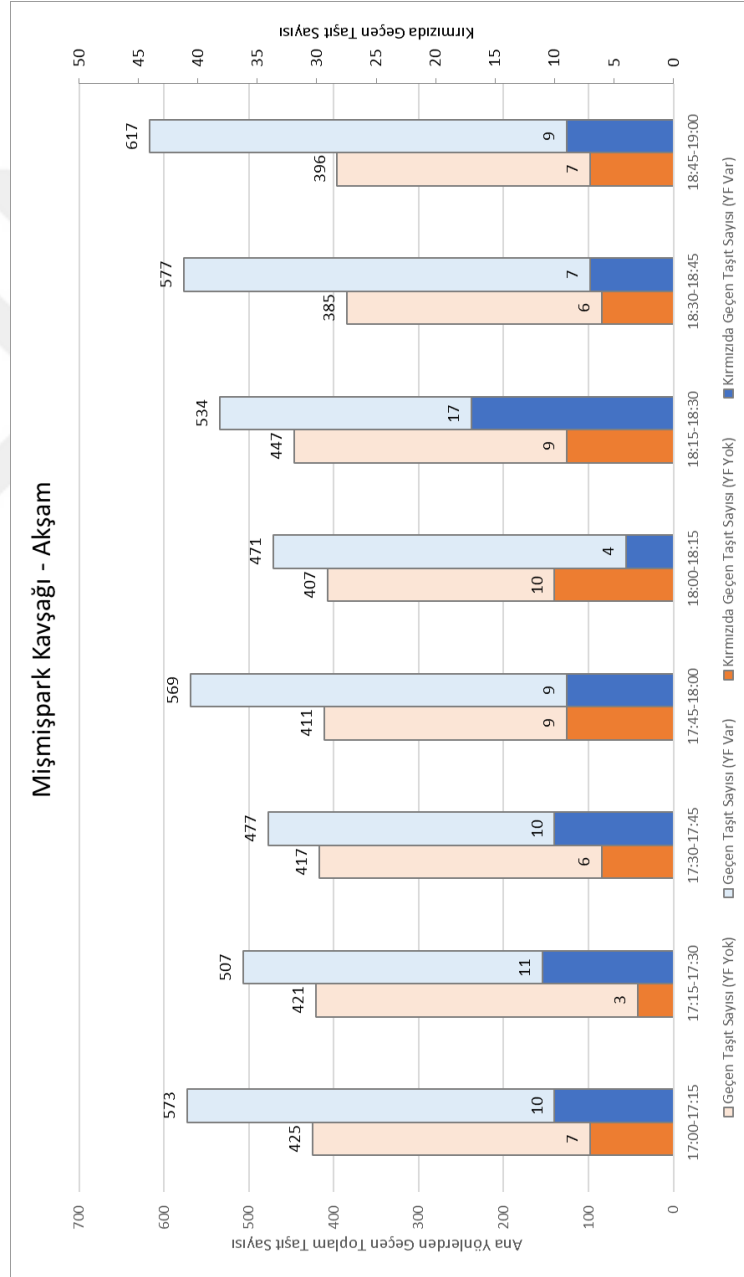
Şekil 3. 3 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda akşam zirve saat aralığında kırmızı ışık ihlallerinin kıyaslanması

Şekil 3.4'te sunulan Mişmişpark Kavşağı'nın sabah değerleri incelendiğinde, zirve saat aralığının 07:45-08:45 olduğu görülmektedir. Yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda en çok kırmızı ışık ihlali yapılan zaman dilimi, 9 adet kırmızı ışık ihlaliyle 07:30-07:45 aralığıdır. Yeşil sonu flaş uygulamasında en çok kırmızı ışık ihlalinin görüldüğü aralık 14 adet ile yine 07:30-07:45 olup 08:00-09:00 zaman diliminde toplam 40 adet ihlal görülmüştür.



Şekil 3. 4 Mişmişpark Kavşağı'nda sabah zirve saat aralığında kırmızı ışık ihlallerinin kıyaslanması

Şekil 3.5'te sunulan Mişmişpark Kavşağı'nın akşam değerleri incelendiğinde, akşam zirvesinin daha geniş bir zaman dilimine yayıldığı görülmektedir. Yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda en çok kırmızı ışık ihlali yapılan zaman dilimi, 17:45-18:30 aralığıdır. Yeşil sonu flaş uygulamasında en çok kırmızı ışık ihlalinin görüldüğü aralık 17 adet ile yine 18:15-18:30 olup 17:00-18:00 aralığındaki 15'er dakikalık dilimlerde ortalama 10 adet kırmızı ışık ihlali olduğu görülmüştür.



Şekil 3. 5 Mişmişpark Kavşağı'nda akşam zirve saat aralığında kırmızı ışık ihlallerinin kıyaslanması

### 3.3 İhlallerin Kavşaklara Göre İncelenmesi

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.

Şekil 3.6'da verilen grafik incelendiğinde, her iki kavşakta da yeşil sonu flaşın uygulandığı senaryoda; sarı ışıkta geçme oranının azaldığı, kırmızı ışıkta geçme oranının yükseldiği görülmektedir. Yine yeşil sonu flaşın uygulandığı senaryoda, yeşil ve yeşil sonu flaş süresi boyunca geçen taşıt oranı, yeşil sonu flaşın uygulanmadığı senaryoya göre daha yüksektir.

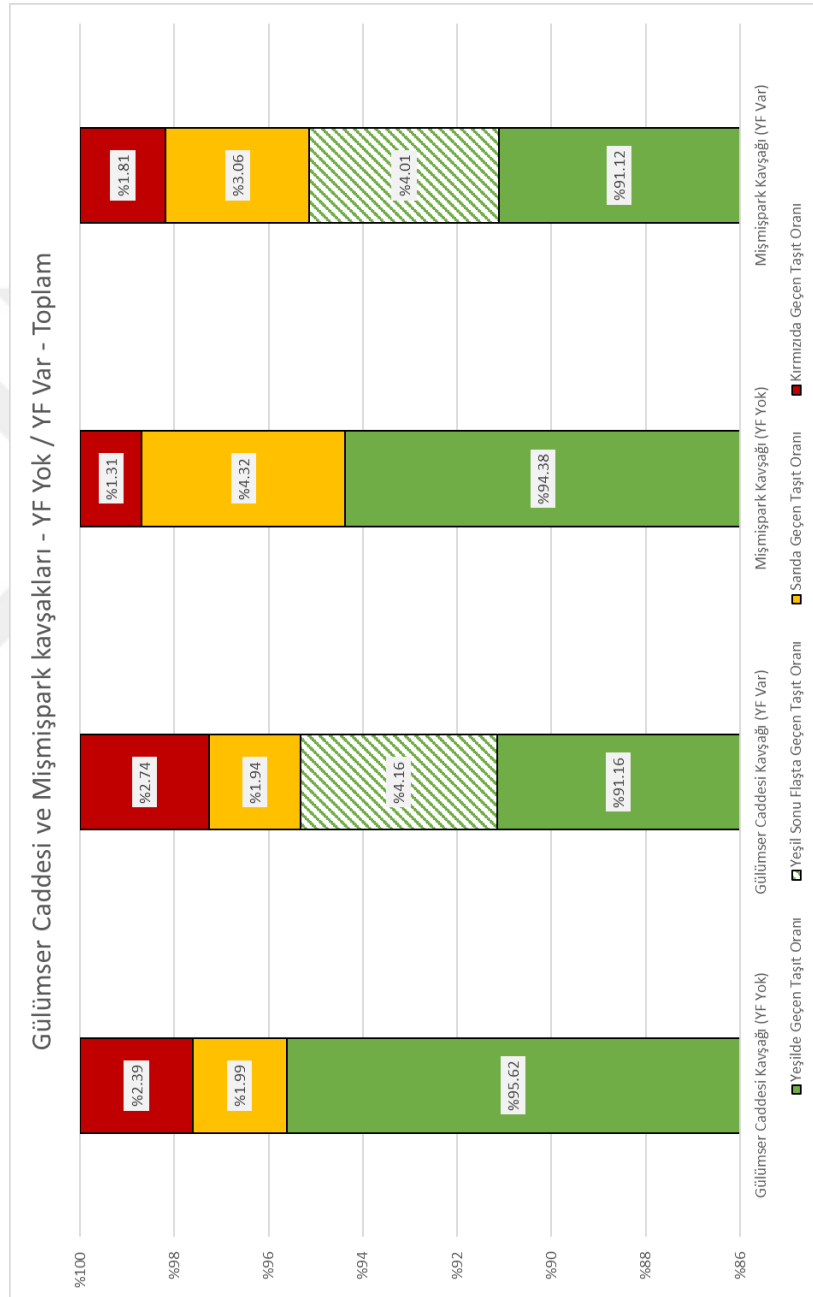
Yeşil sonu flaşın uygulanmadığı senaryoda, Gülümser Caddesi Kavşağı'nda sarı ışıkta geçme oranı %1,99 iken, yeşil sonu flaş uygulamasında bu oran %1,94 olarak tespit edilmiştir. Mişmişpark Kavşağı'ndaki sarı ışıkta geçme oranları kıyaslandığında; yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda %4,32 olarak gözlemlenen oran, yeşil sonu flaşın uygulandığı senaryoda %3,06 olarak gözlenmiştir.

Kırmızı ışıkta geçme oranları incelendiğinde, yeşil sonu flaş uygulamasıyla beraber Gülümser Caddesi Kavşağı'ndaki oran %2,39'dan %2,74'e yükselmiştir. Mişmişpark Kavşağı'ndaki kırmızı ışıkta geçme oranı yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda %1,31 iken, yeşil sonu flaşın uygulandığı durumda ise %1,81 olarak gözlenmiştir.

Şekil 3.6'da kavşak bazında incelenen yeşil, yeşil sonu flaş, sarı ve kırmızıda geçme oranları; Şekil 3.1'de toplam veriler üzerinden yapılan çıkarımlarla benzerlik göstermektedir. Yeşil sonu flaşın uygulandığı durumlarda sarı ışıkta geçme oranları, yeşil sonu flaşın uygulanmadığı duruma göre daha düşük bir oranda gözlenmiştir. Kırmızı ışıkta geçme oranları ise; yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda, yeşil sonu flaşın uygulandığı duruma göre daha düşük olarak gözlenmiştir.

Yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumlarda da, yasal hız limitinin 70 km/sa olduğu D300 Karayolu'nda bulunan Mişmişpark Kavşağı'ndaki sarı ışıkta geçme oranı; yasal hız limitinin 50 km/sa olduğu Fahri Kayahan Bulvarı'nda bulunan Gülümser

Caddesi Kavşağı'ndaki sarı ışıkta geçme oranından daha yüksektir. Öte yandan, yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumlarda da, yasal hız limitinin daha düşük olduğu Gülümser Caddesi Kavşağı'ndaki kırmızı ışıkta geçme oranı; yasal hız limitinin daha yüksek olduğu Mişmişpark Kavşağı'ndan daha yüksek gözlenmiştir.



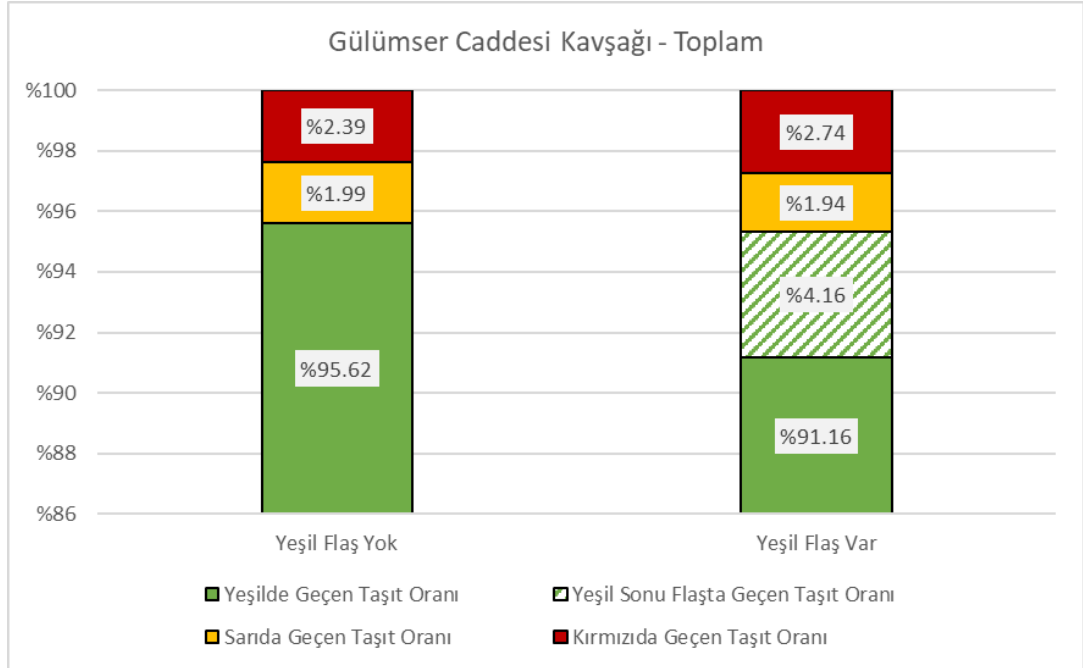
Şekil 3. 6 Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında uygulanan her iki senaryoda yeşil, yeşil sonu flaş, sarı ve kırmızı ışıklarda geçme oranları

### 3.3.1 Gülümser Caddesi Kavşağı

Çizelge 3.6'da tablo ve Şekil 3.7'de grafik halinde sunulmuş veriler incelendiğinde, 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.

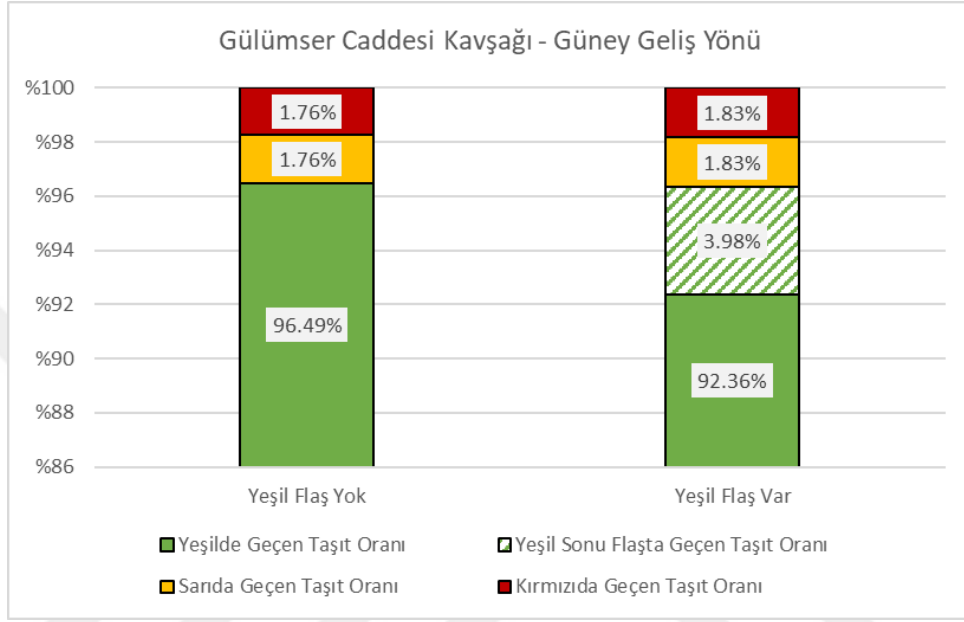
Çizelge 3. 6 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın öncesi ve sonrası durum analizi

Uygulanan Senaryo	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	2310	90	-	-	49	1	60	0	2510
Yeşil Sonu Flaş Yok	2400		-		50		60		
	%95,62		%0,00		%1,99		%2,39		%100,00
	%95,62				%4,38				
2.Durum	2221	78	100	5	48	1	67	2	2522
Yeşil Sonu Flaş Var	2299		105		49		69		
	%91,16		%4,16		%1,94		%2,74		%100,00
	%95,32				%4,68				

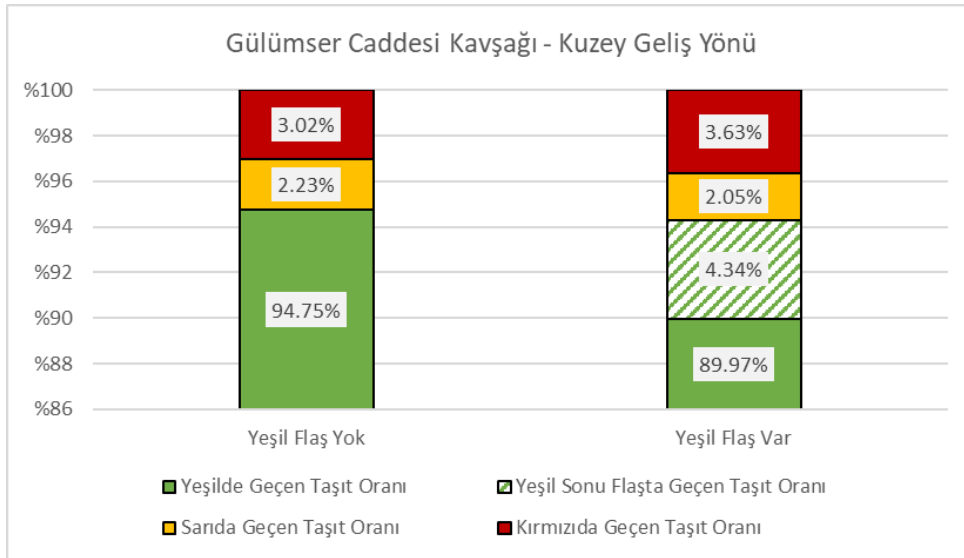


Şekil 3. 7 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların analizi

Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney ve Kuzey geliş yönlerindeki yeşil, sarı ve kırmızı ışıkta geçme oranları ayrı ayrı incelenmiş, Güney geliş yönündeki değerlerin değişiminin Kuzey geliş yönüne kıyasla daha az olduğu görülmüştür.



Şekil 3. 8 Gülümser Caddesi Kavşağı Güney geliş yönünde yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların analizi



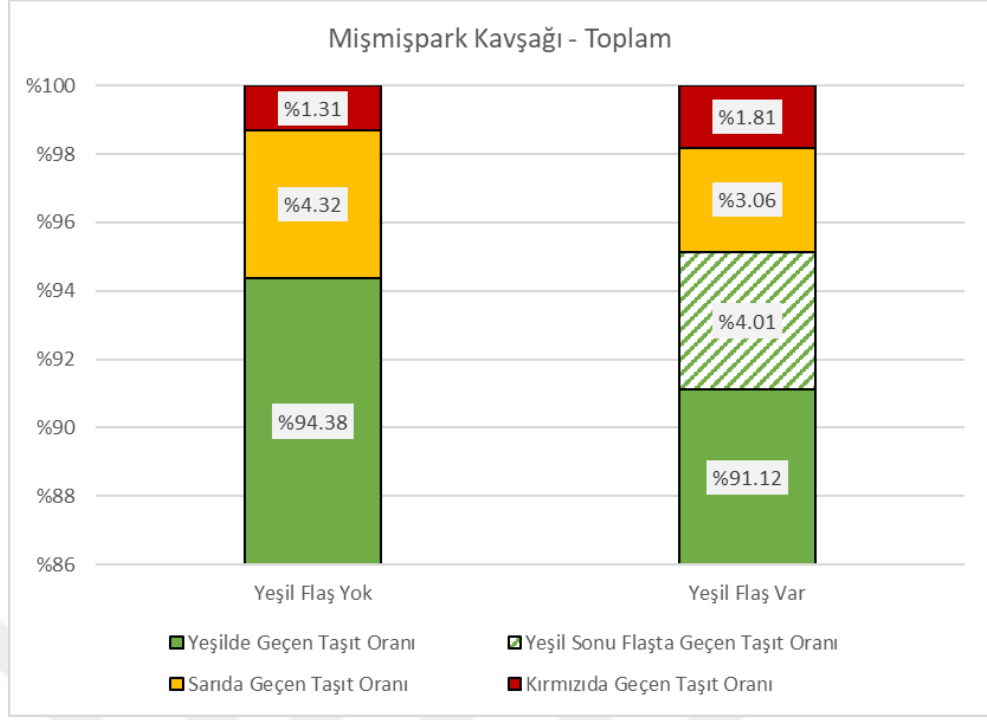
Şekil 3. 9 Gülümser Caddesi Kavşağı Kuzey geliş yönünde yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların analizi

### 3.3.2 Mişmişpark Kavşağı

Çizelge 3.7’de tablo ve Şekil 3.10’da grafik halinde sunulan Mişmişpark Kavşağı’nın verileri incelendiğinde; yeşil sonu flaş uygulamasının kaldırılmasından sonra sarı ışıkta geçiş oranının arttığı, fakat kırmızı ışıkta 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 flaşı gördüklerinde yavaşlayarak durduğu, bu nedenle sarıda geçiş oranı yeşil sonu flaş uygulamasının olduğu durumda daha düşük görüldüğü düşünülmektedir. Ancak yeşil sonu flaşı gördüğü anda hızlanmaya başlayan sürücülerden yeşil sonu flaş ya da sarı ışık süresinde kavşaktan geçiş yapamayacak kadar uzakta olan taşıtların, kırmızı ışıkta geçerek ihlal oranını artırdığı düşünülmektedir.

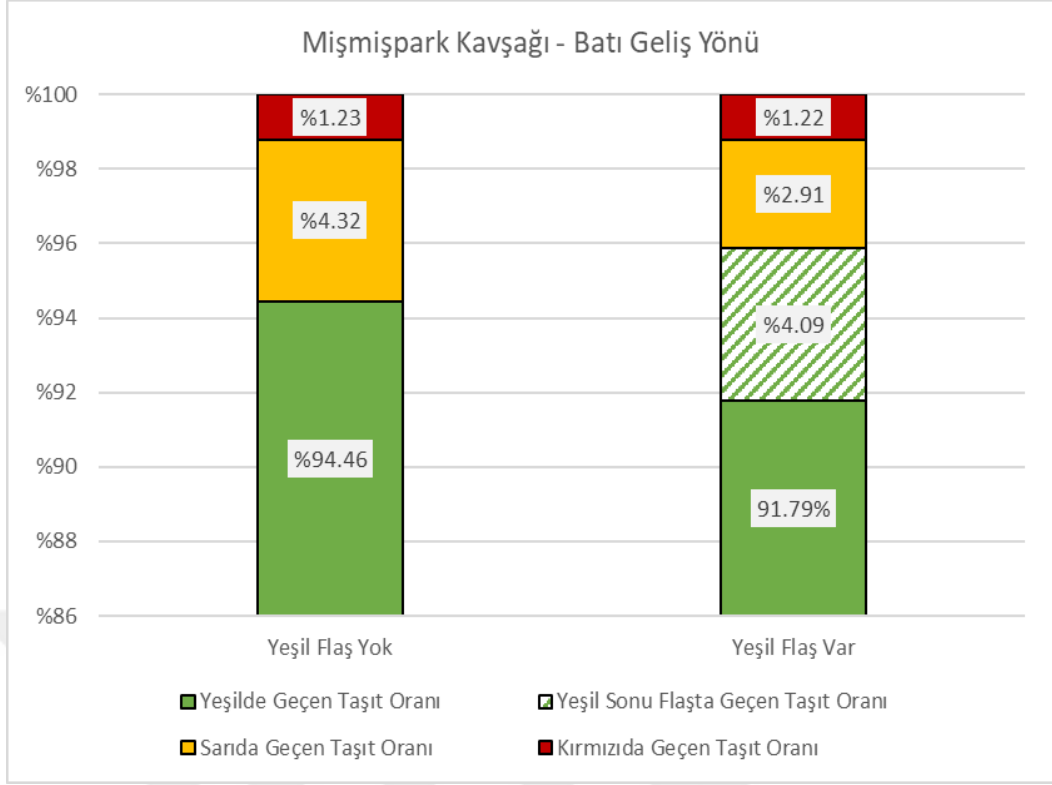
Çizelge 3. 7 Mişmişpark Kavşağı'nın öncesi ve sonrası durum analizi

Uygulanan Senaryo	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	6898	552	306	22	230	20	125	23	8176
Yeşil Sonu Flaş Var	7450		-		250		148		
	%91,12		%4,01		%3,06		%1,81		%100,00
	%95,13				%4,87				
2.Durum	6761	387	-	-	292	35	86	13	7574
Yeşil Sonu Flaş Yok	7148		-		327		99		
	%94,38		%0,00		%4,32		%1,31		%100,00
	%94,38				%5,62				

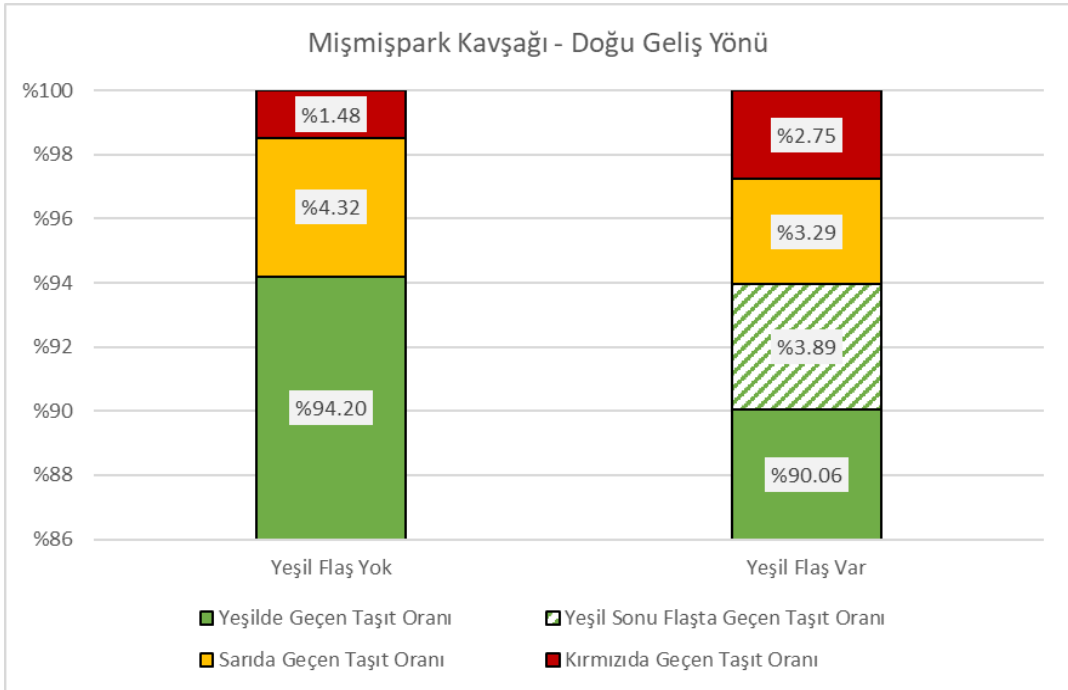


şekil 3. 10 Mişmişpark Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların analizi

şekil 3.11 ve şekil 3.12'de Mişmişpark Kavşağı'nın Batı ve Doğu geliş yonlerindeki yeşil, sarı ve kırmızı ışıkta geçme oranları ayrı ayrı incelenmiş, Doğu geliş yonündeki değerlerin değişiminin Batı geliş yonüne kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür.



şekil 3. 11 Mişmişpark Kavşağı Batı geliş yönünde yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların analizi



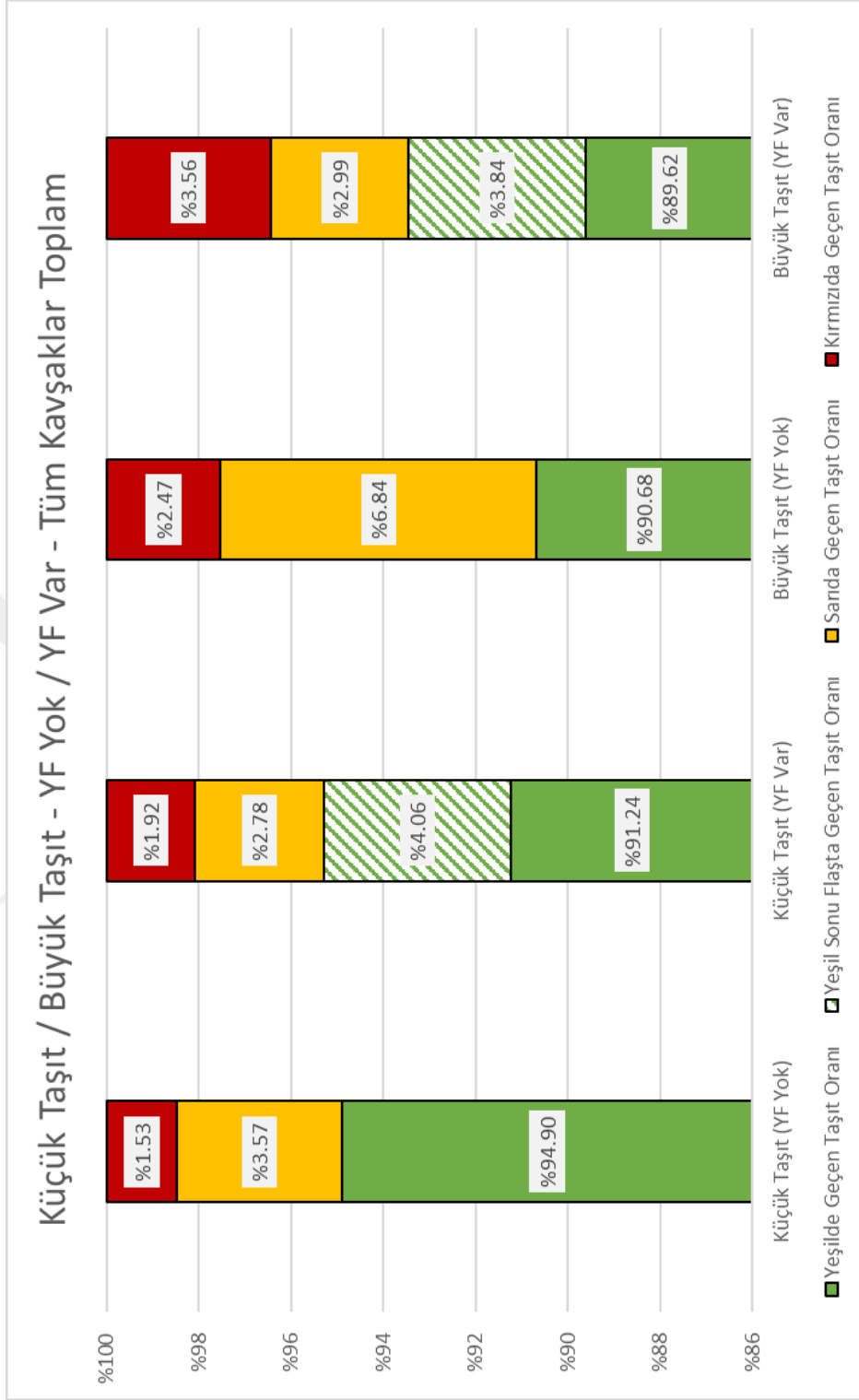
şekil 3. 12 Mişmişpark Kavşağı Doğu geliş yönünde yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumların analizi

### 3.4 İhlallerin Taşıtlar Sınıfına Göre İncelenmesi

Çizelge 3.8’de tablo, Şekil 3.13’te grafik olarak verilen, yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumlar taşıtlar sınıfı cinsinden bütünüyle incelendiğinde; büyük taşıtların her iki senaryoda da oransal olarak daha fazla ihlal yaptığı görülmektedir. Çalışmada ihlal olarak kabul edilen sürücü davranışı kırmızıda yapılan taşıtlar geçişleridir.

Çizelge 3. 8 Yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumlardaki yeşil, yeşil sonu flaş, sarı ve kırmızı ışıkta geçiş oranlarının taşıtlar sınıfı türünden analizi

Uygulanan Senaryo	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Sonu Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar	
	Küçük Taşıtlar	Büyük Taşıtlar	Küçük Taşıtlar	Büyük Taşıtlar	Küçük Taşıtlar	Büyük Taşıtlar	Küçük Taşıtlar	Büyük Taşıtlar
YF Yok	%94,90	%90,68	%0,00	%0,00	%3,57	%6,84	%1,53	%2,47
YF Var	%91,24	%89,62	%4,06	%3,84	%2,78	%2,99	%1,92	%3,56



Şekil 3. 13 Yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı durumlardaki yeşil, yeşil sonu flaş, sarı ve kırmızı ışıkta geçiş oranlarının taşıt sınıfı türünden analizi

### 3.5 İhlallerin Taşıt Hacimleriyle İlişkisi

Zaman esaslı taşıt hacimleri ve kırmızı ışık ihlal değerleri; yeşil flaşın uygulanmadığı ve uygulandığı şekilde ayrılmış ve grafikler üzerine eğilim çizgileri eklenerek korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) değerleri incelenmiştir. Grafiklerde x eksenini, her bir 15 dakikalık zaman diliminde gözlenen taşıt sayısını, y eksenini ise ilgili 15 dakikalık zaman diliminde gözlenen ihlal sayısını belirtmektedir. Regresyon analizinde kullanılan değerler Çizelge 3.9'da sunulmuştur.

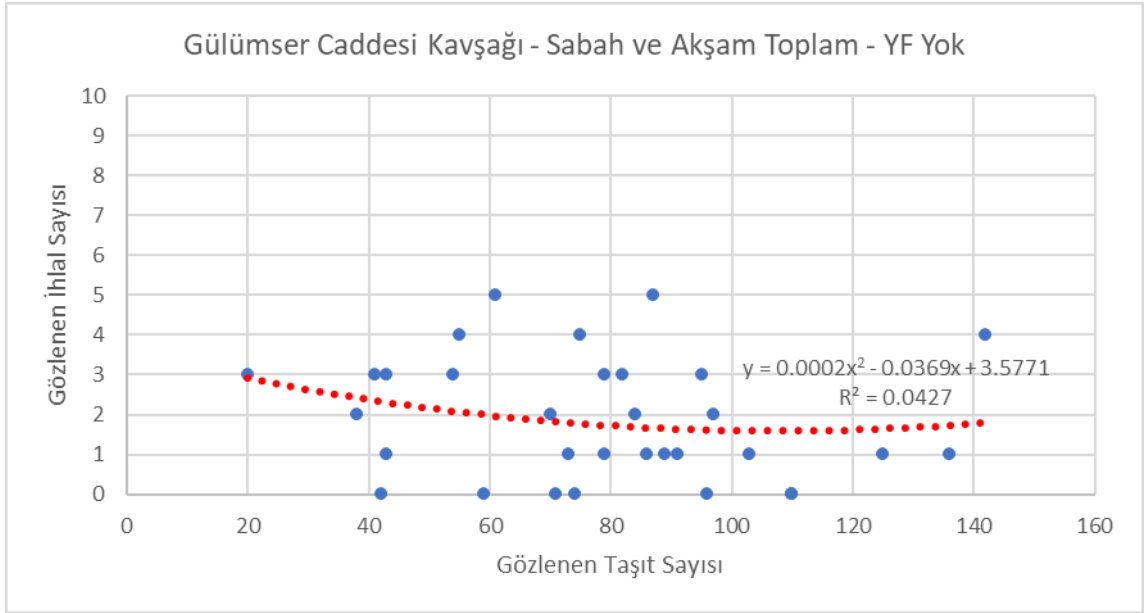
Çizelge 3. 9 Taşıt hacimleri-ihlal ilişkisi analizinde kullanılan değerler

Gülümser Caddesi Kavşağı						Mişmişpark Kavşağı							
Zaman Dilimi		Yeşil Sonu Flaş Yok		Yeşil Sonu Flaş Var		Zaman Dilimi		Yeşil Sonu Flaş Yok		Yeşil Sonu Flaş Var			
		Toplam Geçen Taşıt Sayısı	Kırmızıda Geçen Taşıt Sayısı	Toplam Geçen Taşıt Sayısı	Kırmızıda Geçen Taşıt Sayısı			Toplam Geçen Taşıt Sayısı	Kırmızıda Geçen Taşıt Sayısı	Toplam Geçen Taşıt Sayısı	Kırmızıda Geçen Taşıt Sayısı		
Sabahlar Toplamı	Güney Geliş	07:00-07:15	43	1	35	0	Sabahlar Toplamı	Bati Geliş	07:00-07:15	165	1	112	3
		07:15-07:30	74	0	78	2			07:15-07:30	235	2	225	3
		07:30-07:45	86	1	83	0			07:30-07:45	370	5	347	9
		07:45-08:00	95	3	82	2			07:45-08:00	525	3	503	3
		08:00-08:15	82	3	72	1			08:00-08:15	514	1	406	7
		08:15-08:30	79	3	80	0			08:15-08:30	496	5	525	6
		08:30-08:45	59	0	54	2			08:30-08:45	495	1	473	6
	08:45-09:00	43	3	47	1	08:45-09:00		402	5	358	2		
	Kuzey Geliş	07:00-07:15	20	3	24	0		Doğu Geliş	07:00-07:15	65	2	48	4
		07:15-07:30	41	3	25	1			07:15-07:30	100	4	62	2
		07:30-07:45	55	4	33	5			07:30-07:45	101	4	90	5
		07:45-08:00	42	0	56	2			07:45-08:00	125	1	89	2
		08:00-08:15	61	5	55	3			08:00-08:15	161	3	157	3
		08:15-08:30	71	0	48	3			08:15-08:30	182	1	142	3
08:30-08:45		54	3	49	1	08:30-08:45	145		1	140	5		
08:45-09:00	38	2	45	6	08:45-09:00	184	3	174	8				
Akşamlar Toplamı	Güney Geliş	17:00-17:15	84	2	91	2	Akşamlar Toplamı	Bati Geliş	17:00-17:15	258	5	227	2
		17:15-17:30	73	1	102	2			17:15-17:30	253	3	187	4
		17:30-17:45	70	2	84	1			17:30-17:45	246	5	232	3
		17:00-18:00	96	0	102	0			17:00-18:00	252	4	297	1
		18:00-18:15	91	1	83	4			18:00-18:15	256	8	256	1
		18:15-18:30	89	1	85	1			18:15-18:30	286	6	269	4
		18:30-18:45	79	1	87	2			18:30-18:45	234	5	302	4
	18:45-19:00	110	0	91	3	18:45-19:00		226	5	298	3		
	Kuzey Geliş	17:00-17:15	97	2	110	1		Kuzey Geliş	17:00-17:15	167	2	346	8
		17:15-17:30	103	1	107	4			17:15-17:30	168	0	320	7
		17:30-17:45	75	4	114	6			17:30-17:45	171	1	245	7
		17:00-18:00	110	0	105	2			17:00-18:00	159	5	272	8
		18:00-18:15	87	5	102	0			18:00-18:15	151	2	215	3
		18:15-18:30	142	4	142	4			18:15-18:30	161	3	265	13
18:30-18:45		125	1	119	4	18:30-18:45	151		1	275	3		
18:45-19:00	136	1	132	4	18:45-19:00	170	2	319	6				

### 3.5.1 Gülümser Caddesi Kavşağı

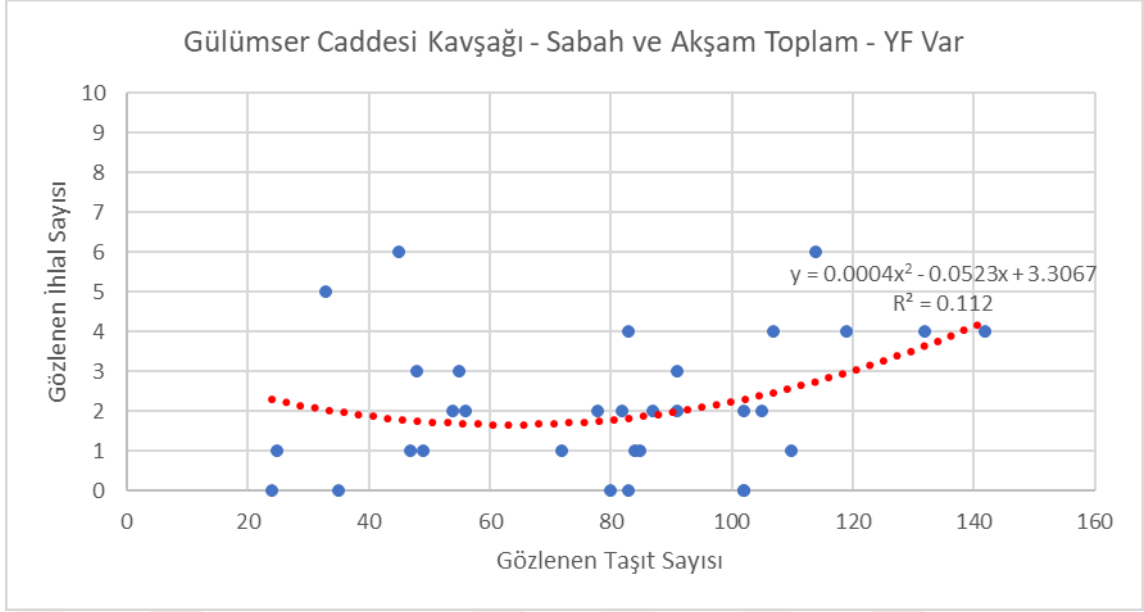
Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı senaryolardaki ilişkiler ayrı ayrı incelenmiştir.

Şekil 3.14'te sunulan; Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumun sabah ve akşam değerlerinde, %4'lük bir korelasyon katsayısı elde edilmiş ve trafik hacmi ile ihlal sayıları arasında bir anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 3. 14 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda gözlenen taşıt ve ihlal sayıları

Şekil 3.15'te sunulan; Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulandığı durumun sabah ve akşam değerlerinde, %11'lik bir korelasyon katsayısı elde edilmiş ve trafik hacmi ile ihlal sayıları arasında bir anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

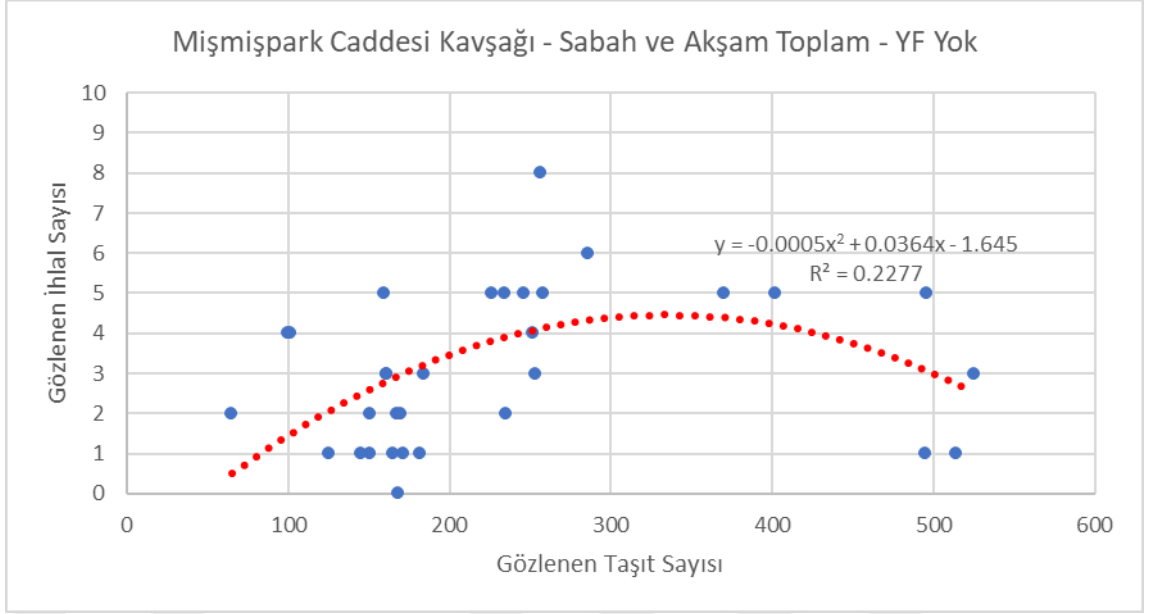


Şekil 3. 15 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulandığı durumda gözlenen taşıt ve ihlal sayıları

### 3.5.2 Mişmişpark Kavşağı

Gülümser Caddesi Kavşağı'nda olduğu gibi, Mişmişpark Kavşağı'nda da yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı senaryolardaki ilişkiler ayrı ayrı incelenmiştir.

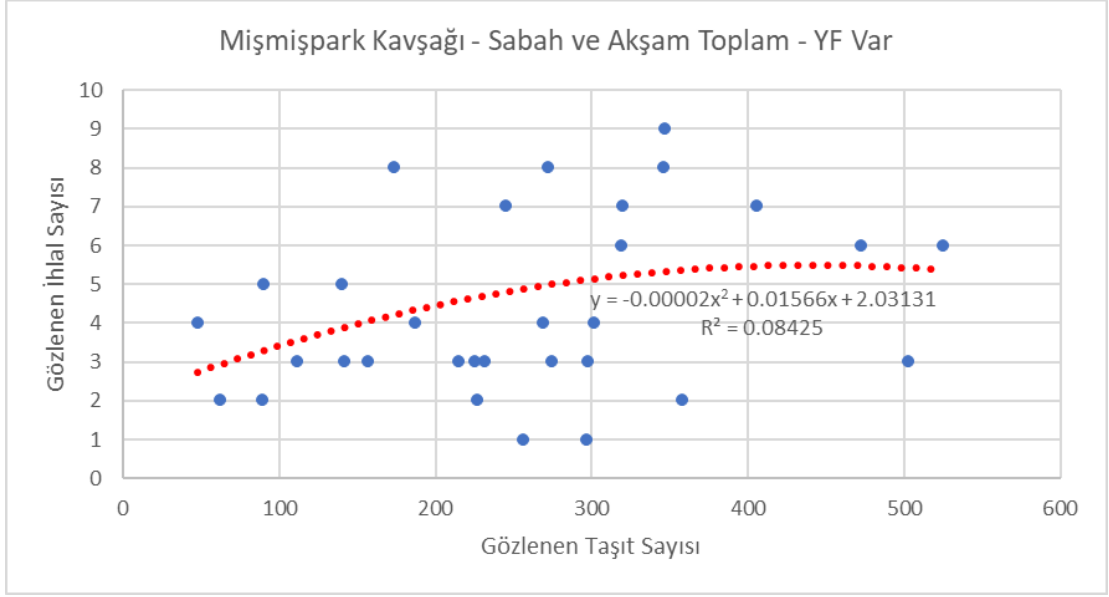
Şekil 3.16'da sunulan, Mişmişpark Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumun sabah ve akşam değerlerinde, %23'lük bir korelasyon katsayısı elde edilmiş ve trafik hacmi ile ihlal sayıları arasında bir anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 3. 16 Mişmişpark Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulanmadığı durumda gözlenen taşıt ve ihlal sayıları

Şekil 3.17'de sunulan, Mişmişpark Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulandığı durumun sabah ve akşam değerlerinde, %8'lik bir korelasyon katsayısı elde edilmiş ve trafik hacmi ile ihlal sayıları arasında bir anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Mişmişpark Kavşağı'nda incelenen taşıt hacmi ve ihlal sayıları arasında, yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı her iki senaryoda da anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.



Şekil 3. 17 Mişmişpark Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulandığı durumda gözlenen taşıt ve ihlal sayıları

### 3.6 Hipotez Testi

Gülümser Caddesi Kavşağı ve Mişmişpark Kavşağı'na ait Çizelge 3.10 ve Çizelge 3.11'de verilen 1. durum ve 2. durum gözlem değerleri kıyaslanmıştır. Gülümser Caddesi Kavşağı ve Mişmişpark Kavşağı'nda 07:00-09:00 ve 17:00-19:00 saatleri arasında alınan görüntüler 15'er dakikalık dilimler halinde deşifre edilmiştir. Bu nedenle her bir kavşakta 1 durum için 8'i sabah, 8'i akşam olmak üzere 16 adet 15'er dakikalık sayım değeri bulunmaktadır. Kıyaslanan 2 durum için 32 adet 15'er dakikalık veri kümesi bulunmaktadır. 32 adet veri kümesi bulunan çalışma için, örneklem sayısının 30 ve 30'dan küçük olduğu durumlarda kullanılan t testi tercih edilmiştir. Standart normal dağılım ile benzerlik gösteren t dağılımının grafiği de normal dağılım grafiği gibi simetriktir. t dağılımının parametrik yapısı, dağılımın serbestlik derecesi tarafından belirlenir. Serbestlik derecesi arttıkça, t dağılımının kuyrukları basıklaşırken, merkez kısmı sivrileşir ve giderek z dağılımına yaklaşır [48].

Çizelge 3. 10 t testinde kullanılan Gülümser Caddesi Kavşağı verileri

Zaman Dilimi	Gülümser Caddesi Kavşağı											
	Yeşil Sonu Flaş Yok						Yeşil Sonu Flaş Var					
	Toplam Geçen Taşıtlar Sayısı	Kırmızı Geçen Taşıtlar Sayısı	Sarı Geçen Taşıtlar Sayısı	Yeşil Geçen Taşıtlar Sayısı	Yeşil Geçen Taşıtlar Oranı (%)	Toplam Geçen Taşıtlar Sayısı	Kırmızı Geçen Taşıtlar Sayısı	Sarı Geçen Taşıtlar Sayısı	Yeşil Geçen Taşıtlar Sayısı	Yeşil Geçen Taşıtlar Oranı (%)	Sarı Geçen Taşıtlar Sayısı	Yeşil Geçen Taşıtlar Sayısı
07:00-07:15	43	1	0	42	%97.67	35	0	0	35	%100.00	0	35
07:15-07:30	74	0	0	74	%100.00	78	2	1	75	%96.15	1	75
07:30-07:45	86	1	1	84	%97.67	83	0	1	82	%98.80	1	82
07:45-08:00	95	3	1	91	%95.79	82	2	2	78	%95.12	2	78
08:00-08:15	82	3	1	78	%95.12	72	1	3	68	%94.44	3	68
08:15-08:30	79	3	3	73	%92.41	80	0	2	78	%97.50	2	78
08:30-08:45	59	0	1	58	%98.31	54	2	1	51	%94.44	1	51
08:45-09:00	43	3	0	40	%93.02	47	1	2	44	%93.62	2	44
07:00-07:15	20	3	0	17	%85.00	24	0	0	24	%100.00	0	24
07:15-07:30	41	3	0	38	%92.68	25	1	2	22	%88.00	2	22
07:30-07:45	55	4	0	51	%92.73	33	5	0	28	%84.85	0	28
07:45-08:00	42	0	0	42	%100.00	56	2	2	52	%92.86	2	52
08:00-08:15	61	5	2	54	%88.52	55	3	2	50	%90.91	2	50
08:15-08:30	71	0	1	70	%98.59	48	3	1	44	%91.67	1	44
08:30-08:45	54	3	0	51	%94.44	49	1	0	48	%97.96	0	48
08:45-09:00	38	2	1	35	%92.11	45	6	2	37	%82.22	2	37
17:00-17:15	84	2	0	82	%97.62	91	2	1	88	%96.70	1	88
17:15-17:30	73	1	4	68	%93.15	102	2	3	97	%95.10	3	97
17:30-17:45	70	2	3	65	%92.86	84	1	0	83	%98.81	0	83
17:00-18:00	96	0	0	96	%100.00	102	0	1	101	%99.02	1	101
18:00-18:15	91	1	2	88	%96.70	83	4	2	77	%92.77	2	77
18:15-18:30	89	1	2	86	%96.63	85	1	1	83	%97.65	1	83
18:30-18:45	79	1	3	75	%94.94	87	2	2	83	%95.40	2	83
18:45-19:00	110	0	1	109	%99.09	91	3	1	87	%95.60	1	87
17:00-17:15	97	2	1	94	%96.91	110	1	2	107	%97.27	2	107
17:15-17:30	103	1	3	99	%96.12	107	4	1	102	%95.33	1	102
17:30-17:45	75	4	2	69	%92.00	114	6	3	105	%92.11	3	105
17:00-18:00	110	0	4	106	%96.36	105	2	3	100	%95.24	3	100
18:00-18:15	87	5	2	80	%91.95	102	0	2	100	%98.04	2	100
18:15-18:30	142	4	8	130	%91.55	142	4	2	136	%95.77	2	136
18:30-18:45	125	1	1	123	%98.40	119	4	2	113	%94.96	2	113
18:45-19:00	136	1	3	132	%97.06	132	4	2	126	%95.45	2	126

Çizelge 3. 11 t testinde kullanılan Mişmişpark Kavşağı verileri

Zaman Dilimi	Mişmişpark Kavşağı													
	Yeşil Sonu Flaş Yok						Yeşil Sonu Flaş Var							
	Toplam Geçen Taşıtlar Sayısı	Kırmızı Geçen Taşıtlar Sayısı	Kırmızı Geçen Taşıtlar Oranı (%)	Sarı Geçen Taşıtlar Sayısı	Sarı Geçen Taşıtlar Oranı (%)	Yeşil Geçen Taşıtlar Sayısı	Yeşil Geçen Taşıtlar Oranı (%)	Toplam Geçen Taşıtlar Sayısı	Kırmızı Geçen Taşıtlar Sayısı	Kırmızı Geçen Taşıtlar Oranı (%)	Sarı Geçen Taşıtlar Sayısı	Sarı Geçen Taşıtlar Oranı (%)		
Sabahlar Toplamı	07:00-07:15	165	1	%0.61	12	%7.27	152	%92.12	112	%2.68	4	%3.57	105	%93.75
	07:15-07:30	235	2	%0.85	8	%3.40	225	%95.74	225	%1.33	9	%4.00	213	%94.67
	07:30-07:45	370	5	%1.35	11	%2.97	354	%95.68	347	%2.59	16	%4.61	322	%92.80
	07:45-08:00	525	3	%0.57	27	%5.14	495	%94.29	503	%0.60	13	%2.58	487	%96.82
	08:00-08:15	514	1	%0.19	14	%2.72	499	%97.08	406	%1.72	10	%2.46	389	%95.81
	08:15-08:30	496	5	%1.01	28	%5.65	463	%93.35	525	%1.14	16	%3.05	503	%95.81
	08:30-08:45	495	1	%0.20	16	%3.23	478	%96.57	473	%1.27	15	%3.17	452	%95.56
	08:45-09:00	402	5	%1.24	19	%4.73	378	%94.03	358	%0.56	10	%2.79	346	%96.65
	07:00-07:15	65	2	%3.08	1	%1.54	62	%95.38	48	%8.33	1	%2.08	43	%89.58
	07:15-07:30	100	4	%4.00	2	%2.00	94	%94.00	62	%3.23	2	%3.23	58	%93.55
Doğu Geliş	07:30-07:45	101	4	%3.96	6	%5.94	91	%90.10	90	%5.56	4	%4.44	81	%90.00
	07:45-08:00	125	1	%0.80	8	%6.40	116	%92.80	89	%2.25	3	%3.37	84	%94.38
	08:00-08:15	161	3	%1.86	8	%4.97	150	%93.17	157	%1.91	3	%1.91	151	%96.18
	08:15-08:30	182	1	%0.55	5	%2.75	176	%96.70	142	%2.11	6	%4.23	133	%93.66
	08:30-08:45	145	1	%0.69	3	%2.07	141	%97.24	140	%3.57	3	%2.14	132	%94.29
	08:45-09:00	184	3	%1.63	8	%4.35	173	%94.02	174	%4.60	5	%2.87	161	%92.53
	17:00-17:15	258	5	%1.94	14	%5.43	239	%92.64	227	%0.88	6	%2.64	219	%96.48
	17:15-17:30	253	3	%1.19	10	%3.95	240	%94.86	187	%2.14	4	%2.14	179	%95.72
	17:30-17:45	246	5	%2.03	15	%6.10	226	%91.87	232	%1.29	6	%2.59	223	%96.12
	17:00-18:00	252	4	%1.59	15	%5.95	233	%92.46	297	%0.34	7	%2.36	289	%97.31
Akşamlar Toplamı	18:00-18:15	256	8	%3.13	7	%2.73	241	%94.14	256	%0.39	6	%2.34	249	%97.27
	18:15-18:30	286	6	%2.10	9	%3.15	271	%94.76	269	%1.49	8	%2.97	257	%95.54
	18:30-18:45	234	5	%2.14	9	%3.85	220	%94.02	302	%1.32	11	%3.64	287	%95.03
	18:45-19:00	226	5	%2.21	11	%4.87	210	%92.92	298	%1.01	5	%1.68	290	%97.32
	17:00-17:15	167	2	%1.20	15	%8.98	150	%89.82	346	%2.31	15	%4.34	323	%93.35
	17:15-17:30	168	0	%0.00	11	%6.55	157	%93.45	320	%2.19	13	%4.06	300	%93.75
	17:30-17:45	171	1	%0.58	4	%2.34	166	%97.08	245	%2.86	7	%2.86	231	%94.29
	17:00-18:00	159	5	%3.14	8	%5.03	146	%91.82	272	%2.94	15	%5.51	249	%91.54
	18:00-18:15	151	2	%1.32	7	%4.64	142	%94.04	215	%1.40	9	%4.19	203	%94.42
	18:15-18:30	161	3	%1.86	3	%1.86	155	%96.27	265	%4.91	7	%2.64	245	%92.45
18:30-18:45	151	1	%0.66	6	%3.97	144	%95.36	275	%1.09	7	%2.55	265	%96.36	
18:45-19:00	170	2	%1.18	7	%4.12	161	%94.71	319	%1.88	4	%1.25	309	%96.87	

Microsoft Excel programındaki “Veri Çözümleme” modülü kullanılarak farklı ve bilinmeyen varyanslar varsayılarak iki örnek t testi gerçekleştirilmiştir, analizde kullanılan formüller aşağı Denklem 3.1 ve Denklem 3.2’de sunulmuştur:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_1^2}{m} + \frac{s_2^2}{n}}} \quad (3.1)$$

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{m} + \frac{s_2^2}{n}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{m}\right)^2}{m-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n}\right)^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

$t$  = hesaplanan t değeri

$\bar{x}$  = 1. veri grubuna ait ortalama değer

$\bar{y}$  = 2. veri grubuna ait ortalama değer

$S_1$  = 1. veri grubuna ait varyans

$S_2$  = 2. veri grubuna ait varyans

$m$  = 1. veri grubunun örneklem sayısı

$n$  = 2. veri grubunun örneklem sayısı

$df$  = serbestlik derecesi

$H_0$  hipotezinde; taşıtların kırmızı, sarı ve yeşil ışıkta geçiş oranlarının, yeşil sonu flaş uygulamasından etkilenmediği kabulü yapılmıştır.  $H_1$  hipotezinde ise yeşil sonu flaş

uygulamasının kırmızı, sarı ve yeşil ışıkta geçiş oranlarını etkileyeceği ve kayda değer ölçüde değiştireceği kabulü yapılmıştır.

$$H_0 = \mu_{\text{yeşil sonu flaş olmayan uygulama}} - \mu_{\text{yeşil sonu flaş olan uygulama}} = 0$$

$$H_1 = \mu_{\text{yeşil sonu flaş olmayan uygulama}} - \mu_{\text{yeşil sonu flaş olan uygulama}} \neq 0$$

Gülümser Caddesi Kavşağı'nın yeşil sonu flaş olan ve olmayan iki farklı uygulamasında kırmızı, sarı ve yeşil ışıkta geçme oranları,  $\alpha=0,05$  kabulüyle t testine tabi tutulmuştur. Yeşil sonu flaş uygulamasında, yeşil sonu flaşta geçen taşıt değerleri yeşilde geçen taşıt değerine eklenmiştir. Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait t testi sonuçları Çizelge 3.12'de görülmektedir.

Çizelge 3. 12 Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yapılan iki farklı uygulamadaki oranların t testi sonuçları

Taşıt Hareketi	$t_{\text{hesap}}$	$t_{\text{kritik}}$	P değeri	$ t_{\text{hesap}}  > t_{\text{kritik}}$ mi?	Kayda değer farklılık
Kırmızıda Geçenler	-0.065	1.999	0.948	Hayır. $H_0$ kabul edildi.	Bulunmuyor
Sarıda Geçenler	-0.740	1.999	0.462	Hayır. $H_0$ kabul edildi.	Bulunmuyor
Yeşilde Geçenler*	0.388	2.000	0.700	Hayır. $H_0$ kabul edildi.	Bulunmuyor

Hipotez testi sonuçlarına göre; Gülümser Caddesi Kavşağı'nda yeşil sonu flaş uygulaması, taşıtların ışıklardan geçiş oranlarını kayda değer ölçüde etkilememiştir.  $H_0$  hipotezi kabul edilmiştir.

Mişmişpark Kavşağı'nın yeşil sonu flaş olan ve olmayan iki farklı uygulamasında kırmızı, sarı ve yeşil ışıkta geçme oranları,  $\alpha=0,05$  kabulüyle t testine tabi tutulmuştur. Yeşil sonu flaş uygulamasında, yeşil sonu flaşta geçen taşıt değerleri yeşilde geçen taşıt değerine eklenmiştir. Mişmişpark Kavşağı'na ait t testi sonuçları Çizelge 3.13'te görülmektedir.

Çizelge 3. 13 Mişmişpark Kavşağı'nda yapılan iki farklı uygulamadaki oranların t testi sonuçları

Taşıt Hareketi	$t_{hesap}$	$t_{kritik}$	P değeri	$ t_{hesap}  > t_{kritik}$ mi?	Kayda değer farklılık
Kırmızıda Geçenler	-2.045	2.007	0.046	Evet. $H_0$ reddildi. $H_1$ kabul edildi	Bulunuyor
Sarıda Geçenler	3.572	2.011	0.001	Evet. $H_0$ reddildi. $H_1$ kabul edildi	Bulunuyor
Yeşilde Geçenler*	-1.103	1.999	0.274	Hayır. $H_0$ kabul edildi.	Bulunmuyor

Hipotez testi sonuçlarına göre; Mişmişpark Kavşağı'nda yeşil sonu flaş uygulaması, taşıtların kırmızı ve sarı ışıklardan geçiş oranlarını kayda değer ölçüde etkilemiş, kural ihlallerini artırmıştır. Kırmızı ve sarı ışıkta geçiş oranları için  $H_0$  hipotezi reddedilerek  $H_1$  kabul edilmiştir. Yeşil ışıkta geçiş oranının yeşil sonu flaş uygulamasından etkilenmediği görülmüş,  $H_0$  hipotezi kabul edilmiştir.

### 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 uygulanmayan senaryolarda kırmızı ışık ihlal oranı %1,58 iken yeşil sonu flaşın uygulandığı senaryolarda kırmızı ışık ihlal oranının %2,03'e yükseldiği görülmüştür. Yeşil sonu flaş uygulanmayan senaryolarda sarı ışıkta geçiş oranının %2,79'a düştüğü iken yeşil sonu flaşın uygulandığı senaryolarda sarı ışıkta geçiş oranının %3,74'e yükseldiği görülmektedir. Burada, sürücülerin yeşil sonu flaş görmesiyle beraber verdikleri karar sonucu etkilemektedir. Yeşil sonu flaş uygulamasının sarı ışıkta geçme oranını artırıp kırmızı ışıkta geçiş oranını yükseltmesi, kavşak yaklaşımındaki ikilem 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. Yeşil sonu flaşın uygulandığı senaryolarda Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında sarı ışıkta geçme oranları sırasıyla %1,94 ve %3,06 iken yeşil flaşın uygulanmadığı senaryolarda bu oranlar %1,99 ve %4,32'dir. Bu oranlar yeşil sonu flaşı görüp yavaşlama eğilimi gösteren sürücülerin bulunduğunu göstermektedir. Ancak Gülümser Caddesi ve Mişmişpark kavşaklarında yeşil sonu flaşın uygulandığı senaryolardaki kırmızıda geçme oranları sırasıyla %2,39 ve %1,31 iken yeşil sonu flaşın uygulanmadığı senaryolarda bu oranlar %2,74 ve %1,81'dir. Hız limitinin 70 km/sa olduğu Mişmişpark Kavşağı'nda yeşil sonu flaşın uygulandığı ve uygulanmadığı senaryolar arasındaki kırmızı ışık ihlal oranı değişimi %27 iken hız limitinin 50 km/sa

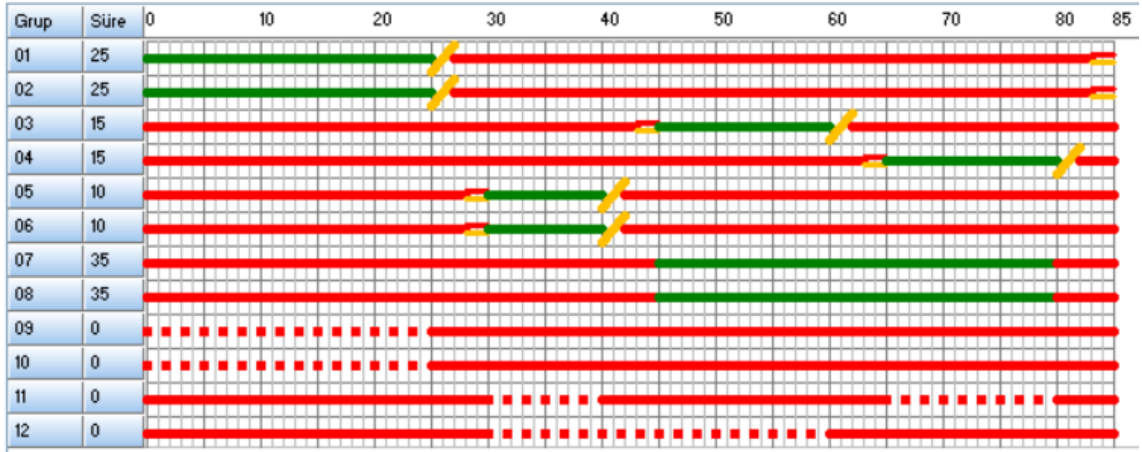
olduğu Gülümser Caddesi Kavşadı'nda bu değişim oranı %12'dir. Gerçekleştirilen hipotez testinde; Gülümser Caddesi'ndeki ihlal oranlarındaki değişimlerin kayda değer ölçüde olmadığı görülmüştür. Ancak, yasal hız limitinin daha yüksek olduğu Mişmişpark Kavşadı'nda, sarı ve kırmızı ışıpta geçiş oranlarının hipotez testinde kayda değer bir değişim görülmüştür. 2 farklı uygulama durumunda kırmızı ışıklarda geçiş oranlarının hız limiti daha yüksek olan yolda bulunan kavşakta daha fazla değişkenlik göstermesi, hız limitinin yüksek olduğu yollardaki sürücülerin yeşil sonu flaşı gördüklerinde hızlarını artırmaktan çekinmediğine işaret etmektedir. Yeşil sonu flaşı görüp yavaşlama eğilimi gösteren sürücüler yeşil flaşın uygulanmadığı senaryoya göre sarı ışıpta geçiş oranının düşmesine neden olurken hızlanma eğilimi gösteren sürücülerden kavşadı terk etmek için yeterli mesafede bulunmayan sürclerse kırmızı ışıpta geçerek kural ihlal oranını artırmışlardır. Viyana Karayolu Trafiği Konvansiyonu ile KGM Trafik Işıkları Hakkındaki Yönetmelik'te yer almayan yeşil sonu flaş uygulamasının uygulanmaması önerilmektedir.

Bu çalışmadaki bulgular 2 kavşaktaki zirve saat taşıt hareketleri incelenerek elde edilmiştir. Bulguların daha anlamlı olabilmesi adına benzeri çalışmaların daha fazla kentte ve daha fazla sayıda kavşakta, mümkünse taşıtların kavşak yaklaşım hızı verileri de eklenerek incelenmesi önerilmektedir. Bunların yanı sıra yerel sürücü davranışını ortaya koyabilmek adına sürücülerle anket çalışması da eş zamanlı olarak yürütülebilir.

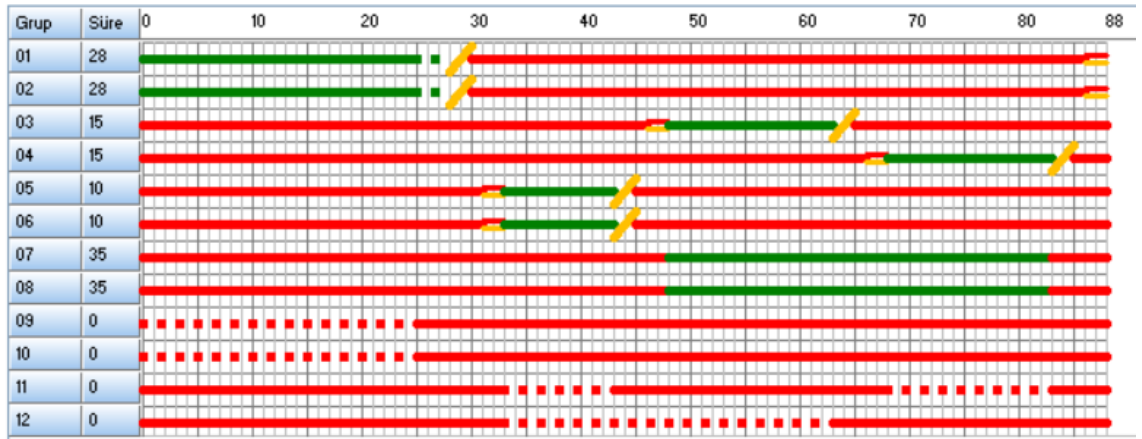
Yeşil flaş uygulamasının yapıldığı kavşaklarda sinyal fazları arasındaki geçiş (koruma) süresinin hesabı daha da kritik olmaktadır. Kavşakların işletmesinden sorumlu yönetim birimleri, hazırlayacakları sinyal planlarında bu faktörü göz önünde bulundurmalıdır. Yeşil flaşın uygulanmadığı durumda da gözlemlenen kırmızı ışık ihlallerinin önüne geçmek trafik güvenliğini artırmaya fayda sağlayacaktır. Buna yönelik olarak kavşaklardaki kırmızı ışık ihlalleri için AUS teknolojilerinden yararlanabilir.

## ÇALIŞMA YAPILAN KAVŞAKLARA AİT SİNYAL PLANLARI

### 1 Gülümser Caddesi Kavşağı

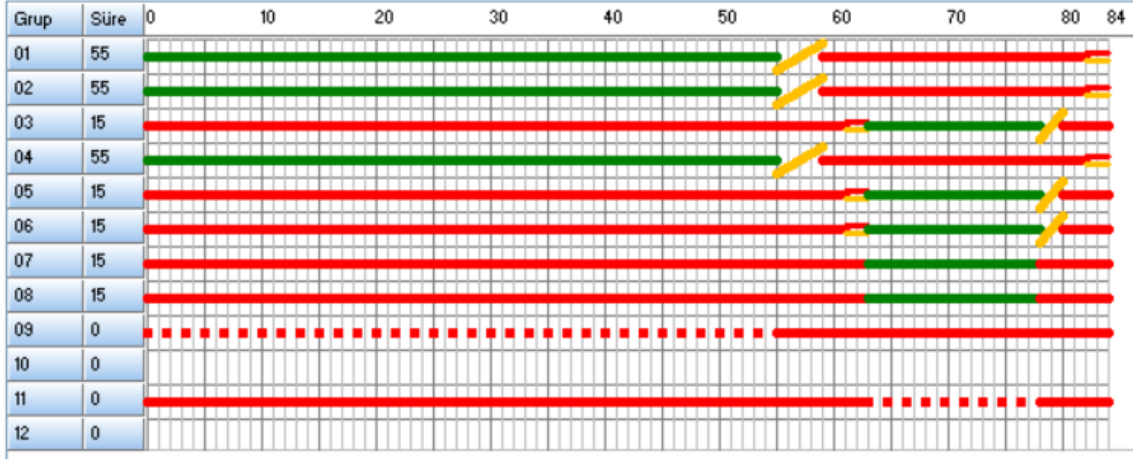


Şekil A. 1 Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait yeşil sonu flaşın uygulanmadığı sinyal planı

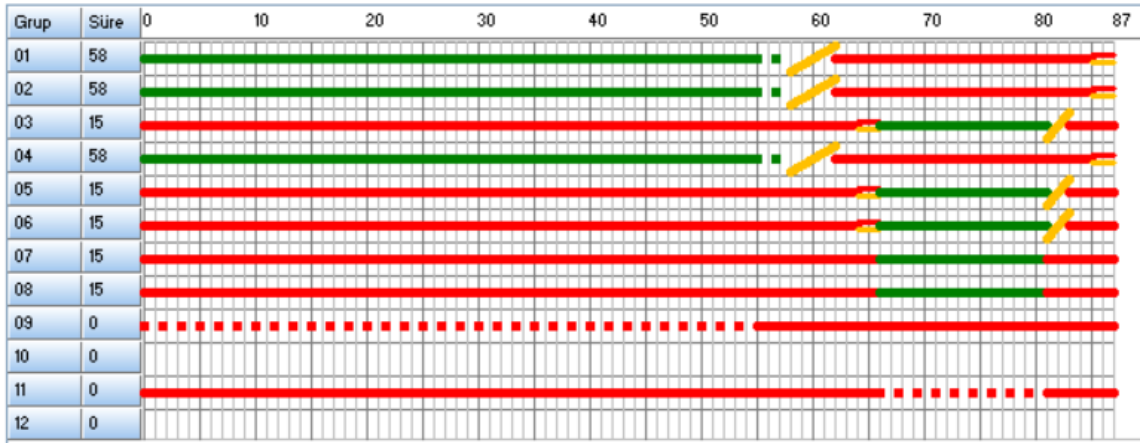


Şekil A. 2 Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait yeşil sonu flaşın uygulandığı sinyal planı

## 2 Mişmişpark Kavşağı



Şekil A. 3 Mişmişpark Kavşağı'na ait yeşil sonu flaşın uygulanmadığı sinyal planı



Şekil A. 4 Gülümser Caddesi Kavşağı'na ait yeşil sonu flaşın uygulandığı sinyal planı

## KAVŞAKLARIN GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ

### 1 Yeşil Sonu Flaşın Uygulanmadığı Durumlar

Çizelge B. 1 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney geliş yönüne ait 17.05.2019 tarihli 07:00-09:00 saat dilimi verilerinin analizi

17.05.2019 1-Güney Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	
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
<b>Toplam</b>	<b>497</b>	<b>43</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>518</b>	<b>43</b>	<b>561</b>

Çizelge B. 2 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney geliş yönüne ait 17.05.2019 tarihli 17:00-19:00 saat dilimi verilerinin analizi

17.05.2019 1-Güney Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Yeşil Flaş Yok	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	
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
<b>Toplam</b>	<b>657</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>680</b>	<b>12</b>	<b>692</b>

Çizelge B. 3 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Kuzey geliş yönüne ait 17.05.2019 tarihli 07:00-09:00 saat dilimi verilerinin analizi

17.05.2019 2-Kuzey Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
Yeşil Flaş Yok									
07:00-07:15	17	0	0	0	3	0	20	0	20
07:15-07:30	36	2	0	0	3	0	39	2	41
07:30-07:45	46	5	0	0	4	0	50	5	55
07:45-08:00	41	1	0	0	0	0	41	1	42
08:00-08:15	54	0	2	0	5	0	61	0	61
08:15-08:30	68	2	1	0	0	0	69	2	71
08:30-08:45	50	1	0	0	3	0	53	1	54
08:45-09:00	33	2	1	0	2	0	36	2	38
<b>Toplam</b>	<b>345</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>369</b>	<b>13</b>	<b>382</b>

Çizelge B. 4 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Kuzey geliş yönüne ait 17.05.2019 tarihli 17:00-19:00 saat dilimi verilerinin analizi

17.05.2019 2-Kuzey Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
Yeşil Flaş Yok									
17:00-17:15	94	0	1	0	2	0	97	0	97
17:15-17:30	96	3	3	0	1	0	100	3	103
17:30-17:45	67	2	2	0	4	0	73	2	75
17:00-18:00	104	2	4	0	0	0	108	2	110
18:00-18:15	79	1	2	0	5	0	86	1	87
18:15-18:30	129	1	8	0	4	0	141	1	142
18:30-18:45	117	6	1	0	1	0	119	6	125
18:45-19:00	125	7	2	1	1	0	128	8	136
<b>Toplam</b>	<b>811</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>852</b>	<b>23</b>	<b>875</b>

Çizelge B. 5 Mişmişpark Kavşağı'nın Batı geliş yönüne ait 31.05.2019 tarihli 07:00-09:00 saat dilimi verilerinin analizi

31.05.2019 1-Batı Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
<b>Yeşil Flaş Yok</b>									
07:00-07:15	137	15	12	0	1	0	150	15	<b>165</b>
07:15-07:30	210	15	6	2	2	0	218	17	<b>235</b>
07:30-07:45	329	25	9	2	5	0	343	27	<b>370</b>
07:45-08:00	461	34	26	1	3	0	490	35	<b>525</b>
08:00-08:15	481	18	14	0	1	0	496	18	<b>514</b>
08:15-08:30	444	19	26	2	5	0	475	21	<b>496</b>
08:30-08:45	451	27	15	1	1	0	467	28	<b>495</b>
08:45-09:00	364	14	15	4	4	1	383	19	<b>402</b>
<b>Toplam</b>	<b>2877</b>	<b>167</b>	<b>123</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>3022</b>	<b>180</b>	<b>3202</b>

Çizelge B. 6 Mişmişpark Kavşağı'nın Batı geliş yönüne ait 03.06.2019 tarihli 17:00-19:00 saat dilimi verilerinin analizi

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

Çizelge B. 7 Mişmişpark Kavşağı'nın Doğu geliş yönüne ait 31.05.2019 tarihli 07:00-09:00 saat dilimi verilerinin analizi

31.05.2019 2-Doğu Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
Yeşil Flaş Yok									
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
<b>Toplam</b>	<b>892</b>	<b>111</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>937</b>	<b>126</b>	<b>1063</b>

Çizelge B. 8 Mişmişpark Kavşağı'nın Doğu geliş yönüne ait 03.06.2019 tarihli 17:00-19:00 saat dilimi verilerinin analizi

3.06.2019 2-Doğu Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	
Yeşil Flaş Yok									
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
<b>Toplam</b>	<b>1166</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>1237</b>	<b>61</b>	<b>1298</b>

## 2 Yeşil Sonu Flaşın Uygulandığı Durumlar

Çizelge B. 9 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney geliş yönüne ait 31.05.2019 tarihli 07:00-09:00 saat dilimi verilerinin analizi

31.05.2019 1-Güney Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam	
	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
<b>Toplam</b>		<b>452</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>491</b>	<b>40</b>	<b>531</b>

Çizelge B. 10 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Güney geliş yönüne ait 31.05.2019 tarihli 17:00-19:00 saat dilimi verilerinin analizi

31.05.2019 1-Güney Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam	
	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
<b>Toplam</b>		<b>661</b>	<b>10</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>715</b>	<b>10</b>	<b>725</b>

Çizelge B. 11 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Kuzey geliş yönüne ait 31.05.2019 tarihli 07:00-09:00 saat dilimi verilerinin analizi

31.05.2019 2-Kuzey Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam	
	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
<b>Toplam</b>		<b>279</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>320</b>	<b>15</b>	<b>335</b>

Çizelge B. 12 Gülümser Caddesi Kavşağı'nın Kuzey geliş yönüne ait 31.05.2019 tarihli 17:00-19:00 saat dilimi verilerinin analizi

31.05.2019 2-Kuzey Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	
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
<b>Toplam</b>	<b>829</b>	<b>16</b>	<b>41</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>910</b>	<b>21</b>	<b>931</b>

Çizelge B. 13 Mişmişpark Kavşağı'nın Batı geliş yönüne ait 17.05.2019 tarihli 07:00-09:00 saat dilimi verilerinin analizi

17.05.2019 1-Batı Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Genel Toplam
	Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	
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
<b>Toplam</b>	<b>2541</b>	<b>158</b>	<b>112</b>	<b>6</b>	<b>89</b>	<b>4</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>2777</b>	<b>172</b>	<b>2949</b>

Çizelge B. 14 Mişmişpark Kavşağı'nın Batı geliş yönüne ait 17.05.2019 tarihli 17:00-19:00 saat dilimi verilerinin analizi

17.05.2019 1-Batı Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşta Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Toplam
	Yeşil Flaş Var	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	
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
<b>Toplam</b>	<b>1823</b>	<b>83</b>	<b>85</b>	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>1980</b>	<b>88</b>	<b>2068</b>

Çizelge B. 15 Mişmişpark Kavşağı'nın Doğu geliş yönüne ait 17.05.2019 tarihli 07:00-09:00 saat dilimi verilerinin analizi

17.05.2019 2-Doğu Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Toplam
	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
<b>Toplam</b>	<b>683</b>	<b>132</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>757</b>	<b>145</b>	<b>902</b>

Çizelge B. 16 Mişmişpark Kavşağı'nın Doğu geliş yönüne ait 17.05.2019 tarihli 17:00-19:00 saat dilimi verilerinin analizi

17.05.2019 2-Doğu Geliş	Yeşilde Geçen Taşıtlar		Yeşil Flaşa Geçen Taşıtlar		Sarıda Geçen Taşıtlar		Kırmızıda Geçen Taşıtlar		Toplam		Toplam
	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
<b>Toplam</b>	<b>1851</b>	<b>179</b>	<b>85</b>	<b>10</b>	<b>67</b>	<b>10</b>	<b>42</b>	<b>13</b>	<b>2045</b>	<b>212</b>	<b>2257</b>