

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**YENİ TİP SİNYALİZE DÖNEL KAVŞAK TASARIMI VE ANTALYA'NIN  
ÖNEMLİ NOKTALARINA UYGULANABİLİRLİĞİNİN BİLGİSAYAR İLE  
ANALİZİ**

**Seyitali İLYAS**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZİRAN 2019**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**YENİ TİP SİNYALİZE DÖNEL KAVŞAK TASARIMI VE ANTALYA'NIN  
ÖNEMLİ NOKTALARINA UYGULANABİLİRLİĞİNİN BİLGİSAYAR İLE  
ANALİZİ**

**Seyitali İLYAS**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZİRAN 2019**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YENİ TİP SİNYALİZE DÖNEL KAVŞAK TASARIMI VE ANTALYA'NIN  
ÖNEMLİ NOKTALARINA UYGULANABİLİRLİĞİNİN BİLGİSAYAR İLE  
ANALİZİ**

**Seyitali İLYAS**

**ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu Tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi  
Tarafından FYL-2018-2748 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**HAZİRAN 2019**

**ANTALYA**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YENİ TİP SİNYALİZE DÖNEL KAVŞAK TASARIMI VE  
ANTALYA'NIN ÖNEMLİ NOKTALARINA UYGULANABİLİRLİĞİNİN  
BİLGİSAYAR İLE ANALİZİ**

**SEYİTALİ İLYAS**  
**ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez 20.06/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Yavuz ÜSER (Danışman)  
Dr. Öğr. Üyesi Sertaç GÖRGÜLÜ  
Doç. Dr. S. Cumhur BAŞARAN



## ÖZET

# YENİ TİP SİNYALİZE DÖNEL KAVŞAK TASARIMI VE ANTALYA’NIN ÖNEMLİ NOKTALARINA UYGULANABİLİRLİĞİNİN BİLGİSAYAR İLE ANALİZİ

Seyitali İLYAS

Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yavuz USER

Haziran 2019; 34 sayfa

Kent içi ulaşım sistemlerinde performans değerlendirmesi üzerinde yapılan çalışmalar, matematiksel modellerin kullanımı ile önemli ilerlemeler sağlamıştır. Simülasyon teknikleri, ayrıntılı modellerin oluşturulabilmesinin yanı sıra; sahada yapılması gereken denemelerin daha emniyetli, daha ucuz ve daha hızlı bir şekilde yapılabilmesine imkân sağlamaktadır. Bu çalışmada iki farklı özgün değer incelenmiştir. Birincisi; kameralı bir sistem üzerinden, önerilen yeni tip sanal bölgeden geçen araç sayısı otuz eşik belirleme algoritması ve morfolojik işlemler yöntemi kullanılarak sayılacaktır. İkincisi; 4 kollu sinyal kontrollü bir kavşakta 2016 yılına ait durum, 2017’ den beri olan mevcut durum ve önerilen yeni tip sinyalize dönel kavşaktaki durum trafik analiz, modelleme ve simülasyon programı olan Aimsun üzerinden karşılaştırmalar yapılarak anlatılacaktır. Tez önerisinde verilen her iki önerilen yeni yöntem için simülasyonlar yapılmıştır.

Yeni tip araç sayımının yapılacağı kavşak ve yeni tip kavşağın uygulanacağı yer Muratpaşa ilçesi sınırlarındaki Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi (Sampi) Kavşağıdır.

Birinci yöntem olan yeni tip sanal bölge Matlab ile gerçekleştirilmiş, literatürdeki var olan sanal bölgelerle karşılaştırma sonuçları verilmiştir. Sanal bölge istenen performansı sağlamıştır. İkinci yöntem olan yeni tip kavşak tasarımı satın alınan Aimsun Next Professional Edition v1.0 ile tasarlanmıştır. Sampi kavşağındaki 2016 yılına ait durum ve 2017 sonrası ve mevcut durum ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Mevcut kavşak yerine önerilen yeni tip kavşak getirilirse sistem performansının ne olacağının tespiti yapılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Önerilen yeni tip sanal bölge uygulanırsa araç sayımı %95 doğrulukla, literatürdeki Kavşağa Geliş Kollarında Olması Durumunda araç sayımı %86 doğrulukla, Sanal Bölgenin Kavşak Ortasında Olması Durumunda araç sayımı %90 doğrulukla

bulunmuştur. Önerilen yeni sanal bölge literatür yöntemlerine göre araç kaçırma yüzdesini en az %5 oranında azaltmıştır.

Yeni tip kavşak tasarımı ile araç yoğunluğunun azaldığı, kavşaktan geçen araçların birim zamanda durma sayılarının azaldığı, araçların kavşakta gecikme sürelerinin daha az olduğu, araçlardaki yakıt tüketiminde ciddi azalma olduğu görülmüştür.

Trafik güvenliği ve araçların çarpışma noktalarının değerlendirilirse, 2016 yılındaki kavşak tipinde 64 çakışma noktası olduğu, 2017 yılı sonrası şu andaki mevcut kavşakta 54 çakışma noktası olduğu, önerilen yeni tip kavşak uygulanırsa 44 çakışma noktası olduğu görülmüştür. Yeni tip önerilen kavşağın, 2017 yılı ve sonrası yani mevcut kavşak duruma göre %20 daha güvenli olduğu anlaşılmıştır.

Her iki yöntem için elde edilen analiz sonuçları istenen performansı sağladığı ve yapılacak bir çalışmayla hâlihazırdaki kavşakların yerine kullanılabileceği anlaşılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Aimsun Next Professional Edition, Çakışma Noktası, Morfolojik İşlemler, Otsu Eşik Belirleme, Sinyal Kontrollü Kavşak

**JÜRİ:** Dr. Öğr. Üyesi Yavuz USER

Doç. Dr. S. Cumhur BAŞARAN

Dr. Öğr. Üyesi Sertaç GÖRGÜLÜ

## **ABSTRACT**

### **NEW TYPE SIGNALIZED ROTARY INTERSECTIONS DESIGN AND COMPUTER ANALYSIS OF THE APPLICABILITY AT THE IMPORTANT POINTS OF ANTALYA**

**Seyitali İLYAS**

**MSc Thesis in Electrical and Electronics Engineering**

**Supervisor: Asst. Prof. Dr. Yavuz USER**

**June 2019; 34 pages**

Studies on performance evaluation in urban transportation systems have made significant progress with the use of mathematical models. Simulation techniques, in addition to creating detailed models, enable the trials to be done in the field much safer, cheaper and faster. Two different original values were examined in this study. Within the scope of the first, the number of vehicles passing through the proposed new type of virtual zone will be counted, through a camera system, using the Otsu threshold determination algorithm and the morphological processes method. And the second one will be explained by making comparisons of the situation occurred in 2016 at a 4-way signal-controlled intersection, with the current situation since 2017 and the situation in the proposed new type signalized rotary intersection, over the traffic analysis, modelling and simulation software Aimsun. Simulations were performed for both proposed new methods in the thesis proposal. The intersection at which the new type vehicle counting and the place of application of the new type intersection will be implemented is the the (Sampi) intersection of the Burhanettin Onat Street and Metin Kasapoglu Street in the borders of Muratpasha district.

The first method, the new type of virtual region, was realized with the Matlab program and the comparison results with the existing virtual regions in the literature were given.

The virtual zone provided the desired performance. The second method, the new type of intersection design, was designed with Aimsun Next Professional Edition v1.0. Situation in 2016 at Sampi intersection and post 2017 and current situation and new type of signalized rotary intersection situation simulations were realized. In case if the proposed new type of intersection is introduced and applied instead of the existing intersection, the determination of the system performance is implemented, and the results are given comparatively.

If the offered new type of virtual zone is applied, vehicle count will be performed with 95% accuracy; in case of being in the incoming lane of the intersection named so in the literature the vehicle count will be performed with 86 accuracy; in case if Virtual Zone will be in the middle of the intersection, the vehicle count will be performed with 90 % accuracy.

The proposed new virtual zone reduced the percentage of vehicle missing by at least 5% according to literature methods.

With the new type of intersection design, the vehicle intensity is reduced, the number of stopping time of the vehicles passing through intersection the decreases, the delay times of the vehicles at the intersection are less and the fuel consumption in the vehicles has decreased significantly.

If traffic safety and the conflict points of the vehicles are evaluated, it was observed that there are 64 conflict points in the intersection type in 2016 year, 54 conflict points at the current intersection after 2017 year, and if the proposed new type of intersection was applied, 44 conflict points occurred to be. It is recognised that the new type of proposed intersection is 20% safer than 2017 and post-2016 year.

It was understood that the analysis results obtained for both methods provided the desired performance and could be used for existing intersections with a study to be done.

**KEY WORDS:** Aimsun Next Professional Edition, Conflict Point, Morphological, Otsu Threshold Determination, Signal-Controlled Intersection,

**COMMITTEE:** Asst. Prof. Dr. Yavuz USER

Assoc. Prof. Dr. S. Cumhuri BAŞARAN

Asst. Prof. Dr. Sertaç GÖRGÜLÜ



## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında yapılmıştır.

Tez kapsamında 1 Ulusal, 4 Uluslararası bildiri yayınlanmış, 2 makalede Q2 - SCI indeks kapsamında dergiye gönderilmek üzere son aşamaya gelmiştir. Ayrıca yüksek lisans tezi çalışmaları kapsamında Tez Araştırmacısı olarak çalıştığım kurum olan Antalya Büyükşehir Belediyesi Trafik Şube ve Sinyalizasyon Müdürlüğünde yüksek lisans ve tez kapsamında çalışmalar sonucu elde ettiği bilgi birikimini paylaşarak, Kurumu son literatür ile bilgilendirmekte, Antalya ilimiz ve Ülkemiz için daha iyiyi hedeflenmektedir.

Çalışmamda bana tecrübesi ve çalışkanlığıyla yol gösterici ve örnek konumunda olan yüksek lisans kapsamında yaptığım tüm projelerimi yöneten saygıdeğer Dr. Öğr. Üyesi Yavuz USER hocama ve daima yanımda olan ailme teşekkür ederim.

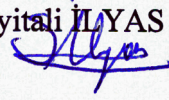
## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK TARAMASI .....	4
3. MATERYAL VE METOD .....	7
3.1. Yeni Tip Sanal Bölge Tasarımı.....	7
3.2. Yeni Tip Sanal Bölgenin Literatürdeki Yöntemlere Göre Performans Analizi....	8
3.2.1. Gri seviye dönüşüm.....	9
3.2.2. Otsu eşik belirleme algoritması .....	9
3.2.3. Yeni tip sanal bölge analiz sonuçları ve literatür ile karşılaştırılması .....	11
3.3. Kavşak Tasarımı Ve Kavşak Durumunun İncelenmesi.....	13
3.3.1. 2016 yılına ait durum .....	14
3.3.2. 2017 yılına ait durum .....	15
3.3.3. Yeni kavşağın tasarımı .....	16
3.4. Sinyal Planı Hakkında Açıklamalar .....	18
3.4.1. 2016 yılına ait durum .....	18
3.4.2. 2017 yılına ait durum .....	19
3.4.3. Yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu .....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22
4.1. Aimsun Trafik Simülasyon Parametreleri .....	22
4.2. Aimsun Simülasyon Programı Analiz Sonuçları .....	25
4.3. Diğer Bir Önemli Analiz- Kavşağın Güvenlik Analizi .....	27
5. SONUÇLAR.....	31
6. KAYNAKLAR.....	33
ÖZGEÇMİŞ	

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Tasarımı ve Antalya'nın Önemli Noktalarına Uygulanabilirliğinin Bilgisayar İle Analizi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

20.06.../2019

Seyitali İLYAS  


## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

m	:	metre
s	:	saniye
n	:	devir sayısı
$\sigma$	:	varyans
$\mu$	:	gri seviye ortalaması

### Kısaltmalar

MİKGY	:	Morfolojik işlemler
F	:	Flaş

Tezde ondalık yazım kullanılmaktadır, ondalık ayırıcı olarak “,” kullanılmaktadır.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 3.1.</b> Görüntü İşleme Bölgesi Parça Ölçüm ve Birleşimleri .....	7
<b>Şekil 3.2.</b> Görüntü İşlemenin Yapılacağı Bölgelerin Taslak Görünümü .....	7
<b>Şekil 3.3.</b> Görüntü İşlemenin Yapılacağı Bölgeler .....	8
<b>Şekil 3.4.</b> Sayısallaştırılmış Görüntünün Matris Olarak Gösterimi .....	8
<b>Şekil 3.5.</b> RGB Formatındaki Görüntü .....	9
<b>Şekil 3.6.</b> Gri Seviye Görüntü .....	9
<b>Şekil 3.7</b> Otsu Eşik Belirleme Algoritmasının Akış Diyagramı .....	11
<b>Şekil 3.8.</b> Binary Mod Görüntü .....	11
<b>Şekil 3.9.</b> Görüntü İşleme ile Sayım Yapılacak Alanların (Literatürdeki Sanal Bölgenin) <b>a)</b> Kavşak Geliş Kollarında Belirlenmesi Durumunda; <b>b)</b> Kavşak Ortasında Belirlenmesi Durumunda .....	12
<b>Şekil 3.10.</b> Burhanettin Onat Caddesi ile Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişim Kavşağı Geliş Kollarının Numaralandırılmış Gösterimi .....	12
<b>Şekil 3.11.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kavşağı (Sampi Kavşağı) 2016 Yılına Ait Durum ve Çalışma Alanının Genel Görünümü .....	14
<b>Şekil 3.12.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşak (Sampi Kavşağı) 2016 Yılına Ait Durum AutoCAD Çizimi .....	15
<b>Şekil 3.13.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kavşağı 2017 yılı ve sonrası Mevcut Durum .....	15
<b>Şekil 3.14.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşak (Sampi kavşağı) 2017 Yılı ve mevcut Durum AutoCAD Çizimi .....	16
<b>Şekil 3.15.</b> Dönel Kavşak Adası <b>a)</b> $2\pi$ Çevrimi; <b>b)</b> $6\pi$ Çevrimi .....	17
<b>Şekil 3.16.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak (Sampi)AutoCAD Çizimi .....	18
<b>Şekil 3.17.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Kavşak 2016 Yılına Ait Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri Program Çıktısı .....	19
<b>Şekil 3.18.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Kavşak Mevcut Durum Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri Program Çıktısı .....	20
<b>Şekil 3.19.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri Program Çıktısı .....	21

<b>Şekil 4.1.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi; <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu .....	23
<b>Şekil 4.2.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi; <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu Simülasyon Görüntüleri .....	23
<b>Şekil 4.3.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi; <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu Yoğunluğa Göre Renklendirilmiş Simülasyon .....	24
<b>Şekil 4.4.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Aimsunla Çizilmiş Hali .....	24
<b>Şekil 4.5.</b> Yoğunluk-Zaman Grafikleri <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu .....	25
<b>Şekil 4.6.</b> Durma Sayısı Grafikleri <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu .....	25
<b>Şekil 4.7.</b> Gecikme Süresi-Zaman Grafikleri <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu .....	26
<b>Şekil 4.8.</b> Yakıt Tüketimi-Zaman Grafikleri <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu .....	26
<b>Şekil 4.9.</b> Hız-Zaman Grafikleri <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu .....	27
<b>Şekil 4.10.</b> Yolculuk Süresi-Zaman Grafikleri <b>(a)</b> 2016 Yılına Ait Durum; <b>(b)</b> 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); <b>(c)</b> Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu .....	27
<b>Şekil 4.11.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşak 2016 Yılına Ait Durum Çakışma Noktaları .....	28
<b>Şekil 4.12.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi 2017 yılı ve sonrasına ait Kavşak Mevcut Durum Çakışma Noktaları .....	29
<b>Şekil 4.13.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Çakışma Noktaları .....	30

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Sabah Zirve Saatinde (08:00-09:00) Farklı Sanal Bölgelerin Referans Alınması Sonucu Yapılmış Olan Sayımların Karşılaştırılması.....	13
<b>Çizelge 3.2.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Kavşak 2016 Yılına Ait Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri.....	19
<b>Çizelge 3.3.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Kavşak Mevcut Durum Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri .....	20
<b>Çizelge 3.4.</b> Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri .....	21

## 1. GİRİŞ

Birçok şehrin yol şebekesinde nüfus yoğunluğuna bağlı olarak trafik sıkışıklıkları, ortaya çıkmaktadır. Bu sıkışıklıklar hiçbir altyapı maliyeti olmadan bilgisayarlar kullanarak işletilen trafik akış modelleri ile önlenmektedir ve eğer önerilen model yararlı ise uygulanabilmektedir. Böylece minimum maliyet ile maksimum verim elde edilmiş olmaktadır (Yılmaz 2006).

Trafik hacmi yolun belirli bir kesiminden belirli bir zamanda geçen taşıt sayısıdır. Trafik hacmi verileri otobüs güzergahlarının belirlenmesinde, trafik simülasyon programlarında, sinyalize kavşaklarda sinyal sürelerinin optimize edilmesinde, yol ve kavşakların geometrik düzenlenmesinde ve benzeri birçok ulaşımı ilgilendiren konuda yapılan çalışmalarda ihtiyaç duyulan verilerdir (Park vd. 1998).

Trafik hacmini ölçmek için manuel ve otomatik yöntemler vardır. Manuel yöntemler kısa süreli sayımlar için kullanılır. Bir kâğıda yazarak veya elektronik düzenek yardımıyla taşıtların sınıflandırması, sayımı, dönüşleri kayıt altına alınır. Manyetik döngülü sistemler, video kameralı sistemler, karayollarının sıklıkla kullandığı havalı hortumlu sistemler otomatik sayım yöntemlerinden bazılarıdır. Bu çalışmanın ilk bölümünde kavşaktaki kamera üzerinden gelen görüntüler alınarak önerilen yöntem ve literatürdeki yöntemler için sanal bölgelerden geçen araç sayımı otomatik sayım yöntemi ve morfolojik görüntü işleme algoritması kullanarak belirlenmiştir. Yeni sanal bölgenin verimliliği değerlendirilmiştir.

Kent içi ulaşım sistemlerinde performans değerlendirmesi üzerinde yapılan çalışmalar, matematiksel modellerin kullanımı ile önemli ilerlemeler sağlamıştır. Simülasyon teknikleri, ayrıntılı modellerin oluşturulabilmesinin yanı sıra; sahada yapılması gereken denemelerin daha emniyetli, daha ucuz ve daha hızlı bir şekilde yapılabilmesine de imkan sağlamaktadır (Inose 1975). Bu çerçevede, kent için trafiğinin atanması ve kontrolü için kullanılan alternatif uygulamaların değerlendirilmesi amacıyla simülasyon programlarının kullanımı günümüzde özellikle PC teknolojileri ve programlama tekniklerindeki gelişmelere bağlı olarak yaygınlaşmaktadır. Ulaşım performansları, yoğun saha çalışmalarına gerek kalmadan bu yolla kolay bir şekilde test edilebilmektedir. Bu programlar, aynı zamanda çeşitli ulaşım problemlerinin tespit edilmesinde de faydalı bir araç olarak kullanılmaktadır (May vd. 1990).

Karayollarındaki trafik akışlarını modellemek için kullanılan simülasyon teknikleri, sistemlerin davranışlarını incelemekte ve tanımlamakta, gözlenen sistem davranışlarını açıklayan teori ya da hipotezleri denemekte, bu teorileri kullanarak sistemdeki değişmelerin etkilerini belirlemekte ve böylece sistemin gelecekteki davranışını tahmin etmektedir (Shannon 1975).

Antalya Büyükşehir Belediyesi 2011 yılında Mayıs - Kasım aylarında Ulaşım Ana Planı kapsamında trafik sayımları yapmıştır. 2012 yılında 'Antalya Kent İçi Trafik Sirkülasyon Önerileri Fizibilite Çalışmaları' yapılmıştır. Antalya Büyükşehir Belediyesi 2015 yılında, kentin 2030 yılına kadar olan ulaşım ihtiyaçlarını, geniş çaplı bir araştırmayla belirleyerek, 'Kent İçi Ulaşım Ana Planı'nı oluşturmaya çalışmaktadır. 'Ulaşım Ana Planı' ile Antalya trafiğini rahatlatmak için oluşturulan modeller simülasyon teknikleriyle analiz edilmeye başlamıştır. Bundan sonraki süreçte Antalya



Büyükşehir Belediyesi Trafik Şube Müdürlüğü bünyesinde Aimsun programı ve tasarımının kolaylığı gözler önüne serilmiştir.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde yeni tip dönel kavşak adası tasarlanmıştır. Özellikle Hollanda ve İngiltere de yapılan kavşak tasarımlarına alternatif bir kavşak tasarımı sunulmuştur. Yapılan çalışmada daha önce literatürde yapılmış olan kavşakların önemli özelliklerini de içererek daha verimli bir kavşak tasarlanmıştır. Bu kavşak tasarımı literatüre kazandırılmış yeni tip kavşak tasarımı olması hedeflenmektedir. Yeni tip dönel kavşak adasının transit geçiş sağladığı güzergahtaki trafik akımındaki değişimler tüm dünyada kullanılan Aimsun trafik simülasyon programı kullanılarak yapılacaktır. Elde edilecek sonuçlardan uluslararası indeksi dergilerde makale ve bir konferans bildirisi elde edilecektir. Ayrıca konu ile ilgili Antalya Büyükşehir Belediyesi Trafik Birimi bünyesinde bilgilendirme yapılacaktır.

Bu çalışmanın amacı, tasarlanan yeni tip sinyalize dönel kavşağın geometrik parametrelerinin kavşak performansını nasıl ve hangi yönde etkilediğini belirlemektir. Tasarlanan yeni tip dönel kavşak adasının modellenmesinden önceki ve sonraki durumlarında periyot başına geçecek araç sayılarındaki değişim hesaplanarak yıllık bazda geçen araç sayısının yakıt tüketimine olan etkisi ve egzoz gazı salınımı değişiminin çevre kirliliğine etkisi, araçların sistemde geçirdikleri sürelerin ortalamasındaki değişim, sistemdeki mevcut araç adedi, ortalama araç hızları, araçların ortalama durma sayıları, araç ortalama ulaşım süresi, yoldaki akım ve yoğunluk değerleri değişimleri grafiklerle karşılaştırılarak Aimsun programı aracılığıyla gösterilecektir.

PC teknolojilerindeki gelişmeler, simülasyon programlarını kent içi karayolu ulaşımının performansını değerlendirmek amacıyla kullanılan önemli bir araç haline getirmiştir. Bu çalışmada, tasarlanan yeni tip dönel kavşak adasının, taşıtların ulaşım performansını nasıl etkilediğini belirlemek üzere simülasyon tabanlı testler gerçekleştirilmiştir.

İlk iki test dönel kavşak adasında modelleme yapılmadan önceki şartlarını simüle etmek amacıyla, üçüncü test ise modelleme yapıldıktan sonraki şartları simüle etmek amacıyla yapılmıştır. Aynı yol ve trafik şartları altında tekrarlanan bütün testlerde simülasyon süresi boyunca elde edilen taşıt başına ortalama gecikmeler ve taşıt başına ortalama duruş sayıları gibi sonuçlar ayrı ayrı grafikler halinde düzenlenecek ve karşılaştırılacaktır. Sonuçların yeni tip dönel kavşak adasıyla yapılan geometrik düzenleme neticesinde ulaşım performansında artış yaşanacağı, ulaşım süresinin azalacağı, ekonomik anlamda yakıt tasarrufu sağlayacağı ve daha az yakıt artığı salınımı ile çevreye katkı sağlayacağı beklenmektedir.

Bu kapsamda tezde;

- 1) Simülasyon programında kullanılmak üzere sayım verileri elde edilecektir. Antalya Sampi kavşağı baz alınacaktır. Sampi kavşağında bulunan balık gözü kameralar kullanılacaktır.
- 2) Yeni tip sinyalize dönel kavşak adası modellenecek ve matematiksel hesaplamaları yapılacaktır.

3) Sayım verileri ve modellenmiş yeni tip dönel kavşak adası Aimsun programına geçirilerek kavşak performans analizleri yapılacaktır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Avery vd. (2004) video kamerasından alınan görüntülerle görüntü işleme algoritmaları kullanarak uzunluk bazlı araç sınıflandırma çalışmaları yapmıştır. Basitçe söylemek gerekirse sistem algoritması nispeten araç uzunluklarını karşılaştırarak kamyon hacimlerini tahmin edebilmeye ve karmaşık sistemlerdeki gereklilikleri azaltarak kalibrasyonu kolaylaştırmaya dayanmaktadır. Algoritma C++ ta uygulanmıştır. Kamyon ve araç sınıflandırması ulaşım planlaması yapılırken çok önemlidir, bu yüzden otomatik araç sınıflandırma sistemleri gereklidir. Bu sayımlar sonucunda geçen araç cinsine göre yolun genişliği belirlenmektedir veya gerekli olan yerlerde dar olan yol genişletilmektedir. Büyük araçlar küçük araçlara göre daha çok hava kirliliğine sebep olmaktadır, toplanan sınıflandırma verileriyle, hava kirliliği oranına daha doğru bir şekilde ulaşılabilir. Ayrıca sınıflandırma verileri, toplu taşıma analizi ve planlamasında kullanılabilir. İlk aşama olarak arka plan çıkarma ve araç tanıma olacaktır. Arka planın çıkarılması otsu metoduyla yapılmaktadır.

Babaei (2010) video gözetimiyle trafik yönetimi yapmaktadır. Bu yönetim için trafik akımının belirlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple araç sayımı, sınıflandırma ve takip yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada arka plan modelini daha hızlı öğrenebilmek için hibrit arka plan modeli kullanılmıştır. Hibrit bölgeler araç güzergahlarından seçilir. Arka plan çıkarılmasında Mixture of Gaussian kullanılmıştır. Çünkü karmaşık durumlarda en iyi sonucu vermektedir. Hibrit bölgeler belirlendikten sonra alınan görüntüler siyah beyaza çevrilmiştir. Görüntüler 100\*100 pixel olacak şekilde yeniden boyutlandırılmıştır. Burada araçların alanlarına göre karşılaştırma yapılarak sınıflandırılmıştır.

Lai vd. (2001) trafik görüntüsünden araçları çıkararak yerine basit bir deforme olabilir şablon modellemesi gerçekleştirmiştir. Bu şablon araç maskesi olarak adlandırılmaktadır. Bu şablon üzerinden araç genişliği, uzunluğu yüksekliğini sınıflandırma verisi olarak kullanılmaktadır. En büyük avantajı indüksiyon loop dedektörlerinde olduğu gibi alt yapı(inşaat) işi yapılmamaktadır. Bu sebeple daha tercih edilebilir bir sistemdir. İndüksiyon loop dedektörleri yönteminde manyetik alan kullanılarak sınıflandırma yapılmaktaydı.

Tolazzi vd. (2016), yeni alternatif döner kavşak (roundabout) çeşitleri üzerinde çalışma yapmışlardır. Turbo, Flower, Target ve Four Flyover kavşakları tasarım, kapasite ve trafik güvenliği açısından standart two-lane dönel kavşağıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Farklı senaryolar altında ( araç trafiğinin %70 inin sağa dönüş yaptığı durum, araç trafiğinin %70 inin karşı istikamette devam ettiği durum ve araç trafiğinin %70 inin sola dönüş yaptığı durum) trafik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerde mikrosimülasyon programı olan PTV Vissim kullanılmıştır. Kavşağa giren araç sayıları düşük olduğunda analiz sonuçlarının kavşaklar için benzer olduğu görülürken araç sayısının artması durumunda farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. The target roundabout da diğer kavşaklara göre daha düşük gecikmelerin meydana geldiği gözlenmiştir. Four Flyover dönel kavşağında sola dönüşler yoğun olduğunda daha olumlu sonuçlar alındığı gözlenmiştir. Genel olarak Turbo dönel kavşaklarda en iyi performansın kavşağa giren araçların çoğunun sağa dönüş yapmaları durumunda gerçekleştiği gözlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada çatışma noktalarının daha düşük olması alternatif dönel kavşak türlerinin özelliği olduğu belirlenmiştir.

Mauro ve Federico (2009) dönel kavşak ve turbo dönel kavşakların gecikme ve kapasite açısından karşılaştırmalı analizleri üzerinde çalışma yapmışlardır. Kapasiteyi hesaplamak için "Kreisel" yazılımının içerisindeki turbo dönel kavşaklar için son Alman yöntemini seçmişlerdir. Turbo dönel kavşaklarda standart dönel kavşaklara göre gecikmelerin özellikle dönel kavşak içerisindeki yüksek trafik akımının olduğu durumda kısaldığı tespit edilmiştir.

Tolazzi vd. (2013) yaptıkları çalışmada "target roundabout" olarak adlandırılan yeni tip dönel kavşak tanıtmaktadır. Standart tip dönel kavşaklarla tasarım, güvenlik ve kapasite özellikleri açısından kıyaslama yapılmıştır. Target roundabout tasarımında iki tek şeritli dönel kavşak iki seviye olarak yerleştirilmiştir, bu dönel kavşakların her birinin kendilerine ait sağa dönüş için baypas şeritleri vardır. Güvenlik bakımından kesişim çatışma noktası (crossing conflict points) bulunmamaktadır, 8 adet birleşme (merging conflict points) ve 8 adet ayrılma (diverging conflict points) çatışma noktası bulunmaktadır. Simülasyonlar PTT VISSIM 5.40 mikrosimülasyon programında yapılmıştır. Testler 3 farklı trafik yükü durumunda yapılmıştır (1000, 1250, 1500 veh/leg/h), kavşağa geliş kollarında tüm yollar için eşit trafik yükü girilmiştir. Trafik akımının %50 si düz istikamette, %25 i ise sağa ve sola dönüş istikametlerinde olacak şekilde. Gecikme zamanının 1000 veh/leg/h senaryosu durumunda two lane roundaboutta 106.1 s olduğu, target roundaboutta 11.5 s olduğu görülmüştür. Aynı senaryo durumunda ortalama kuyruk uzunluğunun two lane roundaboutta 191.4 m, target roundaboutta 1.5 m olduğu gözlemlenmiştir. 1000 veh/leg/h senaryosu durumunda dahi target roundaboutun daha verimli sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Aakre ve Arvid (2017) otobüsler için bekleme olmadan %100 geçiş önceliği olan küçük ve orta büyüklükteki dönel kavşakları incelemişlerdir. Sürekli orta şeritli dönel kavşak (CMLR) tasarımında otobüslere orta şeritten ayrıcalıklı bir transit geçiş hakkı tanır. CMLR ile karşılaştırılan önceki durumda dönel kavşağa geliş kolları ve dönel kavşak içerisindeki araçlar trafik ışıkları ile kontrol edilmekteydi. CMLR durumunda ise trafiği yol ver levhaları kontrol etmektedir. Yol ver levhası kavşağa geliş kollarını ve dönel kavşak içerisinde araçlarla kavşağa transit geçiş istikametinden gelen otobüslerin kesiştiği çatışma noktalarını kontrol etmektedir. Aimsun 8.1 mikrosimülasyon programıyla simülasyonlar yapılmıştır. Tüm kavşağın sinyalizasyonlu olduğu durumda gecikme süresi 77 sn, CO<sub>2</sub> tüketimi 815 kg, NO<sub>x</sub> tüketimi 2944 gr iken CMLR durumunda gecikme süresi 20 sn, CO<sub>2</sub> tüketimi 671 kg, NO<sub>x</sub> tüketimi 2455 gr olarak hesaplanmıştır. Simülasyon sonuçları CMLR durumu sonrası emisyon tüketiminde ve gecikmede düşüş olduğunu göstermiştir.

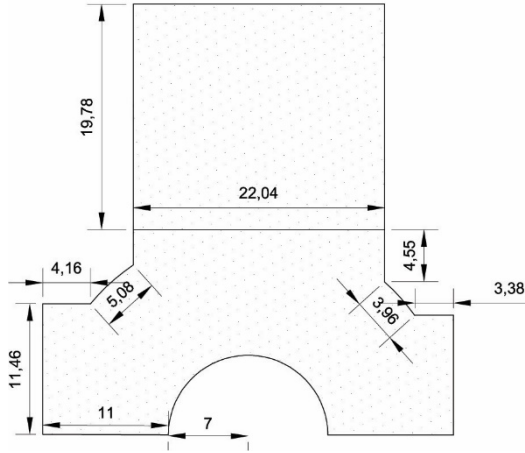
Silva vd. (2014) geleneksel çift şeritli dönel kavşak ile turbo dönel kavşak arasında güvenlik ve kapasite bakımından karşılaştırmalarda bulunmuşlardır. Bu çalışmada trafik yoğunluğu ikinci şeritte düşük olduğu zaman oval turbo dönel kavşak, sağa dönüşler önem arzettiği takdirde çözüm olarak knee turbo dönel kavşak, düz istikametteki trafik akımı baskın olduğunda ancak sağa ve sola dönüşlerde önemli olduğu zaman spiral turbo dönel kavşak, trafik yoğunluğu dört kolada dağılmış olduğu zaman rotor turbo dönel kavşak kullanımının daha uygun olduğu belirtilmiştir. Güvenlik bakımından turbo dönel kavşakların çift şeritli dönel kavşaklara göre iki nitelik bakımından üstünlük sağladığı belirtilmiştir. Bunlar Turbo dönel kavşakta çatışma noktalarının azalması ve dönel kavşak içerisinde hızın azalması olarak gösterilmiştir. Çift şeritli standart dönel kavşakta 24 çatışma noktası bulunmaktayken turbo dönel

kavşakta 14 çatışma noktası olduğu belirtilmiştir. Yeni hesaplama yöntemi göstermektedir ki turbo dönel kavşaklar kapasite bakımından çift şeritli dönel kavşaklara ana kollardan gelen trafik akımının %60 lık bölümünün sağa dönüş yapması durumunda üstünlük sağlamaktadır.

### 3. MATERYAL VE METOD

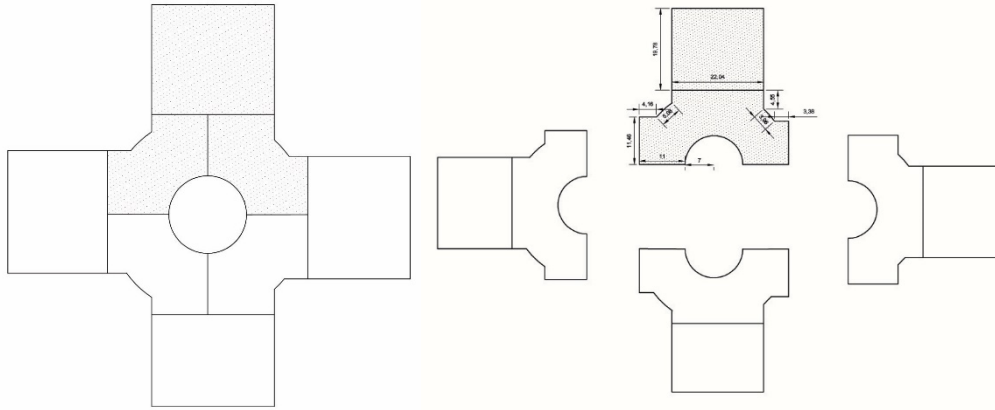
#### 3.1. Yeni Tip Sanal Bölge Tasarımı

Aşağıdaki Şekil 3.1’de kamera kalibrasyonu, sayısal ölçümleri yapılarak gösterilmiştir. Google Earth’ten alınan görüntü üzerinde gerçek ölçüleriyle orantılı olarak AutoCAD programıyla çizilmiş arka planın belirtildiği alan şekil 3.1’de gösterilmiştir. Şekil 3.1’de tanımlanan alan bizim işlem yapacağımız bölgelerden birini göstermektedir. Kamera bu bölgedeki araçlarla ilgilenir.



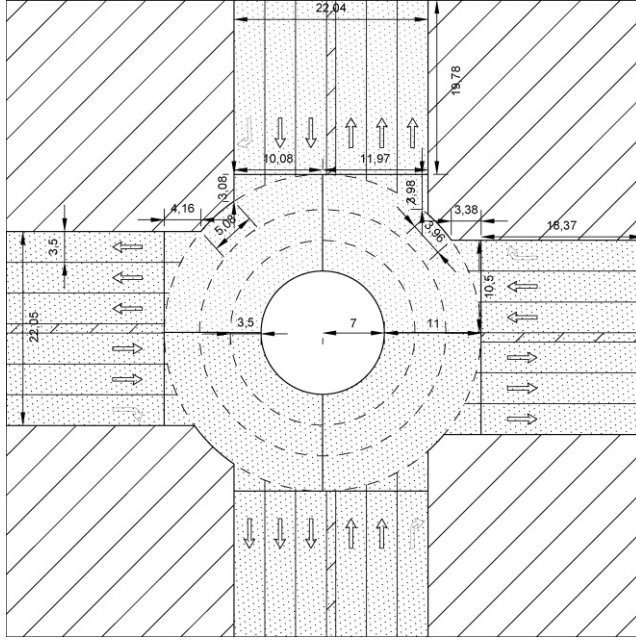
**Şekil 3.1.** Görüntü İşleme Bölgesi Parça Ölçüm ve Birleşimleri

Şekil 3.2’de görüntü işleme alanlarının taslak şekilleri ve genel görünümü gösterilmiştir.



**Şekil 3.2.** Görüntü İşlemenin Yapılacağı Bölgelerin Taslak Görünümü

Şekil 3.3’te görüntü işleme alanları birleştirilerek, görüntü işlemenin yapılacağı bölgelerin genel görüntüsü ve sayısal ölçümleri gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Görüntü İşlemenin Yapılacağı Bölgeler

### 3.2. Yeni Tip Sanal Bölgenin Literatürdeki Yöntemlere Göre Performans Analizi

MATLAB programı ile görüntüler üzerinde gerçekleştirilen sayım işlemleri aşama aşama aşağıda anlatılmaktadır. Bu işlemler yapıldıktan sonra resim ikili resme dönüşmüş olacaktır. MATLAB programı ile araç sayısı hesaplanacaktır. Böylece görüntü işleme teknikleriyle araç sayım verileri elde edilmiş olacaktır.

Bir görüntü sayısal olarak  $m \times n$  piksellerden oluşan bir matristir. Burada  $m$  satır sayısını ve  $n$  sütun sayısını belirtir. Aşağıda şekil 3.4’de bu çalışmada kullanacağımız bir görüntünün matris olarak gösterimi ve şekil 3.5’se RGB formatında görüntüsü gösterilmiştir. Sütun ve satır kesişimlerinde bulunan tamsayılar o noktadaki pikselin gri seviye çözünürlüğüne karşılık gelmektedir. Şekil 3.4’deki matriste  $m=658$ ,  $n=1365$  dir.

$$f(m, n) = f(658, 1365)$$

$$= \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,2) & f(0,3) & \dots & f(0,1365) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,2) & f(1,3) & \dots & f(1,1365) \\ f(2,0) & f(2,1) & f(2,2) & f(2,3) & \dots & f(2,1365) \\ f(3,0) & f(3,1) & f(3,2) & f(3,4) & \dots & f(3,1365) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(658,0) & f(658,1) & f(658,2) & f(658,3) & \dots & f(658,1365) \end{bmatrix}$$

Şekil 3.4. Sayısallaştırılmış Görüntünün Matris Olarak Gösterimi

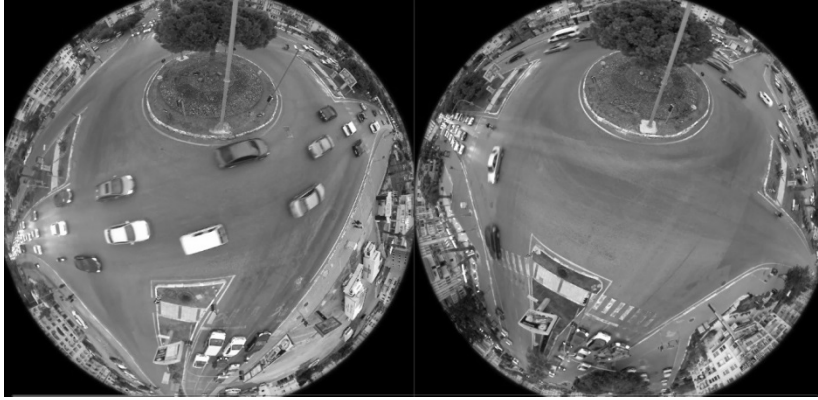
Şekil 3.5’de balık gözü kameralardan alınan araç sayma işleminin yapıldığı görüntü gösterilmiştir. Kavşakta iki balık gözü kamera bulunmaktadır ve tüm kavşağı kapsayacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu görüntüler Antalya Büyükşehir Belediyesi izni ile belirlenen kameralardan alınmıştır.



**Şekil 3.5.** RGB Formatındaki Görüntü

### 3.2.1. Gri seviyeye dönüşüm

Şekil 3.5'teki görüntü binary (ikili) görüntüye dönüştürülecektir. Bunun için RGB olan görüntü öncelikle gri seviyeye dönüştürülmüştür.



**Şekil 3.6.** Gri Seviye Görüntü

Renkler farklı dalga boylarındadırlar. Daha belirgin bir görüntü elde etmek için farklı oranlarda ortalamalar alınarak aşağıdaki formülle her piksel için bir 'Gri Seviye' belirlenmiştir (Gonzalez 1992).

$$\text{Gri Seviye} = (P(m,n).\text{Red}*0,299+P(m,n).\text{Green}*0,587+P(m,n).\text{Blue}*0,114)/3 \quad (3.1)$$

256 rengin tonu kadar gri tonda elde edilen görüntü şekil 3.6 da gösterilmiştir.

### 3.2.2. Otsu eşik belirleme algoritması

Görüntü gri seviyeye dönüştürüldükten sonra araç dışındaki görüntülerin resimden çıkarılması gerekmektedir. Bunun için otsu eşik belirleme algoritması kullanılacaktır. Nasıl kullanıldığı kısaca açıklanacaktır. Yukarıda elde edilen toplam L gri seviyeden oluşan bir görüntünün, her bir gri seviye değeri x ile temsil edilecek olursa, bu gri seviye değerinin görüntü içerisindeki sayısının toplam piksel sayısına oranı p(x) ile ifade edilir ki p(x) fonksiyonu aynı zamanda görüntüye ilişkin normalize histograma karşı düşer.



Bu çerçevede,  $t$  eşik değeri olarak seçilecek olursa, arka plan olarak sınıflandırılacak olan piksel grubunun görüntüde bulunma olasılığı

$$\theta(t) = \sum_{x=1}^t p(x) \quad (3.2)$$

ile verilir. Diğer taraftan, nesneye ilişkin pikseller olarak sınıflandırılacak olan piksel grubunun görüntüde bulunma olasılığı

$$1-\theta(t)=\sum_{x=t+1}^L p(x) \quad (3.3)$$

olacaktır. Arka plan ve nesneye ilişkin piksellerin gri seviyelerinin ortalama değerleri ise, sırasıyla aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\sigma^2 = \sum_{i=0}^{t-1} (x - \mu)^2 P\{x\} \quad (3.4)$$

$X$  gri seviye değeri,  $P(x)$  gri seviye değerinin görüntüdeki piksel sayısına oranıdır.  $\mu$  gri seviye ortalamasıdır.

$$\sigma^2 = \sigma^2_W(t) + \sigma^2_B(t) \quad (3.5)$$

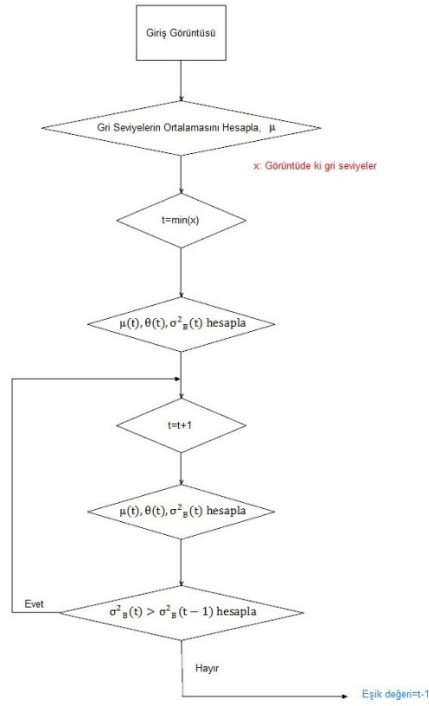
$\sigma^2_W(t)$  piksel içerisindeki varyans,  $\sigma^2_B(t)$  pikseller arasındaki varyanstır.

$$\sigma^2_B(t) = \frac{[\mu(t)\mu\omega(t)]^2}{\omega(t)[1 - \omega(t)]} \quad (3.6)$$

$$\omega(t) = \sum_{i=0}^{t-1} P\{x\} \quad (3.7)$$

$$\mu(t) = \sum_{i=0}^{t-1} xP\{x\} \quad (3.8)$$

Her bir gri seviye değeri  $t$  eşik değeri olarak seçilerek aşağıdaki formüllerden  $\omega(t)$  ve  $\mu(t)$  hesaplanır ve denklem 4 de yerine konarak  $\sigma^2_B(t)$  değeri bulunur.  $\sigma^2_B(t)$  Kendisinden önce hesaplanan değerden küçük bulunursa  $\sigma^2_B(t)$  yi en büyük yapan  $t$  eşik değeri bulunmuş olur (Kızılkaya 2006; Otsu 1979).



**Şekil 3.7.** Otsu Eşik Belirleme Algoritmasının Akış Diyagramı

Elde edilen görüntüde istenmeyen gürültüler olacaktır bunlardan kurtulmak için MİKGY'den (morfolojik işlemler) sırasıyla aşındırma ve ardından genişletme işlemi uygulanmıştır (Eghbal vd. 2011).



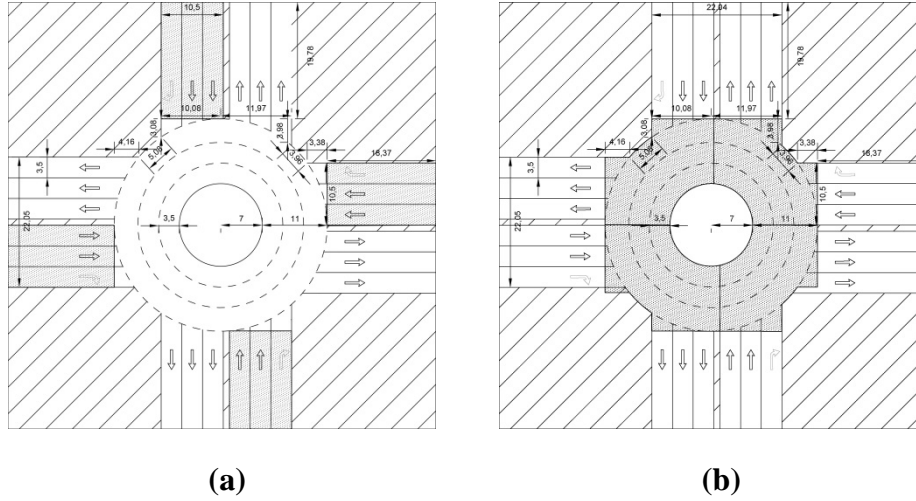
**Şekil 3.8.** Binary Mod Görüntü

### 3.2.3. Yeni tip sanal bölge analiz sonuçları ve literatür ile karşılaştırılması

Yeni tip sanal bölgenin performansının değerlendirilebilmesi için 3 simülasyon işlemi yapılmıştır. Bunlardan 1.'si sanal bölgenin kavşak ortasında olması durumu, 2.'si sanal bölgenin kavşağa geliş kollarında olması durumu, 3.'sü ise yeni tip sanal bölgenin olması durumudur. Bu durumlardan hangisinde araç sayımı gerçeğe ne kadar yakın olarak tespit edilmiş analiz edilmiş olacaktır. Şu anda elle sayım yöntemi en güvenilir yöntem olarak görüldüğü için baz referans elle sayım alınacaktır. Elle sayım değerine ulaşmak başarı yüzdesini verecektir.

Yapılan saatlik sayımda sabah zirve saatinde kavşak kollarında doğan otomobil sayıları Burhanettin Onat Caddesinden geliş kolunda 1774 saat/araç, Metin Kasapoğlu Caddesinden geliş kolunda 1451 saat/araç, Portakal Çiçeği Caddesinden geliş kolunda 607 saat/araç olarak, Tevfik Işık Caddesinden geliş kolunda 563 saat/araçtır. Bu değerler 3 simülasyon içinde aynı olacak şekilde girilmiştir.

Şekil 3.9 da Literatürde bulunan yöntemlerden sanal bölgenin kavşak ortasında ve kavşağa geliş kollarında belirlenmesi durumunda sayımların yapılacağı alanlar gösterilmiştir.



**Şekil 3.9.** Görüntü İşleme ile Sayım Yapılacak Alanların (Literatürdeki Sanal Bölgenin) a) Kavşak Geliş Kollarında Belirlenmesi Durumunda; b) Kavşak Ortasında Belirlenmesi Durumunda

Şekil 3.10'da Google Earth üzerinde Burhanettin Onat Caddesi ile Metin Kasapoğlu Caddesi kesişim kavşağı geliş kollarının numaralandırılmış biçimde gösterilmektedir.



**Şekil 3.10.** Burhanettin Onat Caddesi ile Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişim Kavşağı Geliş Kollarının Numaralandırılmış Gösterimi

Aşağıdaki Çizelge 3.1’de önerilen sanal bölge ile sayım yöntemi (Şekil 3.3’deki) ve literatürdeki sanal bölgenin kavşak ortası ve kavşak geliş kollarında olması (Şekil 3.9’deki) durumunda sabah zirve saatindeki sayım sonuçları gösterilmiştir.

Yapılan sayımlar sonucunda elle sayım referans alınarak sanal bölgelerin değiştirilmesiyle literatürdeki sanal bölgenin kavşağa geliş kollarında olması durumu, sanal bölgenin kavşak ortasında olması durumu ve yeni tip sanal bölge durumları karşılaştırılmıştır. Literatürde en güvenilir referans alınan durum elle sayım tekniğidir. Elde edilen sayım sonuçlarına göre sanal bölgenin kavşağa geliş kollarında olması durumunda sayımlarda %86 lık, sanal bölgenin kavşak ortasında olması durumunda sayımlarda %90 lık, yeni tip sanal bölge durumunda sayımlarda %95 lik doğruluk gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre yeni tip sanal bölge durumundaki sayımların daha verimli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.1.** Sabah Zirve Saatinde (08:00-09:00) Farklı Sanal Bölgelerin Referans Alınması Sonucu Yapılmış Olan Sayımların Karşılaştırılması

	Akım No	1	2	3	4	Çıkan Toplam
Elle Sayım Durumu	1	44	1186	293	70	1593
Sanal Bölgenin Kavşağa Geliş Kollarında Olması Durumu	1	38	1020	252	61	1371
Sanal Bölgenin Kavşak Ortasında Olma Durumu	1	41	1080	267	64	1452
Yeni Tip Sanal Bölge Durumu	1	42	1127	279	67	1515
Elle Sayım Durumu	2	1433	13	25	334	1805
Sanal Bölgenin Kavşağa Geliş Kollarında Olması Durumu	2	1233	12	22	288	1555
Sanal Bölgenin Kavşak Ortasında Olma Durumu	2	1305	13	23	304	1645
Yeni Tip Sanal Bölge Durumu	2	1362	13	24	318	1717
Elle Sayım Durumu	3	148	67	112	159	486
Sanal Bölgenin Kavşağa Geliş Kollarında Olması Durumu	3	128	58	97	137	420
Sanal Bölgenin Kavşak Ortasında Olma Durumu	3	135	61	102	145	443
Yeni Tip Sanal Bölge Durumu	3	141	64	107	152	464
Elle Sayım Durumu	4	149	185	177	0	511
Sanal Bölgenin Kavşağa Geliş Kollarında Olması Durumu	4	129	160	153	0	442
Sanal Bölgenin Kavşak Ortasında Olma Durumu	4	136	169	162	0	467
Yeni Tip Sanal Bölge Durumu	4	142	176	169	0	487
Elle Sayım Durumu	<b>Giren Toplam</b>	1774	1451	607	563	4395
Sanal Bölgenin Kavşağa Geliş Kollarında Olması Durumu	<b>Giren Toplam</b>	1528	1250	524	486	3788
Sanal Bölgenin Kavşak Ortasında Olma Durumu	<b>Giren Toplam</b>	1617	1323	554	513	4007
Yeni Tip Sanal Bölge Durumu	<b>Giren Toplam</b>	1687	1380	579	537	4183

### 3.3. Kavşak Tasarımı ve Kavşak Durumunun İncelenmesi

Çalışmanın uygulanacağı kavşak Burhanettin Onat Caddesi, Tevfik Işık Caddesi, Metin Kasapoğlu Caddesi ve Portakal Çiçeği Caddesi Kesişim Kavşağı, Burhanettin Onat Caddesi’nin sonunda bulunan, sahil yolu bağlantısını sağlayan Tevfik Işık Caddesi ve doğu ile bağlantıyı sağlayan Portakal Çiçeği Caddesi’nin kesiştiği 4 kollu sinyalizasyonlu kavşaktır. Saniye kavşağı olarak adlandırılır.

Bu kavşağın 2016 yılına ait kavşak performans durumu, 2017 yılı sonrası ve mevcut kavşak performans durumu ve yeni tip kavşak uygulandığında kavşak performans durumu incelenecektir.

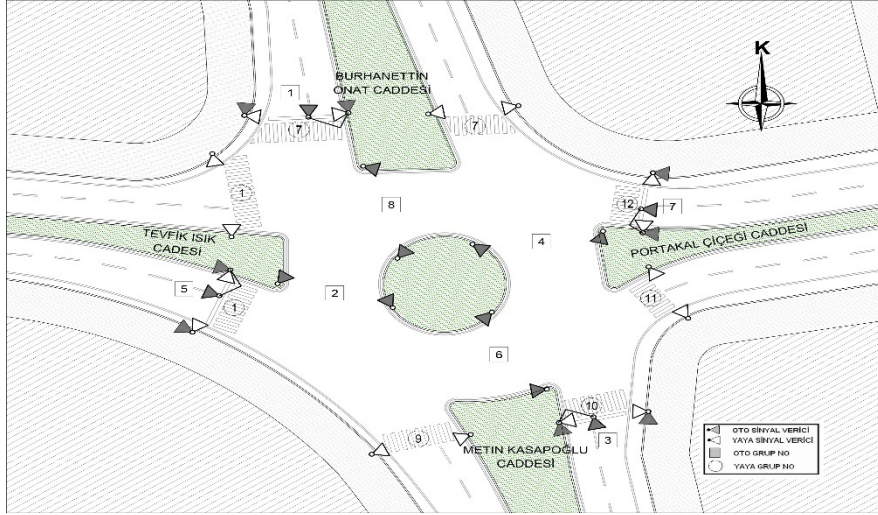
### 3.3.1. 2016 yılına ait durum

2016 yılına ait sinyal planı incelendiğinde kavşağın akıllı trafik sinyalizasyon sistemi ile çalıştığı görülmektedir. Bu sebeple kavşağın pik saatlerdeki ortalama sinyal süreleri referans alınarak simülasyon çalışmalarında girdi olarak kullanılacaktır. Araç trafiği ana arter olan Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi istikametleri doğrultusunda yoğunluk sağlamaktadır.



**Şekil 3.11.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kavşağı (Sampi Kavşağı) 2016 Yılına Ait Durum ve Çalışma Alanının Genel Görünümü

Kavşağın 2016 yılına ait çizimi Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Bu çizim Aimsun programında altlık olarak kullanılacaktır. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 rakamlarıyla belirtilmiş olan kareler oto grup numaralarını temsil etmektedir. 1, 7, 9, 10, 11, 12 sayılarıyla belirtilmiş olan çemberler ise yaya grup numaralarını temsil etmektedir.



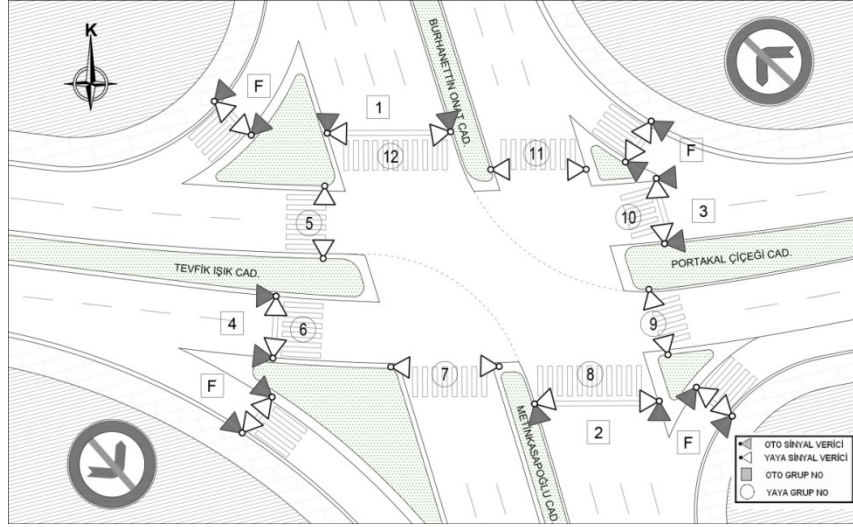
**Şekil 3.12.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşak (Sampi Kavşağı) 2016 Yılına Ait Durum AutoCAD Çizimi

### 3.3.2. 2017 yılına ait durum



**Şekil 3.13.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kavşağı 2017 yılı ve sonrası Mevcut Durum

Kavşağın 2017 yılı ve sonrası yani mevcut durumuna ait çizim Şekil 3.14'te gösterilmiştir. Bu çizim Aimsun programında altlık olarak kullanılacaktır. 1, 2, 3, 4 rakamlarıyla belirtilmiş olan kareler oto grup numaralarını temsil etmektedir. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 sayılarıyla belirtilmiş olan çemberler ise yaya grup numaralarını temsil etmektedir.

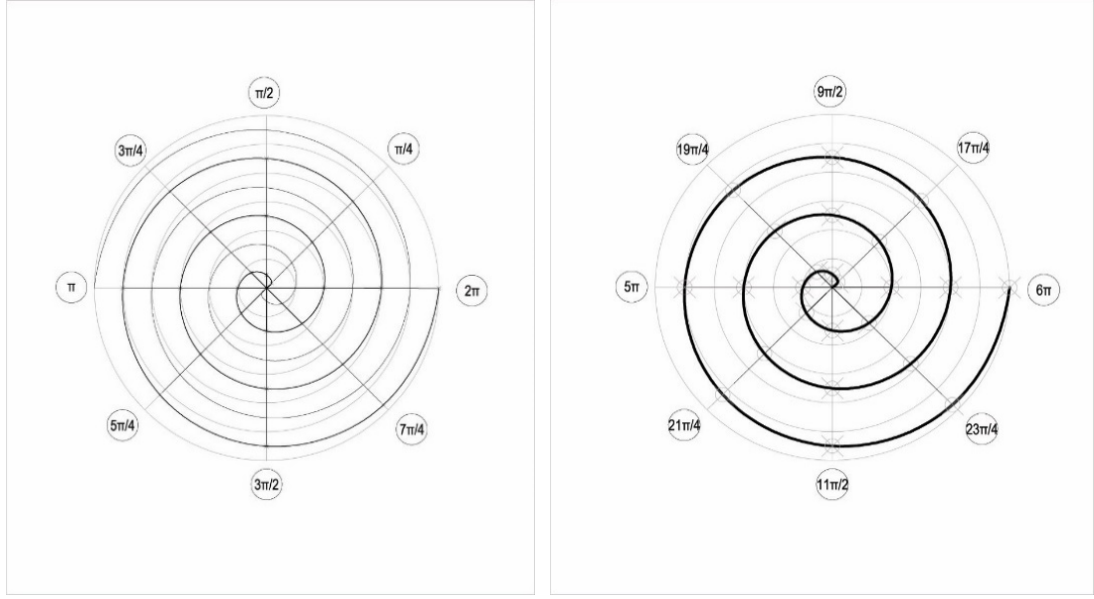


**Şekil 3.14.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşak (Sampi kavşağı) 2017 Yılı ve mevcut Durum AutoCAD Çizimi

### 3.3.3. Yeni kavşağın tasarımı

Bu çalışmanın en önemli özgülüğü yeni tip bir sinyalizasyon dönel kavşak adası tasarımı modellenmesidir. Kavşağın tasarımı ilke ve hesaplamaları aşağıda verilmiştir. Tasarım ilkesinin temeli Arşimet spiriline dayanmaktadır ve aşağıdaki teknik kullanılarak, yeni kavşak tipi herhangi bir alana uygulanabilir. Bu çalışmada Antalya şehir içi trafiğinde önemli yeri olan akıllı kavşaklardan yukarıda bahsettiğimiz diğer adıyla Sampi kavşağına uygulanacaktır. Araç verileri Sampi kavşağındaki kameralardan elde edilecektir (Aakre 2017). Elde edilen veriler trafik analiz modelleme simülasyon programı olan Aimsun programında işlenecektir ve yeni tip dönel kavşağın verimlilik analizleri yapılacaktır.

AutoCad 2017 üzerinde dönel kavşak adası,  $6\pi$  çevrimi boyunca, tasarlanmıştır.  $D = 7$  alınarak tasarım yapılmıştır.  $D$  Arşimet spiralinin orijinden, ilk çevrimini tamamladığı noktaya olan uzaklıktır. Arşimet spiralinin belirten  $D = 2\pi a$ ,  $\rho_n = a \sigma_n$  formüllerine göre hesaplamalar yapılmıştır.



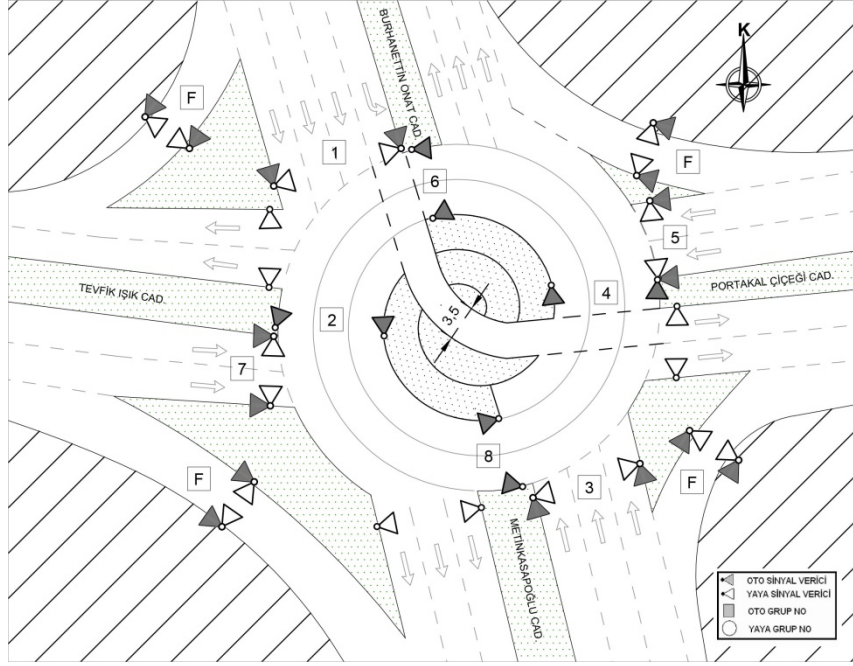
(a)

(b)

**Şekil 3.15.** Dönel Kavşak Adası **a)**  $2\pi$  Çevrimi; **b)**  $6\pi$  Çevrimi

Turbo dönel kavşak adasının içerisinde oluşturulmuş olan transit geçiş yolu Burhanettin Onat Caddesi kavşağına geliş kolundan Portakal Çiçeği Caddesine gidiş koluna transit geçiş sağlayacaktır. Bu aşamadan sonra Burhanettin Onat Caddesinde oluşan trafik yoğunluğunun büyük ölçüde azalacağı ve turbo dönel kavşak tasarımıyla daha güvenli bir kavşak oluşturulduğu Aimsun trafik simülasyon programında gösterilecektir. Tasarlanan yeni tip dönel kavşak adası, turbo dönel kavşak adasının trafik ve sürücüler için güvenli olma özelliği ile haburger tipi dönel kavşak adasının trafik yoğunluğunu rahatlatma özelliği bir araya getirilmiştir.





**Şekil 3.16.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak (Sampi)AutoCAD Çizimi

Tasarlanan yeni tip sinyalize dönel kavşak durumuna ait çizim Şekil 3.16’da gösterilmiştir. Bu çizim Aimsun programında altlık olarak kullanılacaktır. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 rakamlarıyla belirtilmiş olan kareler oto grup numaralarını temsil etmektedir.

### 3.4. Sinyal Planı Hakkında Açıklamalar

#### 3.4.1. 2016 yılına ait durum

Çalışması yapılacak Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi kesişimindeki kavşağın 2016 yılına ait sinyal planı şekil 3.17’de program çıktısı halinde, Çizelge 2’de ise daha anlaşılır olması açısından tablo halinde belirtilmiştir. Kavşak 4 fazlı sistemde çalışmaktadır. Birinci fazda Şekil 3.12’de gösterilmiş olan 1, 2, 4, 6, 12 nolu gruplar yeşil yanmaktadır, ikinci fazda 2, 3, 4, 8, 11, 12 nolu gruplar yeşil yanmaktadır, üçüncü fazda 2, 6, 7, 8 nolu gruplar yeşil yanmaktadır ve dördüncü fazda 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 nolu gruplar yeşil yanmaktadır. Faz geçişlerinde yeşilden kırmızıya geçerken sarı koruma süresi 2 sn’ye, kırmızı koruma süresi 2 sn’ye ve kırmızıdan yeşile geçerken 2 saniye sarı-kırmızı koruma süresi verilmiştir.

Gruplar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Süreler	2	46	2	2	2	55	2	2	2	26	2	2	2	19	2	2
Gr 1	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 2	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Gr 3	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 4	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 5	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 6	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Gr 7	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 8	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 9	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 10	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 11	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 12	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

**Şekil 3.17.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Kavşak 2016 Yılına Ait Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri Program Çıktısı

**Çizelge 3.2.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Kavşak 2016 Yılına Ait Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri

	1 No'lu Grup	2 No'lu Grup	3 No'lu Grup	4 No'lu Grup	5 No'lu Grup	6 No'lu Grup	7 No'lu Grup	8 No'lu Grup	9 No'lu Grup	10 No'lu Grup	11 No'lu Grup	12 No'lu Grup
1.Faz (46 Saniye)	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil
2.Faz (55 Saniye)	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil
3.Faz (26 Saniye)	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı
4.Faz (19 Saniye)	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Yeşil

### 3.4.2. 2017 yılına ait durum

2017 yılı sonrası (mevcut durum) Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi kesişimindeki kavşağa ait sinyal planı Şekil 3.18'de program çıktısı halinde, Çizelge 3.2'de ise daha anlaşılır olması açısından tablo halinde belirtilmiştir. Kavşak 3 fazlı sistemde çalışmaktadır. Birinci fazda Şekil 3.14'te gösterilmiş olan 1, 5, 6, 8, 10 nolu gruplar yeşil yanmaktadır. İkinci fazda 2, 6, 9, 10, 12 nolu gruplar yeşil yanmaktadır. Üçüncü fazda ise 3, 4, 7, 8, 11, 12 nolu gruplar yeşil yanmaktadır. Faz geçişlerinde yeşilden kırmızıya geçerken sarı koruma süresi 2 sn'ye, kırmızı koruma süresi 2 sn'ye ve kırmızıdan yeşile geçerken 2 saniye sarı-kırmızı koruma süresi verilmiştir.

Gruplar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Süreler	2	55	2	2	2	62	2	2	2	28	2	2
Gr 1	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 2	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 3	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red
Gr 4	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red
Gr 5	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 6	Red	Green	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 7	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red
Gr 8	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red
Gr 9	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 10	Red	Green	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 11	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red
Gr 12	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Green	Red	Red
Gr 13	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

**Şekil 3.18.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Kavşak Mevcut Durum Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri Program Çıktısı

**Çizelge 3.2.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Kavşak Mevcut Durum Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri

	1 No'lu Grup	2 No'lu Grup	3 No'lu Grup	4 No'lu Grup	5 No'lu Grup	6 No'lu Grup	7 No'lu Grup	8 No'lu Grup	9 No'lu Grup	10 No'lu Grup	11 No'lu Grup	12 No'lu Grup
1.Faz (55 Saniye)	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı
2.Faz (62 Saniye)	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Yeşil
3.Faz (28 Saniye)	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil

### 3.4.3. Yeni tip sinyalizasyon dönel kavşak durumu

Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi kesişimindeki yeni tip sinyalizasyon dönel kavşağına ait sinyal planı şekil 3.19'da program çıktısı halinde, Çizelge 3.4'te ise daha anlaşılır olması açısından tablo halinde belirtilmiştir. Kavşak 3 fazlı sistemde çalışmaktadır. Birinci fazda Şekil 3.16'da gösterilmiş olan 1, 2 nolu gruplar yeşil yanmaktadır. İkinci fazda 5, 6, 7, 8 nolu gruplar yeşil yanmaktadır. Üçüncü fazda ise 2, 3, 4, 6 nolu gruplar yeşil yanmaktadır. Faz geçişlerinde yeşilden kırmızıya geçerken sarı koruma süresi 2 sn'ye, kırmızı koruma süresi 2 sn'ye ve kırmızıdan yeşile geçerken 2 saniye sarı-kırmızı koruma süresi verilmiştir.

Gruplar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Süreler	2	45	2	2	2	28	2	2	2	55	2	2
Gr 1	Red	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 2	Green	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Green	Green
Gr 3	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Red
Gr 4	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Red
Gr 5	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 6	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red
Gr 7	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 8	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
Gr 9	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

**Şekil 3.19.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri Program Çıktısı

**Çizelge 3.3.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Faz Sıralamaları ve Sinyal Süreleri

	1 No'lu Grup	2 No'lu Grup	3 No'lu Grup	4 No'lu Grup	5 No'lu Grup	6 No'lu Grup	7 No'lu Grup	8 No'lu Grup	9 No'lu Grup
1.Faz (45 Saniye)	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı Flaş
2.Faz (28 Saniye)	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Kırmızı Flaş
3.Faz (55 Saniye)	Kırmızı	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Yeşil	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı Flaş

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Aimsun Trafik Simülasyon Parametreleri

Aimsun gerçekleştirdiği simülasyonlar dâhilinde, her bir sürücü ve araç hareketini büyük bir şehrin geniş ulaşım ağında dahi tek başlarına ele alarak simüle etme özelliğine sahip ajan tabanlı bir simülasyon yazılımıdır (Swidan 2011).

Bu çalışmada Aimsun simülasyonunda kullanılacak olan parametreler aşağıda sıralanmıştır.

#### Simülasyon Parametreleri

- Simülasyonlar 08:00-09:00 sabah zirve saatte yapılmıştır.
- Kavşak kollarında doğan otomobil sayıları Burhanettin Onat Caddesinden geliş kolunda 1593, Metin Kasapoğlu Caddesinden geliş kolunda 1805, Portakal Çiçeği Caddesinden geliş kolunda 486 olarak, Tevfik Işık Caddesinden geliş kolunda 511 olarak 3 simülasyon içinde aynı olacak şekilde girilmiştir.
- Simülasyonda otomobil araç sınıfı kullanılmıştır.
- Simülasyona yaya faz dahil edilmemiştir.
- Simülasyon Aimsun Next Professional Edition v1.0 de yapılmıştır.
- Kavşakta birleşen yolların eğimleri sıfır kabul edilmiştir.

Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 sırasıyla Aimsun programında simülasyonun adım adım tanıtılmasını göstermektedir.

Şekil 4.1 de Aimsun programında kavşağın 2016 yılına ait durum, 2017 yılına ait (mevcut durum) durum ve yeni tip sinyalizasyon dönel kavşağa ait durum gösterilmiştir.



**Şekil 4.1.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi; **a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu

Şekil 4.2’de 2016 yılındaki duruma ait, 2017 yılındaki duruma ait ve yeni tip sinyalize dönel kavşağa ait durum Aimsun programı simülasyon görüntüleri gösterilmiştir.



**Şekil 4.2.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi; **a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu Simülasyon Görüntüleri

Şekil 4.3'te 2016 yılındaki duruma ait, 2017 yılındaki duruma ait ve yeni tip sinyalizasyon dönel kavşağına ait durumun yoğunluğa göre renklendirilmiş Aimsun programı çıktısı gösterilmiştir.



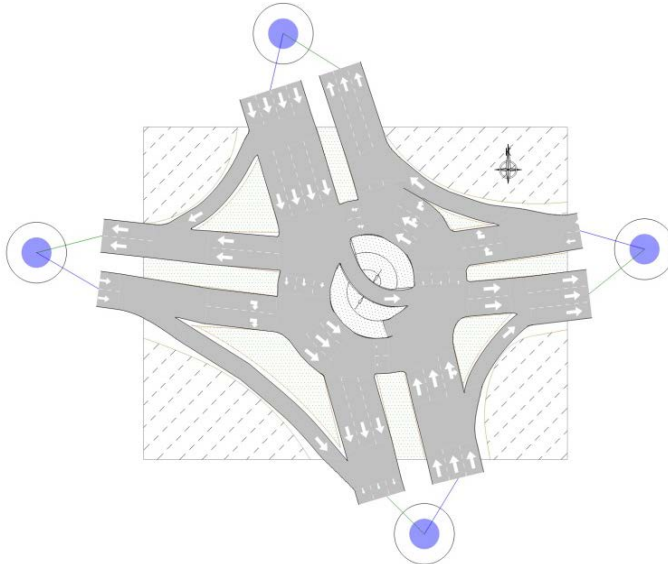
(a)

(b)

(c)

**Şekil 4.3.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi; **a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalizasyon Dönel Kavşak Durumu Yoğunluğa Göre Renklendirilmiş Simülasyon

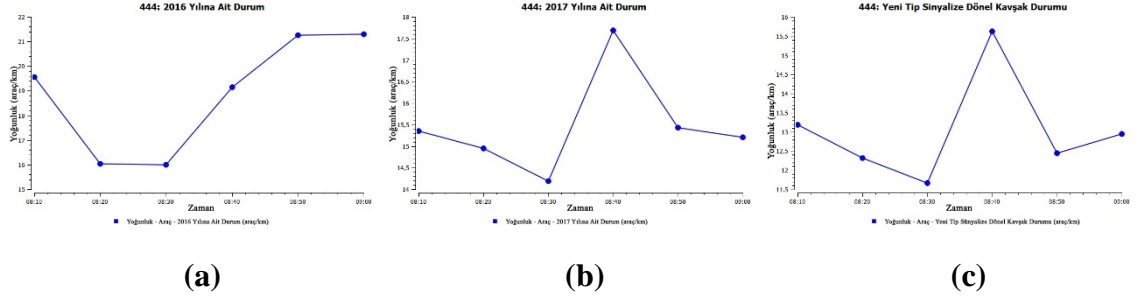
Şekil 4.4'te çalışma yapacağımız bölgenin Aimsun programındaki genel görünümü gösterilmiştir. Google Haritalardan alınan ölçekli görüntü üzerine Autocad programıyla tasarlanmış olan altlık, Aimsun programına aktarılarak çizimler gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 4.4.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalizasyon Dönel Kavşak Aimsunla Çizilmiş Hali

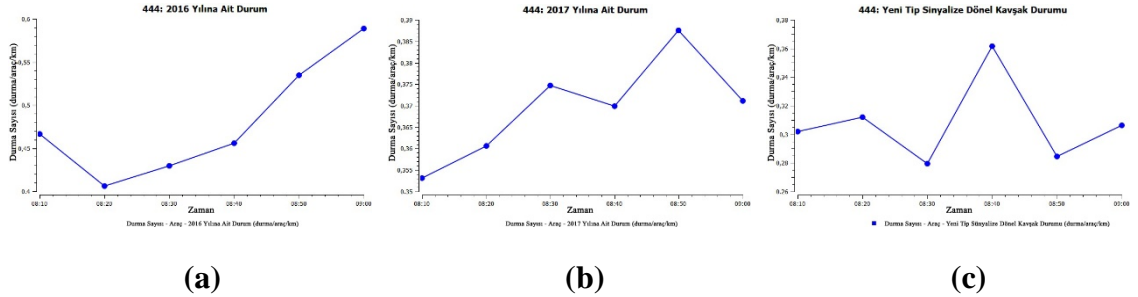
## 4.2. Aimsun Simülasyon Programı Analiz Sonuçları

Aşağıda Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşakta trafik değerleri değişimleri Aimsun programında analiz sonuçları olarak verilmiştir.



**Şekil 4.5.** Yoğunluk-Zaman Grafikleri **(a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 Yılına Ait Durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu

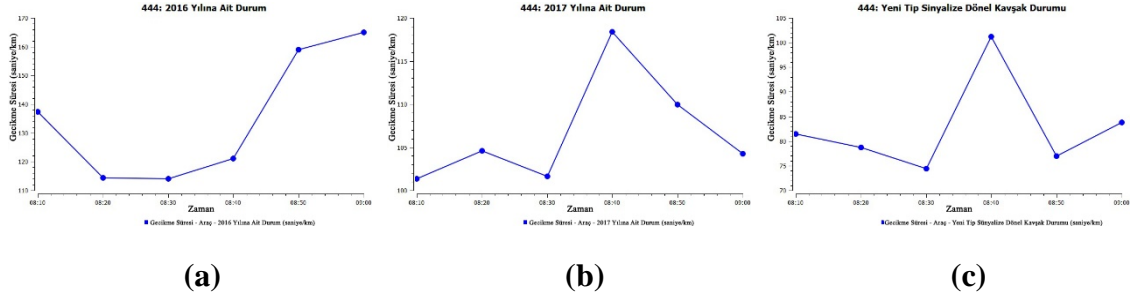
Şekil 4.5'te Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşaktan geçen araçların yoğunluk-zaman grafikleri sırasıyla 2016 yılına ait durum, 2017 yılına ait durum ve yeni tip sinyalize dönel kavşağa ait durum sonrası olmak üzere gösterilmiştir. 2016 yılına (ortalama 18,88 araç/km) ve 2017 yılına (ortalama 15,47 araç/km) ait durumlarda araç yoğunluğunun fazla olduğu, önerilen yeni tip sinyalize dönel kavşak (ortalama 13,03 araç/km) durumunda ise araç yoğunluğunun önceki durumlara göre daha az olduğu görülmektedir.



**Şekil 4.6.** Durma Sayısı Grafikleri **(a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 Yılına Ait Durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu

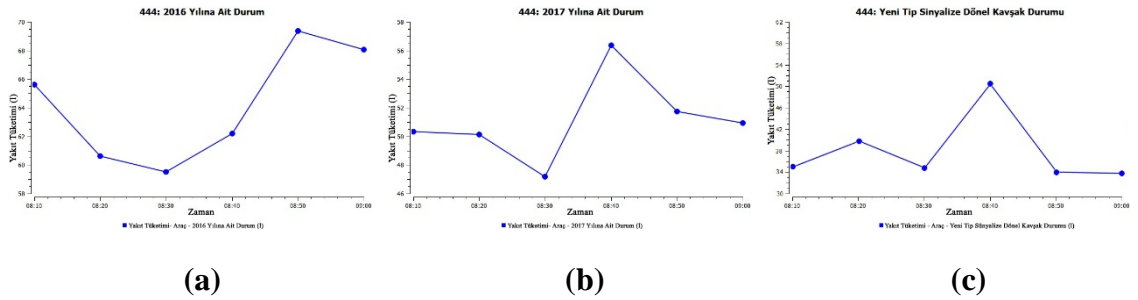
Şekil 4.6'da Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşaktan geçen araçların birim zamanda durma sayıları grafikleri sırasıyla 2016 yılına ait durum (ortalama 0,48 durma/araç/km), 2017 yılına ait durum (ortalama 0,37 durma/araç/km) ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu (ortalama 0,31 durma/araç/km) sonrası olmak üzere gösterilmiştir. Yeni tip sinyalize dönel kavşakta diğer durumlara göre yoğunluğun azalmış olması sebebiyle durma sayılarında azalma olduğu görülmektedir.





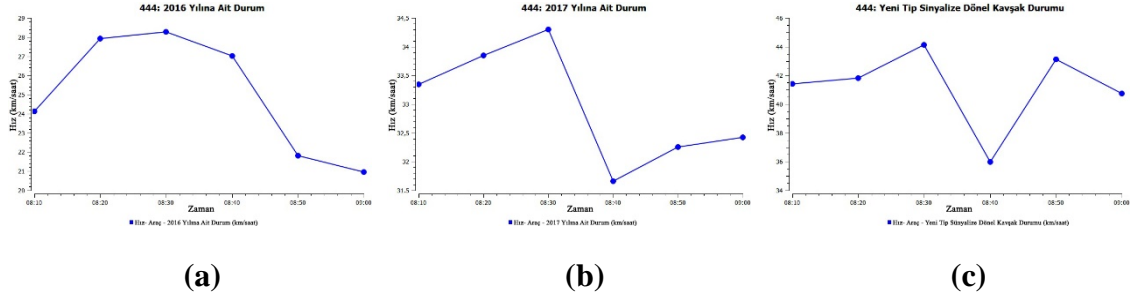
**Şekil 4.7.** Gecikme Süresi-Zaman Grafikleri **(a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 Yılına Ait Durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu

Şekil 4.7’de Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşaktan geçen araçların gecikme süresi-zaman grafikleri 2016 yılına ait durum (ortalama 135,13 saniye/km), 2017 yılına ait durum (ortalama 106,69 saniye/km) ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu sonrası olmak üzere gösterilmiştir. yeni tip sinyalize dönel kavşakta (ortalama 82,73 saniye/km) diğer durumlara göre araçların gecikme süresinin daha az olduğu görülmüştür.



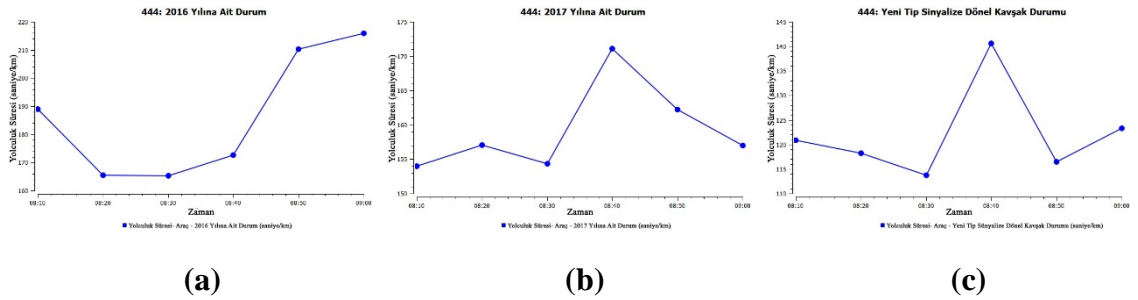
**Şekil 4.8.** Yakıt Tüketimi-Zaman Grafikleri **(a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 Yılına Ait Durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu

Şekil 4.8’de Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşaktan geçen araçların yakıt tüketimi-zaman grafikleri sırasıyla 2016 yılına ait durum (ortalama 64,22 litre), 2017 yılına ait durum (ortalama 51,11 litre) ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu (ortalama 37,99 litre) sonrası olmak üzere gösterilmiştir. Araçların durma sayılarının ve gecikme sürelerinin azalması sebebiyle yeni tip sinyalize dönel kavşakta diğer durumlara göre yakıt tüketiminin azaldığı gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.9.** Hız - Zaman Grafikleri **a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 yılına ait durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu

Şekil 4.9’da Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki kavşaktan geçen araçların hız zaman değerleri grafikleri sırasıyla 2016 yılına ait durum için ortalama 25,01 km/saat, 2017 yılına ait durum için ortalama 32,97 km/saat ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu sonrası için 41,19 km/saat olmak üzere gösterilmiştir. yeni tip sinyalize dönel kavşakta diğer durumlara göre yoğunluğun azalmış olması sebebiyle araç hızlarının arttığı görülmektedir.



**Şekil 4.10.** Yolculuk Süresi-Zaman Grafikleri **a)** 2016 Yılına Ait Durum; **(b)** 2017 Yılına Ait Durum(Mevcut Durum); **(c)** Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Durumu

Şekil 4.10’da Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi kesişimindeki kavşaktan geçen araçların yolculuk süresi zaman değerleri grafikleri sırasıyla 2016 yılına ait durum için ortalama 186,43 saniye/km, 2017 yılına ait durum için ortalama 159,28 saniye/km ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu sonrası için ortalama 122,18 saniye/km olmak üzere gösterilmiştir. Yeni tip sinyalize dönel kavşakta diğer durumlara göre yolculuk süresinin azaldığı görülmektedir.

### 4.3. Diğer Bir Önemli Analiz - Kavşağın Güvenlik Analizi

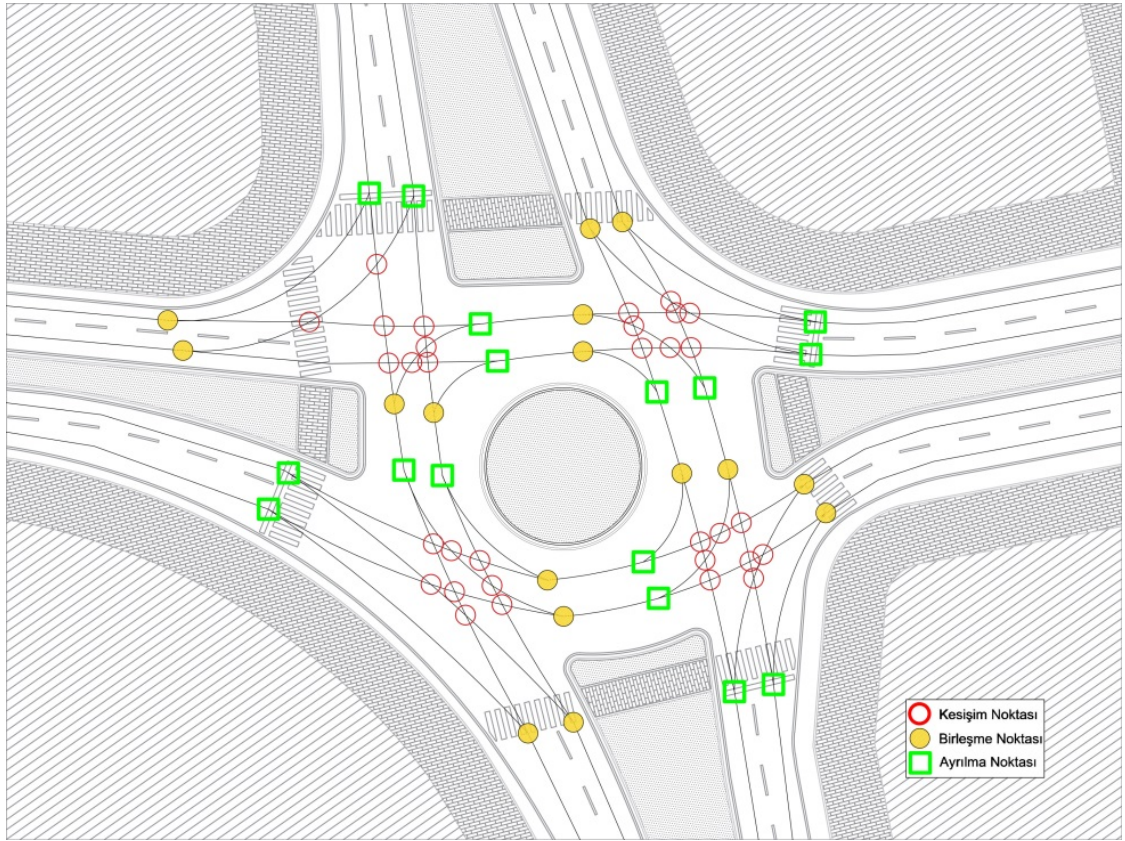
Yıllardır, tüm dünyada, trafik mühendisliği problemlerinin çözümü olarak kullanılan öncelikli kontrol sistemlerinden birisi de dönel kavşaklardır. Dönel kavşaklar; genellikle dairesel bir ada etrafında, trafiğin saat yönünün tersine (eğer trafik sağdan akıyorsa) veya saat yönünde (eğer trafik soldan akıyorsa) hareket ettiği yönlendirilmiş kavşaklardır (Aakre vd. 2017).

Dönel kavşakların trafik güvenliği bakımından birçok avantajı bulunmaktadır. Dört yaklaşım koluna sahip (tüm yaklaşım kolları bir giriş, bir çıkış şeridinden oluşan) bir kavşak için, kavşağın denetimsiz olması durumunda çakışma noktası sayısı otuz iki

iken, kavşağın döneel kavşak olarak tasarlanması durumunda çakışma noktası sayısı yalnızca sekizdir. Bu durum döneel kavşakların trafik güvenliği açısından oldukça etkin bir kavşak tipi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Tollazzi 2013).

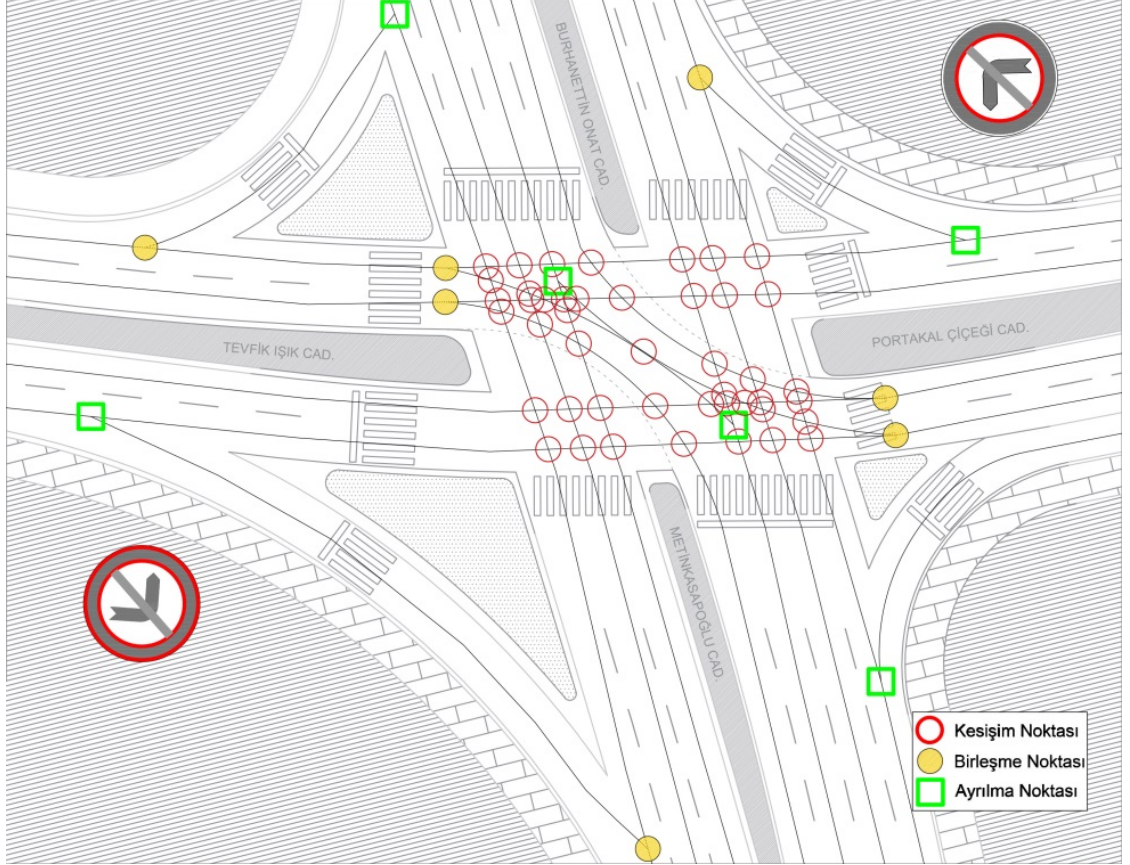
Bu bölümde Antalya’da sürücü davranışlarına göre kavşak çakışma noktaları analizi yapılmıştır. Sinyalize kavşakta özellikle trafik yoğunluğunun olmadığı gece saatlerinde flaş modunda çalışması durumunda güvenlik analizi verileri daha da önem kazanmaktadır. Çakışma noktaları arttıkça kavşakta trafik kazası gerçekleşme ihtimali artmaktadır.

Şekil 4.11’de Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi kesişimindeki kavşağın 2016 yılına ait durumda çakışma noktaları gösterilmiştir. 16 birleşme noktası, 16 ayrılma noktası, 32 kesişim noktası olmak üzere toplamda 64 çakışma noktası olduğu görülmektedir.



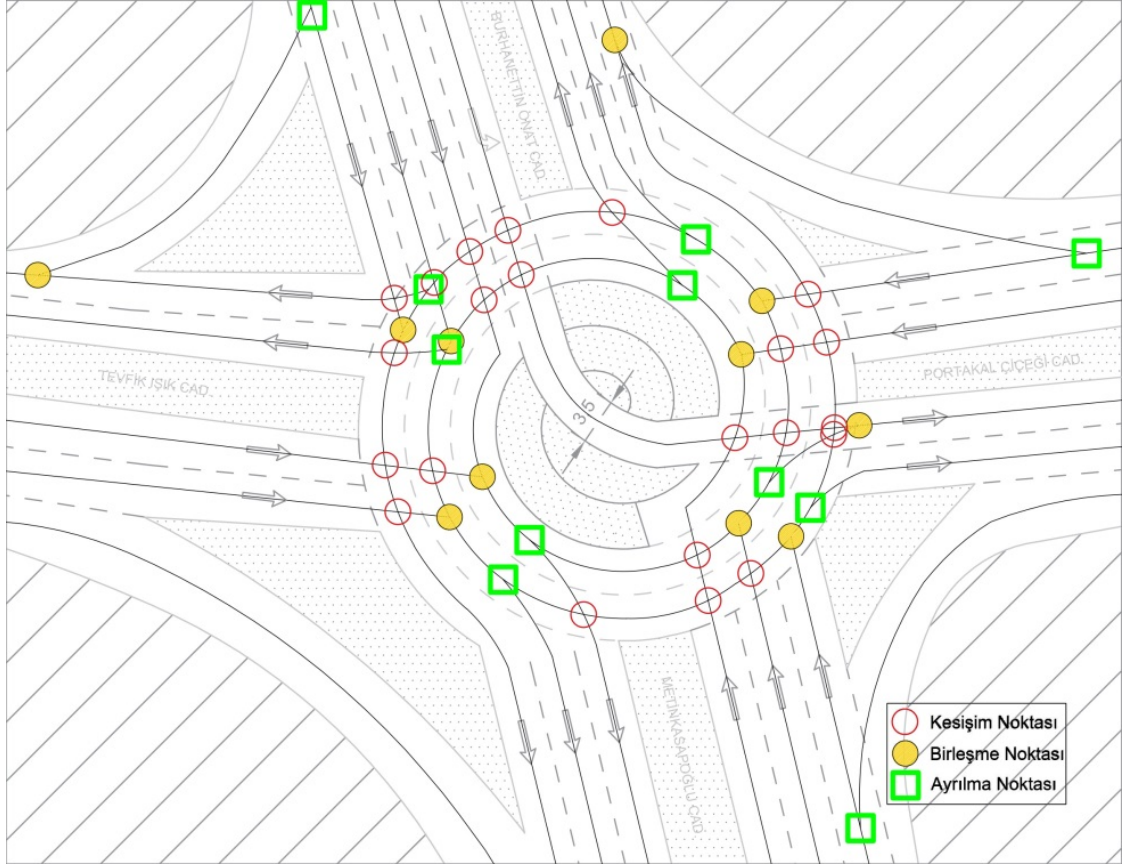
**Şekil 4.11.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimindeki Kavşak 2016 Yılına Ait Durum Çakışma Noktaları

Şekil 4.12’de Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi kesişimindeki kavşağın 2017 yılına ait durumda çakışma noktaları gösterilmiştir. 7 birleşme noktası, 6 ayrılma noktası, 41 kesişim noktası olmak üzere toplamda 54 çakışma noktası olduğu görülmektedir.



**Şekil 4.12.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi 2017 Yılı ve Sonrasına Ait Kavşak Mevcut Durum Çakışma Noktaları

Şekil 4.13'te Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi kesişimi yeni tip sinyalizasyonlu dönel kavşak çakışma noktaları gösterilmiştir. 11 birleşme noktası, 11 ayrılma noktası, 22 kesişim noktası olmak üzere toplamda 44 çakışma noktası olduğu görülmektedir.



**Şekil 4.13.** Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi Kesişimi Yeni Tip Sinyalize Dönel Kavşak Çakışma Noktaları

Görüldüğü üzere Şekil 4.11'deki duruma göre Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'teki durumda çakışma noktaları büyük oranda azalmıştır. Buna göre Şekil 4.12 ve Şekil 98.3'teki kavşağın daha güvenli olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'teki kavşaklar benzer sayıda çakışma noktalarına sahip olmalarına rağmen yeni tasarlanan Şekil 4.13'teki kavşak tasarım yapısı itibarıyla Aimsun analiz sonuçlarına göre kavşağa gelen araçların hızlarını optimize ederek trafik parametrelerini iyileştirmektedir. Bu durumda analizi yapılan 3 kavşak arasında Şekil 4.13'teki yeni tip sinyalize dönel kavşak tasarımının daha güvenli olduğunu anlaşılmaktadır.

## 5. SONUÇLAR

Bu tezde başvuru aşamasında 2 özgün değer teklif edilmiştir.

Birinci özgün değer yeni tip sanal bölge tasarımıdır. Önerilen yeni tip sanal bölge uygulanırsa araç sayımı %95 doğrulukla (tespit edilen araç sayısı:1687), literatürdeki kavşağa geliş kollarında olması durumunda araç sayımı %86 doğrulukla (tespit edilen araç sayısı:1528), sanal bölgenin kavşak ortasında olması durumuna araç sayımı %90 doğrulukla (tespit edilen araç sayısı:1617) bulunmuştur. Önerilen yeni sanal bölge literatür yöntemlerine göre araç kaçırma yüzdesini en az %5 oranında azaldığı Bölüm1-3' te açıkça anlatılmıştır.

Bölüm 3-4 arasında anlatılan ikinci özgün değer yeni tip sinyalize dönel kavşak tasarımıdır. Yeni kavşak tasarımı Burhanettin Onat Caddesi-Metin Kasapoğlu Caddesi kesişimindeki kavşak Sampi kavşağına uygulanması düşünülmüştür.

Yeni kavşak tasarımı herhangi bir farklı kavşağa da uygulanabilir. Antalya Büyükşehir Belediyesi Trafik Şube Müdürlüğünden gerekli izinler bu kavşak için alınmıştır. Bu kavşağa ait kamera bilgileri ve gerekli diğer bilgilerine erişilebilmektedir. Bu kavşakta 2016 yılında dönel kavşak adası varken, 2017 yılında ada bu ada kaldırılmıştır. Mevcut durum bu şekilde devam etmektedir. Bu iki durum ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu için simülasyonlar yapılmıştır.

Yeni tip kavşak tasarımı ile 2016 yılındaki kavşak tipine göre (ortalama 18,88 araç/km) ve 2017 yılındaki kavşak tipine göre (ortalama 15,47 araç/km) ait durumlarda araç yoğunluğunun fazla olduğu, önerilen yeni tip sinyalize dönel kavşak (ortalama 13,03 araç/km) durumunda ise araç yoğunluğunun azaldığı;

Kavşaktan geçen araçların birim zamanda durma sayıları sırasıyla 2016 yılına ait kavşak durumu için ortalama 0,48 durma sayısı/araç/km, 2017 yılına ait kavşak durumu için ortalama 0,37 durma sayısı/araç/km ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu için ortalama 0,31 durma sayısı/araç/km sonrası trafik yoğunluğunun azalarak araç durma sayılarının azaldığı;

Kavşaktan geçen araçların gecikme süresi-zaman grafikleri 2016 yılına ait kavşak durumu için ortalama 135,13 saniye/km , 2017 yılına ait kavşak durumu için ortalama 106,69 saniye/km ve önerilen yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu için ortalama 82,73 saniye/km olduğu ve araçların gecikme süresinin daha az olduğu;

Yakıt tüketimi – zaman grafikleri 2016 yılına ait kavşak durumu için ortalama 64,22 litre, 2017 yılına ait kavşak durumu için ortalama 51,11 litre ve önerilen yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu için ortalama 37,99 litre olduğu görülmüştür. Araçların durma sayılarının ve gecikme sürelerinin azalması sebebiyle yeni tip sinyalize dönel kavşakta diğer durumlara göre yakıt tüketiminin azaldığı;

Kavşaktan geçen araçların hız zaman değerleri grafikleri sırasıyla 2016 yılına ait durum için ortalama 25,01 km/saat, 2017 yılına ait durum için ortalama 32,97 km/saat ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu sonrası için 41,19 km/saat olmak üzere

gösterilmiştir. Yeni tip sinyalize dönel kavşakta diğer durumlara göre yoğunluğun azalmış olması sebebiyle araç hızlarının arttığı görülmektedir.

Kavşaktan geçen araçların yolculuk süresi zaman değerleri grafikleri sırasıyla 2016 yılına ait durum için ortalama 186,43 saniye/km, 2017 yılına ait durum için ortalama 159,28 saniye/km ve yeni tip sinyalize dönel kavşak durumu sonrası için ortalama 122,18 saniye/km olmak üzere gösterilmiştir. Yeni tip sinyalize dönel kavşakta diğer durumlara göre yolculuk süresinin azaldığı görülmektedir.

Dönel kavşaklar trafik güvenliği açısından birçok avantaja sahiptir. Bu bakımdan önerilen yeni kavşak tipi kavşak çakışma noktaları analiz edilmiştir. Kavşak çakışma noktaları kavşağa girmiş iki arabanın kavşakta çakışabilme noktalarının sayısıdır. Buna göre 2016 yılına ait kavşak için 16 birleşme noktası, 16 ayrılma noktası, 32 kesişim noktası olmak üzere toplamda 64 çakışma noktası olduğu, 2017 yılına ait kavşak için 7 birleşme noktası, 6 ayrılma noktası, 41 kesişim noktası olmak üzere toplamda 54 çakışma noktası olduğu, 11 birleşme noktası, 11 ayrılma noktası, 22 kesişim noktası olmak üzere toplamda 44 çakışma noktası olduğu bulunmuştur. Yeni tip sinyalize dönel kavşak tasarımının kesişme, birleşme, ayrılma noktalarının oluşturduğu çakışma noktalarının analiz verilerine göre daha güvenli olduğu belirlenmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Aakre, Erlend, and Arvid Aakre. "Simulating Transit Priority: Continuous Median Lane Roundabouts." *Procedia Computer Science* 109 (2017): 849-854.
- Avery, Ryan P., Yinhai Wang, and G. Scott Rutherford. "Length-Based Vehicle Classification Using Images From Uncalibrated Video Cameras." *Proceedings. The 7th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems* (IEEE Cat. No. 04TH8749). IEEE, 2004.
- Babaei, Peyman. "Vehicles Tracking And Classification Using Traffic Zones In A Hybrid Scheme For Intersection Traffic Management By Smart Cameras." *2010 International Conference on Signal and Image Processing. IEEE*, 2010.
- Bypasses--'Target Roundabout'." *Promet-Traffic&Transportation* 25.5 (2013): 475-481.
- Eghbal, Najmeh, and Hossein Nurbakhsh. "Measurement Of Some Traffic Signal Parameters Via Un-Calibrated Video Camera." *Electrical Engineering (ICEE), 2011 19th Iranian Conference on. IEEE*, 2011.
- Guide, Instruction. "Manual Classified Traffic Counts." (2001).
- Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. *Digital Image Processing.*, Prentice Hall. (1992).
- Inose, Hiroshi, Takashi Hamada, and Edward C. Posner. "Road traffic control." (1975).
- Kızılkaya, Aydın, 'Sayısal Görüntü İşleme.'(2006)
- Lai, Andrew HS, George SK Fung, and Nelson HC Yung. "Vehicle Type Classification From Visual-Based Dimension Estimation." *ITSC 2001. 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems. Proceedings* (Cat. No. 01TH8585). IEEE, 2001.
- Mauro, Raffaele, and Federico Branco. "Comparative Analysis Of Compact Multilane Roundabouts And Turbo-Roundabouts." *Journal Of Transportation Engineering* 136.4 (2009): 316-322. May, Adolf D. *Traffic Flow Fundamentals*. 1990.
- Müdürlüğü, Karayolları Genel, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, and Ulaşım Etütleri Şubesi Müdürlüğü. "Trafik ve Ulaşım Bilgileri: Otoyollar ve Devlet Yollarının Trafik Dilimlerine Göre Yıllık Ortalama Günlük Trafik Değerleri ve Ulaşım Bilgileri." *Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı Ulaşım Maliyetleri ve Verimlilik Şubesi Müdürlüğü Mayıs* (2011).
- Otsu, Nobuyuki. "A Threshold Selection Method From Gray-Level Histograms." *IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics* 9.1 (1979): 62-66.
- Park, Byungkyu, Carroll Messer, and Thomas Urbanik II. "Short-Term Freeway Traffic Volume Forecasting Using Radial Basis Function Neural Network." *Transportation Research Record: Journal Of The Transportation Research Board* 1651 (1998): 39-47.
- Silva, Ana Bastos, Luís Vasconcelos, and Sílvia Santos. "Moving from conventional roundabouts to turbo-roundabouts." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 111 (2014): 137-146.
- Shannon, Robert E. Robert E. *Systems simulation; the art and science*. No. 04; T57. 62,



S4.. 1975.

Swidan, Hassan. "Integrating AIMSUN Micro Simulation Model with Portable Emissions Measurement System (PEMS): Calibration and Validation Case Study." (2011).

Tollazzi, Tomaž, et al. "Comparative Analysis of Four New Alternative Types of Roundabouts: " Turbo", " Flower", " Target" and " Four-Flyover" Roundabout." *Periodica Polytechnica Civil Engineering* 60.1 (2016): 51-60.

Tollazzi, Tomaž, Goran Jovanović, and Marko Renčelj. "New Type of Roundabout: Dual One-Lane Roundabouts on Two Levels with Right-Hand Turning Bypasses–'Target Roundabout'." *Promet-Traffic&Transportation* 25.5 (2013): 475-481.

YILMAZ, Ercüment, and Cemal KÖSE. "Dört Kavşağa Sahip Bir Karayolu Bölümünün Bilgisayar Ortamında Simülasyonu."

[http://www.taysim.com/trafik\\_sirkulasyon\\_referanslar.html](http://www.taysim.com/trafik_sirkulasyon_referanslar.html)

<http://www.bogaziciproje.com.tr/tr/referanslar.asp?id=13>

[https://www.antalya.bel.tr/Trafik\\_hacmi\\_yolun\\_belirli\\_bir\\_calismalarimiz/ulasim-hizmetleri/ulasim-ana-plani](https://www.antalya.bel.tr/Trafik_hacmi_yolun_belirli_bir_calismalarimiz/ulasim-hizmetleri/ulasim-ana-plani)

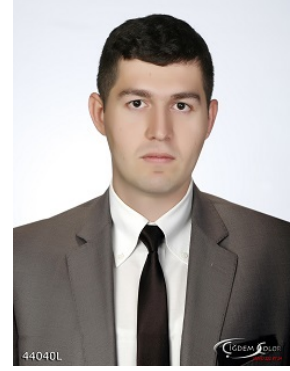
<http://www.antalya-ulasim.com/kent-304ccedili-ula351305m-ana-plan305.html>

<https://www.google.com/maps/@36.8735883,30.7182979,78m/data=!3m1!1e3>

## ÖZGEÇMİŞ

**ADI SOYADI: Seyitali İLYAS**

**E-mail: seyitaliant@gmail.com**



## ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2015-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Antalya
Lisans 2009-2013	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Denizli

## MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Elektrik Elektronik Mühendisi /Ulaşım Planlama Uzmanı 2014-Devam Ediyor	Antalya Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Planlama ve Raylı Sistem Dairesi Başkanlığı, Trafik Şube Müdürlüğü. Antalya
---	---

## ESERLER

### Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler

1- İlyas S., User Y. (2017). Determination of Traffic Intensity with Optimum Detection of Vehicle Count Using Virtual Zone. International Conference On Engineering Technologies (ICENTE'17).

2- İlyas S., User Y. (2017). Optimum Desing Of A Rotary Intersection With Aimsun Programme. International Conference On Engineering Technologies (ICENTE'17).

3- İlyas S., User Y. (2017). Transit Pass Application For Signalized Traffic Roundabouts And Evaluation By Using Aimsun Simulation, International Advanced Researches & Engineering Congress (IAREC2017).

4- İlyas S., User Y. (2018). Impact Of The Signal Plan Attangement At The Pedestrian Crossing With Button Application In Antalya And Aimsun Simulation Program To The System Performance, Umteb 4. Uluslararası Mesleki Ve Teknik Bilimler Kongresi (UMTEB).

#### **Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan Ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler**

1- İlyas S., User Y. (2015). Transition To Urban İts; The Case Of Antalya, Road Traffic Safety – Congress (ROTRASA)