



**T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**TEK YÖNLÜ SİNYALİZE KAVŞAK KORİDORLARI İÇİN
AKILLI OFSET SÜRESİ TASARIMI**

**MEHMET FATİH KARANFİL
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Erdem DOĞAN**

KIRIKKALE-2022



**T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**TEK YÖNLÜ SİNYALİZE KAVŞAK KORİDORLARI İÇİN
AKILLI OFSET SÜRESİ TASARIMI**

**MEHMET FATİH KARANFİL
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Erdem DOĞAN**

KIRIKKALE-2022

Mehmet Fatih KARANFİL tarafından hazırlanan ‘TEK YÖNLÜ SİNYALİZE KAVŞAK KORİDORLARI İÇİN AKILLI OFSET SÜRESİ TASARIMI’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Erdem DOĞAN

İnşaat Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

İmza.....

Bu terim kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Ali Payıdar AKGÜNGÖR

İnşaat Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

İmza.....

Bu terim kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ziya ÇAKICI

İnşaat Anabilim Dalı, İzmir Demokrasi Üniversitesi

İmza.....

Bu terim kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 12/09/2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Recep ÇALIN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYANI

Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mehmet Fatih KARANFİL

12.09.2022

ÖZET

TEK YÖNLÜ SİNYALİZE KAVŞAK KORİDORLARI İÇİN AKILLI OFSET SÜRESİ TASARIMI

KARANFİL, Mehmet Fatih
Kırıkkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç.Dr. Erdem DOĞAN
Ağustos 2022, 85 sayfa

Yol koridorlarında sinyal kontrol sistemleri, iki kavşak arasındaki seyahat süresine bağlı olan ofset süresi parametresi kullanılarak koordineli olarak çalıştırılır. Bu sistemlerde kullanılan ofset süreleri genelde sabit tutulmaktadır. Diğer taraftan ofset süresinin dinamik olarak belirlenmesi oluşacak taşıt gecikmeleri önemli düzeyde azaltabilir. Bu çalışmada, ofset sürelerini dinamik olarak belirleyen böylece koridor performansını arttıran Parametrik Tabanlı Ofset Model (PTOM) Sistemi (PTOM-S) önerilmiştir. PTOM-S, gerçek zamanlı çalışan ve ofset süresini, mevcut trafik koşullarına bağlı belirleyen bir kavşak koordinasyon sistemidir. PTOM-S, ana yolun her bağlantısı için ayrı geliştirilmiş PTOM'lerden oluşur ve bu modeller ofset süresini, serbest seyahat süresi ve mevcut akım/kapasite oranını (x) kullanarak tespit eder. PTOM'lerin yapısında basit matematiksel modeller kullanılmış, böylece işlem yükünün hafif olması hedeflenmiştir. PTOM-S saha verilerinin toplanması, simülasyon modelinin kalibre edilmesi, model veri setinin oluşturulması ve model katsayılarının Diferansiyel Gelişim Algoritması (DGA) kullanılarak tespit edilmesi adımlarından oluşur. Çalışma sahası olarak Ankara kent merkezinde yer alan ve etrafında önemli çekim merkezlerinin olduğu bir kavşak koridoru seçilmiştir. Model veri setinin oluşturulması ve karşılaştırmalarda simülasyon programı olarak literatürde sıkça kullanılan CORSIM kullanılmıştır. Uygun PTOM tipinin belirlenmesi için on farklı matematiksel model tipi ele alınmış ve geliştirilen PTOM-S diğer kontrol sistemleri ile farklı trafik koşulları için karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak $x > 1$ durumlarında PTOM-S diğer sistemlerden belirgin bir üstünlük gösterememiş fakat $x < 1$ durumlarında önemli düzeyde gecikme değerlerini düşürdüğü anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Dinamik Ofset, Trafik Sinyalizasyonu, Kavşak Koridoru

ABSTRACT

INTELLIGENT OFFSET TIME DESIGN FOR ONE-WAY SIGNALIZED INTERCHANGE CORRIDORS

KARANFIL, Mehmet Fatih
Kırıkkale University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering, M.Sc. Thesis
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Erdem DOĞAN
August 2022, 85 pages

In road corridors, signal control systems are operated in coordination using the offset time parameter, which is dependent on the travel time between two intersections. The offset time used in these systems are generally kept constant. On the other hand, dynamically determining the offset time can significantly reduce vehicle delays. In this study, a Parametric Based Offset Model (PTOM) System (PTOM-S) is proposed, which dynamically determines offset times and thus increases corridor performance. PTOM-S is an intersection coordination system that works in real time and determines the offset time based on current traffic conditions. The PTOM-S consists of separately developed PTOMs for each connection of the main road, and these models determine the offset time using the free travel time and the available current/capacity ratio (x). Simple mathematical models were used in the structure of PTOMs so that it is aimed to reduce the processing load. PTOM-S consists of the steps of collecting field data, calibrating the simulation model, creating the model data set, and determining the model coefficients using the Differential Improvement Algorithm (DGA). As the study area, An intersection corridor located in the city center of Ankara and surrounded by important centers of attraction was chosen. CORSIM, which is frequently used in the literature, was used as a simulation program for the creation of the model data set and comparisons. In order to determine the appropriate PTOM type, ten different mathematical model types were considered and the developed PTOM-S was compared with other control systems for different traffic conditions. As a result, PTOM-S could not show a significant superiority over other systems in $x > 1$ situations, but it was understood that it significantly reduced delay values in $x < 1$ situations.

Key Words: Dynamic Offset, Traffic Signaling, Intersection Corridor

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin en iyi şekilde hazırlanabilmesi için bilgi ve tecrübeleriyle beraber hiçbir zaman desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Erdem DOĞAN'a, çalışma sahasının görüntülenmesinde yardımcı olan Ahmet YILMAZ'a, Ömer KARANFİL'e, Hasan KARANFİL'e ve Osman YILMAZ'a, tezimin yazımında tecrübesiyle yol gösteren ve motivasyon konuşmalarıyla destek olan Berk BAYRAKDAR'a, tez sürecimde birçok konuda yardımcı olan enstitümüzün gülün güzü Bahar Yasemin SERT'e ve tezimin her aşamasında bana büyük fedakarlıkla yardım eden, her şartta yanımda olan Simge PATİR'a ve son olarak her zaman manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma ve canım aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
1.1. Tezin amacı	4
1.2. Literatür.....	5
2. SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ	8
2.1. Trafik Sinyalizasyonunun Amacı ve Avantajları.....	8
2.2. Trafik Sinyalizasyonunun Dezavantajları.....	9
2.3. Sinyalizasyon Türleri	9
2.3.1. İzole Sinyalizasyon Sistemi	9
2.3.1.1. Sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi.....	9
2.3.1.2. Trafik uyarmalı sinyalizasyon sistemi	9
2.3.1.3. El ile kumandalı sinyalizasyon sistemi	10
2.3.2. Koordineli Sinyalizasyon Sistemleri.....	10
2.4. Koordineli Sinyalizasyon Sistemleri.....	10

2.4.1. Koordineli sistemlerin avantajları	11
2.4.2. Koordinasyon sisteminin amacı	11
2.4.3. Koordinasyonun faydasını azaltan durumlar	11
2.4.4. Koordineli Sistem Parametreleri	12
2.4.4.1. Ofset Süresi	12
2.4.4.2. Mesafe-Zaman Diyagramı	12
2.4.4.3. Bant genişliği	13
2.4.4.4. Kuyruklanmanın ofset süresine etkisi	15
2.4.4.5. Senkronize sistem	16
2.4.4.6. Alternatif sistem	17
2.4.4.7. Progresif (kesintisiz) sistem	18
2.5. Kavşak Performans Ölçütleri	18
2.5.1. Gecikme	19
2.5.2. Gecikme Türleri	20
2.5.2.1. Durma gecikmesi	20
2.5.2.2. Yaklaşım gecikmesi	20
2.5.2.3. Kuyruk gecikmesi	20
2.5.2.4. Kontrol gecikmesi	20
2.5.2.5. Seyahat süresi gecikmesi	20
3. SİMÜLASYON.....	21
3.1. Kullanım Alanları	22
3.2. Simülasyonun Avantajları	23
3.3. Simülasyonun Dezavantajları	24
3.4. CORSIM Mikro Simülasyon Programı	25
3.4.1. Corsim'in Tarihçesi	25
4. DİFERANSİYEL GELİŞİM ALGORİTMASI.....	27

5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	30
5.1. Giriş.....	30
5.2. Veri Toplanması ve Analizler	31
5.2.1. Veri toplama.....	31
5.2.2. Analizler	32
5.2.2.1. Ayvalı Kavşağı.....	32
5.2.2.2. Şehir Hastanesi Kavşağı.....	34
5.2.2.3. Antares Kavşağı	36
5.2.2.4. Akşemsettin Kavşağı.....	37
5.2.3. Seyahat süresi belirleme.....	40
5.3. İstatiksel Analizler	41
5.3.1. Tüm taşıt hızlarının istatiksel hesapları.....	42
5.3.2. Otomobil türü taşıt hızlarının istatiksel hesapları	43
5.4. Simülasyon.....	44
5.4.1. Kavşak koridorunun tasarımı	44
5.5. Kalibrasyon	45
5.6. V/c Oranına Göre Veri Kümesinin Oluşturulması.....	46
6. OFSET SÜRESİ VE PARAMETRİK MODEL TABANLI OFSET MODELİ (PTOM).....	47
6.1. Veri Kümesinin Oluşturulması	49
6.2. Parametrik Modellerin Geliştirilmesi.....	50
6.3. DGA Parametreleri.....	51
7. KONTROL SİSTEMLERİNE AİT GECİKME DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	52
8. SONUÇLAR	56
KAYNAKLAR	58
EKLER.....	60

EK-1. İlk Kalkış kaybı hesabı	60
EK-2. Kapasite Hesabı	61
EK-3. Koridordaki taşıtların seyahat süreleri	63
EK-4. Veri Seti Tabloları	72
ÖZGEÇMİŞ.....	85



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
5.1. Kavşaklarda taşıtların yön dağılımlarına göre oranları (%).....	39
5.2. Kavşakların taşıtlar türlerine göre oranları (%)	40
5.3. Kavşak devre süreleri (s).....	40
5.4. Tüm taşıtlara ait hız dağılımları(km/sa).....	43
5.5. Otomobillere ait hız dağılımları(km/sa).....	44
5.6. Mevcut durum ofset süreleri (s)	45
5.7. Model ve ölçüm seyahat sürelerinin GEH değerleri	46
6.1. Parametrik model tipleri ve koridor bağlantıları için OKH değerleri	50
6.2. CR ve F katsayıları ve hata değerleri	51
7.1. PTOM'un sistemlere karşı gecikme oranları	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Tek yönlü mesafe-zaman diyagramı	13
2.2. Tek yönlü sistemlerde bant genişliği	14
2.3. Kuyruklanmanın olduğu koordineli sistemlerde mesafe-zaman diyagramı	15
2.4. Kuyruklanma düzeltmesi sonrası ideal ofset süresine bağlı mesafe – zaman diyagramı.	16
2.5. Gecikme türleri	19
3.1. Simülasyon aşamaları	24
5.1. Çalışma kapsamında göz önünde bulundurulmuş koridor ve önemli noktalar.....	30
5.2. Google Maps kavşak koridorundaki günlük trafik yoğunluk haritası.....	31
5.3. Kavşaklar arası mesafeler	32
5.4. Ayvalı kavşağı uydu görüntüsü.....	32
5.5. Ayvalı kavşağı çizimi.....	33
5.6. Ayvalı kavşağı faz diyagramı	33
5.7. Şehir hastanesi kavşağı uydu görüntüsü	34
5.8. Şehir hastanesi kavşağı çizimi	34
5.9. Şehir hastanesi kavşağı faz diyagramı	35
5.10. Antares kavşağı uydu görüntüsü	36
5.11. Antares kavşağı çizimi	36
5.12. Antares kavşağı faz diyagramı	37
5.13. Akşemsettin Kavşağı uydu görüntüsü.....	38
5.14. Akşemsettin Kavşağı çizimi.....	38
5.15. Akşemsettin Kavşağı faz diyagramı	39

5.16. Ayvalı kavşağında bulunan referans çizgisi.....	41
5.17. Akşemsettin kavşağında bulunan referans çizgisi	41
5.18. Tüm taşıtlar için normal dağılım eğrisi.....	43
5.19. Otomobiller için normal dağılım eğrisi.....	44
6.1. PTOM gelişim adımları	48
6.2. Ardışık bağlantılar için PTOM-S çalışma prensibi.....	49
7.1. $V/c=0,2$	52
7.2. $V/c=0,5$	53
7.3. $V/c=0,9$	54
7.4. $V/c=1,1$	54

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER DİZİNİ

x	Doygunluk derecesi, Akım/kapasite
V_f	Serbest Akım Hızı
t_{ideal}	İdeal Ofset
L	Kavşaklar Arası Mesafe
S	Ortalama Seyahat Hızı
t_{ofset}	Tasarım Ofset Süresi
t_i	Kavşakta Yeşil Sürenin Başlama Zamanı
$EFFBW$	Bant Genişliği Verimliliği
C	Devre Süresi
C_{BW}	Bant Genişliği Kapasitesi
BW	Bant Genişliği Kapasitesi (taşıt/saat)
N	Belirtilen Yöndeki Şerit Sayısı
H	Doygun Akım Takip Aralığı.
Q	Kuyrukta bekleyen şerit başına taşıt sayısı
l_1	İlk Kalkış Kaybı
NP	Populasyon Büyüklüğü, Kromozom Sayısı
$X_{i,G}$	Parametre Vektörü
D	Değişken Sayısı, Gen Sayısı
G	Jenerasyon
F	Mutasyon Faktörü

$V_{i, G+1}$	Mutant Vektörü
$u_{i, G+1}$	İz Vektörü
$x_{j,i,G}$	G jenerasyonunda, i kromozomunun j parametresi
CR	Çaprazlama Oranı
$x_{j,i,G+1}$	Hedef Vektörü
f_i	Gruptaki Gözlem Sayısı
x_i	Grup Değişkenin Orta Değeri
$\bar{x}$	Aritmetik Ortalama
s	Standart Sapma
n	Örnek Sayısı
t_o	Ofset Süresi
t_f	Serbest Seyahat Süresi
c	Kapasite
s	Doygun Akım Oranı
g	Efektif Yeşil Aralık Süresi
V	Model Veri Seti
F	Mutasyon Katsayısı

KISALTMALAR DİZİNİ

ATT	Ağır Ticari Taşıt
CAM	Simülasyon Programı
CORSIM	Kavşak Koridor Simülasyonu
DGA	Diferansiyel Gelişim Algoritması
FHWA	Amerika Birleşik Devletleri Federal Karayolu İdaresi
FRESIM	Otoyol Modelleme Yazılımı

GA	Gelişim Algoritması
GEH	Geoffreu E. Havers, Kalibrasyon Yöntemi
GPRS	Genel Paket Radyo Servisi
HTT	Hafif Ticari Taşıt
IKS	İzole Kontrol Sistemi
INTRAS	Entegre Simülasyon Programı
MATLAB	Matris Laboratuvarı, Programlama Dili
MKS	Mevcut Kontrol Sistemi
NETSIM	Kentsel Trafik Kontrol Sistemi
OKH	Ortalama Karasel Hatalar
PM	Parametrik Model
PTOM	Parametrik Tabanlı Ofset Model
PTOM-S	Parametrik Tabanlı Ofset Model Sistemi
RF	Radyo Frekansı
SCOOT	Ayrılma, Devre, Ofset Optimizasyon tekniği
SIM*	Kalibre edilmiş Simülasyon modeli
SKS	Sabit Ofsetli Kontrol Sistemi
TRAFU	Çıkış Grafik İşlemcisi
TSIS	Trafik Yazılımı Tümleşik Sistemi
VISSIM	Trafik Mikro Simülasyon Programı

1.GİRİŞ

Ulaştırma; insanların, yüklerin ve hizmetlerin bir yerden başka bir yere taşınması işlemidir [1]. Ulaşım ağları ülkelerin büyümesinden sorumlu altyapının ayrılmaz bir parçasıdır. Ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde en fazla kullanılan ulaşım ağı karayolu ulaşımıdır ve karayoluna olan talep giderek artmaktadır. Bu artışın olumsuz etkileri ise en çok da şehir içi ulaşımında görülmektedir. Şehir içi ulaşımında özel taşıt kullanımının artmasıyla birlikte ortaya çıkan gecikme, gürültü, kuyruklanma, trafik tıkanıklığı ve emisyon gibi olumsuzluklar en fazla farklı yönlerden gelen trafik akımlarının kesişme noktaları olan kavşak noktalarını etkilemektedir. Bu sorunları çözebilmek için de kavşak yönetimi büyük önem arz etmektedir [2].

Bu sorunları meydana getiren birden çok neden vardır. Ülkelerin nüfus politikaları, kırsal yerleşim alanlarından kentlere doğru plansız göçler gibi nedenler trafikte tıkanıklığı arttırmaktır. Bu nedenlerin yanında hatalı ulaşım politikaları, yol tasarımı yapılan hatalar, sürücü ve yayaların trafikte yaptıkları bireysel hatalar nedenler arasında sayılabilir. Bunlar gibi birden fazla nedenin birleşmesiyle özellikle trafiğin zirve saatlerinde tıkanık kaçınılmazdır. Ayrıca yollarda meydana gelen bozulan kaplamalar, silinen yol çizgileri, yağmurlu ve karlı havalarda yetersiz ve iyi çalışmayan drenaj sistemleri gibi fiziksel aksaklıklar da tıkanıklığa neden olmaktadır [2].

Günümüzde tıkanıkların artmasıyla birlikte insanlar, gün içerisinde önemli bir zaman dilimini trafikte geçirmektedir. Taşıt içerisinde geçirilen bu sürenin artması sürücü ve yolculara sadece zaman kaybı olarak etki göstermez. Aynı zamanda ülke ekonomilerine ve çevreye de birçok olumsuz etkisi vardır. Ülke ekonomilerine fazla yakıt tüketimi, ulaşım maliyeti ve zaman maliyeti olarak olumsuz yansırken çevreye ise emisyon miktarının artmasıyla hava kirliliği ve gürültü kirliliği gibi olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Trafiği istenilen şekilde yönetmek için sinyaller ve yol işaretleri gibi çeşitli trafik kontrol cihazları kullanılır. Bu kullanılan kontrol cihazları trafikte oluşan tıkanıklığı minimum seviyeye indirmeye yardımcı olur. Kontrol cihazlarının yanlış seçilmesi

veya doğru uygulanmaması, gecikme ve seyahat sürelerini artırırken kavşakların performanslarını düşürmektedir. Kavşaklarda farklı yönlerden akımların güvenli bir şekilde akışın sağlanabilmesi için, arazi koşullarının izin vermediği ve farklı alternatiflerin uygulanması için maliyetin yüksek olduğu durumlarda sinyalizasyon sistemlerinin kullanılması mecbur bırakılmaktadır [3].

Trafik, insan gibi dinamik ve aktif bir olgudur. Trafik durumu birçok nedenden kısa sürede etkilenip ona göre tepki gösterebilmektedir. Belli bir trafik durumuna göre ayarlanmış ve her an ona göre hareket eden sabit zamanlı sinyalizasyon sistemleri trafiğin bu anlık değişimlerine cevap veremeyip, tıkanıklıklara ve kuyruklanmalara sebep olmaktadır. Bunlardan dolayı sabit zamanlı sinyalizasyon sistemlerinin yerine adaptif sinyalizasyon sistemleri kavşaklarda taşıtların ve yayaların hareketlerine daha net cevaplar vermektedir. Adaptif sistemler kavşak kollarından gelen taşıt miktarlarına göre sadece yeşil sürelerini düzenlemekle kalmayıp bunun yanında faz düzenini de ayarlayabilmektedir [4].

Karayolları birbirine bağlı yol ve kavşaklardan oluşmaktadır. Özellikle şehir içlerinde birden fazla kavşağın belirli aralıklarla bir araya gelmesiyle oluşan sistem kavşak koridorları olarak adlandırılır [5]. Normal şartlarda taşıtların minimum gecikme ile kavşak koridorundan geçmesi beklenmektedir. Fakat koridordaki kavşakların düzgün tasarlanmadığı durumlarda olumsuz etkilerin daha da arttığı görülmektedir. Oluşan olumsuz etkilerin azaltılması için ve bu tezin de konusunu oluşturan koordineli kavşak sistemlerinin kullanılması, taşıtların seyahat sürelerinin artmasına engel olmak, gecikme sürelerini azaltmak, yakıt tasarrufunu sağlamak ve emisyon salınımının azaltılmasını olumlu yönde etkileyecektir. Önceden zamanlı sinyal kontrol sistemlerinin veya uyarmalı sinyal kontrol sistemlerinin ise kavşak koridorları içerisinde kullanılması pek uygun değildir. Bu sistemlerin, her zaman bir trafik kontrol cihazı tarafından uygulanan tahsis edilmiş yeşil süreler nedeniyle anlık değişen trafik taleplerine çoğu zaman uyum sağlayamadığı gözlemlenmektedir. Bu problemler, sürücülerin trafik sinyallerine trafik sinyallerini ihlal etmesine veya kavşak gecikmesini artırmasına neden olmaktadır.

Kavşak koordinasyon sistemleri, anayol üzerinde belirli mesafede bulunan kavşakların sabit veya trafik durumuna göre kendini yenileyen, belirlenen ofset süresi ve proje hızıyla çalışılan zaman dilimi içerisinde maksimum taşıtın durmadan geçmesini sağlayan sistemlerdir. Ofset süresi, ardışık iki kavşağın yeşil başlangıç süreleri

arasındaki zaman farkı olarak tanımlanmaktadır. Ofset, taşıt kümelerinin koridor içerisinde verimli bir şekilde ilerlemesine yardımcı olan koordinasyon elemanıdır. Ofset süresi kavşaklar arası mesafe ile taşıt hızlarına bağlı olarak ideal ofset süresi ile belirlenir. Fakat gerçek hayatta taşıtların kavşak koridorundaki seyahat süreleri aynı olmaz ve taşıt miktarına göre farklılık gösterir [6].

Gün içerisinde trafik akımının büyük farklılıklar gösterdiği kavşak koridorlarında koordinasyon sistemlerinin, gelen taşıt miktarına uyum sağlayacak dinamik ofset süresi ile sağlanmasının trafik açısından daha yararlı olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur. Dinamik ofset, çeşitli optimizasyon yöntemleri ile geliştirilen algoritma ve geliştirilen yapay zekâ sayesinde trafikte meydana gelen değişimlere anında cevap verip kendini geliştiren akıllı bir ofset sistemidir. Bu tez çalışmasında da diferansiyel gelişim algoritması ile koordineli sistemlerde ofsetin trafik koşullarına ayak uydurabilen akıllı yani dinamik ofset sisteminin tasarlanması ve uygulanması üzerinde durulmuştur.

Sinyal ofset süresinin dinamik olarak belirlenmesi, sinyal kontrolünün performansını artıracak olmasına karşın bu süre hem kavşak koridorlarının farklı geometrileri sergilemesi hem de sürücü karakterlerinin farklılık göstermesi nedeniyle karmaşık bir süreçtir. Bu çalışmada, saha verilerinden anlık olarak kolayca hesaplanabilecek parametreler ile çalışan ve sisteme hesaplama yükü düşük olan bir dinamik ofset süresi hesaplama yaklaşımının geliştirilmesi amaçlanmıştır ve Parametrik Tabanlı Ofset Model (PTOM) Sistemi (PTOM-S) önerilmiştir. PTOM-S, koridor üstünde bulunan ve iki kavşağı birbirine bağlayan her bağlantı, ayrı belirlenen PTOM'lerin ofset sürelerini dinamik olarak belirlediği bir sistemdir. Her bağlantı için ayrı PTOM'nin belirlenmesiyle, ilgili bağlantının trafik koşulları ve bu koşulların trafik akışına etkisini daha iyi bir şekilde ele alınması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında, saha çalışmaları için Ankara'da bulunan, önemli bir bölgede yer alan ve farklı geometrik özelliklere sahip dört kavşaktan oluşan bir kavşak koridoru seçilmiştir. PTOM'lerin oluşturulması için öncelikle seyahat süreleri, kavşak geometrileri ve mevcut sinyalizasyon sistemine ait değişkenler sahadan toplanmış ve ardından bu kavşak koridoru CORSIM mikroskobik simülasyon programında oluşturulmuştur. Daha sonra seyahat süreleri kullanılarak simülasyonun kalibrasyonu sağlanmıştır. Farklı değerlerdeki akım/kapasite (x) oranları ve serbest akım hızları (V_f) kalibre edilmiş simülasyon programına girilerek seyahat süreleri tespit edilmiştir. Bu

veri seti, 10 farklı matematiksel model tipinin geliştirilmesi için kullanılmış ve model katsayılarının belirlenmesi bir optimizasyon problemi olarak ele alınmıştır. Optimizasyon probleminin çözümü için literatürde sıkça tercih edilen Diferansiyel Gelişim Algoritması (DGA) kullanılmıştır. Son olarak PTOM-S' in performansı, farklı v/c oranları için diğer kontrol sistemleri ile karşılaştırılarak elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle ardışık iki kavşak kullanıldığı görülmüş olup [7], böyle bir uygulamanın etkinliği kavşak sayısının fazla olduğu koridor için yeterince incelenmemiştir.

İlerleyen bölümlerde, kavşak koordinasyonu konusunda yapılan çalışmalar incelenmiş, ardından PTOM-S' nin geliştirilme adımları sırasıyla açıklanmıştır. Daha sonra çalışma sahasına ve DGA' ya ait detaylar verilmiştir. Son olarak PTOM-S' in bu çalışmada ele alınan diğer sistemlerle karşılaştırılması yapılmış ve sonuçlar tartışılmıştır.

1.1. Tezin amacı

Kavşakların performansları ölçülürken kullanılan en önemli parametrelerden biri gecikme süresidir. Gecikme süresi, taşıtın bir kavşağı ya da bir koridoru geçmesi için gereken ek süre olarak tanımlanır. Taşıtların gecikme süreleri birden çok nedenden kaynaklı artmaktadır. Bunlar: sürücü hataları, yol geometrisindeki hatalar ve en önemlisi de yanlış tasarlanan sinyalizasyon sistemleridir. Sinyalizasyon sistemleri, taşıtların kavşak noktalarında farklı yönlerden gelen akımlara düzenli bir şekilde geçiş hakkı vermesi için kullanılır. Yanlış tasarlanan sistemlerde bekleme sürelerinin artması kural ihlallerine neden olmakta ve kavşaktaki gecikme sürelerini artırmaktadır. Kavşak koridoru içerisinde bulunan kavşaklarda sinyalizasyon sistemlerinin yanlış tasarımı kaynaklı meydana gelen gecikme süreleri, koridorda büyük bir sorun haline gelmektedir.

Bu tezin amacı, sahadan alınan veriler kullanılarak DGA ile geliştirilen PTOM-S ile her iki kavşağı birbirine bağlayan ara mesafe için dinamik ofset modeller geliştirmektir. Halil Sezai Erkut Caddesi üzerinde çeşitli kavşak geometrilerine sahip kavşak koridorundan taşıt türlerine göre seyahat süreleri hesaplanmıştır. Seyahat süresi girdi kümesini oluştururken gecikme süresi ise çıktı kümesini oluşturmaktadır.

Geliştirilen PTOM'ler üç farklı sistem ile kıyaslanmıştır. Kıyaslama sonucu sistemler arasında kavşak koridorunun gecikme süresi üzerinden performanslarına bakılmıştır.

1.2. Literatür

Bu bölümde, sinyalizasyon yöntemlerinin tarihçesi ve literatürde koordineli kavşakların tasarımı için kullanılan çeşitli yöntemlerden bahsedilmektedir. Bu yöntemlerin birçoğu gerçek hayatta uygulamaya dökülme de simülasyon ortamında başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmaların ortak amacı trafikte oluşan gecikmeleri ve seyahat sürelerini optimum seviyelere çekerek trafikte bulunan bütün öğelerin trafiğin olumsuz yönlerinden minimum etkilenmesini sağlamaktır [4].

Sinyalizasyon sistemleri, tarihte ilk olarak 1868 yılında İngiltere'de kullanılmaya başlamıştır. Daha sonrasında günümüzde kullanılan sistemlere benzer kırmızı ve yeşil ışıklı ilk sistem 1914 yılında ABD'de kullanılmaya başlanmıştır. 1920'de ise ABD'nin Detroit şehrinde sinyalizasyon sistemlerine ilk kez sarı ışık eklenmeye başlanmıştır. Gelişmekte olan bu sistemler 1924 yılında Avrupa kıtasında, 1950 yılından sonra ise dünya genelinde kullanılmaya başlanmıştır [4].

20. yüzyılın ikinci yarısından sonra teknolojik gelişmelerin atağa geçmesiyle birlikte taşıt sayılarında ciddi bir artış görülmüştür. Bu artışla özellikle de şehir içi trafiğinin düzenlenmesi önem arz etmeye başlamıştır. Sinyalizasyon sistemlerinin kullanımı artıkça trafikte gecikme süresi başta olmak üzere başlıca sorunlar meydana gelmeye başlamıştır. Bu sorunlar, sistemler üzerine çalışan araştırmacıları farklı alternatifler bulma yönünde tetiklemiştir.

Bu doğrultuda tarihte ilk defa 1958 yılında Webster'in ve 1966 yılında ise Webster ve Cobbe'nin yapmış oldukları araştırmalarla model ile mevcut durum arasında kıyaslamalar yapılarak gecikme süresi üzerine çalışmalar başlamıştır. Bu çalışmalardan sonra gecikme süresi üzerinde çeşitli optimizasyonlarla iyileştirme amaçlanmıştır. 1980 yılına kadar bu çalışmalar tek kavşak üzerindeki sinyalizasyon sistemleri üzerinde uygulanmıştır. Bu yıldan sonra aralarında belli mesafeler bulunan ardışık kavşaklar için de çalışmalar başlamıştır [8].

Tarihte ardışık kavşakların koordinasyonu ile ilgili ilk yapılan çalışma 1975 yılında Gartner, Little ve Gabbay tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada gün içerisindeki aynı

devre sürelerinde belirlenen periyotlarda sabit zamanlı bir şekilde kavşak koordinasyonu optimize edilmiştir [8].

Kavşak koordinasyonu ile bir başka çalışma ise 1981 yılında P.B.Hunt tarafından kısaca SCOOT olarak adlandırdıkları bir sistem önermişlerdir. Bu sistemle ilk kez trafik durumunu anlık olarak tespit etmek için kavşaklara dedektörler yerleştirilmiştir. Dedektörler sayesinde taşıt sayılarındaki değişimi, devre süreleri, kavşak kollarındaki kuyruklanma gibi verileri kullanarak yeşil süre, ofset süre ve devre süresi optimizasyonlarını yaparak kavşak koridorunda meydana gelen gecikme süresini optimum seviyelere çekmek amaçlanmıştır [8].

Gary E.Shoup ve Darcy Bullock 1999 yılında Kaliforniya’da seyahat süresini girdi verisi olarak kullanarak bir sabit ofset tasarımı üzerine çalışmışlardır. 26 adet farklı senaryonun CORSIM üzerinde simülasyonları yapılmıştır. Çalışmada, taşıtların seyahat süreleri üzerinde olumsuz etkilerinin en fazla olduğu parametreler olarak kuyruklanma ve koridorda kullanılan yeşil sürenin olduğunu ortaya atmışlardır. Modelde koordineli kavşaklar için taşıt seyahat sürelerine ve ortalama yeşil başlangıcına bağlı gerçek zamanlı uyarlanabilir ofset algoritmasına uygulanabilecek bir metodoloji geliştirilmiştir. Uygulanan sistem ile kuyruklanmanın ve seyahat sürelerinin azaldığı sonuçlara yansımıştır. Araştırmacılar, geliştirilen algoritmanın dinamik ofset sistemine zemin hazırladığını ve daha sonraki çalışmalara ışık olacağını ifade etmişlerdir [9].

Japonya’ da 2004 yılında Ikuko Nishikawa tarafından dinamik bir osilatör nöron birleştirici ile ofset kontrolü çalışması yapılmıştır. Çalışma kapsamında, kavşaklar için basit bir faz osilatörü modellenmiştir. Ardışık kavşaklardaki bu osilatörler yardımıyla ofset süreleri tasarlanmıştır. Tasarlanan ofset süreleri gün içerisindeki trafik yoğunluğuna göre osilatörler kontrol merkezine uyarılar göndermektedir. Geliştirilen sistem bu uyarılara göre en uygun ofset süresini atayıp, sistemin aksamadan çalışmasını sağlamaktadır. Bu sistemin uygulanmasıyla çalışan koridor üzerinde kuyruklanma ve gecikmenin azaldığı gözlenmiştir [10].

Naira, Upadhyayab ve Mathewa tarafından 2013 yılında Hindistan’ın Mumbai şehrinde yaptıkları çalışmada durma çizgilerine yerleştirdikleri dedektörlerden alınan verilerle dinamik ofset ile tasarlanan koridor üzerinde taşıtların seyahat süreleri üzerine çalışma yapılmış. İki kavşaktan oluşan koridordan alınan veriler kullanılarak

geliştirilen modeller ile dinamik ofset sürelerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Çalışmada iki adet model geliştirilmiştir. Birinci modelde ofset süresinin akım ile bağlantısı üzerinde çalışmıştır. Geliştirilen ikinci model ise ofset süresi ile kavşaklar arasındaki mesafeye bağlıdır. Modeller trafiğin hem homojen hem de heterojen durumlar için ayrı ayrı test edilmiştir. Geliştirilen modellerle sabit ofsetli durum, VISSIM simülasyon programında gecikme ve seyahat süreleri gibi performans ölçütleri üzerinden kıyaslamalar yapılmıştır. Kıyaslamalar sonucunda hem gecikme hem de seyahat süresinin minimum olduğu sistem dinamik ofsetli sistemdir. Seyahat süresinin, kullanılan yeşil sürenin ve mesafenin bir fonksiyonu olarak modellendiği alternatif bir dinamik ofset modeli önerilmiştir. Çıkan sonuçlara göre model hatırı sayılır seviyede sistemin gecikme süresini azaltırken, kavşakların performanslarını artırmıştır [7].

Soon-Yong Park ve ekibinin 2015 yılında yaptıkları çalışmada, kavşak koridoru içerisinde öncelikle bir adet kavşak seçilmiş ve bu kavşak kritik kavşak olarak işaretlenmiştir. Geliştirilen algoritma kullanarak oluşturulan dinamik ofset modeli ile sistemin performansı incelenmiştir. Model, değişen trafik hacmindeki değişimlere göre optimize edilmiş ve 24 saatlik çeşitli senaryolar ile simülasyonlar yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda geliştirilen sistemin gün içerisinde belirli saatlerde gecikmeyi azaltıp bazı saatlerde ise artırdığı gözlenmiştir. Gün bazında gecikme süresini ciddi bir oranda düşürdüğü çalışmanın sonunda belirtilmiştir [11].

Bir diğer çalışma ise 2017 yılında Carlos F. Daganzo, Lewis J. Lehe, Juan Argote-Cabanero'nun birlikte yaptıkları dinamik ofset çalışmasıdır. Çalışma kapsamında, tek yönlü bir sistem üzerine çalışılmıştır. Devre süresinin ve yeşil sürenin sisteme etkilerinin küçük olmasından dolayı devre süresi ve yeşil süreler sabit tutulmuştur. Bu çalışmada da trafik hacmine göre ofset süre tasarımı yapılmıştır. İstatiksel hesaplamalar olan standart sapma ve normal dağılım veri üretiminde kullanılmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak sürücü tipi de bir parametre olarak kullanılmıştır. Bu parametre sürücü tiplerinin kavşakların boşalma hızlarına etkileri tespit etmek için kullanılmıştır. Hafif, orta ve şiddetli şekilde 3 adet tıkanıklık durumu oluşturulup bunlara göre senaryolar oluşturulmuştur. Bütün parametreleri içeren bir algoritma geliştirilmiş ve bu algoritma ile farklı kavşak tiplerinde 600 adet simülasyon yapılmıştır. Geliştirilen algoritma ile oluşturulan ofset süreleri kullanılarak tıkanıklığın azaldığı, akımın arttığı gözlenmiştir [12].

2. SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ

Kavşaklardaki trafiğin yönetilmesinde sinyalizasyon sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Sinyalize kavşaklar, geçiş düzeninin ve sırasının, farklı anlamları olan ışıklı ve renkli işaretlerle sağlandığı kavşaklardır [5], [6]. Sinyalizasyon sistemleri, belirli süre içerisinde yaklaşım kollarına geçiş hakkı verdiğinden dolayı diğer kontrol sistemlerine göre daha az çakışma noktası oluşturur. Bunun yanında hem taşıt güvenliği hem yaya güvenliği hem de kavşak kapasitesinin artırılmasında önemli bir yer tutmaktadır.

Kavşaklarda kullanılan sinyalizasyon sistemlerinin hangi durumlarda gerekli olduğu yapılan bazı çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bu gereksinimler şu şekildedir:

- Tali kollardan gelen taşıtların anayola katılmak için gerekli boşluğu bulamaması,
- Kavşaklarda bulunan işaretlemelere rağmen, ulaşım güvenliğinin sağlanamadığı, sürekli benzer şekilde kazaların olması,
- Kavşaklardaki düzensiz hareketlerin beklemelere, tıkanıklıklara ve gecikmelere yol açmasından dolayı kavşak performansının azalmasına, yakıt ve zaman kaybına neden olması,
- Yayaların, emniyetli bir şekilde hareket edememesi,
- Kavşağın geometrik yapısının transit geçişlere uygun olmaması olarak sıralanabilir [13].

2.1. Trafik Sinyalizasyonunun Amacı ve Avantajları

- Kavşaklarda farklı yönlerden gelen akımlardan veya geometrik özelliklerden dolayı oluşan gecikme, kuyruklanmaları ve tıkanıklıkları önlemek,
- Taşıtların diğer taşıtlarla veya yaya akımları ile kesiştikleri noktalarda güvenli bir akım sağlamak ve kaza olasılıklarını azaltmak,
- Taşıt ve yaya yoğunluklarını dikkate alarak, akım yönlerine geçiş hakkı önceliği verirken optimum süre dağıtımını yapmak,

- Trafiğin yoğun olduğu bir yöndeki taşıtları zaman zaman durdurarak tali kollardaki taşıt ve yayalara da geçiş imkânı sağlamak [13].

2.2. Trafik Sinyalizasyonunun Dezavantajları

- Kollarda trafik olmadığı zamanlarda gereksiz gecikmelere sebep olur.
- Gereksiz gecikmeler sonucu, kırmızı ışık ihlalleri ve bunun sonucu olarak trafik kazaları meydana gelir.
- Arkadan çarpma tipi kazalarda artışların görülmesine neden olur.

Sinyalizasyon sistemlerinin en önemli dezavantajı kavşaklarda meydana gelen gecikmedir. Sinyalize kavşaklardaki gecikme, bir taşıtın bir kavşaktan sinyalizasyon sistemi olduğunda geçmesi için gereken zaman ile sinyalizasyon sistemi olmadığında kavşaktan durmadan geçmesi arasındaki zaman farkı olarak hesaplanır [13].

2.3. Sinyalizasyon Türleri

Sinyalizasyon sistemleri, izole sinyalizasyon sistemleri ve koordineli sinyalizasyon sistemleri olmak üzere iki gruba ayrılır.

2.3.1. İzole Sinyalizasyon Sistemi

Çevresinde bulunan sinyalizasyon sistemleriyle entegre olmadan tek başına çalışan sinyalizasyon sistemidir. Bu sistem sabit zamanlı, trafik uyarımlı, yaya uyarımlı, el ile kumandalı olmak üzere 4 türde gerçekleştirilebilir.

2.3.1.1. Sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi

Kavşağa farklı yönlerden gelen taşıt ve yayaların önceden tayin edilen sürelerle göre uygun sıra ile geçiş hakkı veren sistemlerdir. Bu süreler ortalama akım verilerine göre verilir. Bundan dolayı bu tarz sistemlerde istatistiki veriler önem arz etmektedir.

2.3.1.2. Trafik uyarımlı sinyalizasyon sistemi

Devre süresi, kırmızı ve yeşil ışık sürelerinin kavşak kollarına yerleştirilen detektörler yardımıyla belirlendiği ve trafik akımına göre uyarlandığı sinyalizasyon sistemleridir. Bu sistemler yarı, tam ve yaya uyarımlı olarak üç şekilde uygulanabilir .

Yarı uyarmalı sistemlerde, tali kollara yerleştirilen detektörler ile kola gelen taşıt sayısının belirli bir seviyeye ulaşmasından sonra ana koldaki trafik akışı durdurulup, tali koldaki taşıtlara geçiş hakkı verilir. Tali yollardaki bekleme süresinin belirsiz veya çok uzun olması, sürücülerin trafik ışıklarına uymamaları nedenleriyle belirsiz durumlar oluşturmakta ve diğer sistemlere göre kazaların meydana gelme olasılığı artırmaktadır. Tam uyarmalı sistemlerde, kavşaktaki tüm kollara yerleştirilen detektörler, trafik akımında meydana gelen tüm değişimleri kaydeder. Bu tip sistemler, kollara verilecek sinyal sürelerini ve faz düzenini otomatik olarak ayarlayan sistemlerdir. Yaya uyarmalı sistemlerde ise yaya akımının az olduğu saatlerde, taşıtlara sürekli geçiş hakkı verilen saatlerde, yayaların butonlar yardımıyla geçişinin düzenlendiği sinyalizasyon sistemleridir.

2.3.1.3. El ile kumandalı sinyalizasyon sistemi

Taşıt ve yaya uyarmalı sistemlerin birleşimi olan sistemde, eğer gün içerisinde trafik akımında değişimler oluştuysa sabit zamanlı olarak düzenlenen sinyalizasyon sistemlerinin süreleri uzaktan RF, bluetooth, GPRS kumanda yardımı ile düzenlenen sistemlerdir [5].

2.3.2. Koordineli Sinyalizasyon Sistemleri

Koordineli sistemler, belli mesafede bulunan kavşakların farklı yönlerle birlikte çalıştırıldıkları sistemlerdir. Bu sistem, Bölüm 2.4'te detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.4. Koordineli Sinyalizasyon Sistemleri

Ana kol üzerindeki birbirine yakın iki veya daha fazla sayıdaki kavşağın, gecikmeleri azaltmak ve mümkün olan maksimum sayıdaki taşıtın durmadan geçmesini sağlamak için birbiriyle koordineli çalışan sinyalizasyon sistemidir [5], [14].

Koordineli sistemler, genellikle ana kol üzerindeki kavşaklardan, tali kol trafiğine de yeterli geçiş hakkı tanıyarak, birim zamanda mümkün olan en yüksek sayıda taşıtın durmadan geçirilmesi için düzenlenirler. İzole sinyalizasyon sisteminde olduğu gibi, koordine sinyalizasyon sistemi de dört değişik biçimde uygulanabilmektedir:

- Senkronize Sistem
- Alternatif Sistem

- Progresif Sistem
- Arazi Trafik Kontrol Sistemi [14].

2.4.1. Koordineli sistemlerin avantajları

Koordineli sistemlerin trafikte uygulanan kavşak koridorlarına sağladığı birden çok avantaj vardır. Bu avantajlardan en önemlileri aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

- Yakıt tasarrufu sağlanır.
- Karbon emisyonunun azalması sağlanır.
- Gürültü kirliliği azaltılır.
- Yollarda tayin edilen hızın sürdürülebilmesini sağlar.
- Taşıtların kümeler halinde hareketlerini sağlayarak trafik kontrolünü kolaylaştırır.
- Trafikte daha az taşıtın durması sağlanır [14].

2.4.2. Koordinasyon sisteminin amacı

Kavşakların koordineli çalıştırılması için birden fazla nedeni ve amacı vardır. Bunlardan başlıca nedenleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. Minimum gecikme veya durmaksızın hareketin temin edilebilmesi
2. Gecikme ve durma kombinasyonunun minimumunun sağlanması
3. Band genişliğinin maksimumunun sağlanması

Koordineli sistemler, koridoru kullanacak taşıtların gecikme ve durma sürelerini minimum hale getirmek için tasarlanır. Bu amacın yanında sinyalizasyon sistemlerinde band genişliklerini maksimum yapmayı amaçlayarak kavşaklardan durmaksızın daha fazla taşıtın geçmesini sağlanmaktadır [14].

2.4.3. Koordinasyonun faydasını azaltan durumlar

Koordinasyon sistemlerinin trafiğe faydalarını azaltacak nedenler aşağıda sıralandı.

- Yetersiz yol geometrisi
- Çok fazlı sistemleri gerektiren kavşakların bulunması

- Yol kenarında park etme, yükleme boşaltma, çok giriş çıkış, mevcut otobüs durakları, sağ şeritteki taşıtların yavaş gitmesi
- Trafik hızlarındaki çok fazla değişkenlik
- Kavşaklar arasındaki mesafenin çok kısa ya da çok uzun olması
- Tali kollardan ya da tali kola çok fazla dönüşlerin yapılması

Bir kavşak koridorunu tasarlamadan önce gerekli fizibilite çalışması yapılmalıdır. Aksi halde tasarım aşaması ne kadar başarılı olursa olsun yukarıda belirtilen nedenler göz ardı edilirse sahada bir o kadar başarısız olur [14].

2.4.4. Koordineli Sistem Parametreleri

Bu bölümde, koordineli sistemlerin tasarımı sırasında kullanılan parametreler sırasıyla açıklanmıştır.

2.4.4.1. Ofset Süresi

Bir kavşağın koordine olan yaklaşım kolunda yeşil fazın başlangıç süresi ile diğer kavşakta koordine olan yaklaşım kolundaki yeşil fazın başlaması arasında geçen süreye ofset ya da kayma süresi denir [6]. Ofset süresi genellikle 0 ile devre süresi arasında bir değer alır. Tasarım yapılmadan önce başlangıç kavşağı yani master kavşak seçilir. Bu seçilen kavşak sıfır noktası olarak kabul edilir. Master kavşak belirlendikten sonra kuyruklanmanın olmadığı sistemlerde maksimum bant genişliği, minimum gecikme ve minimum duruşlar için istenen ideal ofset aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$t_{ideal} = L/S \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Burada;

t_{ideal} = İdeal Ofset Süresi (s)

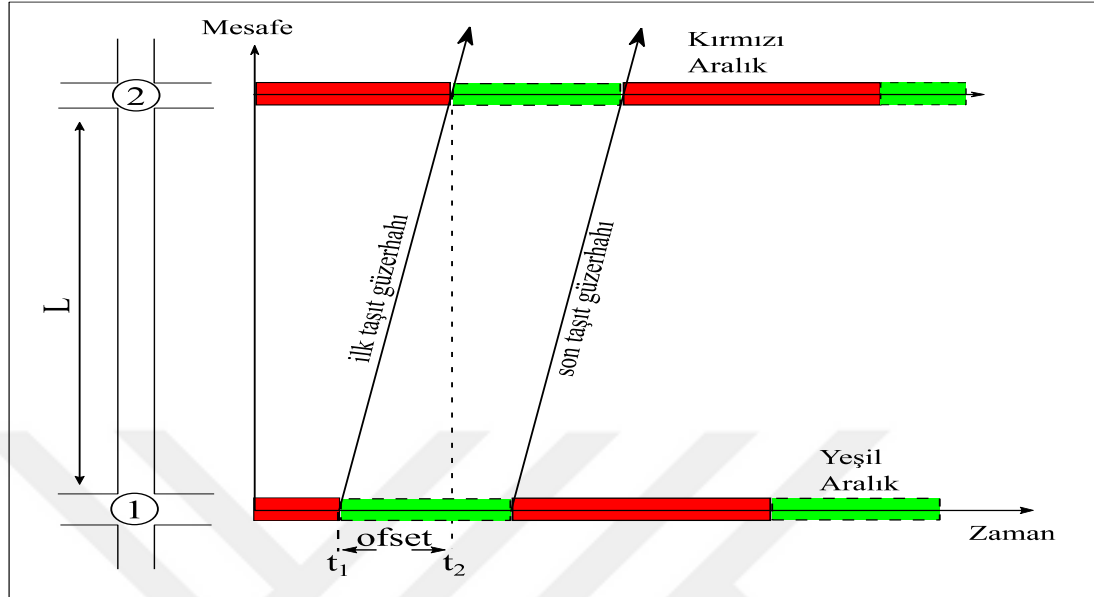
L = Kavşaklar arası mesafe (m)

S = Taşıtların ortalama seyahat hızı (m/s) [6].

2.4.4.2. Mesafe-Zaman Diyagramı

Mesafe-zaman diyagramı birinci kavşaktan çıkan ilk taşıtın ikinci kavşağa varma süresi ve son taşıtın ikinci kavşağa varış süresi yardımıyla çizilen bir diyagramdır. Bu

diyagramda art arda gelen kavşakların sinyal sürelerini, aralarındaki mesafeyi, bant genişliği gibi verileri gösteren koordineli kavşak tasarımı yapmada yardımcı olan bir diyagramdır.



Şekil 2.1. Tek yönlü mesafe-zaman diyagramı [6].

Şekil 2.1’de 1 ve 2 noktası olarak ifade edilen iki kavşak gösterilmektedir. Diyagram üzerinde koyu siyah çizgiler kırmızı ışık sürelerini, düşey eksen ise 1 ve 2 kavşakları arasındaki mesafeyi göstermektedir. 2 kavşağından çıkan ilk taşıt ile son taşıtın 2 kavşağına varma süreleri arasındaki süre bant genişliğini göstermektedir. 1 ve 2 kavşaklarının yeşil ışık başlangıç süreleri arasındaki fark, iki kavşak arasındaki ofset süresini vermektedir.

$$t_{offset} = t_2 - t_1 \quad (2.2)$$

t_{offset} = Tasarım ofset süresi

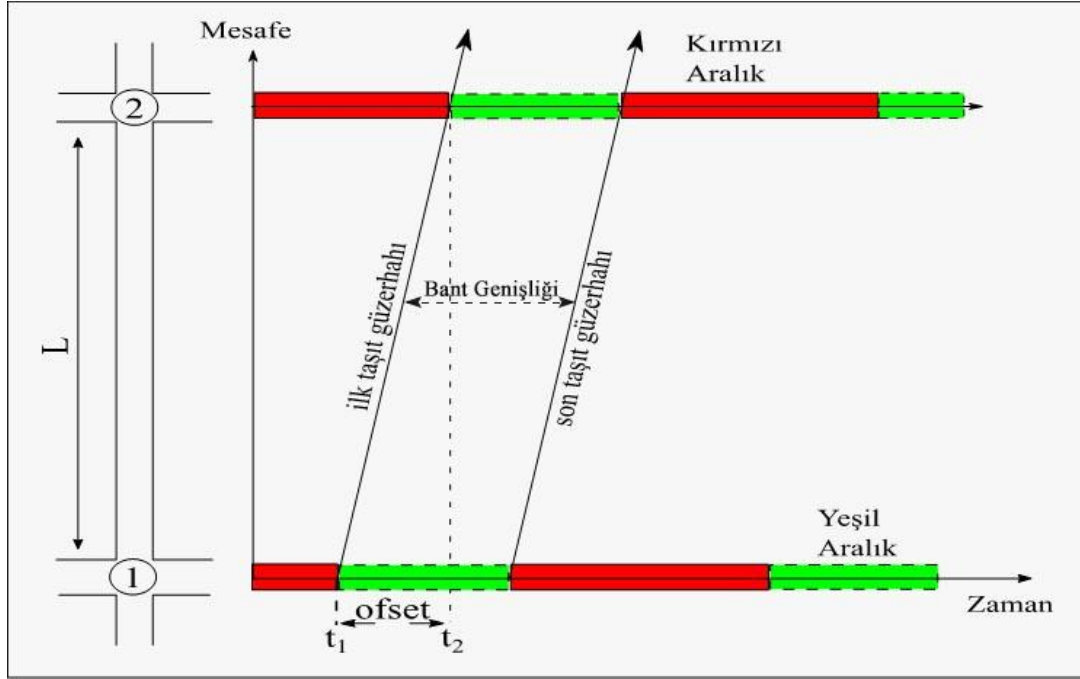
t_2 = 2 nolu kavşakta yeşil ışık süresinin başlama zamanı

t_1 = 1 nolu kavşakta yeşil ışık süresinin başlama zamanı [6].

2.4.4.3. Bant genişliği

İki kavşak arasında hareket eden taşıtlardan o kavşaklardan duraksamadan geçen ilk taşıt ile son taşıt arasındaki süre bant genişliği olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2.3’te 1 noktasından yeşil süresinin başlangıcında belirlenen hız ile hareket eden taşıt, 2 noktasına yeşil sürenin başlangıcında varacaktır. 1 nolu kavşaktan yeşil sürenin son

anından geçen taşıt yine belirlenen tasarım hızıyla 2 nolu kavşağın yeşil süresinin sonunda geçecektir. Böylelikle bant genişliğini oluşturulmuş olacaktır. Optimum ofset süresinin uygulandığı durumlarda bant genişliği ikinci kavşağın yeşil süresine eşit olacaktır. Bant genişliğinin verimliliği, bant genişliğinin devre süresine oranı ile hesaplanır.



Şekil 2.2. Tek yönlü sistemlerde bant genişliği

$$EFFBW = \left(\frac{BW}{C} \right) * 100 \quad (2.3)$$

Denklemleri ile hesaplanır. Burada;

EFFBW= Bant genişliği verimliliği (%)

BW=Bant genişliği (s)

C= Devre süresi (s) [6].

Genelde bant genişliği etkinliği %40- %55 arasında olması iyi olarak kabul edilir. Bant genişliği, çalışılan yöndeki minimum yeşil süreden az olamaz. Bant genişliği etkinliği ofset süresi ile ilişkilidir. Optimum ofset süresinin değiştirilmesi bant genişliği etkinliğini de değiştirecektir. Genel anlamda, koordineli çalışan bir sistemde durmadan geçebilen taşıt sayısına bant genişliği kapasitesi denir. Bant genişliği kapasitesi Denklem (2.4) ile hesaplanabilir.

$$CBW = \frac{3600 * BW * NL}{C * h} \quad (2.4)$$

Burada;

C_{BW} =Bant genişliği kapasitesi

BW= Bant genişliği kapasitesi (taşıt/saat)

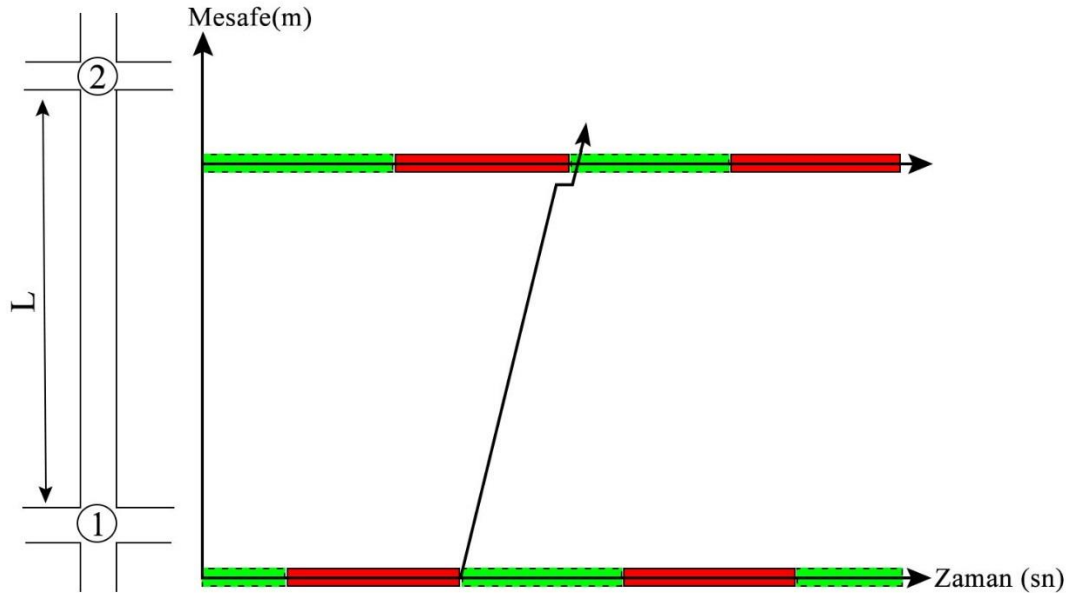
N=Belirtilen yöndeki şerit sayısı

C=Devre süresi (s)

h=doğru akım takip aralığı [6].

2.4.4.4. Kuyruklanmanın ofset süresine etkisi

Koordineli çalışacak kavşaklarda ofset süresi hesaplanırken kavşaklarda kuyruklanmanın olmadığı kabul edilerek hesaplanır. Fakat gerçek hayatta bunun pek bir karşılığı yoktur. Kavşakta kuyruklanma oluşması taşıtların ortalama seyahat hızını etkileyeceğinden dolayı olarak koordinasyonun verimliliğini de düşürecektir. Kuyruklanma genelde koordine olmayan tali koldan gelen taşıt katılımlarından, yetersiz yeşil ışık sürelerinden ve diğer trafik akışını engelleyen etkenlerden kaynaklanır [8].



Şekil 2.3. Kuyruklanmanın olduğu koordineli sistemlerde mesafe-zaman diyagramı

İdeal ofset süresine kuyruklanmanın etkisini eklemek için denklem (2.5) kullanılır.

$$t_{ideal} = \frac{L}{S} - (Q * h + l_1) \quad (2.5)$$

t_{ideal} = düzeltilmiş ideal ofset (s)

L = kavşaklar arası mesafe (m)

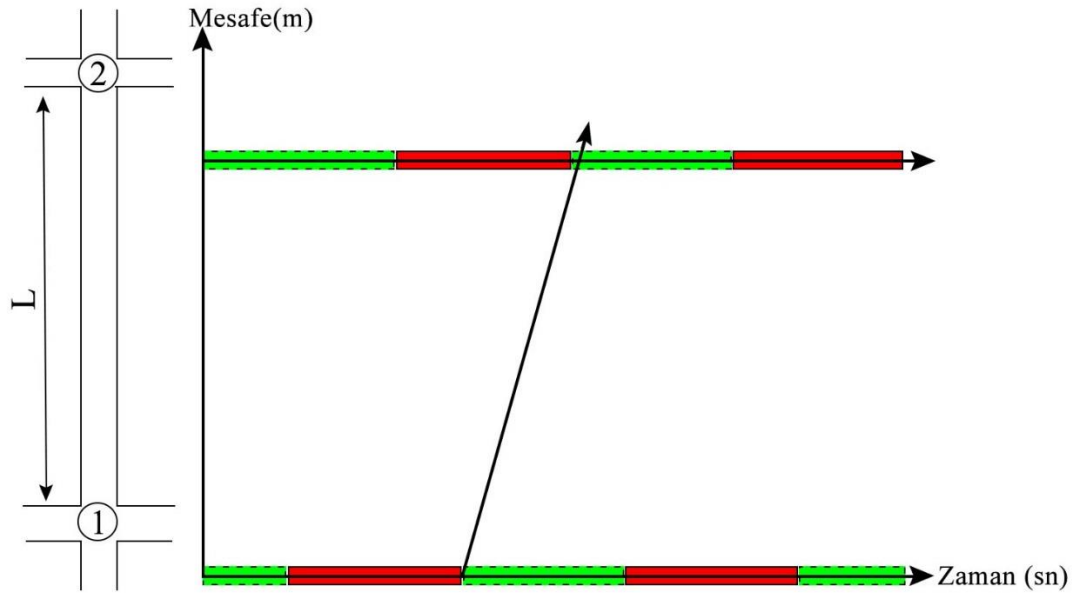
S = hız (m/s)

Q = Kuyrukta bekleyen şerit başına taşıt sayısı

h =doygun akım takip aralığı (s/taşıt)

l_1 = ilk kalkış kaybı (s)

Düzeltiliş ideal ofset süresi sonrası, birinci kavşaktan harekete başlayan taşıtların, ikinci kavşağa varan taşıtların koridor içerisindeki hareketini şekil 4'te göstermektedir [8].



Şekil 2.4. Kuyruklanma düzeltmesi sonrası ideal ofset süresine bağlı mesafe – zaman diyagramı [8].

2.4.4.5. Senkronize sistem

Senkronize sistem, koridor üzerinde bulunan bütün kavşaklarda ana kola aynı ışık süresi ve aynı tür ışığın yakılması ile çalışan bir sistemdir [16]. Mevcut trafik akışına uyması zor bir sistemdir. Sürekli akışa engel olduğu için koridorun kapasitesini azaltır. Yetersiz zaman ayarlarından dolayı tıkanıklara ve kuyruklanmalara sebep olmaktadır. Sürücülerin kırmızı ışığa takılmamaları için hız dağılımları arasında büyük farklara

sebeptir. Bu nedenle genel olarak tavsiye edilmeyen bir sistemdir. Bütün kavşakların sinyalizasyon sistemli, kavşaklar arasının kısa ve ana kola daha fazla yeşil sürenin bırakılması gereken durumlarda kullanılan sistemlerdir [15]. Senkronize sistemler, özellikle koridor yönetiminde, trafiğin daha dengeli ve düzenli bir biçimde koridor boyunca kavşaklara dağıtılabilmesi amacıyla kullanılabilir. Senkronize sistemlerde kullanılacak taşıt seyahat hızı denklem (2.6)'da belirtilmiştir.

$$V = L/C \quad (2.6)$$

V = seyahat hızı (m/s)

L = kavşaklar arası mesafe (m)

C = devre süresi (s) [15].

2.4.4.6. Alternatif sistem

Alternatif sistemde, bir ana yol boyunca birbirini izleyen ardışık kavşaklarda birbirlerine zıt ışıklı sinyaller atanır. Alternatif sistemin amacı, taşıtların iki kavşak arasındaki uzaklığı, devre süresinin yarısı kadar zamanda almalarını sağlamaktır. Böylece taşıtlar, ana yol boyunca belirli bir hızda seyretmelerini gerçekleştirmektedir.

Bu sistemin arazide başarıyla uygulanabilmesi için, kavşaklar arasında belirli bir mesafenin olması ve birbirini izleyen kavşaklar arasındaki uzaklıkların çok farklı olmaması gerekmektedir.

Kavşaklar arasındaki mesafelerin alt ve üst sınırları devre içerisindeki yeşil ve kırmızı süreler ile taşıtlar için öngörülen ortalama seyahat hızına bağlıdır. Alternatif sistemlerde, seyahat hızı hesabı denklem (2.7)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$V = \frac{2 * L}{C} \quad (2.7)$$

V = seyahat hızı (m/s)

L = kavşaklar arası (m)

C = devre süresi (s) [14].

2.4.4.7. Progresif (kesintisiz) sistem

Progresif sistemde, ana yol üzerinde buluna bütün kavşakların sinyalizasyon sistemlerinde devre süreleri aynıdır. Ayrıca gerekli yeşil süreler, proje hızına uygun olarak seyreden bir taşıtın bütün kavşaklardan takılmadan geçebileceği biçimde tasarlanır.

Bu sistemlerde özellikle belirli hız limitleri dışına çıkmadan seyreden taşıtların koridor üzerinde birbiri ardınca gelen her kavşakta durmadan geçiş hakkı elde edebilmeleri için, zaman–mesafe diyagramında, içinde bulunmaları gereken bir alan vardır. Bu alana yeşil dalga denir. Yeşil dalga sistemi, koridor içinde seyreden bir taşıtın her kavşakta kesinlikle yeşil ışıklı sinyal bulması yönünde tasarlanır [16].

$$T_{ofset} = \frac{L}{V} \quad (2.8)$$

Tofset = Ofset süresi (s)

L = Sinyal aralığı (m)

V = hız (m/s)

Basit ve esnek olmak üzere progresif sistem iki farklı şekilde uygulanır. Basit progresif sistem, her iki yön trafiği için uygun bir sistemdir fakat bu sistemde gün içinde trafik şartlarına göre zaman ayarlarını değiştirmek imkansızdır. Yani, ışık süreleri her kavşakta başka olmakla birlikte aynı kavşak için bütün gün aynıdır. Bu yüzden, trafik akımlarının dengeli olduğu bazı şartlar ve saatlerde uygun olarak kullanılabilir. Esnek progresif sistemde ise, otomatik olarak devre süreleri ve ışık süreleri her kavşakta ve günün muhtelif saatlerinde değişik olabilir. Devre süresi ve ışıkların süreleri maksimum fayda sağlayacak şekilde trafik şartlarına göre değişebilir [15].

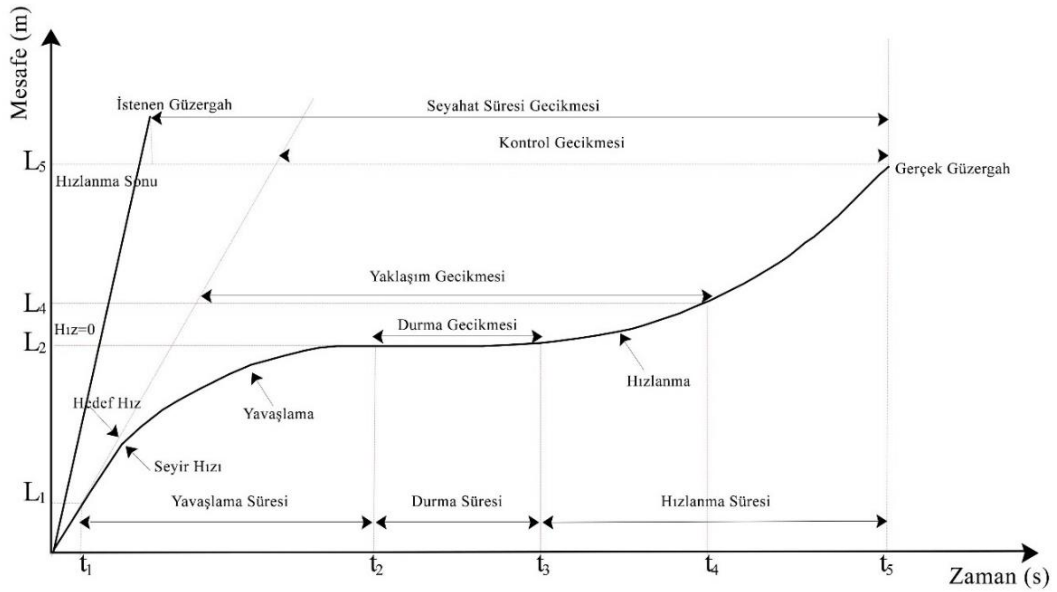
2.5. Kavşak Performans Ölçütleri

Kavşakların performanslarını değerlendirmek için gecikme, kuyruklanma ve durma sayısı olmak üzere 3 ana ölçüt ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, gecikme performansı üzerinde durulmuştur.

2.5.1. Gecikme

Gecikme, sinyalizasyon kavşak yaklaşım kollarındaki taşıtların kavşağın geometrik özellikleri, kavşak yaklaşımındaki diğer taşıtlar ve kavşaktaki sinyalizasyon sistemleri nedeni ile kaybettiği zamandır [17]. Bu parametre, kavşakların hizmet düzeylerinin ve işletim performanslarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Gecikme parametresi yavaşlama, durma ve hızlanma gecikmesi olarak isimlendirilen üç farklı bileşenden oluşmaktadır. Kavşaktaki ortalama gecikmenin tespit edilebilmesi için tüm yaklaşım kollarındaki taşıtlara ait bu üç bileşenin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir [18].

Kontrol gecikmesi yavaşlama, durma ve hızlanma gecikmesi olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır [17]. Yavaşlama gecikmesi, kavşaktaki sinyalizasyon sistemine yaklaşan taşıt sürücüsünün, hızını azaltmaya başladığı andan itibaren, sinyalizasyon sistemi nedeni ile durmaya başladığı ana kadar geçen zaman dilimi olarak tanımlanmaktadır. Durma gecikmesi, taşıtın kırmızı sinyal gösterimi boyunca statik olarak kaldığı zaman dilimi olarak tanımlanırken, hızlanma gecikmesi ise sinyal gösterimi kırmızıdan yeşile döndükten sonra taşıtın tekrar önceki seyir hızına ulaşabilmesi için gereken zaman periyodu olarak tanımlanmaktadır [17]. Sinyalizasyon kavşak yaklaşım kolundaki bir taşıtın yörünge diyagramı ve gecikme bileşenleri Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Gecikme türleri [18]

2.5.2. Gecikme Türleri

Gecikme türleri, Şekil 2.5'te gösterildiği gibi durma gecikmesi, yaklaşım gecikmesi, kuyruk gecikmesi, kontrol gecikmesi ve seyahat süresi gecikmesi olarak 5 grupta incelenmektedir.

2.5.2.1.Durma gecikmesi

Taşıtların kırmızı ışıktaki kuyrukta geçirdiği süredir. Ortalama durma gecikmesi ise gözlenen tüm taşıtların ortalama durma gecikmesi olarak tanımlanır.

2.5.2.2. Yaklaşım gecikmesi

Durma gecikmesini de kapsayan bu gecikme, taşıtların kavşağa yaklaşırken ve uzaklaşırken yaşanan zaman kayıplarının da eklenmesiyle tespit edilir.

2.5.2.3. Kuyruk gecikmesi

Taşıtların kuyruğa katılmasından, dur çizgisini geçmesi arasında kalan kayıp süredir.

2.5.2.4.Kontrol gecikmesi

Kavşakta bulunan kontrol sisteminden dolayı oluşan gecikmedir. Yaklaşık olarak kuyruk gecikmesi ve yaklaşım gecikmesinin toplamıdır.

2.5.2.5.Seyahat süresi gecikmesi

Bu süre sürücünün beklediği seyahat süresi ile gerçekte oluşan seyahat süresi farkıdır. Bu tanım nadiren kullanılır. Psikolojik bir tanımdır [18].

3. SİMÜLASYON

Simülasyon, teorik ya da gerçek bir sistem, bilgisayar ortamında matematiksel ve mantıksal olarak modellendikten sonra bu sistemin performansını ölçmek veya mevcut durum dışından farklı durumları değerlendirmek amacıyla kullanılan sayısal bir modeldir [8]. Simülasyon gerçek dünya içerisindeki bir işlemin veya sistemin zamana bağlı taklididir. Gerçeklere ve varsayımlara dayalı olarak belirsizlik koşulları altında seçenekleri değerlendirmek için, gerçek karar vermeyi temsil eden ve bilgisayara programlanmış matematiksel bir model kullanan nicel bir tekniktir [19].

Bir diğer tanımla simülasyon, gerçek hayatı bilgisayar ortamında yeniden canlandırma tekniğidir. Gerçek bir sisteme ait verileri kullanarak oluşturulan modelin değişik koşullar altında analizlerinin yapılmasını sağlar. Simülasyon çalışmalarında uygulanan iki adım vardır. Bunlar; model tasarımı ve deneylerdir. Simülasyon davranışı ilk olarak bir model tasarımını gerekli kılar; bu model seçilmiş fiziksel veya somut sistem ya da sürecin anahtar karakteristik özelliklerini veya davranış fonksiyonlarını temsil eder. Model sistemin kendisini temsil ederken, diğer taraftan simülasyon sistemin zamana bağlı çalışmasını temsil eder. Model tasarlandıktan sonra ikinci aşama olan deneyler kısmına geçilir.

Tasarlanan modellerin bilgisayarda analizleri yapılırken dikkat edilmesi gereken temel özellikleri:

- 0 ile 1 arasında üniform $U(0,1)$ dağılışımdan şans sayısı tüketimi,
- Bilinen bir olasılık dağılışımdan şans değerlerinin tüketimi,
- Simülasyon saatinin çalıştırılması,
- Uygun simülasyon bloklarına geçişte kontrol sisteminin kurulması,
- Simülasyon listesine kayıt ekleme, kayıt çıkarma olanakları,
- Uygun veri analiz yöntemlerinin kullanımı,
- Sonuçların yazdırılması,
- Hataların izlenmesi [8], [20].

3.1.Kullanım Alanları

Simülasyon, teknolojinin gelişmesiyle birlikte birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Simülasyon programları, projede yapılacak yeniliklerin uygulamadan önce düşük maliyetle sonuçlarını görmeyi sağlar. Bu nedenden dolayı simülasyon tekniği birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır. Düşük maliyetli oluşunun yanında, yüksek hesaplama kabiliyeti, sürekli gelişmesi, simülasyonun yöneylem araştırmalarında ve sistem analizlerinde en çok kullanılan metotlardan birisi olmasını sağlamıştır [8], [18].

Simülasyon tekniğinde amaca uygun bir sayısal model geliştirildikten sonra, başlangıç koşullarının, parametrelerin ve dışa bağımlı değişkenlerin değerleri verilerek zaman içinde sürecin davranışı belirlenmeye çalışılır. Bu teknikle beraber zaman içerisinde belirlenen parametrelerle birlikte değişimler önceden tespit edilir [19].

Özel simülasyon programlarının en çok kullanılan alanlardan biri de taşıt trafiğidir. Mevcut şartları simülasyon programlarına veri olarak girdikten sonra; yol tasarımlarını, kullanılacak sinyalizasyon sistemlerini, ileriki zaman içerisinde oluşacak olumsuzlukları analiz edip uygulama aşamasından önce gerekli tasarımların yapılmasına ve önlemlerin alınmasına olanak sağlar.

Simülasyon aşağıdaki amaçlar için kullanılabilir:

- Karmaşık sistemlerin alt sistemlerini veya sistemlerin içindeki etkileşimleri incelemek için yapılan deneyleri ve çalışmaları olanaklı hale getirir.
- Çevresel ve organizasyonel değişikliklerin etkisi bir model üzerindeki simülasyon yöntemiyle incelenebilir.
- Modelin farklı etkenler ve değişkenler altında göstermiş olduğu tepkiler incelenebilir. Hangi etkenin daha önemli olduğu ve değişkenlerin birbirlerini nasıl etkiledikleri hakkında bilgi edinilir.
- İncelenen sistemlerde gelecekteki iyileştirme çalışmaları açısından simülasyon modelinin dizaynı aşamasında edinilen bilgi büyük değer taşımaktadır.
- Girdilerin değiştirilmesi ve sonuçların incelenmesi değişkenlerin önem derecesi ve birbirleriyle ilişkileri hakkında bilgi verir.

- Olacakları önceden tahmin etmek için, yeni dizaynların ve politikaların uygulamadan önce test edilmesinde simülasyon kullanılabilir.
- Analitik sonuçları doğrulamak için simülasyon kullanılabilir [8], [19].

3.2. Simülasyonun Avantajları

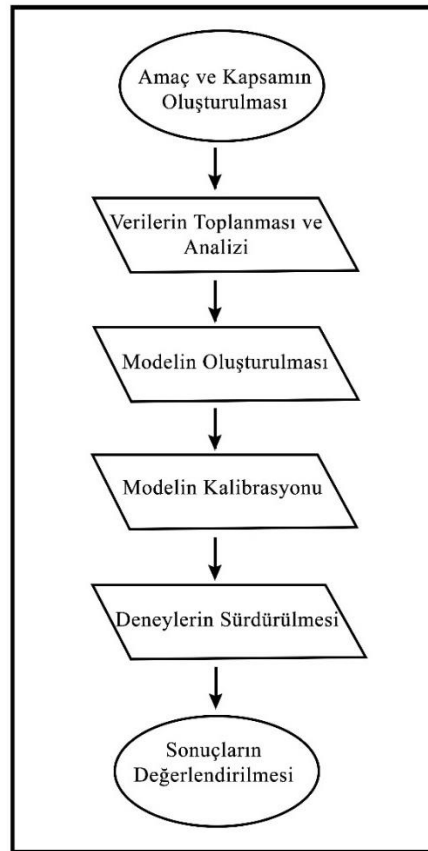
Simülasyon kullanmanın çeşitli avantajları aşağıdaki maddelerde belirtilmiştir:

- Sistemin modeli kurulduktan sonra farklı durumların analizi için istenildiği kadar kullanılabilir.
- Karmaşık yapıdaki gerçek sistemleri analitik olarak inceleyerek matematiksel modellerin kurulmasındaki güçlüklerin ortadan kaldırılmasını sağlar.
- Simülasyon yöntemleri, sistem verilerinin detaylı olmadığı durumlarda elverişlidir.
- Simülasyon modeli üzerinde daha sonra yapılacak analiz için veri, çoğu kez gerçek hayatta olduğundan daha ucuz elde edilir.
- Simülasyon; yeni politikalar, parametreler veya çalışma koşullarının denemesine imkân sağlayarak sistem performansının bu yeni koşullar için tahminini sağlar.
- Simülasyon, bir sistemdeki karmaşık eylemleri analiz etme ve bunlar üzerinde deney yapma olanağı sağlar.
- Simüle edilen sistemin ayrıntılı gözlemlenmesi, daha iyi anlaşılması, daha önce görülmemiş eksikliklerin giderilebilmesi, daha etkin fiziksel ve operasyonel sistemin kurulmasını sağlayabilir.
- Simülasyon, değişik koşullar altında sistemin nasıl olacağı hakkında çok az veya hiçbir veriye sahip olmadığımız yeni durumlar üzerine deney yapma amacıyla kullanılabilir.
- Simülasyon analitik çözümlerin doğruluğunu gerçeklemek üzere kullanılabilir.
- Simülasyon ile dinamik sistemlerin gerçek zamanı, daraltılmış veya genişletilmiş süre içinde incelenebilir.
- Farklı tasarımlarının birbiri ile karşılaştırılmasını mümkün kılar.
- Simülasyon, analistleri daha geniş düşünmeye zorlar [19].

3.3.Simülasyonun Dezavantajları

Simülasyon kullanmanın bölüm 3.2’de belirtilen avantajlarının yanında birden çok dezavantajları da bulunmaktadır. Dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Modelin gereğinden fazla detaylandırılması
- Başlangıçta pahalı ve zaman alıcı olabilir.
- Simülasyon modelleri, probleme en iyi çözümü bulmak yerine alternatif çözümleri karşılaştırır.
- Kurulan modelin geçerliliği çok iyi test edilmelidir ki aksi durumda yanlış kararlara sebebiyet vererek istenmeyen maliyetler ortaya çıkabilir.
- Araştırmacılar simülasyon tekniğini öğrendikten sonra onu analitik yöntemlerin daha uygun olduğu durumlarda da kullanma eğilimindedir.
- Performans değerlendirme için yanlış ölçütlerin kullanılması sonucu olumsuz etkileyebilmektedir [19].



Şekil 3.1. Simülasyon aşamaları [19]

3.4. CORSIM Mikro Simülasyon Programı

CORSIM; otoyol sistemlerinin, kent içi sistemlerinin ve kavşak koridorlarının bilgisayar ortamında tasarlanıp analizlerini yapmak için kullanılan mikroskobik bir trafik simülasyon yazılım paketidir. CORSIM ile tasarlanan bir karayolu için birden çok alternatif kıyaslanıp, avantaj ve dezavantajları tespit edilebilir.

CORSIM, tüm trafik ortamını temsil eden iki mikroskobik simülasyon modelinden oluşan entegre bir setten oluşur. Bu set, CORSIM programını oluşturan NETSIM ve FRESIM yazılımlarıdır. NETSIM, kent içi cadde ve sokaklardaki trafiği modellemek için kullanırken, FRESIM ise otoyolları modellemek için kullanılır. Mikroskobik ve zaman esaslı bir simülasyon olan CORSIM, birçok geometrik koşulların, sürücü davranışını ve tek tek taşıtların hareketlerini içeren teorilere dayanmaktadır. CORSIM, bağlantı-düğüm ağ modelini temel almaktadır [21].

Corsim stokastik bir modeldir. Sürücü ve yaya davranışlarını modellemek için rastgele süreçler içerir. Model, belirli girdi parametreler kümesi içinde rastgele çıktılar üretir. [18]. Çıktı olarak gecikme süreleri, düğüm noktaları arasındaki seyahat hızları, emisyon ve yakıt miktarı gibi verileri sunmaktadır. Bu verileri TSIS'in çıktı işlemcisi olan TRAFU ile sağlamaktadır. TRAFU, ağı grafiksel olarak görüntülemek ve performansını değerlendirmek için kullanır (Bloomberg ve Dale, 2000). TSIS (Traffic Software Integrated System) ise kullanıcıların trafik işlemleri analizi yapmasını sağlayan, Windows tabanlı bir ara yüze sahip, entegre bir geliştirme ortamıdır. Bir bileşen mimarisi kullanılarak oluşturulan TSIS, kullanıcının dahili taşıt setini özelleştirmesine, trafik analizi projelerini tanımlamasına ve yönetmesine, trafik simülasyonu analizi için girdiler oluşturmaya, trafik simülasyon modellerini yürütmesine ve bu modellerin sonuçlarını yorumlamasına imkân sağlamaktadır [22].

3.4.1.Corsim'in Tarihçesi

CORSIM'in temelleri 1970'lerin başında NETSIM, Kentsel Trafik Kontrol Sistemi (UTCS-I) adı altında geliştirilmesi ile atılmıştır. Bu program Federal Karayolu İdaresi (FHWA) yönetimi altında gelişti ve daha sonra NETSIM olarak yeniden adlandırıldı. FRESIM önceki modeli olan INTRAS (Entegre Traffic Simulation) modelinin geliştirilmiş ve yeniden programlanmış bir versiyonudur. FRESIM, daha karmaşık otoyol geometrisini simüle eder ve bir otoyoldaki trafiğin INTRAS'a göre

daha gerçekçi bir temsilini sağlar. 1990'larda NETSIM ve FRESIM, 1994 yılında CORSIM'i oluşturmak için birleştirildi ve CORSIM'in ilk halka açık sürümü 1998'de gerçekleşti. Yıllar boyunca FHWA, TSIS-CORSIM ve çeşitli bileşenlerinin geliştirilmesi için önemli finansman sağladı. CORSIM'in geliştirilmesine çok sayıda üniversite ve yazılım şirketi de katılmıştır. CORSIM daha da geliştirilmeye devam ediliyor ve şu anda geliştirme çalışmaları Florida Üniversitesi McTrans Merkezi tarafından sürdürülüyor [22].



4. DİFERANSİYEL GELİŞİM ALGORİTMASI

Diferansiyel Gelişim Algoritması (DGA), Price ve Storun tarafından 1995 yılından geliştirilen bir meta-ezgisel optimizasyon algoritmasıdır. Popülasyon tabanlı olup işleyiş ve operatörleri itibarıyla genetik algoritmaya dayanmaktadır. Özellikle sürekli verilerin olduğu problemlerde kullanılırken kesikli problemlerde de kullanılabilen algoritma, hızlı, basit bir yapıya sahiptir [23].

DGA; doğrusal olmayan, çok boyutlu ve çok sayıda yerel minimuma sahip fonksiyonların optimum parametrelerini bulmak için kullanılan güçlü bir tekniktir. Yeni bireyler elde ederken popülasyona takılı kalmayıp tek tek kromozomlar operatörlere tabii tutulur. Operatörler, tüm popülasyona sırayla uygulanır. Kromozomlar arasındaki benzerliklerden faydalanıp, aynı anda birden çok noktada araştırma yapıp daha iyi çözümler elde edilmeye çalışılır. DGA çalışma prensibi olarak GA ve karınca kolonisi algoritmaları gibi sezgisel algoritmalarından farklı olup, kromozomlar arasındaki sadece benzerliklerden değil farklılıklardan da yararlanarak yeni bireyler üretmektedir. GA'dan bir diğer farkı değişkenler gerçek değerleriyle temsil edilirler. Bu işlemler sırasında genetik algortmada olduğu gibi mutasyon ve çaprazlama operatörleri kullanılır. Bu operatörler yardımıyla yeni birey oluşumu boyunca problemin çözümü için daha iyi sonuçlar araştırılmaktadır.

DGA başlatma, mutasyon, çaprazlama ve seçim olmak üzere dört temel operatörden meydana gelmektedir. İlk adım olan başlatma operatörü için en az dört olması gereken popülasyon sayısı seçilir. Bu adımda, üç vektör bir mutant popülasyon oluşturmak için kullanılırken kalan bir vektör hedef vektör olarak kullanılır. Algoritma çalışmaya başlarken ilk başta her parametre için alt ve üst sınırlar belirlenir ve sonrasında parametrenin başlangıç değerleri belirlenir. Denklem 4.1'de parametre vektör formu gösterilmektedir.

$$x_{i,G} = [x_{1,i,G}, x_{2,i,G}, \dots, x_{D,i,G}] \quad i = 1, 2, \dots, NP \quad (4.1)$$

NP : popülasyon büyüklüğü (kromozom sayısı) $NP \geq 4$ (1, 2, 3, ..., i)

$X_{i,G}$: Parametre vektörü

D : değişken sayısı (gen sayısı) (1, 2, 3, ..., j)

G : jenerasyon (1, 2, 3, ..., G_{max})

Başlatma operatöründen sonra mutasyon operatörü uygulanmaktadır. Mutasyon operatörü algoritmanın daha başarılı sonuç elde etmesini ve oluşan bireyler arasında haberleşmeyi sağlamaktadır. Mutasyon faktörü (F), 0 ile 2 arasında değer almaktadır. Denklem 3 kullanılarak mutasyon popülasyonu oluşturmak için popülasyon içerisinde üç farklı parametre vektörü seçilir ve popülasyon meydana getirilir.

$$v_{i,G+1} = x_{r1,G} + F (x_{r2,G} - x_{r3,G}) \quad i = 1, 2, \dots, NP \quad (4.2)$$

F : Mutasyon faktörü (0 2)

$v_{i,G+1}$: Mutant Vektörü

G : Jenerasyon

DGA'da üçüncü adımı çaprazlama operatörü kullanılır. Bu adımda iz vektörünün seçimi için çaprazlama işlemi yapılır. Denklem 4 ile ifade edilen çaprazlama sabiti ile karar verilir.

$$u_{j,i,G+1} = \begin{cases} v_{j,i,G+1} & \text{eğer } rand_{j,i} \leq CR \text{ veya } j = Z \\ x_{j,i,G+1} & \text{eğer } rand_{j,i} > CR \text{ veya } j \neq Z \end{cases} \quad (4.3)$$
$$i = 1, 2, \dots, NP \text{ ve } j = 1, 2, \dots, D$$

$u_{i,G+1}$: İz vektörü

$x_{j,i,G}$: G jenerasyonunda, i kromozomunun j parametresi (gen)

CR : Çaprazlama sabiti [0 1]

Z : Rastgele tam sayıdır [1 D]

D : Değişken sayısı [24].

Son adım ise yeni nesil parametre vektörünün seçilmesidir. DGA'da üretilen bireyler iterasyon boyunca varlıklarını devam ettirirler ve kendisinden türetilen daha iyi bir birey ile yer değiştirirler. Böylelikle başta istenilen sonuç elde edilmemiş olsa dahi ileriki aşamalarda operatörler yardımıyla daha iyi bireyler elde edilebilmektedir. Bu özellik diğer sezgisel yöntemlerden farklı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bireylerin daha iyi bireyler ile değiştirilmesiyle birlikte seçim operatörü de kullanılmaktadır. Seçim denklem 5 kullanılarak yapılmaktadır. İz vektörü hedef vektörden daha iyiyse

gerçek nesil olarak iz vektörü seçilir. Aksi takdirde hedef vektör bir sonraki popülasyona direkt aktarılır.

$$x_{j,i,G+1} = \begin{cases} u_{j,i,G} + 1 & \text{eğer } f(u_{j,i,G} + 1) \leq f(x_{i,G}) \\ x_{i,G} & \\ i = 1, 2, \dots, NP & \end{cases} \quad (4.4)$$

$u_{j,i,G+1}$: İz vektörü

$v_{j,i,G+1}$: Mutasyon vektörü

$x_{j,i,G+1}$: Hedef vektörü [24].

Durdurma kriteri önceden belirlenmiş bir değerdir. Ulaşıldığında DE işlemi durdurur ve sonuç olarak son iz vektörünü sunar. Aksi takdirde algoritma mutasyon adımına döner ve durdurma kriterini sağlayıncaya kadar döngüye devam eder. DGA ile yazılan algoritma gerçel sayılar ile çalışmasından dolayı bu formata göre hazırlanan veri setlerinde çözüm uzayını daha iyi bir şekilde tanıyıp başarılı sonuçlar elde edilir. Üretilen çözümlerin kalitesi amaç fonksiyonuna ürettikleri değerle (uygunluk değeri) ölçülmektedir [24].

5. MATERİYAL VE YÖNTEM

5.1. Giriş

Tezin çalışma alanı olarak seçilen kavşak koridoru Ankara ili sınırları içerisinde bulunan Halil Sezai Erkut Caddesi üzerindedir. Saha çalışmasında toplanması gereken dört temel veri tipi bulunmaktadır. Bunlar: (i) kavşak kollarına gelen taşıt adet ve tipi. (ii) Giriş-çıkış kavşakları arasında taşıtların ortalama seyahat süreleri ve serbest hız (v_f). (iii) arazide mevcut sinyal sistemine ait faz düzeni, sinyal ve varsa ofset süreleri ve (iv) koridor geometrisidir.

Çalışılan koridor üzerinde üç adet üniversite kampüsü, iki adet kamu binası, iki adet alışveriş merkezi ve yapımı süren bir adet şehir hastanesi bulunmaktadır. Bu nedenle yol ağı içerisinde önemli bir koridor olarak göze çarpmaktadır.



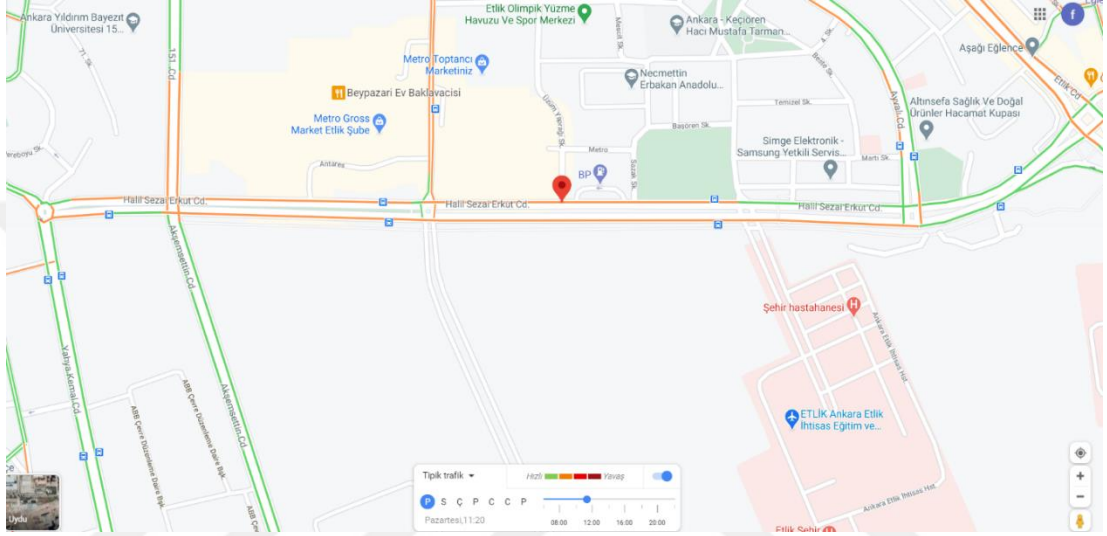
Şekil 5.1. Çalışma kapsamında göz önünde bulundurulan koridor ve önemli noktalar

Bu bölümde, sahadan veri toplanması, toplanan verilerin analizi, simülasyon üzerinde kalibrasyonu ve simülasyonda akım/kapasite (V/c) oranı değiştirilerek veri üretilip minimum gecikme süresini verecek akıllı ofset süresi tasarımı için sırasıyla çalışmalar anlatılmaktadır.

5.2. Veri Toplanması ve Analizler

5.2.1. Veri toplama

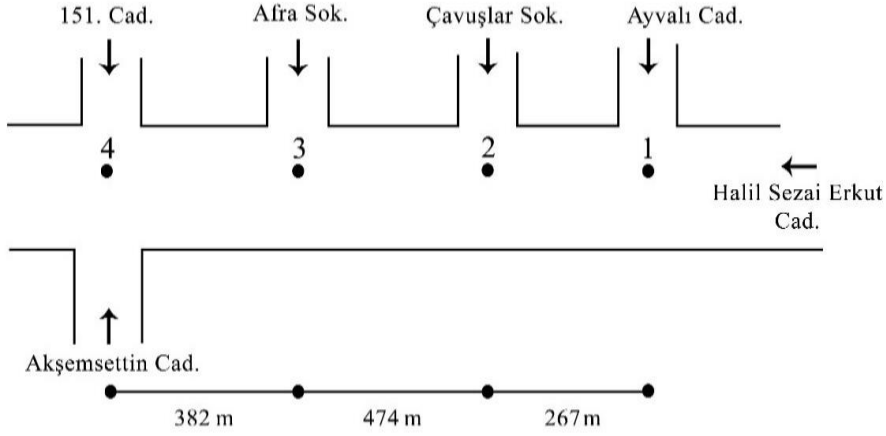
Öncelikle olarak Halil Sezai Erkut Caddesi'nin üzerinde bulunan Ayvalı kavşağına ve Akşemsettin kavşağına referans noktaları olarak birer çizgi belirlenmiştir. Bu çizgilere yerleştirilen kameralar ile haftanın ve günün en yoğun zamanı seçilip 1 saatlik çekim ile sahadaki trafik kaydedilmiştir.



Şekil 5.2. Google Maps kavşak koridorundaki günlük trafik yoğunluk haritası

Çekimin yapılacağı cadde üzerinde herhangi bir kurum tarafından trafik sayımı yapılmadığı için Google Maps ve Yandex Trafik uygulamaları yardımıyla çekim günü ve saati belirlenmiştir. Kavşak koridoru 16.12.2019 tarihinde saat 12-13 saatleri arasında 1 saat süreyle kaydedilmiştir.

Koridor içerisinde dört adet kavşak ve bu kavşakları birbirine bağlayan üç adet bağlantı yolu bulunmaktadır. Bu kavşakların üç tanesi T tipi kavşak, bir tanesi ise Dört kollu kavşak geometrisine sahiptir. Koridorda ana kollar 3 şeritli, tali kollar ise 2 şeritlidir.



Şekil 5.3. Kavşaklar arası mesafeler

5.2.2. Analizler

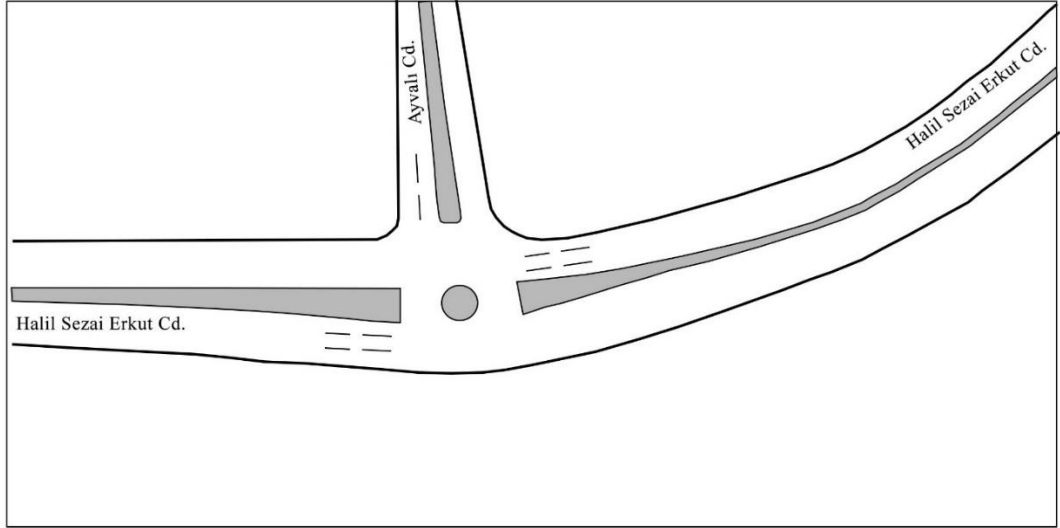
Kamera kayıtları bilgisayar ortamına atılmış, analizlere başlanmıştır. Çekim yapılan saat içerisinde 33 devre oluşmuştur. Oluşan 33 devre üçerli olacak şekilde 11 periyota bölünmüştür. Periyotlarda oluşan kavşaklara ait hacimler taşıt cinslerine göre ayrılmış ve hacme göre oranları hesaplanmıştır. Çalışma sahasından kavşak tipleri, faz diyagramları, sinyal süreleri, şerit sayıları gibi veriler alınmıştır.

5.2.2.1. Ayvalı Kavşağı

Halil Sezai Erkut Caddesi ile Ayvalı Caddesinin keşişim noktası olan Ayvalı kavşağı, T kavşak türüne örnek bir kavşaktır. Kavşakta ana kolda 1127 taşıt/saat, tali kolda ise 602 taşıt/saat'lik hacim oluşmaktadır. Ana yolda 3 şerit, tali kolda ise 2 şerit bulunmaktadır. Şekil 5.4.'te Ayvalı kavşağının uydu görüntüsü gösterilmektedir. Şekil 5.5.'te ise Ayvalı Kavşağının çizimi gösterilmektedir.



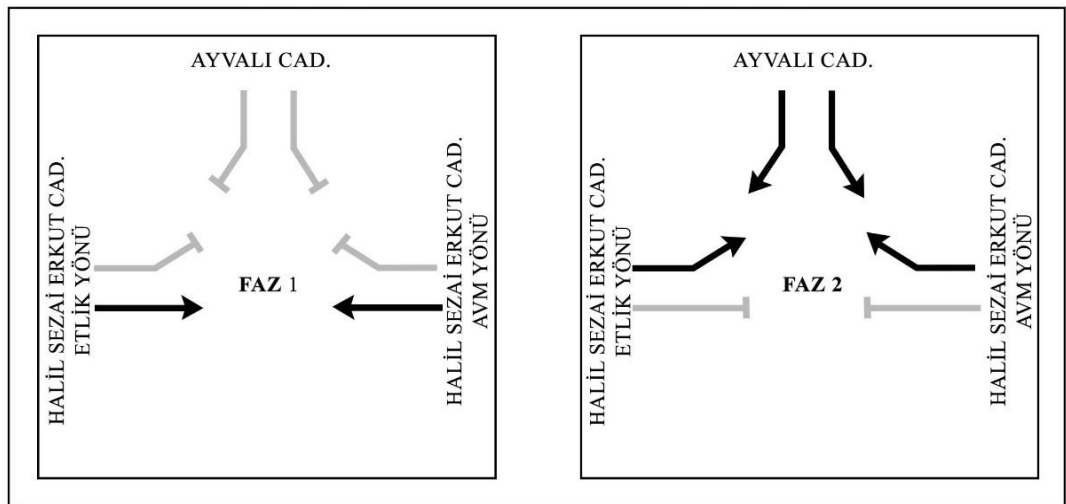
Şekil 5.4. Ayvalı kavşağı uydu görüntüsü



Şekil 5.5. Ayvalı kavşağı çizimi

Ayvalı kavşağında ana koldan gelen hacmin %92,8'i otomobil, %6,8'i hafif ticari taşıt (HTT) ve %0,4'ü ağır ticari taşıt (ATT) olarak belirlenmiştir. Tali kolda taşıt cinslerine göre hacim dağılımları ise %88,2'si otomobil, %10,1'i hafif ticari taşıt (HTT), ağır ticari taşıt oranı ise %1,7 olarak belirlenmiştir.

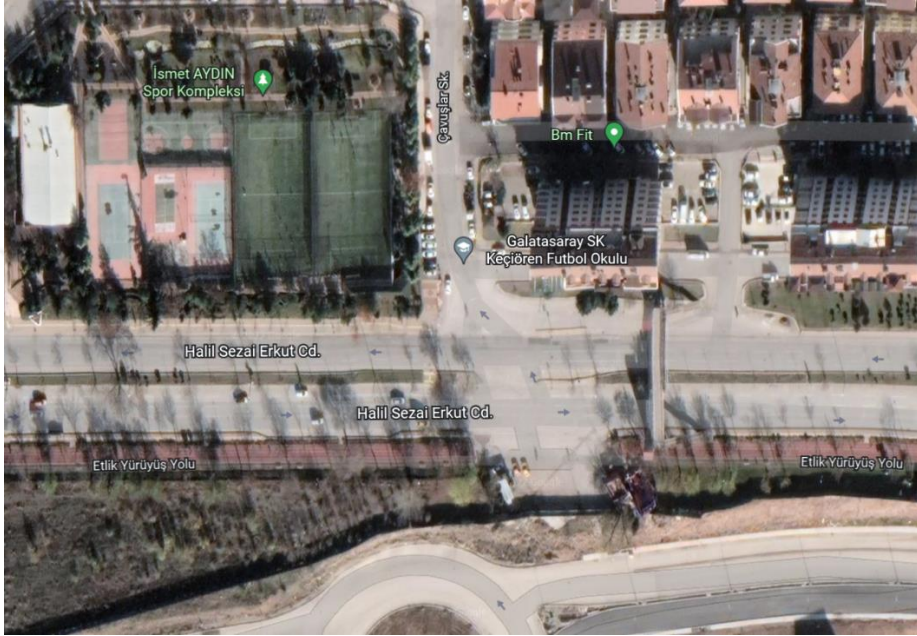
Ana koldan gelen taşıtların %76,6'sı düz hareket ederken, %0,4'ü sola dönüş yani U dönüşü yaparken, %23,1'i sağa dönmektedir. T kavşak olduğu için bir adet tali yol bulunmaktadır. Tali kolda oluşan hacmin %2,3'ü sağa, %97,7'si sola hareket etmektedir. Şekil 5.4.'te Ayvalı kavşağına ait faz diyagramı gösterilmektedir.



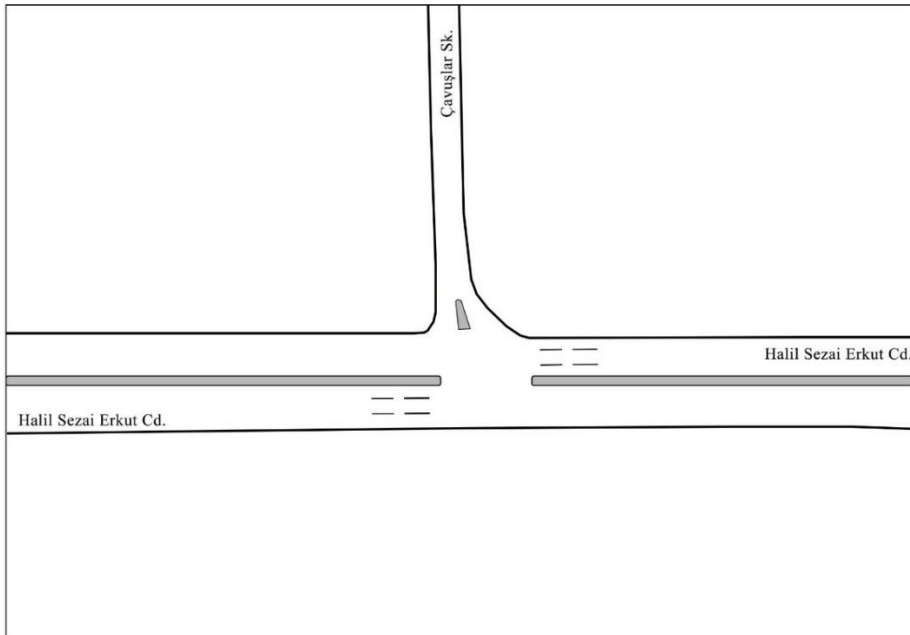
Şekil 5.6. Ayvalı kavşağı faz diyagramı

5.2.2.2.Şehir Hastanesi Kavşağı

Şehir hastanesi kavşağında Etlik Şehir Hastanesi'nin yapımı sürdüğü için şu an için tali kol olan Afra sokakta hacim az olup 28 taşıt/saat hacimdir. Şehir Hastanesi Kavşağı, Çavuşlar sokak ile Halil Sezai Erkut Caddesinin kesiştiği noktada olup, T kavşak tipindedir. Şekil 5.7.'de Şehir Hastanesi Kavşağının uydu görüntüsü, Şekil 5.8.'de ise kavşak çizimi gösterilmektedir.

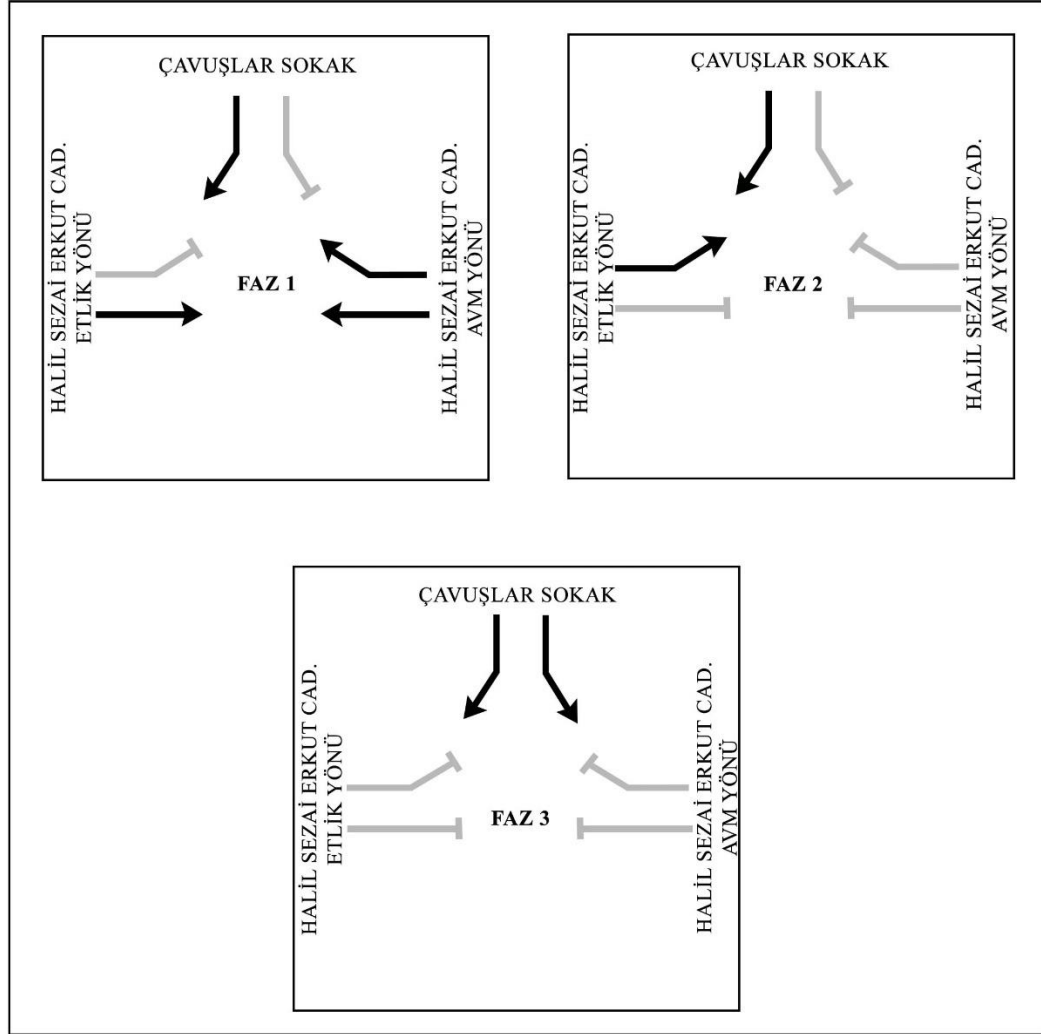


Şekil 5.7. Şehir hastanesi kavşağı uydu görüntüsü



Şekil 5.8. Şehir hastanesi kavşağı çizimi

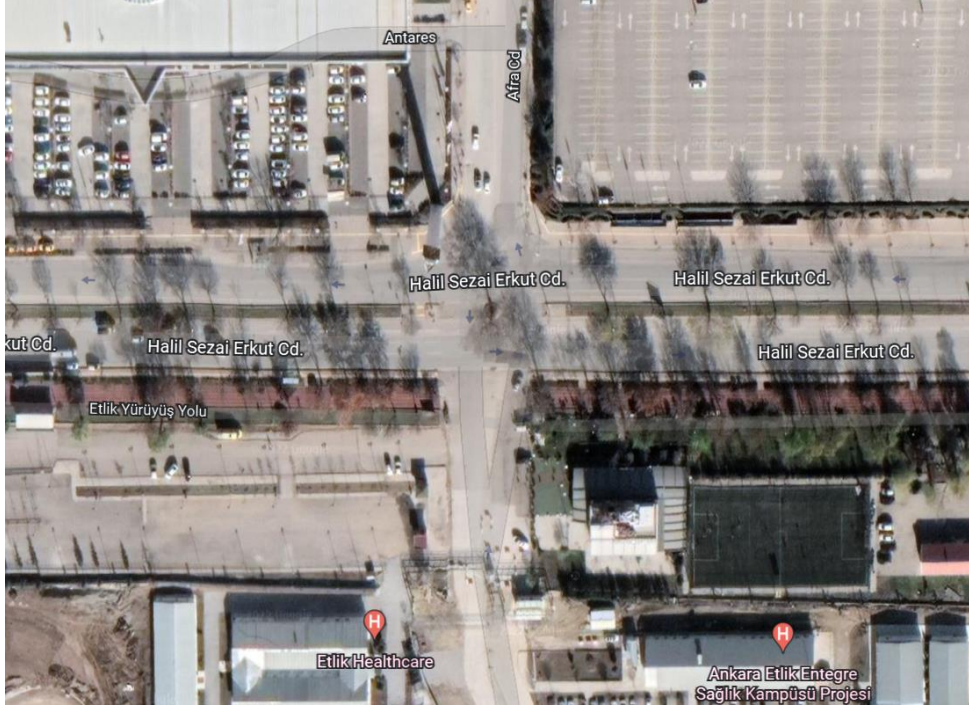
Şehir Hastanesi Kavşağında, tali koldan taşıtların %98'i sola hareket ederken %2'si ise sağa hareket etmektedir. Halil Sezai Erkut Caddesi yönünde ise taşıtların %100'ü düz hareket etmektedir. Şehir hastanesi kavşağında Halil Sezai Erkut Caddesi yönünden gelen hacmin %98,2'i otomobil, %1,8'i hafif ticari taşıttır. Şekil 5.9.'da Şehir Hastanesi Kavşağının faz diyagramı gösterilmektedir.



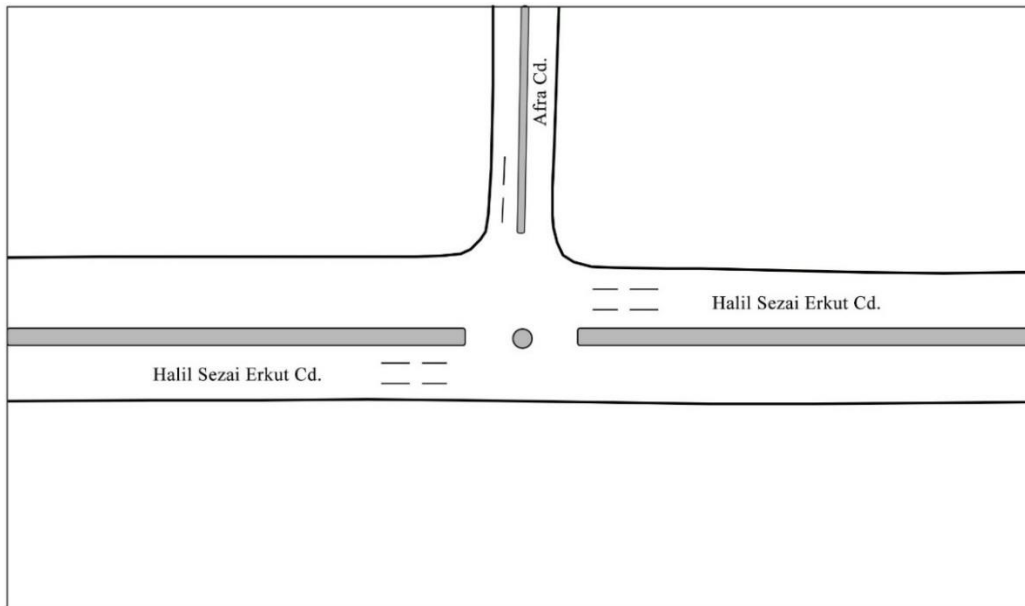
Şekil 5.9. Şehir hastanesi kavşağı faz diyagramı

5.2.2.3. Antares Kavşağı

Koridor üzerinde bulunan üçüncü kavşak Antares kavşağıdır. Bu kavşakta T kavşak tipine sahip olup, tali yönden 807 taşıt/saat, ana yönden 801 taşıt/saat'lik hacim oluşmaktadır. Şekil 5.10.'da Antares kavşağının uydu görüntüsü gösterilmektedir. Şekil 5.11.'de ise kavşağın çizimi gösterilmektedir.

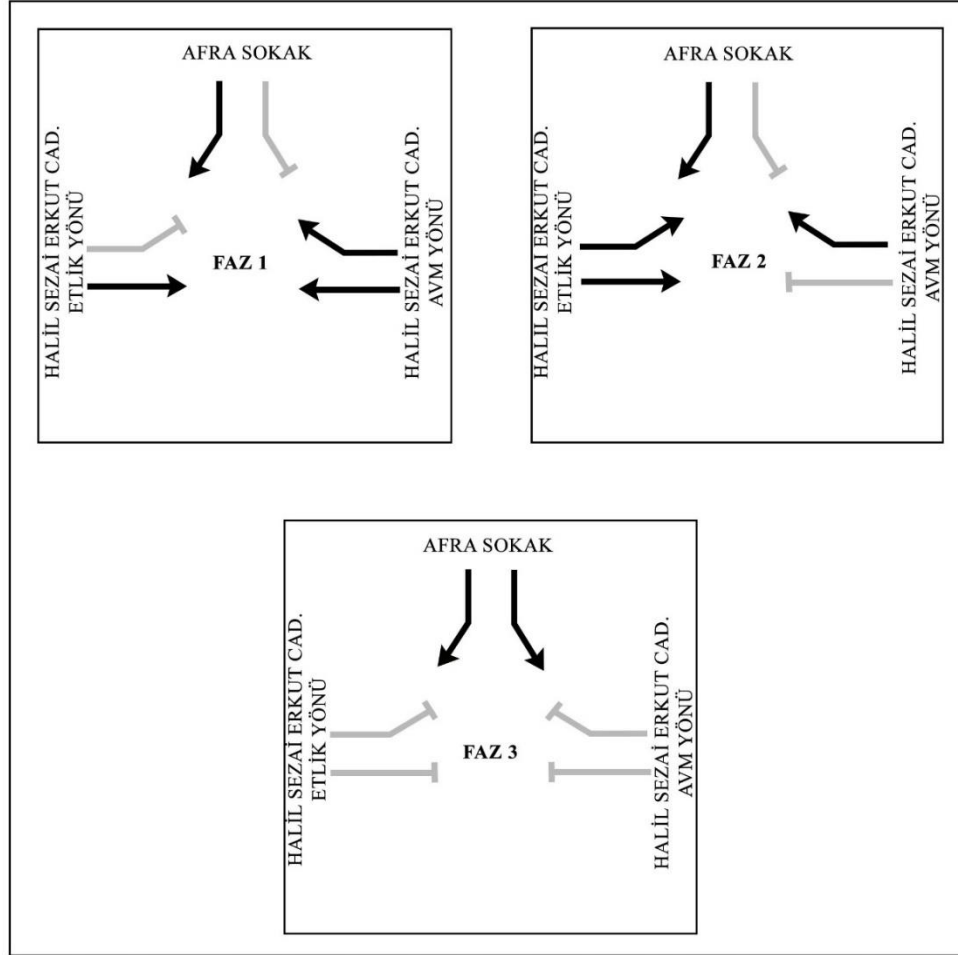


Şekil 5.10. Antares kavşağı uydu görüntüsü



Şekil 5.11. Antares kavşağı çizimi

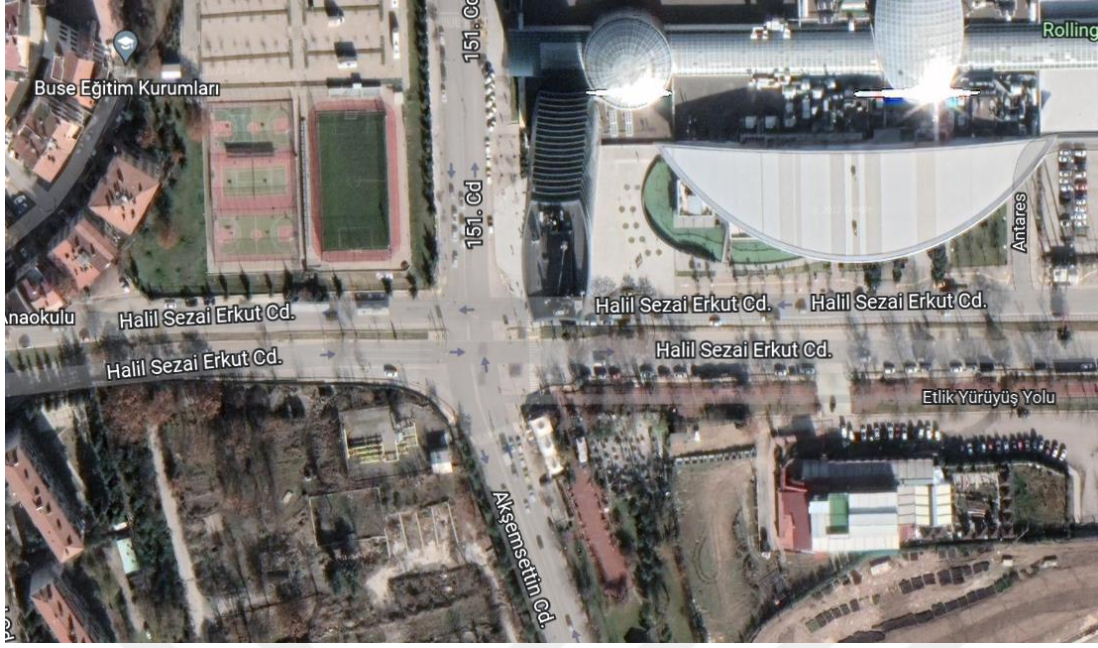
Afra sokak yönünden Taşıtların %46'sı sola hareket ederken, %54'ü sağa hareket etmektedir. Halil Sezai Erkut Caddesi yönünde ise %60'ı düz hareket ederken %40'ı sağa hareket etmektedir. Şekil 5.12'de Antares kavşağının faz diyagramı gösterilmektedir.



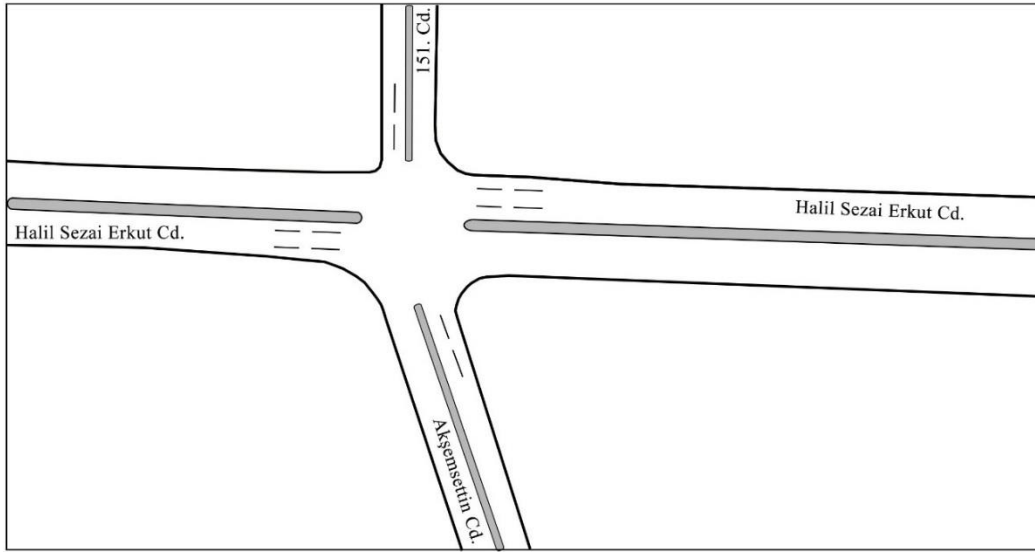
Şekil 5.12. Antares kavşağı faz diyagramı

5.2.2.4. Akşemsettin Kavşağı

Kavşak koridorunun sonuncu kavşağı olan Akşemsettin kavşağında, ana kol olan Halil Sezai Erkut Caddesinden 433 taşıt/saat, tali kollardan 151.cadde üzerinden 355 taşıt/saat, Akşemsettin caddesi üzerinden ise 867 taşıt/saat'lik hacim oluşmaktadır. Akşemsettin kavşağı dört kollu kavşak geometrisine sahiptir. Şekil 5.13'te Akşemsettin kavşağının uydu görüntüsü gösterilirken, Şekil 5.14'te ise çizimi gösterilmektedir.

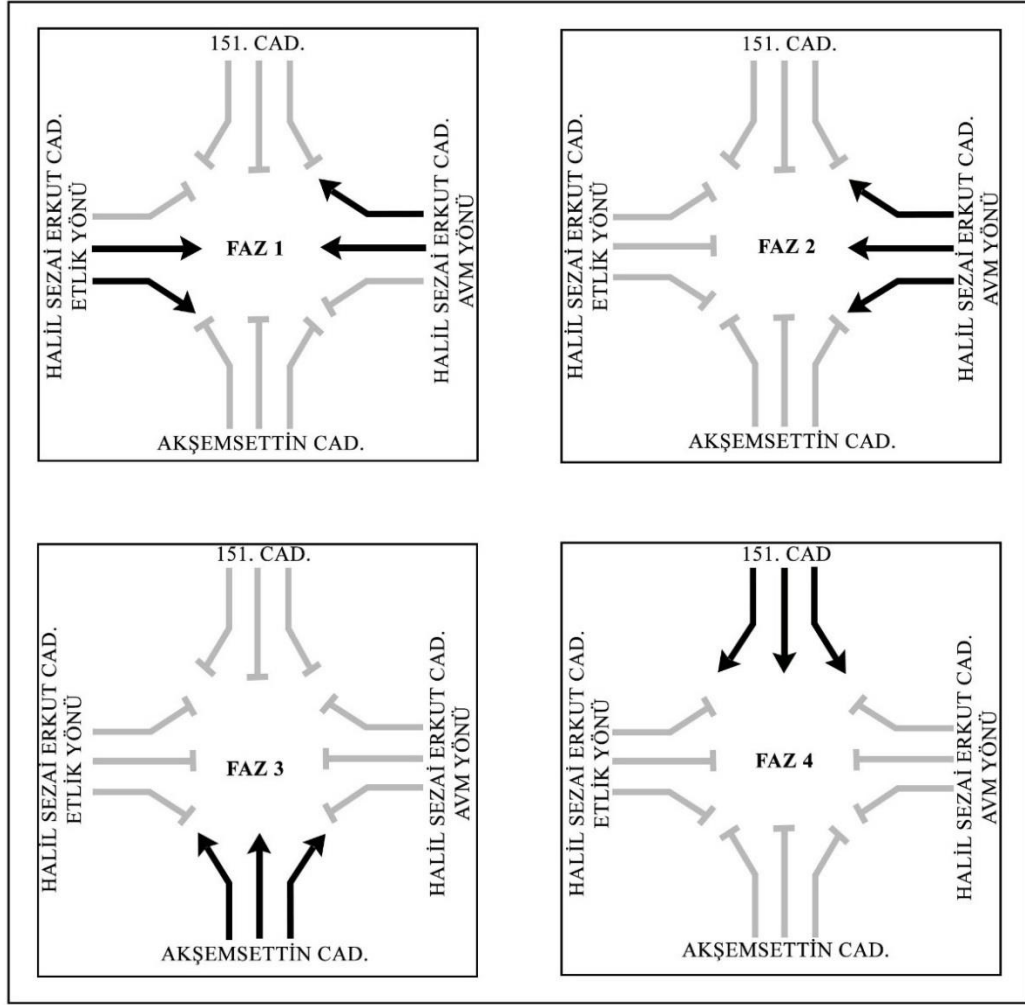


Şekil 5.13. Akşemsettin Kavşağı uydu görüntüsü



Şekil 5.14. Akşemsettin Kavşağı çizimi

Halil Sezai Erkut Caddesi yönünde taşıtların %67'si düz hareket ederken, %25'i sola ve %8'i sağa hareket etmektedir. 151.caddesi istikametinde taşıtların %59'u düz, %24'i sola ve %17'si sağa hareket etmektedir. Akşemsettin caddesi istikametinde ise %54'i düz, %10'u sola ve %36'sı ise sağa hareket etmektedir. Şekil 5.15'te Akşemsettin kavşağının faz diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 5.15. Akşemsettin Kavşağı faz diyagramı

Kavşak koridoru içerisinde bulunan kavşaklarda taşıtların yön dağılımları Çizelge 5.1’de, kavşaklara ait taşıt türlerine göre dağılımları Çizelge 5.2’de ve kavşaklara ait sinyal süreleri ise Çizelge 5.3’te verilmiştir.

Çizelge 5.1. Kavşaklarda taşıtların yön dağılımlarına göre oranları (%)

Kavşak	1		2	3	4		
Kavşak kolları	Ana kol	Tali kol	Tali kol	Tali kol	Ana kol	Tali kol	Tali kol
	Halil Sezai Erkut Cad.	Ayvahı Cad.	Çavuşlar Sk.	Afra Sk.	Halil Sezai Erkut Cad.	151.cad.	Akşemsettin Cad.
Düz Giden Taşıt	79	-	-	-	67	59	54
Sola Dönen Taşıt	-	97	98	46	25	24	10
Sağa Dönen Taşıt	21	3	2	54	8	17	36

Çizelge 5.2. Kavşakların taşıtlar türlerine göre oranları (%)

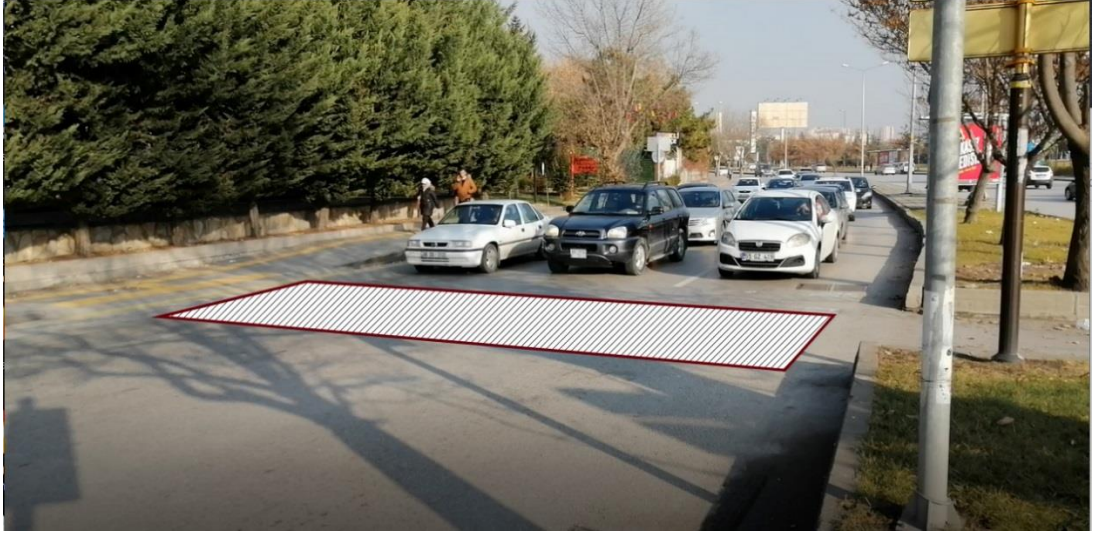
Kavşak	1		2		3		4	
	Ana kol	Tali kol	Tali kol	Tali kol	Ana kol	Tali kol	Tali kol	
Kavşak kolları	Halil Sezai Erkut Cad.	Ayvalı Cad.	Çavuşlar Sk.	Afra Sk.	Halil Sezai Erkut Cad.	151.cad.	Akşemsettin Cad.	
Binek								
Otomobil	92,8	91,69	95	91,33	91,69	88,45	89,39	
Hafif								
Ticari	6,81	8,92	5	10,42	8,32	10,42	9,11	
Ağır Ticari	0,39	-	-	1,13	-	1,13	1,5	

Çizelge 5.3. Kavşak devre süreleri (s)

Kavşak	1		2		3		4	
	Ana kol	Tali kol	Ana kol	Tali kol	Ana kolları	Tali kol	Ana kolları	Tali kol
Kavşak kolları	Halil Sezai Erkut Cad.	Ayvalı Cad.	Halil Sezai Erkut Cad.	Çavuşlar Sk.	Halil Sezai Erkut Cad.	Afra Cad.	Halil Sezai Erkut Cad.	151.cad. Akşemsettin Sk.
Yeşil Süreler (s)	78	32	75	16	54	30	26	16
Devre Süresi (s)	120		120		120		120	

5.2.3.Seyahat süresi belirleme

Taşıtların kavşak koridoruna giriş süresi ile koridordan çıkış süresi arasındaki fark seyahat süresini vermektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, kavşak koridorunun giriş ve çıkış kavşaklarında referans çizgileri tayin edilmiştir. Giriş kavşağındaki referans çizgisi durma çizgisi, çıkış kavşağındaki referans çizgisi ise kavşağın bitiş noktası olarak belirlenmiştir. Ardından kavşak koridorunu tamamlayan taşıtlar belirlenmiştir. Bu taşıtların Ayvalı kavşağına geliş süreleri ayrı ayrı kaydedilmiştir. Sonrasında Akşemsettin kavşağında belirlenen referans çizgisine varış süreleri bulunup kaydedilmiştir. Böylece koridoru tamamlayan taşıtların seyahat süreleri belirlenmiştir. Şekil 5.16'da Ayvalı kavşağındaki referans alınan giriş çizgisi gösterilmektedir. Şekil 5.17'de ise Akşemsettin kavşağında referans alınan çıkış çizgisi gösterilmektedir (Bkz. EK-2).



Şekil 5.16. Ayvalı kavşağında bulunan referans çizgisi



Şekil 5.17. Akşemsettin kavşağında bulunan referans çizgisi

5.3. İstatiksel Analizler

İstatiksel analizler, belirli bir amaç için verilerin toplanması, sınıflandırılması, çözümlenmesi ve sonuçlarının yorumlanması esasına dayanır [25]. İstatiksel analizler bütün alanlarda olduğu gibi trafik alanında da kullanılmaktadır. Trafik kazaları, kavşak analizlerinde, taşıt hızları vb. istatiksel analizlerin kullanıldığı başlıca konulardır.

Koridoru tamamlayan taşıtların seyahat süreleri hesaplanırken hızları da beraberinde hesaplanmıştır. İstatiksel analizler otomobil türünde ve tüm taşıtlar için iki ayrı şekilde

hazırlanmıştır. Analizlerde verilerin, standart sapma, varyans ve normal dağılımlarına bakılmıştır.

5.3.1. Tüm taşıt hızlarının istatistiksel hesapları

Normal dağılım, aritmetik ortalama ve standart sapmaya bağlı sürekli olasılık dağılımıdır. Birçok alanda rahatça kullanılabilen ve bununla birlikte analiz tekniklerinin genelinde, evren dağılımının normal dağılıma uyduğu varsayılarak hareket edilir. Normal dağılım hesabı Denklem (5.1)'de gösterildiği gibi yapılmaktadır [25].

$$z = \frac{(x - \mu)}{\sigma} \quad (5.1)$$

Bir seriyi oluşturan gözlem değerlerinin aritmetik ortalamadan sapmalarının kareli ortalaması standart sapma olarak tanımlanır. Standart sapma daha çok istatistiksel analizlerde kullanılan bir ölçü olup özellikle normal dağılım fonksiyonunun en önemli unsurudur. Standart sapma hesabında Denklem (5.2) kullanılır.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (5.2)$$

s : standart sapma

xi : grup değişkenin orta değeri

$\bar{x}$: aritmetik ortalama

n : örnek sayısı

Aritmetik ortalama ise Denklem (5.3)'te gösterildiği gibi gözlem değerlerinin cebirsel toplamının gözlem sayısına bölünmesi ile hesaplanır [25].

$$\bar{x} = \frac{\sum xi fi}{\sum fi} \quad (5.3)$$

$\bar{x}$: aritmetik ortalama

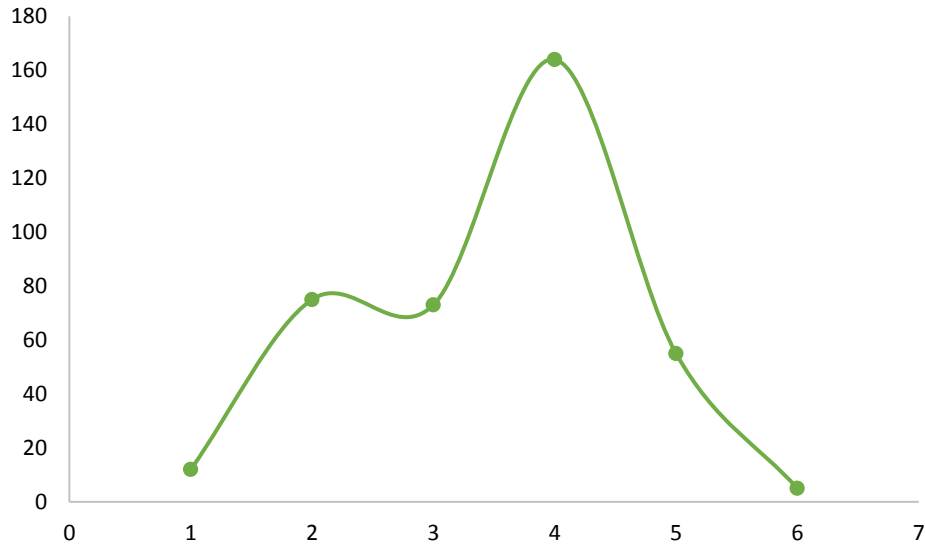
fi : gruptaki gözlem sayısı

xi : grup değişkenin orta değeri

Kavşak koridorunu tamamlayan tüm taşıtların hız dağılımları ve frekansları Çizelge 5.4.'te gösterilmektedir. Tüm taşıtlar için normal dağılım eğrisi ise Şekil 5.18'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.4. Tüm taşıtlara ait hız dağılımları(km/sa)

Hız aralıkları	Taşıt Sayısı (f_i)
10-20	12
20-30	75
30-40	73
40-50	164
50-60	55
60-70	5
Toplam (N)	384



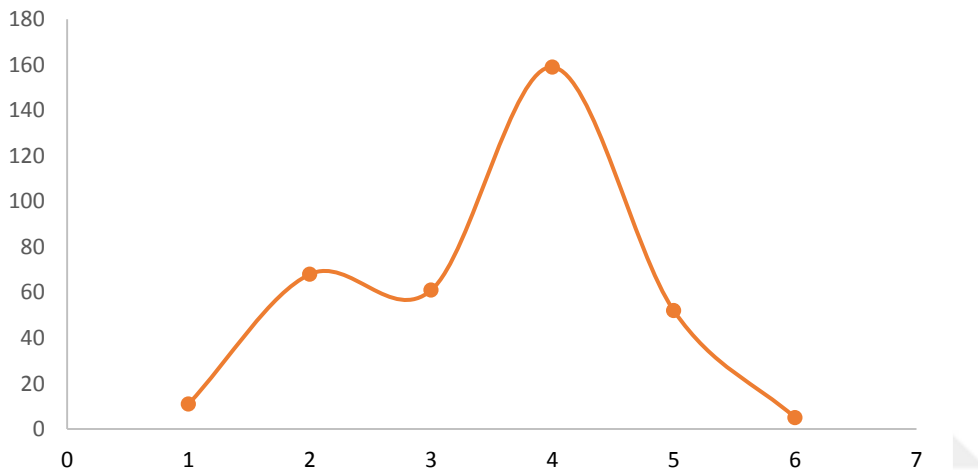
Şekil 5.18. Tüm taşıtlar için normal dağılım eğrisi

5.3.2. Otomobil türü taşıt hızlarının istatistiksel hesapları

Kavşak koridorunu tamamlayan otomobillerin hız dağılımları ve frekansları Çizelge 5.5'te gösterilmektedir. Otomobillere ait normal dağılım eğrisi ise Şekil 5.19.'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.5. Otomobillere ait hız dağılımları(km/sa)

Hız aralıkları	Taşıt Sayısı (f_i)
10-20	11
20-30	68
30-40	61
40-50	159
50-60	52
60 -70	5
Toplam(N)	356



Şekil 5.19. Otomobiller için normal dağılım eğrisi

5.4.Simülasyon

Çalışılan kavşak koridoru üzerinde bulunan kavşakların hacim, faz diyagramı, sinyal süresi ve geometrik yapısı gibi bilgiler Bölüm 2.2’de bahsedildiği gibidir. Bu bölümde, bilgileri verilen kavşaklar simülasyon ortamında tasarlanmıştır. Araziden alınan bilgiler CORSIM’de işlenmiş, durum analizleri yapılmış, akıllı ofset süresi tasarımı için veri üretilmiştir.

5.4.1.Kavşak koridorunun tasarımı

Simülasyon süresi çekim süresiyle aynı olup 3600 saniye olarak belirlenmiştir. Kavşak noktaları belirlenip periyotlarda her bir yönden gelen taşıt sayıları girilmiştir. Taşıt türlerinin toplam hacimdeki oranları ve yön dağılımları Bölüm 5.2.2 verildiği şekilde simülasyon programına girdi olarak kullanılmıştır. Her bir kavşağın faz diyagramı mevcut durumdaki gibi girip sinyal süreleri aynen uygulanmıştır. Ofset süreleri Ayvalı

kavşağını birinci kavşak olarak kabul edilmiş Çizelge 5.6.’daki gibi belirlenmiştir. Kavşak koridoruna ait doygun akım takip aralığı ile ilk kalkış kaybı hesaplanmıştır (Bkz. EK-1). Mevcut durumda kullanılan yeşil dalga sisteminin Proje hızı olan 50 km/sa hızı simülasyon tasarım hızı olarak kabul edilip uygulanmıştır. Corsim simülasyon programının uzunluk birimi olarak feet uzunluk ölçüsü olduğu için kavşaklar arası mesafeler feet cinsinden girilmiştir.

Çizelge 5.6. Mevcut durum ofset süreleri (s)

	1. Aralık	2. Aralık	3. Aralık
Ofset süresi	21	37	12

Tüm veriler girildikten sonra koridorun kalibrasyonun yapılması için CORSIM simülasyon programı kullanılmıştır.

5.5. Kalibrasyon

Kalibrasyon saha ölçümleri ile simülasyon sonuçları arasındaki farkın, ölçülen değer için belirli düzeye indirgenmesi işlemidir. Bu çalışmadaki amaç ofset süresinin yani bir anlamda kavşaklar arasındaki seyahat süresinin doğru tahmin edilmesine dayanmaktadır. Bu nedenle kalibrasyon işleminde sahadan toplanan seyahat süreleri ($\hat{ts}$) ile simülasyondan elde edilen seyahat süreleri (ts) dikkate alınmış ve Denklem (5.4)’te sunulan GEH istatistiği uygulanmıştır. GEH istatistiği 1970 yılında Geoffreu E. Havers tarafından trafik mühendisleri, ulaşım planlamacıları tarafından kullanılmak üzere geliştirilmiş bir testtir [8].

$$GEH = \sqrt{\frac{2(ts - \hat{ts})^2}{(ts + \hat{ts})}} \quad (5.4)$$

$\hat{ts}$: sahadan toplanan seyahat süreleri (s)

ts : simülasyondan elde edilen seyahat süreleri (s)

Kalibrasyon için taşıt hızlarının dağılımları, sürücülerin serbest hıza uyma yüzdelerini gösteren serbest akış hızı ve sürücülerin ışıklara tepki verme ölçütlerini belirleyen parametreler üzerinde değişiklikler yapılarak kalibrasyon gerçekleştirilmiştir. Çizelge

5.7.'de gözlem yapılan 11 adet periyot için GEH değerleri sunulmuştur. Bu değerlerin 10'un altında kalması simülasyon modelinin kalibrasyonun yeterli seviyede olduğunu ifade etmektedir [26].

Çizelge 5.7. Model ve ölçüm seyahat sürelerinin GEH değerleri

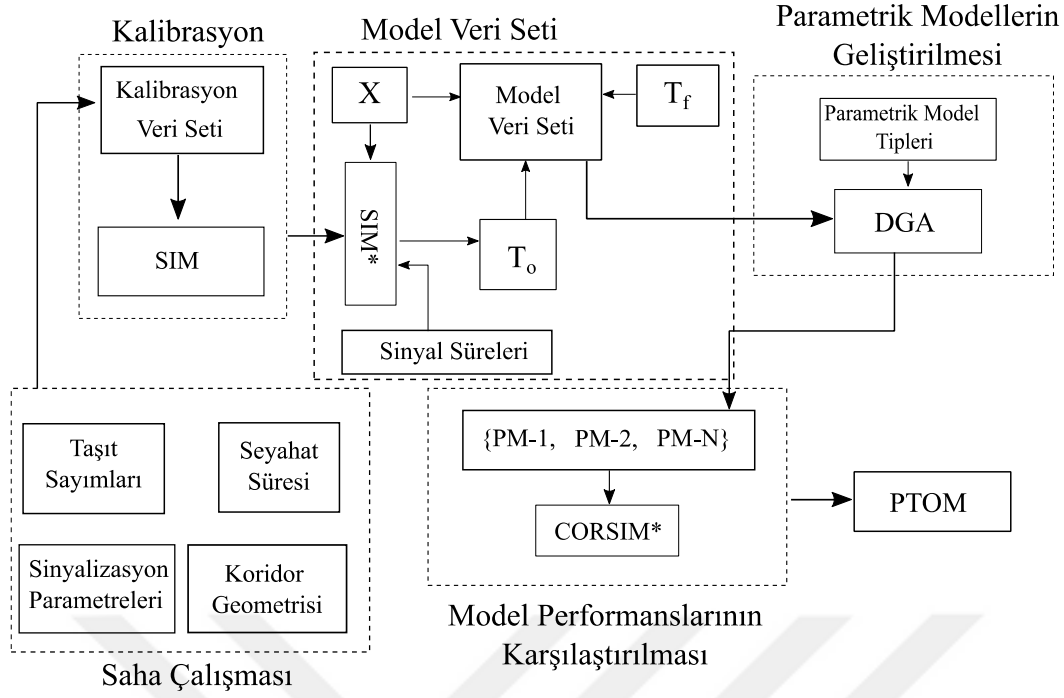
Periyot	Ölçüm	Model	GEH
1.	94,70	149	4,92
2.	117,08	144	2,36
3.	133,84	127	0,60
4.	110,14	130,33	1,84
5.	114,22	136,67	2,01
6.	100,73	135	3,16
7.	101,39	140	3,52
8.	105,69	137,67	2,90
9.	118,05	136,33	1,62
10.	123,11	134	0,96
11.	112,77	143,67	2,73

5.6.V/c Oranına Göre Veri Kümesinin Oluşturulması

Kavşak koridorunun kalibrasyonu yapıldıktan sonra akıllı ofset tasarımı için CORSIM'den veri üretme aşamasına geçilmiştir. Tezin amacı olan akıllı ofset tasarımı için kalibrasyonu yapılan simülasyonda akım/kapasite (V/c) oranını 0.1'den 1.3'e kadar artırılmış elde edilen seyahat sürelerinden bir veri seti oluşturulmuştur. Veri seti oluşturulurken CORSIM'e girdi parametresi olarak kullanılan çekirdek numaraları her bir V/c oranı için değiştirilmiştir. Sonuç olarak her bir V/c oranında 30 adet farklı çekirdek numarasına karşılık gelen seyahat süreleri elde edilmiştir (Bkz. EK 10.3). Oluşturulan veri seti, MATLAB programı üzerinde tasarlanan algoritma için veri tabanını meydana getirmiştir.

6. OFSET SÜRESİ VE PARAMETRİK MODEL TABANLI OFSET MODELİ (PTOM)

Kavşak koordinasyonundaki amaç bir önceki kavşaktan hareket eden taşıtın bir sonraki kavşağa ulaştığında tekrar geçiş hakkını alabilmesi böylece ana koridorda mümkün olduğunca az kesintiye uğrayan bir akım elde etmektir [6]. PTOM-S belirli bir kavşak koridoru için özel olarak geliştirilmiş ve akım koşullarını dikkate alan ofset belirleme sistemidir ve klasik ofset hesabına benzer biçimde seyahat süresini hesaplar. Fakat farklı olarak mevcut akım koşullarının seyahat süresine olan etkisini göz önüne almakta ve dinamik ofset hesabı yapar. PTOM 'nin geliştirilmesindeki alt adımlar Şekil 6.1'de gösterilmiştir. Sürecin ilk adımı simülasyon modelinin kalibrasyonu için kullanılacak taşıt türlerine bağlı trafik hacim, sinyalizasyon, koridor geometrisi ve seyahat süresi verilerinin sahadan toplanmasıdır. Toplanan bu veriler yardımıyla kavşak koridorunun simülasyon modeli oluşturulur. Ardından, simülasyon modelinin ürettiği seyahat sürelerinin arazi ölçümleri ile örtüşmesi için kalibrasyon işlemi gerçekleştirilir. Simülasyon programının Şekil 6.1'de kalibre edilmiş hali SIM* şeklinde gösterilmiştir. Sonraki aşama, modelin oluşturulmasında kullanılacak olan veri kümesinin meydana getirilmesidir. Bu aşamada farklı akım/kapasite ($x=v/c$) şartları simülasyon modelinde oluşturularak, gerçekleşen seyahat süresi verileri toplanır, parametrik modeller (PM) geliştirilmesinde kullanılacak veri seti elde edilir. Önceden belirlenen PM tiplerine ait bağımsız değişken katsayıları DGA yardımıyla tespit edilerek N adet PM modeli geliştirilir. Son olarak, bu modeller içinden en düşük hata değerine sahip PM, PTOM olarak kabul edilir ve ilgili bağlantının ofset sürelerinin hesabı için kullanılır. Bu işlem koridordaki bütün bağlantı yolları için tekrar edilir ve bu modellerin birlikte çalıştırılmasıyla PTOM-S oluşturulur.



Şekil 6.1. PTOM gelişim adımları

PTOM, x (v/c) oranının seyahat süresine olan etkisi göz önüne alınarak geliştirilmiş modellerdir. Bu modellerde ($x=v/c$) ve serbest hızda oluşan serbest seyahat süresi (t_f) bağımsız değişkenler olurken, ofset süresi (t_o) bağımlı değişken olarak ele alınmış ve Denklem (6.2) formatında matematiksel PTOM'ler oluşturulması amaçlanmıştır. Serbest seyahat süresi, serbest hız koşulları altında taşıtın bir düğümden diğer düğüme ulaşma süresidir. Koridor içindeki serbest seyahat süreleri bağlantı uzunluklarının ve geometrilerinin farklı olması nedeniyle farklılıklar göstermektedir.

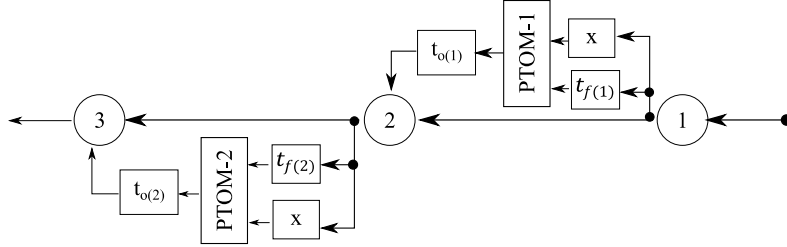
$$t_o = f(t_f, x) \quad (6.1)$$

Bir kavşak koridoru aslında bağlantı ve düğümlerden oluşan doğrusal bir şebekedir. Düğüm bir kavşağı temsil ederken, bağlantı düğümleri birbirine bağlayan yolları ifade etmektedir. PTOM koridordaki her bağlantı için ayrı ayrı geliştirilmektedir. Bu nedenle PTOM-S için, Düğüm sayısı- 1 adet PTOM geliştirilmelidir. Şekil 3'te üç adet düğüm noktası ve iki adet bağlantı için PTOM-S'nin ofset sürelerini belirleme adımı resmedilmiştir. Şekil 3'deki giriş ve çıkış okları ise koridorun başlangıç ve bitişini temsil etmektedir. Düğüm 1'e gelen akım, yeşil aralıklarla hareketine başlamakta ve Düğüm 2'ye yönelmektedir. Bu sırada oluşan akım değeri sayım cihazı ile sayılarak x hesaplanır. Akım, sayım cihazları marifetiyle elde edilirken kapasite (c) Denklem (6.1) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$c = s(g/C) \quad (6.2)$$

Burada, c kapasite, s doymun akım oranı, g efektif yeşil aralık süresi ve C devre süresini ifade eder.

$$f\left(\frac{v}{c}, t_f\right) \quad (6.3)$$



Şekil 6.2. Ardışık bağlantılar için PTOM-S çalışma prensibi

6.1. Veri Kümesinin Oluşturulması

PTOM oluşturulmadan önce modelin barındırdığı değişkenlere ait bir veri setinin oluşturulması gereklidir. Denklem 6.2’de PTOM olmaya aday olacak olan Parametrik Modellerde (PM), x bağımsız değişken, t_f sabit ve ofset süresi (t_o) bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Bu bölümde bu değişkenlerin farklı koşullardaki değerlerini içeren veri kümesinin oluşturulma aşamaları açıklanmıştır.

Taşıtların bir kavşaktan sonraki kavşağa trafik yoğunluğunun sıfıra yakın olduğu anlarda gideceği süre serbest seyahat süresi (t_f) olarak tanımlanır. Bu süre bağlantı uzunluğunun, L , serbest hıza (v_f) bölünmesiyle elde edilir. Serbest seyahat süresi her bağlantı için farklı sabit bir değere sahiptir ve PTOM’nin sabiti oluşturmaktadır. Bu sabit değerlerden oluşan fakat bağlantılar için farklı değerler alan serbest süresi veri kümesi, To ile ifade edilmiştir. PTOM modelinin bağımsız değişkeni olan x için ise doymun akım altı ($x < 1$) ve doymun akım üstü koşulları ($x > 1$) kapsayan veri seti, $X = \{x: x = n/10, 1 \leq n \leq 13, n \in \mathbb{N}\}$ biçiminde ifade edilen veri seti oluşturulmuştur.

Farklı akım koşullarını ve oluşan seyahat sürelerini arazi ortamında gözlemlemek kısıtlı bir düzeye kadar mümkün olurken, çoğu zaman istenilen bütün koşulların kısıtlı gözlem süreleri içinde oluşması mümkün olmaz. Bu nedenle x ve Tf kümeleri, Şekil 6.1’de görüldüğü gibi SIM*’a girilmiş, 30 farklı simülasyon çekirdek numarasının ortalama değerleri kullanılarak To kümesi oluşturulmuştur. Bu durumda bir bağlantıya ait parametrik modelleri oluşturmak için kullanılacak model veri seti kümesi $V = \{To,$

$t_f, x\}$ olarak ifade edilir. Bir koridor içinde kavşaklar arası mesafe ve geometrik özellikler farklılıklar gösterdiğinden, V her bağlantı için ayrı oluşturulmalıdır.

6.2. Parametrik Modellerin Geliştirilmesi

Model veri seti (V) oluşturulduktan sonra en uygun tipini ve katsayılarını belirlemek için optimizasyon işlemi içeren adıma geçilir. Bu adımda kullanılacak PM tipleri önceden belirlenmiş olup Çizelge 6.1’de sunulmuştur. Aynı zamanda bu PM’lerin seyahat süresi tahmin hataları, Denklem 6.4’te verilen Ortalama Karasel Hatalar (OKH) kullanılarak ölçülmekte ve en düşük hataya sahip PM, ilgili bağlantıya PTOM olarak atanmaktadır.

Burada, t_o gerçek ofset süresini, $\hat{t}_o$ parametrik modelin ofset süresini, n ise veri adedini temsil eder.

Çizelge 6.1. Parametrik model tipleri ve koridor bağlantıları için OKH değerleri

PM #	Model Tipi	Bağlantı 1 OKH	Bağlantı 2 OKH	Bağlantı 3 OKH
1	$t_o = t_f + \beta(x)$	4,0785	8,4118	7,9744
2	$t_o = t_f + \beta(x)^\gamma$	0,6121	1,0487	0,7666
3	$t_o = t_f + (x)^\gamma$	8,3118	19,7940	18,3694
4	$t_o = t_f(1 + \beta x)$	4,0785	8,4118	7,9744
5	$t_o = t_f(1 + x^\gamma)$	4,8080	5,9268	2,1631
6	$t_o = t_f(1 + \beta(x)^\gamma)$	0,6121	1,0487	0,7666
7	$t_o = t_f(1 + \beta x^{-\gamma})$	0,6121	1,0487	0,7666
8	$t_o = t_f(1/\beta(x)^\gamma)$	0,6287	1,1133	0,8117
9	$t_o = t_f(\alpha + \beta(x)^\gamma)$	0,1722	0,2227	0,4232
10	$t_o = (t_f^\alpha + \beta(x)^\gamma)$	0,1725	0,2227	0,4232

DGA yardımıyla yapılan optimizasyon işleminin ardından 3 bağlantı için elde edilen denklemler sırasıyla Denklem (6.4), Denklem (6.5), Denklem (6.6);

$$t_o = t_f (1,55 + 0,086(x)^{2,628}) \quad (6.4)$$

$$t_o = t_f (1,61 + 0,154(x)^{1,745}) \quad (6.5)$$

$$t_o = t_f (1,69 + 0,203(x)^{1,197}) \quad (6.6)$$

olarak belirlenmiştir.

6.3. DGA Parametreleri

Kullanılan optimizasyon algoritmasına ait parametrelerin uygun tespiti problemin tipine göre işlem başarısını önemli derece etkilemektedir. Bu nedenle DGA'ya ait çaprazlama ve mutasyon katsayıları (CR ve F) değerlerini belirlemek için deneyler yapıldı. Bu deneyler her bir koridor bağlantısı için ayrı düzenlendi ve uygulandı. Çizelge 6.2'de her bir bağlantı için farklı CR ve F değerlerine ait model hata değerleri verilmiştir. Bazı katsayı kombinasyonlarının benzer sonuçlar verdiği görülmüş ve hata değeri en düşük olan katsayılar işlemlerde kullanılmıştır.

Çizelge 6.2. CR ve F katsayıları ve hata değerleri

No	Bağlantı 1			Bağlantı 2			Bağlantı 3		
	CR	F	Hata	CR	F	Hata	CR	F	Hata
1	0,1	0,1	0,1775	0,1	0,2	0,2292	0,1	0,2	0,4232
2	0,2	0,3	0,1772	0,2	0,4	0,2227	0,2	0,2	0,4236
3	0,3	0,2	0,1775	0,3	0,5	0,2232	0,3	0,5	0,4232
4	0,4	0,5	0,1775	0,4	0,5	0,2227	0,4	0,5	0,4232
5	0,5	0,2	0,1775	0,5	0,6	0,2228	0,5	0,3	0,4259
6	0,6	0,2	0,1775	0,6	0,1	0,2227	0,6	0,1	0,4232
7	0,7	0,2	0,1775	0,7	0,1	0,2227	0,7	0,2	0,4232
8	0,8	0,2	0,1775	0,8	0,2	0,2227	0,8	0,2	0,4248
9	0,9	0,1	0,1775	0,9	0,1	0,2227	0,9	0,1	0,4232

7. KONTROL SİSTEMLERİNE AİT GECİKME DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

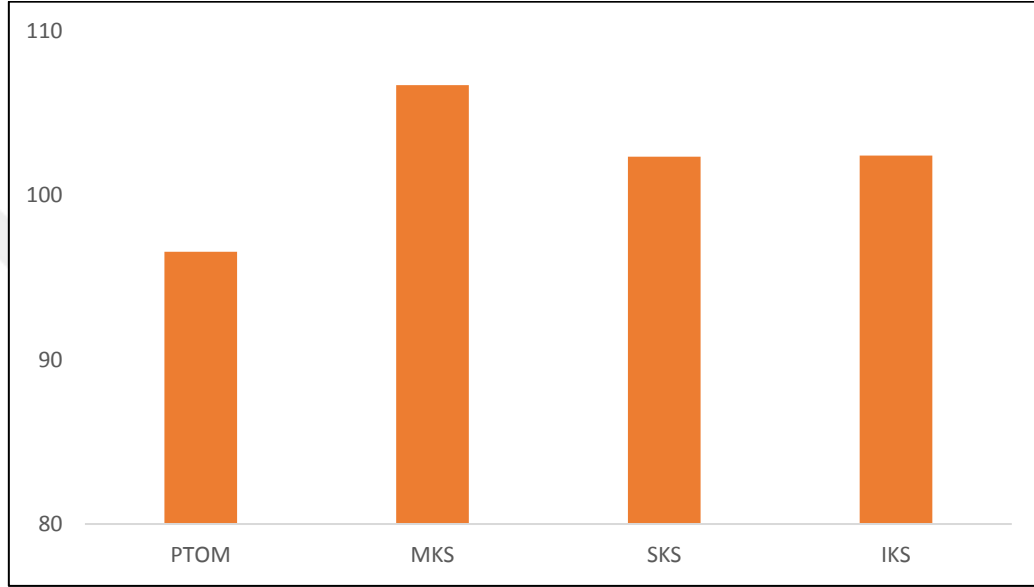
Bu bölümde PTOM'leri dinamik ofset sürelerini belirlemek için geliştirilen sistemin diğer sistemler ile karşılaştırma sonuçları sunulmaktadır. Karşılaştırma deneyleri CORSIM ortamında kalibre edilmiş simülasyon modeli ile gerçekleştirilmiştir. PTOM, Mevcut Kontrol Sistemi (MKS), Sabit Ofsetli Kontrol Sistem (SKS) ve kavşakların izole kabul edildiği kontrol sistemi (IKS) ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada CORSIM'den elde edilen ve tüm koridorun taşıt başına gecikme süreleri göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca testlerde farklı v/c oranlarında kontrol sistemlerinin tepkisinin ölçülmesi amaçlanmış ve deneyler düşük v/c 'nin düşük (0.2), orta (0.5), yüksek (0.9) ve aşırı (1.1) değerleri için ayrı ayrı incelenmiştir.

Akım kapasite oranının düşük yani 0.2 olduğu durumda, PTOM, MKS'nin 25 s/taşıt olan gecikme değerini 18 sn/taşıt düzeylerine çektiği yani %20 kadar iyileşme sağladığı anlaşılmaktadır. Aynı zamanda SKS 'de 24s/taşıt gecikme değeri ve IKS'de 24s/taşıt gecikme değeri oluşmaktadır. Bu sistemler için de söz konusu iyileşme yüzdeleri sırasıyla %10 ve %19 düzeylerindedir. Talebin artmasıyla gecikmelerdeki düşüş azalmakla beraber halen önemli seviyelerde oluşmaktadır. Şekil 7.1'de akım kapasite oranının 0.2 durumu gösterilmektedir.



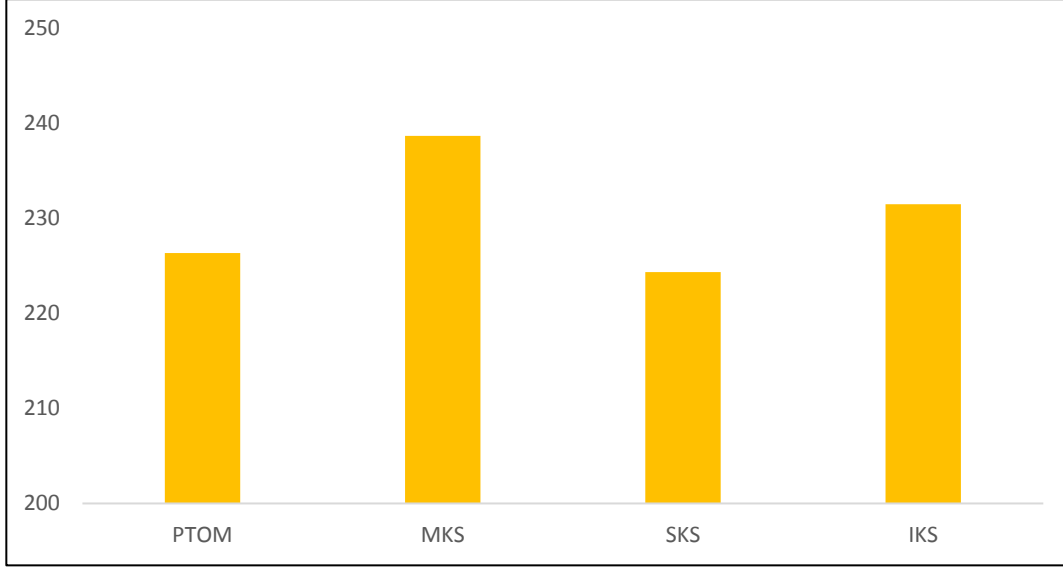
Şekil 7.1. $V/c=0.2$

Akım kapasite oranının 0.5 olduğu durum için MKS'nin ürettiği 107 s/taşıt gecikme değerine karşılık PTOM 96 s/taşıt gecikme değerleri üretmekte yani %10 seviyesinde kavşak performansını iyileştirmektedir. SKS aynı trafik durumunda 103 s/taşıt gecikme değeri üretirken ve IKS ise aynı miktarda yani 103 s/taşıt gecikme değeri üretmektedir. Bu sistemler karşı iyileşme oranı %5 seviyelerinde gerçekleşmektedir. Şekil 7.2'de V/c oranının 0.5 sistemler arasındaki gecikme değerleri kıyaslaması gösterilmektedir.



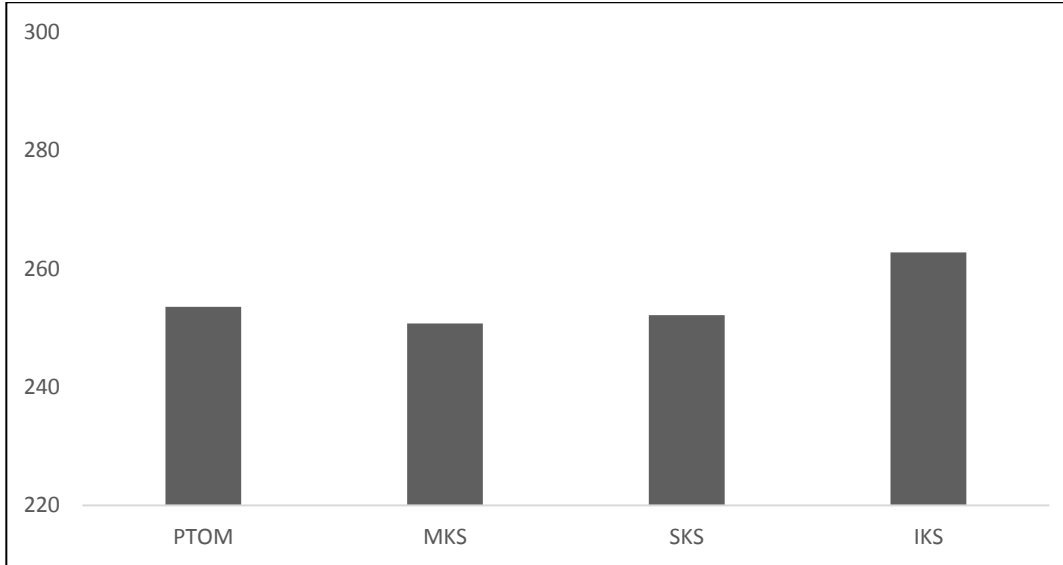
Şekil 7.2. V/c=0,5

Trafik talebinin kavşak kapasitesine yaklaştığı 0.9 değerinde, gecikme değerinin ciddi değerlere ulaştığı gözlenmektedir. Buna rağmen MKS 239 s/taşıt gecikme değerine ulaşırken IKS'de ise bu değer 232 s/taşıttır. PTOM'de 226 s/taşıt gecikme değeri oluşmuştur. Kavşak performansında sırasıyla %5 ve %2 oranında iyileşme meydana gelmiştir. SKS'de PTOM'de meydana gecikme taşıt başına gecikme oranına yakın 224 s/taşıttır. PTOM'ye göre kavşak performansında %0,89 oranında düşme meydana gelmiştir. Şekil 7.3'te V/c oranı 0.9 için sistemler arasındaki gecikme değerleri kıyaslamaları gösterilmiştir.



Şekil 7.3. $V/c=0,9$

Akım kapasite oranının doymuş akım üstü ($x>1$) seviyelere ulaştığı durumlarda gecikme değerleri maksimum noktalara ulaşmaktadır. Çalışmada V/c 1.1 durumu da incelenmiştir. V/c 1.1 iken PTOM 253 s/taşıt gecikme değeri oluştururken, MKS 251s/taşı ve SKS’de 252 s/taşı gecikme değeri meydana gelmiştir. PTOM ile geliştirilen sistemin bu iki sisteme göre kavşak performansı sırasıyla %1.1 ve %0.55 oranında düşmüştür. IKS’ ise 263 s/taşı gecikme meydana gelmiştir. Geliştirilen sistem IKS’ye göre kavşak performansında %4 oranında iyileşme gözlemlenmiştir. Şekil 7.4’te sistemler arasında gecikme değerleri gösterilmektedir.



Şekil 7.4. $V/c=1,1$

Sonuç olarak, sadece 1.1 durumu için PTOM, MKS ve SKS' den sınırlı düzeyde daha yüksek gecikme ürettiği görülmektedir. Diğer taraftan kapasitenin aşıldığı durumlarda gecikmenin bir kontrol sistemiyle aşağıya çekilmesinin zorlayıcı bir göreve dönüştüğü bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, aşırı talebin olduğu durumlar için kontrol yaklaşımlarının gecikme değerlerinin çekilmesinde belirgin bir başarı gösterememektedir. PTOM v/c'nin 1'in altında olduğu durumlarda koridor performansına önemli düzeyde katkıda bulunmaktadır. Diğer taraftan kavşak kapasitelerinin aşıldığı durumlarda etkinliği azalmasına rağmen diğer kontrol sistemlerine yakın veya daha iyi sonuçlar ürettiği anlaşılmaktadır.

PTOM sisteminin diğer üç sisteme göre V/c (x) oranlarına karşılık gelen performans oranları Çizelge 7.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1. PTOM'un sistemlere karşı gecikme oranları

Sistem / x	0.2	0.5	0.9	1.1
MKS	%20,18	%9,5	%5,17	%-1,12
SKS	%10,44	%5,65	%2,22	%-0,55
IKS	% 19,38	%5,72	%-0,89	%3,49

8. SONUÇLAR

Günümüz şehirlerinde artan taşıt sayısı ve trafik talebi özellikle kavşak koridorlarında trafik yoğunluğuna ve yüksek gecikmelere sebep olmaktadır. Bu koridorların kontrolünde koordineli sistemler kullanılmakta fakat çoğu zaman ofset süreleri sabit ele alınmaktadır. Halbuki ofset süresinin trafik akımındaki değişimlere uyumlu ve dinamik olarak tespit edilmesiyle sistem etkinliği arttırılabilir. Bu çalışmada, trafik akım değerlerindeki değişimlere bağlı olarak ofset süresi öneren PTOM-S önerilmiştir. Halil Sezai Erkut Caddesi üzerinde bulunan kavşak koridorundan taşıt sayıları, taşıt seyahat süreleri ve sinyalizasyon parametreleri gibi veriler toplanmıştır. Analiz süresini 11 adet periyoda bölüp kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyon aşamasından sonra 30 adet farklı çekirdek numarası ile hazırlanan simülasyonlardan seyahat süreleri, DGA yardımıyla geliştirilen algoritmaya eğitim verisi olarak kullanılmıştır.

PTOM-S'nin geliştirilmesinde DGA ve farklı parametrik model tipleri göz önüne alınmış ve bu modellere ait katsayılar DGA kullanılarak tespit edilmiştir. Elde edilen modellerle 4 farklı akım/kapasite oranı için koridor üzerinde bulunan kavşak aralığı ofset süreleri belirlenmiştir. Ofset süreleri belirlendikten sonra 10 adet farklı çekirdek numarası ile simülasyonlar hazırlanmıştır. MKS, SKS ve IKS için de aynı çekirdek numaraları kullanılmıştır. Simülasyonlardan öncelikle her bir aralıkta taşıt başına düşen gecikme süreleri çıktı olarak alınmıştır. Sistemler arası kıyaslama yapılırken, PTOM performansı taşıt başına ortalama gecikmeler dikkate alınarak, MKS, SKS ve IKS gibi sistemlerle karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma sonrasında elde edilen sonuçlar göre geliştirilen PTOM-S'lerin MKS, SKS ve IKS'ye göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Özellikle MKS'ye göre gecikme sürelerinde ciddi oranda iyileşme sağlanmıştır. PTOM-S'in kapasitenin talebi karşıladığı durumlarda diğer sistemlere göre üstün geldiği sonuçlar ortaya konulmuştur. Akımın kapasiteyi aştığı durumlarda ise sistemlerin net bir şekilde birbirlerine üstünlük sağlayamadığı görülmüştür.

Akıllı ofset sistemlerinin sabit zamanlı koordineli sistemlere göre gecikme süreni iyileştirmede daha etkili olduğu çalışmanın sonuçlarına yansımıştır. Bu sonuçla

beraber PTOM-S'nin üstün olması, kavşak koridorlarının koordineli bir şekilde çalıştırılabilmesi için akıllı ofset süresi kullanılması ile birlikte istenilen kavşak performanslarının alınabileceği gösterilmiştir.

Kavşak koridorunun üzerinde bulunduğu Halil Sezai Erkut Caddesinde yapımına devam edilen Etlik Şehir Hastanesi bittikten sonra trafik yükünün artacağı öngörülmektedir. Bu öngörüyle beraber PTOM-S'in geliştirilip çift yönlü koordineli kavşak sistemi için uygulanması amaçlanmaktadır.



KAYNAKLAR

- [1] Oral, M. ve Aydın, F. (2018). Türkiye De Karayolu Ulaşımının Tarihsel Gelişimi. *Journal of Awareness*, 3(5), 257–266. doi:10.26809/joa.2018548635
- [2] Ozan, C., Başkan, Ö. ve Metin, M. (2020). Denetimsiz eşdüzey kavşakların performans analizi: Aydın örneği. *Araştırma Makalesi BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi*, 22(2), 637–648. doi:10.25092/baunfbed.743070
- [3] Murat, YS. Ve Çakıcı, Z. (2017). Sinyalize Kavşaklarda Durma Gecikme ile Kontrol Gecikmesi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. 12. Ulaştırma Kongresi, Türk Mimarlar ve Mühendisler Odaları Birliği, İnşaat Mühendisleri Odaları Yayını. Adana, Türkiye, 24-26 Mayıs.
- [4] Öztürk, Z. (2016). Karayolu Şehiriçi Trafikte Tıkanma Maliyeti. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*.
- [5] Kocadağ, N, Y. (2017). Trafikte Kılavuzlu Yeşil Dalga. Yüksek Lisans Tezi. *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale.
- [6] Roess, R. P., Prassas, E. S. ve McShane, W. R. (2011). *Traffic engineering*. Pearson.
- [7] Nair, S., Upadhyay, P. ve Mathew, T. v. (2013). A Dynamic Offset Model based on Stop Line Detector Information. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 487–496. doi:10.1016/j.sbspro.2013.11.142
- [8] Yiğit, H.İ. (2019). Koordine Sinyalize Kavşaklarda Gecikme Modellemesi: Ulus Bulvarı Örneği, Denizli. Yüksek Lisans Tezi. *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- [9] Shoup, G. E. ve Bullock, D. (1999). Dynamic offset tuning procedure using travel time data. *Transportation Research Record*, (1683), 84–94. doi:10.3141/1683-11
- [10] Nishikawa, I. (2004). Dynamics of Oscillator Network and Its Application to Offset Control of Traffic Signals. *2004 IEEE International Joint Conference on Neural Networks*. Budapeşte, Macaristan, 25-29 Temmuz.
- [11] Park, S. Y., Kim, D. N., Lee, S. K. ve Jung, J. H. (2016). Development of a dynamic offset with coordinated signal control system for rural corridors. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(1), 421–430. doi:10.1007/s12205-015-0729-x
- [12] Daganzo, C. F., Lehe, L. J. ve Argote-Cabanero, J. (2017). Adaptive offsets for signalized streets. *Transportation Research Procedia* içinde (C. 23, ss. 612–623). Elsevier B.V. doi:10.1016/j.trpro.2017.05.034
- [13] Şimşir, F., Özkaynak, E., Ekmekçi, D., (2013). Kavşaklarda Trafik Sinyalizasyon Sisteminin Modellemesi ve Benzetimi. *XV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye, 23-25 Ocak.

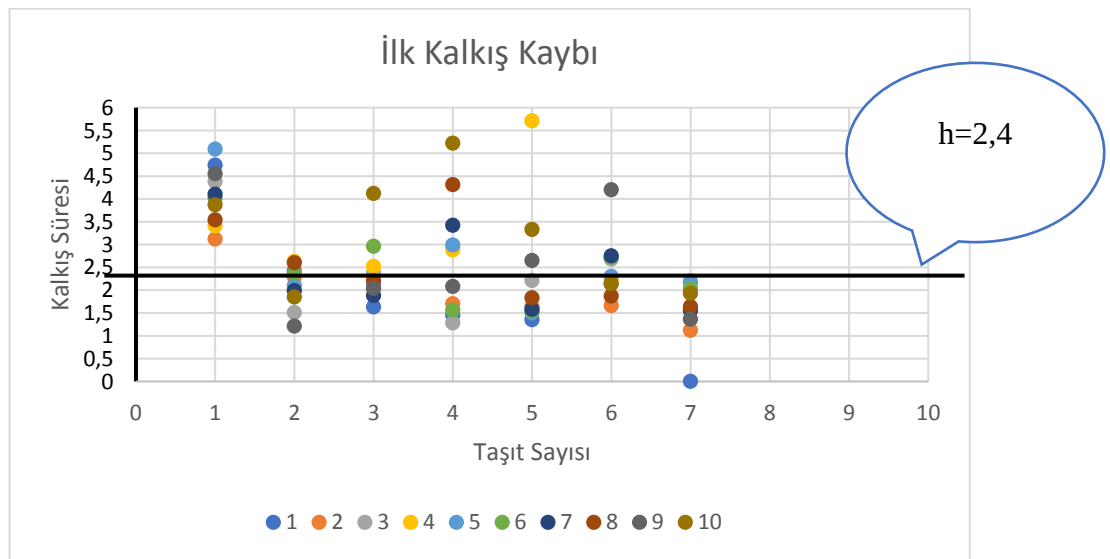
- [14] Akmaz, M. (2012). Konya'nın Önemli Sinyalize Kavşaklarının Bilgisayar Programı ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- [15] Çetinkaya, G. (2008). Işıklı Kavşaklarda Değişik Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- [16] Arıkan Öztürk, E., Kürşat Çubuk, M. ve Hatpoğlu, S. (2008). *Ankara için Bir Sinyal Zamanlaması Modeli: Beşevler Kavşağı Örneği*. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*.
- [17] Çakıcı, Z. ve Murat, Y. Ş. (2016). Sinyalize Dönel Kavşaklar için Hesap Yöntemi Önerisi ve Performans Analizi. *İMO Teknik Dergi*, 461. 7569-7592.
- [18] Bayrakdar, B. (2021). İzole Sinyalize Kavşaklar İçin Derin Öğrenme Yaklaşımı ile Gecikme Modelleri Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale.
- [19] Ocakdan, S. (2010). Arterlerin Yeniden Yapılandırılmasında Simülasyon Tekniği ile Karar Verme ve Bir Kavşak Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- [20] Law, A. ve Kelton, W. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. New York, McGraw-Hill.
- [21] Bloomberg, L. ve Dale, J. (2000). Comparison of VISSIM and CORSIM Traffic Simulation Models on a Congested Network. *Journal of the Transportation Research Board*, 1727(1). 52-60.
- [22] Mahmud, K. ve Town, G. E. (2016). A review of computer tools for modeling electric vehicle energy requirements and their impact on power distribution networks. *Applied Energy*, 172, 337–359. doi:10.1016/J.APENERGY.2016.03.100
- [23] Keskindürk, T. (2006). Diferansiyel Gelişim Algoritması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2006(1), 85,99.
- [24] Doğan, E. ve Akgüngör, A. P. (2016). Optimizing a fuzzy logic traffic signal controller via the differential evolution algorithm under different traffic scenarios. *Simulation*, 92(11), 1013–1023. doi:10.1177/0037549716673217
- [25] Özmen A., Şeniş B. (2018). İstatistik. Eskişehir. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- [26] Haldenbilen S. ve Ceylan H. (2017). Trafik Düzenleme ve Sirkülasyon Raporu. Çorlu Belediyesi. Kasım 2017.

EKLER

EK-1. İlk Kalkış kaybı hesabı

Devre /Taşıt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
1	4,74	3,12	4,38	3,41	5,09	4,02	4,1	3,54	4,55	3,87	4,082
2	2,42	2,29	1,51	2,63	2,1	2,37	1,99	2,6	1,21	1,85	2,097
3	1,63	2,03	2,38	2,52	2,13	2,96	1,88	2,21	2,04	4,12	2,39
4	1,45	1,7	1,28	2,88	2,99	1,56	3,42	4,31	2,08	5,22	2,689
5	1,35	1,64	2,21	5,71	1,5	1,54	1,58	1,83	2,65	3,33	2,334
6	2,14	1,66	2,68	2,22	2,3	2,72	2,75	1,87	4,2	2,14	2,468
7	x	1,12	1,96	2,21	2,16	2,03	1,55	1,64	1,36	1,93	1,773333
8	x	2,15	x	x	x	1,55	2,44	x	1,75	1,23	1,824
9	x	2,42	x	x	x	2,15	x	x	x	2,7	2,423333
10	x	x	x	x	x	1,53	x	x	x	2,98	2,255
h											2,433567

$$I_1 = \sum \Delta i = (4,082-2,43) + ((2,097-2,43) + (2,39-2,43) + (2,689-2,43)) = 1,524 \text{ saniye}$$



EK-2. Kapasite Hesabı

$$S = 3600/h$$

S= doygun akım değeri

h= doygun akım takip aralığı

$$S = 3600/2.4 = 1500 \text{ araç\saat\şerit}$$

$$tL = l_1 + l_2$$

t_L = toplam kayıp süre

$$l_1 = 1.52 \text{ sn}$$

$$l_2 = 2 \text{ sn}$$

$$tL = 1.5 + 2 = 3.52 \text{ sn}$$

$$Y_i = y + ar$$

Y_i = Sarı ve her yöne kırmızı süre

y= sarı süre

ar= her yöne kırmızı süre

$$Y_i = 4 + 1 = 5 \text{ sn}$$

$$g_i = G_i + Y_i - tL_i$$

g= efektif yeşil süre

G= Verilen yeşil süre

Y= Sarı ve her yöne kırmızı süre

t_L = toplam kayıp süre

$$g = 78 + 5 - 3.52 = 79.48 \text{ sn}$$

$$c = S * g/C$$

c= kapasite

S= doygun akım değeri

g= efektif yeşil süre

C= devre süresi

$$c = 1500 * 79.48 / 120 = 993,5 \frac{taşıt}{saat} / şerit$$

Kapasite= 993,5 taşıt/saat/şerit



EK-3. Koridordaki taşıtların seyahat süreleri

Taşıt Sayısı	Taşıt Türü	Giriş Süresi	Çıkış Süresi	Seyahat Süresi	Seyahat Süresi(s)	Hız(m/s)	Hız(km/sa)
1	Otomobil	00:00:48	00:02:11	00:01:23	83	13,48	48,53
2	Otomobil	00:00:50	00:02:19	00:01:29	89	12,57	45,26
3	Otomobil	00:00:53	00:02:22	00:01:29	89	12,57	45,26
4	Otomobil	00:00:58	00:02:26	00:01:28	88	12,72	45,78
5	Otomobil	00:02:26	00:03:58	00:01:32	92	12,16	43,79
6	Otomobil	00:02:29	00:04:04	00:01:35	95	11,78	42,40
7	Otomobil	00:02:27	00:03:52	00:01:25	85	13,16	47,39
8	HTT	00:02:29	00:04:20	00:01:51	111	10,08	36,29
9	Otomobil	00:02:29	00:04:00	00:01:31	91	12,30	44,27
10	Otomobil	00:02:30	00:03:54	00:01:24	84	13,32	47,96
11	Otomobil	00:02:36	00:03:56	00:01:20	80	13,99	50,36
12	Otomobil	00:02:45	00:05:15	00:02:30	150	7,46	26,86
13	Otomobil	00:02:49	00:04:07	00:01:18	78	14,35	51,65
14	Otomobil	00:02:52	00:04:09	00:01:17	77	14,53	52,32
15	Otomobil	00:03:01	00:05:24	00:02:23	143	7,83	28,17
16	Otomobil	00:04:06	00:05:38	00:01:32	92	12,16	43,79
17	Otomobil	00:04:08	00:05:35	00:01:27	87	12,86	46,30
18	Otomobil	00:04:10	00:05:42	00:01:32	92	12,16	43,79
19	Otomobil	00:04:12	00:05:51	00:01:39	99	11,30	40,69
20	Otomobil	00:04:12	00:05:50	00:01:38	98	11,42	41,11
21	Otomobil	00:04:20	00:05:52	00:01:32	92	12,16	43,79
22	Otomobil	00:04:22	00:05:57	00:01:35	95	11,78	42,40
23	Otomobil	00:04:23	00:05:52	00:01:29	89	12,57	45,26
24	Otomobil	00:04:25	00:07:18	00:02:53	173	6,47	23,29
25	Otomobil	00:04:26	00:05:54	00:01:28	88	12,72	45,78
26	Otomobil	00:04:29	00:05:58	00:01:29	89	12,57	45,26
27	Otomobil	00:04:31	00:05:59	00:01:28	88	12,72	45,78
28	Otomobil	00:04:38	00:05:54	00:01:16	76	14,72	53,01
29	Otomobil	00:04:40	00:05:55	00:01:15	75	14,92	53,71
30	Otomobil	00:04:48	00:06:01	00:01:13	73	15,33	55,18
31	Otomobil	00:05:46	00:09:00	00:03:14	194	5,77	20,76
32	Otomobil	00:05:46	00:07:14	00:01:28	88	12,72	45,78
33	Otomobil	00:05:48	00:07:33	00:01:45	105	10,66	38,37
34	Otomobil	00:05:52	00:09:08	00:03:16	196	5,71	20,55
35	Otomobil	00:05:52	00:07:26	00:01:34	94	11,90	42,86
36	Otomobil	00:05:53	00:07:22	00:01:29	89	12,57	45,26
37	Otomobil	00:06:02	00:07:24	00:01:22	82	13,65	49,13
38	Otomobil	00:07:26	00:08:58	00:01:32	92	12,16	43,79
39	Otomobil	00:07:28	00:09:03	00:01:35	95	11,78	42,40
40	Otomobil	00:07:31	00:09:09	00:01:38	98	11,42	41,11
41	Otomobil	00:07:32	00:09:07	00:01:35	95	11,78	42,40
42	Otomobil	00:07:38	00:09:10	00:01:32	92	12,16	43,79

43	Otomobil	00:07:38	00:09:59	00:02:21	141	7,94	28,57
44	Otomobil	00:07:41	00:09:16	00:01:35	95	11,78	42,40
45	Otomobil	00:07:43	00:08:57	00:01:14	74	15,12	54,44
46	Otomobil	00:07:48	00:09:06	00:01:18	78	14,35	51,65
47	Otomobil	00:08:01	00:10:15	00:02:14	134	8,35	30,06
48	Otomobil	00:09:08	00:10:41	00:01:33	93	12,03	43,32
49	Otomobil	00:09:08	00:10:43	00:01:35	95	11,78	42,40
50	Otomobil	00:09:09	00:10:51	00:01:42	102	10,97	39,49
51	HTT	00:09:08	00:12:00	00:02:52	172	6,51	23,42
52	Otomobil	00:09:10	00:10:44	00:01:34	94	11,90	42,86
53	Otomobil	00:09:10	00:10:34	00:01:24	84	13,32	47,96
54	HTT	00:09:10	00:12:31	00:03:21	201	5,57	20,04
55	Otomobil	00:09:11	00:10:33	00:01:22	82	13,65	49,13
56	Otomobil	00:09:12	00:10:46	00:01:34	94	11,90	42,86
57	Otomobil	00:09:11	00:11:57	00:02:46	166	6,74	24,27
58	Otomobil	00:09:25	00:11:59	00:02:34	154	7,27	26,16
59	Otomobil	00:09:25	00:10:58	00:01:33	93	12,03	43,32
60	Otomobil	00:09:26	00:11:58	00:02:32	152	7,36	26,50
61	Otomobil	00:09:28	00:11:00	00:01:32	92	12,16	43,79
62	Otomobil	00:09:30	00:11:57	00:02:27	147	7,61	27,40
63	Otomobil	00:09:34	00:10:56	00:01:22	82	13,65	49,13
64	Otomobil	00:09:38	00:12:02	00:02:24	144	7,77	27,98
65	Otomobil	00:09:41	00:12:00	00:02:19	139	8,05	28,98
66	Otomobil	00:09:44	00:12:02	00:02:18	138	8,11	29,19
67	HTT	00:09:46	00:12:32	00:02:46	166	6,74	24,27
68	Otomobil	00:10:49	00:12:38	00:01:49	109	10,27	36,96
69	Otomobil	00:10:48	00:12:30	00:01:42	102	10,97	39,49
70	Otomobil	00:10:50	00:12:18	00:01:28	88	12,72	45,78
71	Otomobil	00:10:51	00:12:27	00:01:36	96	11,66	41,96
72	HTT	00:10:52	00:12:33	00:01:41	101	11,08	39,89
73	Otomobil	00:10:53	00:13:38	00:02:45	165	6,78	24,41
74	Otomobil	00:10:56	00:13:42	00:02:46	166	6,74	24,27
75	Otomobil	00:11:10	00:12:42	00:01:32	92	12,16	43,79
76	Otomobil	00:11:21	00:13:35	00:02:14	134	8,35	30,06
77	Otomobil	00:11:26	00:13:37	00:02:11	131	8,54	30,75
78	Otomobil	00:11:27	00:13:41	00:02:14	134	8,35	30,06
79	Otomobil	00:12:26	00:15:16	00:02:50	170	6,58	23,70
80	Otomobil	00:12:29	00:15:22	00:02:53	173	6,47	23,29
81	Otomobil	00:12:30	00:15:18	00:02:48	168	6,66	23,98
82	Otomobil	00:12:31	00:15:25	00:02:54	174	6,43	23,15
83	Otomobil	00:12:32	00:15:33	00:03:01	181	6,18	22,26
84	Otomobil	00:12:32	00:14:19	00:01:47	107	10,46	37,65
85	Otomobil	00:12:40	00:15:18	00:02:38	158	7,08	25,50
86	Otomobil	00:12:45	00:15:36	00:02:51	171	6,54	23,56
87	Otomobil	00:12:46	00:15:36	00:02:50	170	6,58	23,70
88	HTT	00:12:47	00:15:42	00:02:55	175	6,39	23,02

89	Otomobil	00:12:49	00:15:29	00:02:40	160	6,99	25,18
90	Otomobil	00:12:57	00:15:40	00:02:43	163	6,87	24,71
91	Otomobil	00:14:05	00:15:49	00:01:44	104	10,76	38,73
92	Otomobil	00:14:08	00:15:53	00:01:45	105	10,66	38,37
93	Otomobil	00:14:10	00:15:57	00:01:47	107	10,46	37,65
94	HTT	00:14:16	00:15:53	00:01:37	97	11,54	41,53
95	Otomobil	00:14:25	00:15:54	00:01:29	89	12,57	45,26
96	Otomobil	00:14:33	00:16:01	00:01:28	88	12,72	45,78
97	Otomobil	00:14:37	00:16:57	00:02:20	140	7,99	28,77
98	Otomobil	00:14:44	00:16:55	00:02:11	131	8,54	30,75
99	Otomobil	00:15:50	00:18:55	00:03:05	185	6,05	21,78
100	Otomobil	00:15:49	00:17:19	00:01:30	90	12,43	44,76
101	Otomobil	00:16:02	00:18:33	00:02:31	151	7,41	26,68
102	Otomobil	00:16:06	00:17:31	00:01:25	85	13,16	47,39
103	Otomobil	00:16:13	00:17:34	00:01:21	81	13,81	49,73
104	Otomobil	00:16:14	00:18:38	00:02:24	144	7,77	27,98
105	Otomobil	00:16:21	00:17:28	00:01:07	67	16,70	60,13
106	Otomobil	00:16:26	00:19:14	00:02:48	168	6,66	23,98
107	Otomobil	00:16:26	00:17:38	00:01:12	72	15,54	55,95
108	Otomobil	00:16:47	00:18:37	00:01:50	110	10,17	36,62
109	Otomobil	00:17:25	00:19:12	00:01:47	107	10,46	37,65
110	Otomobil	00:17:30	00:19:17	00:01:47	107	10,46	37,65
111	HTT	00:17:32	00:18:59	00:01:27	87	12,86	46,30
112	Otomobil	00:19:05	00:20:34	00:01:29	89	12,57	45,26
113	HTT	00:19:07	00:20:48	00:01:41	101	11,08	39,89
114	Otomobil	00:19:09	00:20:43	00:01:34	94	11,90	42,86
115	Otomobil	00:19:11	00:22:02	00:02:51	171	6,54	23,56
116	Otomobil	00:19:12	00:21:56	00:02:44	164	6,82	24,56
117	Otomobil	00:19:22	00:20:47	00:01:25	85	13,16	47,39
118	Otomobil	00:19:27	00:20:44	00:01:17	77	14,53	52,32
119	Otomobil	00:19:36	00:20:54	00:01:18	78	14,35	51,65
120	HTT	00:20:46	00:22:27	00:01:41	101	11,08	39,89
121	Otomobil	00:20:46	00:22:21	00:01:35	95	11,78	42,40
122	Otomobil	00:20:46	00:22:23	00:01:37	97	11,54	41,53
123	Otomobil	00:20:48	00:24:16	00:03:28	208	5,38	19,37
124	Otomobil	00:20:52	00:22:19	00:01:27	87	12,86	46,30
125	Otomobil	00:20:55	00:22:25	00:01:30	90	12,43	44,76
126	Otomobil	00:20:59	00:22:28	00:01:29	89	12,57	45,26
127	Otomobil	00:21:00	00:22:30	00:01:30	90	12,43	44,76
128	Otomobil	00:21:09	00:22:39	00:01:30	90	12,43	44,76
129	Otomobil	00:21:09	00:25:45	00:04:36	276	4,05	14,60
130	Otomobil	00:21:12	00:23:33	00:02:21	141	7,94	28,57
131	Otomobil	00:21:25	00:22:37	00:01:12	72	15,54	55,95
132	HTT	00:22:25	00:25:23	00:02:58	178	6,29	22,63
133	Otomobil	00:22:28	00:23:58	00:01:30	90	12,43	44,76
134	Otomobil	00:22:28	00:23:50	00:01:22	82	13,65	49,13

135	Otomobil	00:22:29	00:24:06	00:01:37	97	11,54	41,53
136	Otomobil	00:22:39	00:25:55	00:03:16	196	5,71	20,55
137	Otomobil	00:22:40	00:24:14	00:01:34	94	11,90	42,86
138	Otomobil	00:22:41	00:24:00	00:01:19	79	14,16	50,99
139	Otomobil	00:22:46	00:24:17	00:01:31	91	12,30	44,27
140	Otomobil	00:22:48	00:24:14	00:01:26	86	13,01	46,84
141	Otomobil	00:22:48	00:25:18	00:02:30	150	7,46	26,86
142	Otomobil	00:22:50	00:24:19	00:01:29	89	12,57	45,26
143	Otomobil	00:22:52	00:25:16	00:02:24	144	7,77	27,98
144	Otomobil	00:22:52	00:25:19	00:02:27	147	7,61	27,40
145	Otomobil	00:22:53	00:25:41	00:02:48	168	6,66	23,98
146	Otomobil	00:23:06	00:25:44	00:02:38	158	7,08	25,50
147	Otomobil	00:23:23	00:25:20	00:01:57	117	9,56	34,43
148	Otomobil	00:24:07	00:25:43	00:01:36	96	11,66	41,96
149	Otomobil	00:24:08	00:25:40	00:01:32	92	12,16	43,79
150	Otomobil	00:24:08	00:25:41	00:01:33	93	12,03	43,32
151	Otomobil	00:24:12	00:25:45	00:01:33	93	12,03	43,32
152	Otomobil	00:24:13	00:25:47	00:01:34	94	11,90	42,86
153	Otomobil	00:24:11	00:25:38	00:01:27	87	12,86	46,30
154	HTT	00:24:22	00:25:50	00:01:28	88	12,72	45,78
155	Otomobil	00:24:27	00:25:57	00:01:30	90	12,43	44,76
156	Otomobil	00:24:28	00:25:59	00:01:31	91	12,30	44,27
157	ATT	00:25:45	00:27:28	00:01:43	103	10,86	39,11
158	Otomobil	00:25:46	00:27:27	00:01:41	101	11,08	39,89
159	Otomobil	00:25:46	00:27:31	00:01:45	105	10,66	38,37
160	Otomobil	00:25:49	00:27:23	00:01:34	94	11,90	42,86
161	HTT	00:25:55	00:30:35	00:04:40	280	4,00	14,39
162	Otomobil	00:26:00	00:27:09	00:01:09	69	16,22	58,38
163	Otomobil	00:26:03	00:27:33	00:01:30	90	12,43	44,76
164	Otomobil	00:26:10	00:27:32	00:01:22	82	13,65	49,13
165	Otomobil	00:26:13	00:27:34	00:01:21	81	13,81	49,73
166	Otomobil	00:26:14	00:27:40	00:01:26	86	13,01	46,84
167	Otomobil	00:26:16	00:27:33	00:01:17	77	14,53	52,32
168	Otomobil	00:26:21	00:27:38	00:01:17	77	14,53	52,32
169	Otomobil	00:26:23	00:28:40	00:02:17	137	8,17	29,40
170	Otomobil	00:26:23	00:27:39	00:01:16	76	14,72	53,01
171	Otomobil	00:26:25	00:28:35	00:02:10	130	8,61	30,99
172	Otomobil	00:26:25	00:27:36	00:01:11	71	15,76	56,74
173	Otomobil	00:27:27	00:29:08	00:01:41	101	11,08	39,89
174	Otomobil	00:27:25	00:28:58	00:01:33	93	12,03	43,32
175	Otomobil	00:27:26	00:29:06	00:01:40	100	11,19	40,28
176	Otomobil	00:27:28	00:29:01	00:01:33	93	12,03	43,32
177	Otomobil	00:27:38	00:29:03	00:01:25	85	13,16	47,39
178	Otomobil	00:27:38	00:29:09	00:01:31	91	12,30	44,27
179	Otomobil	00:27:43	00:29:11	00:01:28	88	12,72	45,78
180	Otomobil	00:27:44	00:29:16	00:01:32	92	12,16	43,79

181	Otomobil	00:27:46	00:29:14	00:01:28	88	12,72	45,78
182	Otomobil	00:27:53	00:29:14	00:01:21	81	13,81	49,73
183	Otomobil	00:27:53	00:30:16	00:02:23	143	7,83	28,17
184	Otomobil	00:27:57	00:29:18	00:01:21	81	13,81	49,73
185	Otomobil	00:28:06	00:29:16	00:01:10	70	15,99	57,55
186	Otomobil	00:28:07	00:30:35	00:02:28	148	7,56	27,22
187	Otomobil	00:29:03	00:31:05	00:02:02	122	9,17	33,02
188	Otomobil	00:29:04	00:30:44	00:01:40	100	11,19	40,28
189	Otomobil	00:29:06	00:31:04	00:01:58	118	9,48	34,14
190	Otomobil	00:29:06	00:30:45	00:01:39	99	11,30	40,69
191	Otomobil	00:29:07	00:31:07	00:02:00	120	9,33	33,57
192	HTT	00:29:08	00:31:04	00:01:56	116	9,65	34,73
193	Otomobil	00:29:08	00:30:54	00:01:46	106	10,56	38,00
194	Otomobil	00:29:13	00:30:50	00:01:37	97	11,54	41,53
195	Otomobil	00:29:37	00:31:09	00:01:32	92	12,16	43,79
196	Otomobil	00:29:44	00:30:57	00:01:13	73	15,33	55,18
197	Otomobil	00:29:53	00:31:07	00:01:14	74	15,12	54,44
198	Otomobil	00:31:08	00:33:01	00:01:53	113	9,90	35,65
199	Otomobil	00:31:08	00:32:47	00:01:39	99	11,30	40,69
200	Otomobil	00:31:15	00:33:06	00:01:51	111	10,08	36,29
201	Otomobil	00:31:16	00:32:57	00:01:41	101	11,08	39,89
202	Otomobil	00:31:22	00:32:52	00:01:30	90	12,43	44,76
203	Otomobil	00:31:25	00:32:53	00:01:28	88	12,72	45,78
204	Otomobil	00:31:30	00:33:03	00:01:33	93	12,03	43,32
205	Otomobil	00:31:29	00:34:43	00:03:14	194	5,77	20,76
206	HTT	00:31:36	00:34:36	00:03:00	180	6,22	22,38
207	Otomobil	00:31:38	00:33:03	00:01:25	85	13,16	47,39
208	Otomobil	00:31:42	00:33:04	00:01:22	82	13,65	49,13
209	Otomobil	00:31:46	00:33:07	00:01:21	81	13,81	49,73
210	Otomobil	00:31:49	00:33:09	00:01:20	80	13,99	50,36
211	HTT	00:31:49	00:33:08	00:01:19	79	14,16	50,99
212	Otomobil	00:31:50	00:32:57	00:01:07	67	16,70	60,13
213	Otomobil	00:31:51	00:33:12	00:01:21	81	13,81	49,73
214	Otomobil	00:31:54	00:33:11	00:01:17	77	14,53	52,32
215	Otomobil	00:32:00	00:34:30	00:02:30	150	7,46	26,86
216	Otomobil	00:32:01	00:33:16	00:01:15	75	14,92	53,71
217	Otomobil	00:32:24	00:34:51	00:02:27	147	7,61	27,40
218	Otomobil	00:33:09	00:34:46	00:01:37	97	11,54	41,53
219	Otomobil	00:33:12	00:35:04	00:01:52	112	9,99	35,97
220	HTT	00:33:12	00:34:57	00:01:45	105	10,66	38,37
221	Otomobil	00:33:13	00:34:54	00:01:41	101	11,08	39,89
222	Otomobil	00:33:14	00:35:05	00:01:51	111	10,08	36,29
223	Otomobil	00:33:17	00:35:01	00:01:44	104	10,76	38,73
224	Otomobil	00:33:17	00:34:51	00:01:34	94	11,90	42,86
225	Otomobil	00:33:18	00:34:59	00:01:41	101	11,08	39,89
226	Otomobil	00:33:30	00:36:33	00:03:03	183	6,11	22,01

227	Otomobil	00:33:44	00:35:15	00:01:31	91	12,30	44,27
228	Otomobil	00:33:45	00:35:12	00:01:27	87	12,86	46,30
229	Otomobil	00:33:50	00:35:13	00:01:23	83	13,48	48,53
230	Otomobil	00:34:08	00:35:17	00:01:09	69	16,22	58,38
231	Otomobil	00:35:10	00:36:42	00:01:32	92	12,16	43,79
232	Otomobil	00:35:10	00:37:00	00:01:50	110	10,17	36,62
233	Otomobil	00:35:11	00:36:44	00:01:33	93	12,03	43,32
234	Otomobil	00:35:13	00:36:56	00:01:43	103	10,86	39,11
235	Otomobil	00:35:16	00:38:31	00:03:15	195	5,74	20,66
236	Otomobil	00:35:26	00:36:59	00:01:33	93	12,03	43,32
237	Otomobil	00:35:28	00:37:02	00:01:34	94	11,90	42,86
238	Otomobil	00:35:35	00:36:58	00:01:23	83	13,48	48,53
239	Otomobil	00:35:36	00:36:50	00:01:14	74	15,12	54,44
240	Otomobil	00:35:40	00:37:05	00:01:25	85	13,16	47,39
241	Otomobil	00:35:48	00:37:07	00:01:19	79	14,16	50,99
242	Otomobil	00:35:51	00:37:08	00:01:17	77	14,53	52,32
243	Otomobil	00:35:53	00:37:08	00:01:15	75	14,92	53,71
244	Otomobil	00:37:10	00:40:39	00:03:29	209	5,35	19,27
245	Otomobil	00:37:12	00:38:40	00:01:28	88	12,72	45,78
246	ATT	00:37:13	00:39:06	00:01:53	113	9,90	35,65
247	Otomobil	00:37:18	00:38:54	00:01:36	96	11,66	41,96
248	Otomobil	00:37:20	00:38:57	00:01:37	97	11,54	41,53
249	Otomobil	00:37:22	00:39:08	00:01:46	106	10,56	38,00
250	HTT	00:37:22	00:39:17	00:01:55	115	9,73	35,03
251	Otomobil	00:37:23	00:40:56	00:03:33	213	5,25	18,91
252	Otomobil	00:37:25	00:38:59	00:01:34	94	11,90	42,86
253	Otomobil	00:37:26	00:39:01	00:01:35	95	11,78	42,40
254	Otomobil	00:37:34	00:39:09	00:01:35	95	11,78	42,40
255	Otomobil	00:37:37	00:39:13	00:01:36	96	11,66	41,96
256	Otomobil	00:37:43	00:39:11	00:01:28	88	12,72	45,78
257	Otomobil	00:39:13	00:40:45	00:01:32	92	12,16	43,79
258	Otomobil	00:39:14	00:40:48	00:01:34	94	11,90	42,86
259	Otomobil	00:39:39	00:41:01	00:01:22	82	13,65	49,13
260	Otomobil	00:39:39	00:41:03	00:01:24	84	13,32	47,96
261	Otomobil	00:39:42	00:41:02	00:01:20	80	13,99	50,36
262	Otomobil	00:39:48	00:41:06	00:01:18	78	14,35	51,65
263	Otomobil	00:39:51	00:41:07	00:01:16	76	14,72	53,01
264	Otomobil	00:39:58	00:41:14	00:01:16	76	14,72	53,01
265	Otomobil	00:40:05	00:42:34	00:02:29	149	7,51	27,04
266	Otomobil	00:41:11	00:42:38	00:01:27	87	12,86	46,30
267	Otomobil	00:41:13	00:42:56	00:01:43	103	10,86	39,11
268	Otomobil	00:41:14	00:42:55	00:01:41	101	11,08	39,89
269	Otomobil	00:41:17	00:42:50	00:01:33	93	12,03	43,32
270	Otomobil	00:41:32	00:43:12	00:01:40	100	11,19	40,28
271	Otomobil	00:41:23	00:43:04	00:01:41	101	11,08	39,89
272	Otomobil	00:41:36	00:42:58	00:01:22	82	13,65	49,13

273	Otomobil	00:41:40	00:43:14	00:01:34	94	11,90	42,86
274	Otomobil	00:41:41	00:43:09	00:01:28	88	12,72	45,78
275	Otomobil	00:41:45	00:43:19	00:01:34	94	11,90	42,86
276	Otomobil	00:41:47	00:43:15	00:01:28	88	12,72	45,78
277	Otomobil	00:41:50	00:44:36	00:02:46	166	6,74	24,27
278	Otomobil	00:41:56	00:45:02	00:03:06	186	6,02	21,66
279	Otomobil	00:43:11	00:44:51	00:01:40	100	11,19	40,28
280	Otomobil	00:43:13	00:44:46	00:01:33	93	12,03	43,32
281	Otomobil	00:43:16	00:45:07	00:01:51	111	10,08	36,29
282	Otomobil	00:43:17	00:44:53	00:01:36	96	11,66	41,96
283	Otomobil	00:43:36	00:45:09	00:01:33	93	12,03	43,32
284	HTT	00:43:38	00:44:48	00:01:10	70	15,99	57,55
285	Otomobil	00:43:44	00:45:00	00:01:16	76	14,72	53,01
286	Otomobil	00:43:55	00:45:12	00:01:17	77	14,53	52,32
287	Otomobil	00:44:00	00:45:14	00:01:14	74	15,12	54,44
288	Otomobil	00:45:12	00:48:34	00:03:22	202	5,54	19,94
289	Otomobil	00:45:13	00:46:56	00:01:43	103	10,86	39,11
290	Otomobil	00:45:14	00:46:49	00:01:35	95	11,78	42,40
291	Otomobil	00:45:20	00:46:58	00:01:38	98	11,42	41,11
292	Otomobil	00:45:26	00:48:34	00:03:08	188	5,95	21,43
293	Otomobil	00:45:31	00:47:05	00:01:34	94	11,90	42,86
294	Otomobil	00:45:37	00:47:06	00:01:29	89	12,57	45,26
295	Otomobil	00:45:43	00:46:59	00:01:16	76	14,72	53,01
296	Otomobil	00:45:45	00:46:56	00:01:11	71	15,76	56,74
297	Otomobil	00:45:58	00:47:08	00:01:10	70	15,99	57,55
298	Otomobil	00:46:05	00:48:36	00:02:31	151	7,41	26,68
299	Otomobil	00:46:18	00:48:39	00:02:21	141	7,94	28,57
300	HTT	00:47:15	00:48:58	00:01:43	103	10,86	39,11
301	Otomobil	00:47:15	00:49:12	00:01:57	117	9,56	34,43
302	Otomobil	00:47:18	00:48:55	00:01:37	97	11,54	41,53
303	Otomobil	00:47:21	00:50:34	00:03:13	193	5,80	20,87
304	Otomobil	00:47:20	00:55:05	00:07:45	465	2,41	8,66
305	Otomobil	00:47:21	00:49:04	00:01:43	103	10,86	39,11
306	Otomobil	00:47:22	00:50:25	00:03:03	183	6,11	22,01
307	Otomobil	00:47:24	00:48:52	00:01:28	88	12,72	45,78
308	Otomobil	00:47:24	00:49:14	00:01:50	110	10,17	36,62
309	Otomobil	00:47:25	00:49:01	00:01:36	96	11,66	41,96
310	Otomobil	00:47:25	00:49:10	00:01:45	105	10,66	38,37
311	HTT	00:47:28	00:49:17	00:01:49	109	10,27	36,96
312	Otomobil	00:47:53	00:49:19	00:01:26	86	13,01	46,84
313	HTT	00:47:58	00:49:20	00:01:22	82	13,65	49,13
314	Otomobil	00:48:00	00:49:18	00:01:18	78	14,35	51,65
315	Otomobil	00:48:01	00:50:32	00:02:31	151	7,41	26,68
316	Otomobil	00:48:03	00:50:35	00:02:32	152	7,36	26,50
317	Otomobil	00:49:11	00:50:50	00:01:39	99	11,30	40,69
318	Otomobil	00:49:11	00:50:48	00:01:37	97	11,54	41,53

319	Otomobil	00:49:12	00:51:09	00:01:57	117	9,56	34,43
320	HTT	00:49:14	00:51:07	00:01:53	113	9,90	35,65
321	Otomobil	00:49:14	00:50:43	00:01:29	89	12,57	45,26
322	Otomobil	00:49:15	00:51:02	00:01:47	107	10,46	37,65
323	Otomobil	00:49:16	00:51:05	00:01:49	109	10,27	36,96
324	Otomobil	00:49:17	00:50:59	00:01:42	102	10,97	39,49
325	HTT	00:49:18	00:50:36	00:01:18	78	14,35	51,65
326	Otomobil	00:49:18	00:51:03	00:01:45	105	10,66	38,37
327	Otomobil	00:49:19	00:51:11	00:01:52	112	9,99	35,97
328	Otomobil	00:49:39	00:51:04	00:01:25	85	13,16	47,39
329	Otomobil	00:49:51	00:51:09	00:01:18	78	14,35	51,65
330	Otomobil	00:51:13	00:52:27	00:01:14	74	15,12	54,44
331	Otomobil	00:51:14	00:53:17	00:02:03	123	9,10	32,75
332	Otomobil	00:51:17	00:54:33	00:03:16	196	5,71	20,55
333	Otomobil	00:51:18	00:53:12	00:01:54	114	9,82	35,34
334	Otomobil	00:51:19	00:55:10	00:03:51	231	4,84	17,44
335	Otomobil	00:51:19	00:54:36	00:03:17	197	5,68	20,45
336	Otomobil	00:51:20	00:53:21	00:02:01	121	9,25	33,29
337	Otomobil	00:51:21	00:54:33	00:03:12	192	5,83	20,98
338	Otomobil	00:51:36	00:54:38	00:03:02	182	6,15	22,13
339	Otomobil	00:51:48	00:53:15	00:01:27	87	12,86	46,30
340	Otomobil	00:51:53	00:53:14	00:01:21	81	13,81	49,73
341	Otomobil	00:51:59	00:54:44	00:02:45	165	6,78	24,41
342	Otomobil	00:52:07	00:54:39	00:02:32	152	7,36	26,50
343	Otomobil	00:52:09	00:54:43	00:02:34	154	7,27	26,16
344	HTT	00:52:26	00:54:46	00:02:20	140	7,99	28,77
345	Otomobil	00:53:17	00:55:09	00:01:52	112	9,99	35,97
346	Otomobil	00:53:20	00:55:03	00:01:43	103	10,86	39,11
347	Otomobil	00:53:20	00:54:56	00:01:36	96	11,66	41,96
348	Otomobil	00:53:42	00:55:12	00:01:30	90	12,43	44,76
349	Otomobil	00:53:47	00:55:06	00:01:19	79	14,16	50,99
350	Otomobil	00:53:49	00:55:10	00:01:21	81	13,81	49,73
351	HTT	00:53:53	00:55:16	00:01:23	83	13,48	48,53
352	Otomobil	00:54:23	00:55:18	00:00:55	55	20,35	73,24
353	Otomobil	00:55:12	01:01:08	00:05:56	356	3,14	11,32
354	Otomobil	00:55:14	00:56:48	00:01:34	94	11,90	42,86
355	Otomobil	00:55:20	00:56:44	00:01:24	84	13,32	47,96
356	HTT	00:55:28	00:58:36	00:03:08	188	5,95	21,43
357	Otomobil	00:55:30	00:57:03	00:01:33	93	12,03	43,32
358	Otomobil	00:55:36	00:56:59	00:01:23	83	13,48	48,53
359	Otomobil	00:55:41	00:57:00	00:01:19	79	14,16	50,99
360	Otomobil	00:55:41	00:56:58	00:01:17	77	14,53	52,32
361	Otomobil	00:55:44	00:57:06	00:01:22	82	13,65	49,13
362	Otomobil	00:55:46	00:57:01	00:01:15	75	14,92	53,71
363	Otomobil	00:55:56	00:57:07	00:01:11	71	15,76	56,74
364	Otomobil	00:55:58	00:58:33	00:02:35	155	7,22	25,99

365	Otomobil	00:53:01	00:58:59	00:05:58	358	3,13	11,25
366	Otomobil	00:56:02	00:57:08	00:01:06	66	16,95	61,04
367	Otomobil	00:56:03	00:57:14	00:01:11	71	15,76	56,74
368	Otomobil	00:57:12	01:00:49	00:03:37	217	5,16	18,56
369	Otomobil	00:57:14	00:58:55	00:01:41	101	11,08	39,89
370	Otomobil	00:57:15	00:58:57	00:01:42	102	10,97	39,49
371	Otomobil	00:57:15	01:00:49	00:03:34	214	5,23	18,82
372	Otomobil	00:57:16	00:58:58	00:01:42	102	10,97	39,49
373	Otomobil	00:57:23	00:59:06	00:01:43	103	10,86	39,11
374	Otomobil	00:57:33	00:59:08	00:01:35	95	11,78	42,40
375	Otomobil	00:57:39	00:59:59	00:02:20	140	7,99	28,77
376	Otomobil	00:57:46	00:59:02	00:01:16	76	14,72	53,01
377	Otomobil	00:57:50	00:59:05	00:01:15	75	14,92	53,71
378	Otomobil	00:57:56	00:59:03	00:01:07	67	16,70	60,13
379	Otomobil	00:59:15	01:01:03	00:01:48	108	10,36	37,30
380	HTT	00:59:16	01:01:11	00:01:55	115	9,73	35,03
381	Otomobil	00:59:38	01:01:09	00:01:31	91	12,30	44,27
382	Otomobil	00:59:44	01:00:59	00:01:15	75	14,92	53,71
383	Otomobil	00:59:45	01:01:11	00:01:26	86	13,01	46,84
384	Otomobil	01:00:02	01:02:35	00:02:33	153	7,31	26,33
Ortalama					111,70	11,09	39,91

EK-4. Veri Seti Tabloları

V/c=0.1																																
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1	29,9	31,4	29,7	30,7	28,9	30,4	30,9	29,2	30,9	31,2	30,4	30,5	31,1	31	31,8	31,8	30,1	31	31,1	29,9	29,2	28,2	30,7	32,5	30,6	30,8	33,6	29,3	29,4	30,9	
	2	32,8	34,6	33,4	32,9	33,7	34	35,2	34,5	34,9	34,2	34,4	34,2	35,3	34,4	34,6	35,2	34,1	34,8	34,1	34,1	34,4	33,6	34	35,9	34,4	33,7	36,3	32,5	33,4	35,9	
	3	33,3	34,8	33,4	32,9	33,8	34,3	35,4	34,9	35,1	34,3	34,7	35,3	35,5	34,4	34,9	35,5	34,9	35	34,1	34,4	34,8	33,8	34,1	36,1	34,6	33,7	36,5	32,9	33,6	36,4	
	4	32,5	34,2	32,5	32,6	33	33	34	34,1	34	33,5	33,8	33,7	34,5	33,9	34,4	34,8	33,9	33,7	33,3	33,7	33,2	32,5	33,2	35,4	33,8	33	35,8	32,6	32,7	34,8	
	5	29,7	31,6	29,3	30,7	29,7	29,5	30,1	29,7	30,6	30	29,5	31,4	30,7	31,6	31,8	32	31,1	30,3	29,9	30,1	29,3	28,3	30	31,8	30,5	29,6	33,4	30,5	29,2	29,6	
	Ort.hız	31,64	33,32	31,66	31,96	31,82	32,24	33,12	32,48	33,1	32,64	32,56	33,02	33,42	33,06	33,5	33,86	32,82	32,96	32,5	32,44	32,18	31,28	32,4	34,34	32,78	32,16	35,12	31,56	31,6	33,52	
L= 853 ft	Sey.S(sn)	26,95	25,60	26,94	26,68	26,80	26,45	25,75	26,26	25,77	26,13	26,19	25,83	25,52	25,80	25,46	25,19	25,99	25,87	26,24	26,29	26,50	27,26	26,32	24,83	26,02	26,52	24,28	27,02	26,9	25,44	26,09
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	22,5	32,7	31,4	31,6	31,7	31,2	32,4	32,1	32	32,1	31,5	32,1	32,7	32,7	33,2	33,2	32,3	31,7	32,4	31,8	31,2	31,2	31,9	33,9	31,9	31,7	34,4	32	30,4	32,3	
	2	33,6	34,7	33,2	33	33,6	34	35,3	34,9	34,8	34	34,2	34	35,4	34,2	34,6	35,5	34,8	34,4	33,9	34,3	34,5	33,4	34,1	36,1	34,5	33,5	36,2	33	33,5	36,1	
	3	33,2	34,7	33,2	33	33,5	34	35,3	34,8	34,8	34,1	34,1	33,8	35,3	34,2	34,5	35,4	34,6	34,4	33,9	34,3	34,4	33,4	34,1	36,1	34,4	33,7	36,1	32,9	33,5	36,1	
	4	33,2	34,3	32,8	32,5	33	33,3	34,6	34,4	34,2	33,5	33,6	33,2	34,7	33,8	33,8	35,2	33,9	33,6	33,3	33,6	33,9	32,9	33,8	35,1	34	33,3	35,2	32,6	33,1	35,3	
	5	31,6	22,8	22,2	22,1	22,9	22,2	23,5	23,6	21,6	23,5	23,2	22,8	21,9	21,9	22,2	24,2	22,7	21,1	21,6	23,4	22,6	22,3	24,9	23,6	22,2	22,6	22,2	24,3	23,4	24,2	
Ort.hız	30,82	31,84	30,56	30,44	30,94	30,94	32,22	31,96	31,48	31,44	31,32	31,18	32	31,36	31,66	32,7	31,66	31,04	31,02	31,48	31,32	30,64	31,76	32,96	31,4	30,96	32,82	30,96	30,7	32,8		
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	51,49	49,8	51,3	52,3	51,9	51,9	49,25	49,65	50,1	50,47	50,6	50,89	49,9	50,60	50,12	48,3	50,12	51,2	51,16	50,41	50,67	51,79	49,6	48,4	50,4	51,2	48,3	51,2	51,5	48,38	50,43
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	22,1	22,6	22,4	21,6	22,8	24,1	23,8	22,4	21,6	22,8	22,2	22,1	22,6	21,2	21,9	23	21,5	22,7	21,3	21,8	20,7	21,3	22,6	21,3	21,4	21	21,8	20,5	22,1	24	
	2	34,2	34,1	34	34,6	34,1	34,7	35,1	35,3	35,1	34,3	33,9	34,8	34,7	34,3	34,6	35,5	34,7	34,9	34,8	34,4	33,7	33,3	33,9	34,7	34,5	34,3	34,8	33,7	33,7	36,2	
	3	34,5	35,5	34,3	34,8	34,2	34,8	35,2	35,6	35,1	34,6	34	35,1	35,1	34,2	34,9	35,9	34,8	34,9	35,1	34,6	33,7	33,4	34	35,3	34,9	34,5	34,9	33,8	33,7	36,5	
	4	33,3	34,8	33,6	33,8	34	34,1	34,8	34,6	34,5	34,1	33,6	34,1	33,9	33,5	34,4	35,2	33,9	34	34,5	34,2	33,1	33,1	33,3	34,6	34	33,7	34,3	33,5	33,3	35,8	
	5	22,5	22,8	19,9	21,3	21,9	22,3	22,2	21,3	22,8	21	22,2	20,5	21,5	20,5	22	22,8	21	22,5	23,4	22	21,8	20,4	20,4	21,8	22,2	21	22	21,2	21,5	22,4	
Ort.hız	29,32	29,96	28,84	29,22	29,4	30	30,22	29,84	29,82	29,36	29,18	29,32	29,56	28,74	29,56	30,48	29,18	29,8	29,82	29,4	28,6	28,3	28,84	29,54	29,4	28,9	29,56	28,54	28,6	30,98		
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	42,73	41,2	43,4	42,8	42,6	41,7	41,46	41,99	42,1	42,67	42,9	42,73	42,3	43,59	42,388	41,1	42,94	42,0	42,01	42,619	43,811	44,27	43,4	42,4	42,6	43,3	42,3	43,9	43,4	40,445	42,61

V/c=0.2																																
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1		30,4	32,1	28,9	31,5	30,4	29,7	31,2	31,1	30,3	30,2	31	30,8	31,7	30,4	31,5	31,1	30,9	30,3	29,6	28,9	30	29,4	31,3	31,4	30,6	30,6	30,9	30,2	30,3	30,6	
	1	33,7	34,7	33	33,5	34,1	33,5	34,1	34,1	34,1	33,6	34	33,8	35	33,9	34,8	35	34,2	34,5	34,6	33,4	34	33,1	34,5	35,2	34,1	34	34,9	34,1	33,6	34	
	3	33,9	34,9	33,4	33,7	34,2	33,7	34,4	34,4	34,3	33,8	34,2	33,9	35,1	34	34,9	35,1	34,3	34,6	35	33,7	34,2	33,5	34,6	35,7	34,4	34,2	35	34,4	33,9	34,2	
	4	32,9	34,4	32,7	33,2	33,4	32,7	33,5	33,8	33,4	33	33,2	33	34,3	33,1	34,1	33,8	33,7	33,5	33,5	32,6	33,4	32,9	33,8	34,8	33,6	33,4	34	33,3	33	33,4	
	5	31,2	32	30,3	31,5	30,5	30	30,7	32	30,9	30,1	30,2	31	32,4	30,6	32,4	30,7	30,7	31	29,2	29,6	30,2	30,6	31,5	32	31,7	30,5	30,3	30,2	29,9	30,7	
	Ort.hız	32,42	33,62	31,66	32,68	32,52	31,92	32,78	33,08	32,6	32,14	32,52	32,5	33,7	32,4	33,54	33,14	32,76	32,78	32,38	31,64	32,36	31,9	33,14	33,82	32,88	32,54	33,02	32,44	32,1	32,58	
L= 853 ft	Sey.S(sn)	26,31	25,3	26,9	26,1	26,2	26,7	26,02	25,78	26,1	26,54	26,2	26,24	25,3	26,32	25,432	25,7	26,03	26,1	26,34	26,959	26,359	26,73	25,7	25,2	25,9	26,2	25,8	26,2	26,5	26,18	26,13
2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	32,6	33,6	31,9	32,1	31,8	32,1	32,3	32,7	32,2	31,8	31,7	31,7	33,4	31,6	33,3	32,4	32,1	32,1	31,5	31,2	31,7	31,5	32,4	33,8	32,7	31,7	32,2	31,6	31,1	32,2	
	2	33,6	34,9	33,4	33,5	34,2	33,6	34,2	34,2	34	33,5	33,6	33,5	34,9	33,5	34,7	34,8	33,9	34,3	34,4	33,3	34	33,3	34	35,4	34,2	34,2	34,8	34,3	33,5	33,9	
	3	33,5	34,7	33,4	33,3	34,1	33,6	34,2	34,1	34	33,4	33,5	33,3	34,7	33,3	34,6	34,8	33,8	34,2	34,3	33,2	34,2	33,4	33,7	35,3	34,2	34,1	34,7	34,3	33,3	33,8	
	4	33	34,2	33	33,1	33,4	33,3	33,6	33,8	33,6	32,9	33	32,8	34,3	32,9	33,8	34,3	33,5	33,5	33,6	32,7	33,4	33,1	33,2	34,4	33,7	33,6	34	33,7	32,8	33,3	
	5	21,6	23,1	21,4	21,4	22,3	22,7	23,2	23,4	22,8	21,8	21,4	22,3	23	21,8	23,2	23	22,7	21,4	22	23,2	30,2	22,7	22,3	23,3	21	22,9	23,3	23,2	22,4	22,3	
Ort.hız	30,86	32,1	30,62	30,68	31,16	31,06	31,5	31,64	31,32	30,68	30,64	30,72	32,06	30,62	31,92	31,86	31,2	31,1	31,16	30,72	32,7	30,8	31,12	32,44	31,16	31,3	31,8	31,42	30,2	31,1		
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	51,42	49,4	51,8	51,7	50,9	51,0	50,38	50,15	50,6	51,72	51,7	51,66	49,5	51,82	49,718	49,8	50,86	51,0	50,93	51,660	48,532	51,52	50,9	48,9	50,9	50,7	49,9	50,5	51,8	51,028	50,76
		579	3925	2887	2751	3068	9466	095	803	705	751	9504	016	0094	887	05	1168	538	2894	068	16	11	597	9614	2109	3068	0288	0566	0923	2887	94	884
3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	21,9	23,4	21,4	21,4	21,9	22,5	22,8	22,5	22,6	21,6	21,6	22,8	22,5	22,4	22,3	22,8	21,8	21,9	21,8	22,1	21,5	22,1	22,6	22,5	21	21,9	23,1	22,1	22,3	22,7	
	2	34,1	35	34,2	33,7	34	35,2	34,4	34,9	34,6	34,3	33,2	34,3	34,8	34,8	33,9	35,3	34,5	34,8	34,3	34	33,7	34	34,2	34,4	34,4	35,1	34,9	34,2	33,3	34,7	
	3	34,4	35,1	34,5	33,8	34,3	35,5	34,5	35,4	34,8	34,3	33,2	34,7	35	34,9	34,1	35,6	34,9	35	34,4	34,1	33,8	34,1	34,3	34,7	34,5	35,3	35,1	34,3	33,6	34,9	
	4	33,5	34,4	33,9	32,8	33,6	34,8	34,2	34,7	34,4	33,6	32,6	34	34,1	34	33,5	35,1	33,8	34,1	33,8	33,6	33,1	33,4	33,6	33,8	33,8	34,6	34,5	33,8	32,8	34	
	5	20,6	20,9	22	19,4	20,1	20,7	21,7	21,2	21,6	21	18,6	20,2	18,9	21,4	19,9	22,1	20,3	21,6	21,2	19,9	20,5	19,6	20,2	20,7	21	20,9	21,1	19,3	20,4	20,2	
Ort.hız	28,9	29,76	29,2	28,22	28,78	29,74	29,52	29,74	29,6	28,96	27,84	29,2	29,06	29,5	28,74	30,18	29,06	29,48	29,1	28,74	28,52	28,64	28,98	29,22	28,94	29,56	29,74	28,74	28,4	29,3		
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	43,35	42,1	42,9	44,4	43,5	42,1	42,44	42,13	42,3	43,26	45,0	42,91	43,1	42,47	43,597	41,5	43,11	42,5	43,05	43,597	43,934		43,2	42,8	43,2	42,3	42,1	43,5	43,9	42,764	43,04
		64	0349	1096	0113	3718	3181	58	181	3108	657	0718	096	1769	458	77	1756	769	0339	842	77	08	43,75	3671	8159	9648	8836	3181	9777	9579	51	988

V/c=0.3																																	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	30,1	30,5	29,4	29,8	31,8	31,8	30,5	30,3	30,5	29,6	30,6	29,5	29,9	30	30,6	31,3	31	30,7	30,4	30,2	31,2	29,6	30,2	30,9	30,7	31,8	30,1	31,4	29,6	31		
	2	33,4	34,2	33,1	33,6	34	34,3	34,3	33,8	33,4	33,5	34	34	34	33,5	34,6	33,8	34,2	34,3	34,3	33,5	34,4	33,3	34,1	34,2	33,5	34,5	34,3	34,1	33,5	34,5		
	3	33,7	34,4	33,2	33,6	34	34,4	34,5	33,9	33,5	33,6	34,2	34,2	34,3	33,7	34,7	34,1	34,2	34,5	34,5	33,6	34,5	33,7	34,3	34,6	33,7	34,7	34,5	34,4	33,6	34,6		
	4	32,9	33,8	32,5	32,7	33,6	33,8	33,4	32,8	32,8	32,8	33,1	33	33,5	32,8	33,8	33,5	33,6	33,7	33,6	32,7	33,6	32,8	33,4	33,6	33	33,8	33,1	33,5	32,4	33,7		
	5	30,1	31,4	29,9	30,4	32,3	32,2	30,5	30,6	30,8	30,5	30,5	30	30,4	30,7	31,4	31,7	31,7	31,4	31,1	31	30,8	30,6	30,9	31	31	31,3	30	30,8	30,2	31,4		
	Ort.hız	32,04	32,86	31,62	32,02	33,14	33,3	32,64	32,28	32,2	32	32,48	32,14	32,42	32,14	33,02	32,88	32,94	32,92	32,78	32,2	32,9	32	32,58	32,86	32,38	33,22	32,4	32,84	31,8	33,04		
L= 853 ft	Sey.S(sn)	26,62	25,9	26,9	26,6	25,7	25,6	26,13	26,42	26,4	26,65	26,2	26,54	26,3	26,54	25,832	25,9	25,89	25,9	26,02	26,490	25,927	26,65	26,1	25,9	26,3	25,6	26,3	25,9	26,7	25,817	26,22	
		297	5861	766	396	3929	1562	358	503	9068	625	6232	014	1092	014	83	4282	557	113	196	68	05	625	8171	5861	4342	773	2716	7442	7338	19	145	
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	31,7	32,9	31,2	31,6	32,6	33,2	32,1	31,4	31,9	31,6	31,9	31,3	32,1	31,7	32,7	32,4	32,4	32,6	32,2	31,8	31,8	31,8	31,9	32,2	31,8	32,4	31,7	31,7	31,6	32,7		
	2	33,3	34,2	33,2	33,1	33,6	34	34,1	33,3	33,3	33	33,6	33,6	33,9	33,1	34,3	33,6	33,9	34,4	33,7	33,3	33,7	33,2	33,8	34	33,4	34,2	33,8	34,2	33	34,1		
	3	33,1	34	33,2	32,9	33,3	33,8	34	33,2	33,1	32,9	33,4	33,4	33,8	33,1	34	33,5	33,8	34,3	33,6	33,2	33,5	33,1	33,6	33,9	33,3	33,9	33,6	34,1	32,9	34		
	4	32,5	33,4	32,6	32,6	32,9	33,3	33,4	32,7	32,7	32,5	33	32,9	33,3	32,7	33,5	33	33,3	33,9	32,9	32,6	33	32,7	33,2	33,4	32,8	33,3	33,1	33,7	32,5	33,4		
	5	21,8	22,7	21,1	21,2	21	22,5	22,7	21,5	21,5	21,3	22,2	22,4	23,1	22,2	22,3	22,3	22,9	21,8	21,4	21,8	21,2	21,4	23,1	22,6	21,5	21,9	21,4	21,9	21,7	21,4		
Ort.hız	30,48	31,44	30,26	30,28	30,68	31,36	31,26	30,42	30,5	30,26	30,82	30,72	31,24	30,56	31,36	30,96	31,26	31,4	30,76	30,54	30,64	30,44	31,12	31,22	30,56	31,14	30,72	31,12	30,3	31,12			
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	52,06	50,4	52,4	52,4	51,7	50,6	50,76	52,16	52,0	52,44	51,4	51,66	50,8	51,93	50,605	51,2	50,76	50,5	51,59	51,964	51,795	52,13	50,9	50,8	51,9	50,9	51,6	50,9	52,3	50,996	51,47	
		693	771	4547	1083	2751	0587	775	963	3279	547	9254	016	0026	063	87	5969	775	414	298	64	04	535	9614	328	3063	6339	6016	9614	0719	14	927	
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	21,7	21,9	22,5	21,1	21,4	23,1	23	22	21,9	21,8	30,6	22,9	22	23,4	22,3	22,4	22,1	22,3	22	21,2	21,3	21,3	22,8	21,1	21,6	21,9	22	21,3	21,3	22,1		
	2	34,5	34,5	34,4	33,8	33,9	34,8	34,9	34,5	34,3	34,4	34	34,7	34,6	34,6	34,3	34,6	34,4	34,5	33,9	33,6	33,9	33,6	34,3	33,9	34,3	34,4	34,5	34,5	34,1	34,7		
	3	34,6	34,5	34,6	34	34,1	34,9	34,9	34,6	34,4	34,6	34,2	35	34,7	34,8	34,4	34,9	34,7	34,6	34,1	33,6	34,1	33,7	34,7	34	34,5	34,4	34,5	34,9	34	34,9		
	4	34	33,9	34	33,1	33,4	34,2	34,1	33,9	33,8	33,7	33,1	34,2	34	34,1	33,6	34,3	33,5	33,8	33,5	32,9	33,5	32,9	34	33,2	33,8	33,5	33,8	34,1	33,4	34,1		
	5	20,2	19,9	20,2	19,2	19,8	19,6	18,5	19	21,3	20,1	30,5	20,2	18,8	19	19,5	20,1	18,5	19,2	19,2	18,9	20,2	18,1	18,5	18,9	19	19,4	19,1	20,8	19,7	20,2		
Ort.hız	29	28,94	29,14	28,24	28,52	29,32	29,08	28,8	29,14	28,92	32,48	29,4	28,82	29,18	28,82	29,26	28,64	28,88	28,54	28,04	28,6	27,92	28,86	28,22	28,64	28,72	28,78	29,12	28,5	29,2			
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	43,20	43,2	42,9	44,3	43,9	42,7	43,08	43,50	42,9	43,32	38,5	42,61	43,4	42,94	43,476	42,8		43,3	43,90	44,686	43,811	44,87	43,4	44,4	43,7	43,6	43,5	43,0	43,9	42,910	43,34	
		69	9648	9931	6969	3408	3533	803	694	9931	642	7759	905	7675	037	75	2297	43,75	8643	329	16	19	822	1649	0113	5	2813	3718	2885	6491	96	763	

V/c=0.4																																	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	29,8	30,5	30,4	30,2	30	30,1	31	30,9	29	30,6	29,7	31	31,5	30,3	29	30,8	30,8	30,7	29,2	29,5	31,1	29,4	31	30	30,3	30,7	30,7	30	29,4	30		
	2	33,3	34	33,8	33,4	34	33,3	33,8	33,7	33,3	33,4	33,3	34,2	34,1	33,9	33,3	34,2	33,7	34,2	33,7	33,1	33,8	32,9	33,6	34,3	33,4	33,5	34,1	33,6	33,4	33,5		
	3	33,4	34,1	34,1	33,4	34,2	33,4	34,1	33,8	33,6	33,4	33,4	34,1	34,2	33,9	33,8	34,2	33,8	34,3	33,8	33,2	34	33,1	33,7	34,7	33,4	33,6	34,2	33,7	33,5	33,6		
	4	32,3	33,3	33,3	32,5	33,2	32,7	33,3	33	32,7	32,8	32,6	33,3	33,4	32,9	32,6	33,3	33	33,3	32,8	32,5	33,1	32,4	33	33,5	32,5	32,8	33,3	32,9	32,3	32,8		
	5	30	31,3	31,4	30,6	31	31	31,6	30,7	30,5	31,1	30,9	31,4	31,3	30,9	29,7	31,2	31,1	30,9	30,3	30,4	30,9	31,1	30,7	30,7	30,5	31,1	30,9	31,1	30,2	30,5		
	Ort.hız	31,76	32,64	32,6	32,02	32,48	32,1	32,76	32,42	31,82	32,26	31,98	32,8	32,9	32,38	31,68	32,74	32,48	32,68	31,96	31,74	32,58	31,78	32,4	32,64	32,02	32,34	32,64	32,26	31,7	32,08		
L= 853 ft	Sey.S(sn)	26,85	26,1	26,1	26,6	26,2	26,5	26,03	26,31	26,8	26,44	26,6	26,00	25,9	26,34	26,925	26,0	26,26	26,1	26,68	26,874	26,181	26,84	26,3	26,1	26,6	26,3	26,1	26,4	26,8	26,589	26,42	
		768	3358	6564	396	6232	7321	785	092	0704	141	7292	61	2705	342	51	5376	232	0159	961	61	71	078	2716	3358	396	76	3358	4141	5768	78	025	
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	31,4	32,3	32,3	31,9	32,1	31,8	32,7	31,5	31,8	31,8	31,4	32	32,4	31,6	31	32,3	32	32,2	31,7	31,4	31,7	31,6	31,6	32,1	31,4	31,7	31,8	32	31,4	31,6		
	2	32,8	33,6	33,5	33,1	33,4	33	33,9	33,3	33,1	32,8	32,9	33,7	33,6	33,1	33,1	33,8	33,4	33,7	33,1	32,7	33,6	32,8	33,4	34,4	32,8	32,8	33,9	33,3	32,7	33,1		
	3	32,7	33,5	33,4	33	33,2	32,8	33,8	33,1	33	32,8	32,6	33,3	33,4	32,9	33	33,6	33,1	33,5	33	32,6	33,4	32,7	33,3	34,2	32,7	32,6	33,7	33,1	32,5	32,8		
	4	32,4	32,9	33	32,6	32,9	32,4	33,4	32,7	32,6	32,5	32,2	32,6	33	32,4	32,6	33	32,5	33	32,7	32,2	32,8	32,3	32,9	33,9	32,2	32,3	33,2	32,8	32,1	32,5		
	5	21,4	21,3	22,1	21,6	21,7	21,7	22	21,9	21,4	20,9	20,9	21,9	21,3	20,9	22,3	21,3	20,6	21,7	22,5	21,7	21,5	21,5	21,6	23,4	21,1	21	22,6	22,2	21,7	21,5		
Ort.hız	30,14	30,72	30,86	30,44	30,66	30,34	31,16	30,5	30,38	30,16	30	30,7	30,74	30,18	30,4	30,8	30,32	30,82	30,6	30,12	30,6	30,18	30,56	31,6	30,04	30,08	31,04	30,68	30,1	30,3			
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	52,65	51,6	51,4	52,1	51,7	52,3	50,93	52,03	52,2	52,61		51,69	51,6	52,58	52,203	51,5	52,34	51,4	51,86	52,689	51,862	52,58	51,9	50,2	52,8	52,7	51,1	51,7	52,7	52,376	52,02	
		428	6016	2579	3535	6125	0719	068	279	3831	936	52,9	381	2655	449	95	2597	169	9254	275	24	75	449	3063	2152	2956	5931	2758	2751	5931	24	881	
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	21,5	22,2	22,6	21,3	22,3	22,4	23	22,1	21,5	21,6	21,9	22,5	22,3	22,4	22,2	21,9	21,9	22,9	22,9	21,3	21,8	21,7	22,2	22,3	21,5	22	22,7	22,3	21,7	22,1		
	2	33,9	34,7	34,8	34	34	34,3	34,8	34,2	34,3	34,1	34	34,6	34,5	34,6	34	34,2	34,4	34,5	34,3	33,7	34,1	33,9	34,2	34,7	33,8	34,1	34,6	33,7	34,2	34,5		
	3	34	34,6	34,9	34,1	34,1	34,4	34,9	34,3	34,3	34	33,9	34,8	34,6	34,7	34,2	34,4	34,5	34,6	34,4	33,8	34,1	34,1	34,3	34,7	33,8	34,2	34,6	33,8	34,4	34,6		
	4	33,2	33,6	33,7	33,2	33,3	33,6	34,2	33,3	33,7	33,1	33	34,1	33,6	34	33,2	33,4	33,6	33,7	33,6	32,9	33,4	33,1	33,4	33,7	33,2	33,3	33,8	32,2	33,7	33,7		
	5	17,5	18	17,9	18,3	18,4	17,8	18,6	18,5	19,2	17,7	16,7	18,3	17,7	17,9	18,4	17,7	18,7	18,2	17,9	17,8	18,5	17,7	19,3	17,3	18	17,5	17,3	17,1	19,6	18,3		
Ort.hız	28,02	28,62	28,78	28,18	28,42	28,5	29,1	28,48	28,6	28,1	27,9	28,86	28,54	28,72	28,4	28,32	28,62	28,78	28,62	27,9	28,38	28,1	28,68	28,54	28,06	28,22	28,6	27,82	28,7	28,64			
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	44,71	43,7	43,5	44,4	44,0	43,9	43,05	43,99	43,8	44,59	44,9	43,41	43,9	43,62	44,119	44,2	43,78	43,5	43,78	44,910	44,150	44,59	43,6	43,9	44,6	44,4	43,8	45,0	43,6	44,06		
		806	8057	3718	6416	8867	6491	842	579	1119	075	1039	649	0329	813	72	4435	057	3718	057	39	81	075	8898	0329	5431	0113	1119	3954	2813	43,75	196	

V/c=0.5																																	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	30,3	31,3	30	30,9	30	30,4	30,5	30,4	30,2	29,8	30	29,6	30,7	30,2	30,5	29,9	30,3	29,7	29,9	30,1	30,4	30,3	30,6	30,3	30,3	30,4	30,6	29,8	30,2	30,1		
	2	33,5	34,7	33	34,3	33,8	33,6	33,8	33,7	33,4	33,2	33,4	33,5	33,8	33,8	34	33,6	34	33,4	33,8	33	33,8	33,3	33,1	34,2	33,3	33,9	34,4	33,3	33,2	33,5		
	3	33,5	34,7	33	34,3	33,9	33,7	33,7	33,7	33,4	33,2	33,5	33,6	33,9	33,7	34	33,8	34,2	33,4	34	33,2	34	33,1	33,2	34,2	33,2	34,1	34,3	33,4	33,3	33,6		
	4	32,7	33,6	32,2	33,3	32,9	33	32,7	33	32,5	32,2	32,7	32,5	33,3	32,8	32,9	32,9	33	32,4	32,9	32,4	33,2	32,3	32,5	33,1	32,5	33,1	33,3	32,6	32,5	32,8		
	5	31,2	31,1	30,5	31,3	31,2	31,6	31,3	31,5	30,5	29,9	31,2	30,3	31,7	30,8	30,5	31,1	30,8	30,2	30,6	30,8	31,2	31,1	30,8	30,9	31	31,1	31,8	31	31,1	31,2		
	Ort.hız	32,24	33,08	31,74	32,82	32,36	32,46	32,4	32,46	32	31,66	32,16	31,9	32,68	32,26	32,38	32,26	32,46	31,82	32,24	31,9	32,52	32,02	32,04	32,54	32,06	32,52	32,88	32,02	32,1	32,24		
L= 853 ft	Sey.S(sn)	26,45	25,7	26,8	25,9	26,3	26,2	26,32	26,27	26,6	26,94	26,5	26,73	26,1	26,44	26,343	26,4	26,27	26,8	26,45	26,739	26,230	26,63	26,6	26,2	26,6	26,2	25,9	26,6	26,6	26,457	26,43	
		782	8597	7461	9025	597	785	716	85	5625	251	2363	981	0159	141	42	4141	85	0704	782	81	01	96	2297	1389	0636	3001	4282	396	0636	82	384	
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	31,9	32,6	31,2	32,5	32	32,3	31,9	31,8	31,5	30,8	31,6	31,2	32,4	31,7	31,7	32,3	32	31,4	31,7	31,3	31,9	31,4	31,4	32	31,7	32	32,4	31,8	31,5	32		
	2	33	34,1	32,4	33,6	33,3	33,3	32,9	32,9	32,9	32,4	32,6	33,1	33,2	32,9	33,3	33,3	33,6	33,1	33,4	32,7	33,4	32,4	32,6	33,5	32,7	33,3	33,8	32,7	32,4	33,1		
	3	32,7	33,9	32,2	33,3	33,2	33,2	32,9	32,8	32,7	32,3	32,4	33	33	32,8	33,1	33,1	33,3	32,9	33,2	32,3	33,2	32,2	32,4	33,5	32,5	32,9	33,6	32,5	32,2	32,8		
	4	32,3	33,5	31,7	32,9	32,7	32,7	32,4	32,5	32,2	31,8	32,1	32,5	32,7	32,4	32,7	32,6	32,6	32,3	32,6	31,8	32,9	31,7	31,7	33	32,2	32,4	33,1	32,3	31,9	32,4		
	5	20,6	22,4	20,6	21,5	21,3	21,3	21	21,4	20,9	21	22,1	21,3	21,6	21,4	21,4	21,1	21,4	21,5	21,2	21,1	21,3	20,6	19,2	22,2	20,7	20,4	21,4	21,4	21	22		
Ort.hız	30,1	31,3	29,62	30,76	30,5	30,56	30,22	30,28	30,04	29,66	30,16	30,22	30,58	30,24	30,44	30,48	30,58	30,24	30,42	29,84	30,54	29,66	29,46	30,84	29,96	30,2	30,86	30,14	29,8	30,46			
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	52,72	50,7	53,5	51,5	52,0	51,9	52,51	52,41	52,8	53,50	52,6	52,51	51,8	52,48	52,135	52,0	51,89	52,4	52,16	53,183	51,964	53,50	53,8	51,4	52,9	52,5	51,4	52,6	53,2	52,101	52,43	
		425	0288	7866	9298	3279	3063	489	083	2956	641	1936	489	9666	016	35	6693	666	8016	963	65	64	641	6965	5914	7063	4967	2579	5428	5503	12	412	
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	22,2	22,6	21,7	22	21,9	21,9	22,1	21,9	21,5	21,9	22,5	22,3	22,1	22,3	21,4	21,9	21,5	22,7	21,6	21,4	21,7	21,2	21	22	21,2	21,8	22,5	21,4	22,1	21,8		
	2	34,3	34,2	34,3	34,1	33,5	34,4	34,4	34,4	34,3	34,1	34,1	34,8	34,7	34,2	34,2	34,3	34,4	34,6	33,7	34	33,9	33,6	33,8	34,1	33,9	34,3	34	33,8	34	34,4		
	3	34,3	34,2	34,3	34,1	33,6	34,4	34,5	34,6	34,3	34,1	34	34,8	34,7	34,4	34,4	34,3	34,9	34,7	33,7	34,1	34,1	33,7	33,9	34,2	34	34,5	34,2	33,9	34	34,4		
	4	32,8	33,5	33,4	33	32,5	33,3	33,4	33,4	33,4	33,2	33	33,7	33,6	33,1	33,4	33,3	33,8	33,5	32,8	33,1	33,3	21,8	32,7	33,1	33	33,7	33,2	33	33,2	33,3		
	5	16	17,9	18	15,7	16,1	17,6	16,8	17,5	18,2	16,9	16,5	18,4	16,9	17,9	17	17,2	18,2	17	18	16,8	16,5	16	16,6	15,5	16,5	17,1	17,4	15,6	17,4	16,1		
Ort.hız	27,92	28,48	28,34	27,78	27,52	28,32	28,24	28,36	28,34	28,04	28,02	28,8	28,4	28,38	28,08	28,2	28,56	28,5	27,96	27,88	27,9	25,26	27,6	27,78	27,72	28,28	28,26	27,54	28,2	28			
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	44,87	43,9	44,2	45,1	45,5	44,2	44,36	44,18	44,2	44,68	44,7	43,50	44,1	44,15	44,622	44,4	43,87	43,9	44,81	44,942	44,910	49,60	45,3	45,1	45,2	44,3	44,3	45,4	44,4	44,73		
		822	9579	1313	0439	3052	4435	969	195	1313	616	1806	694	1972	081	51	3262	255	6491	402	61	39	412	9855	0439	0202	0693	3829	9746	3262	44,75	69	



V/c=0.6																																	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	30,5	29,5	30,3	29,8	29,9	29,7	29,9	29,9	30	30,3	29,9	29,3	30,1	30,4	30,4	30	30,3	30,3	30,5	29,3	31	30,2	30	30,3	30,2	29,5	29,6	30,2	29,8	30,1		
	2	33,7	33,4	33,3	33,2	33,3	33,3	33,4	33,3	33,5	33,3	33,7	32,8	33,3	33,3	33,3	33,4	33,7	33,7	34	32,8	34,2	33,4	33,4	33,9	33,3	33,5	33,4	33,4	33	33,4		
	3	33,6	33,5	33,4	33,1	33,2	33,4	33,4	33,2	33,3	33,1	33,7	32,8	33,3	33,2	33,5	33,7	33,8	33,6	34	32,9	34,2	33,4	33,5	34	33,5	33,4	33,5	33,4	32,9	33,5		
	4	32,6	32,5	32,8	32,2	32,3	32,4	32,5	32,3	32,4	31,9	32,6	31,9	32,5	32,4	32,9	32,7	33	32,8	32,9	31,9	33,3	32,7	32,5	33,2	32,8	32,4	32,6	32,4	31,9	32,5		
	5	30,9	30,8	31,3	30,7	30	30,6	30,4	30,7	30,8	30	30,7	30,1	31	30,7	31,4	30,9	31,3	31,3	30,8	30,3	31,6	30,8	30,3	31,6	31,4	30,3	30,6	30,5	30,5	30,8		
	Ort.hız	32,26	31,94	32,22	31,8	31,74	31,88	31,92	31,88	32	31,72	32,12	31,38	32,04	32	32,3	32,14	32,42	32,34	32,44	31,44	32,86	32,1	31,94	32,6	32,24	31,82	31,94	31,98	31,6	32,06		
L= 853 ft	Sey.S(sn)	26,44	26,7	26,4	26,8	26,8	26,7	26,72	26,75	26,6	26,89	26,5	27,18	26,6	26,65	26,408	26,5	26,31	26,3	26,29	27,131	25,958	26,57	26,7	26,1	26,4	26,8	26,7	26,6	26,9	26,606	26,62	
		141	0632	7424	239	7461	5659	306	659	5625	155	5666	292	2297	625	67	4014	092	76	47	04	61	321	0632	6564	5782	0704	0632	7292	766	36	719	
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	31,7	31,7	32	31,2	31,2	31,4	31,5	31,3	31,6	31,2	31,5	30,9	31,9	31,5	31,8	31,8	31,9	31,9	31,7	31	32,1	31,6	31,2	32,4	31,9	31,5	31,6	31,3	31,1	31,6		
	2	32,7	32,9	33	32,2	32,7	32,8	32,6	32,7	32,6	32,5	32,9	32	32,8	32,5	32,7	32,9	33	33	33,3	32,3	33,4	33,1	32,6	33,4	33	32,6	32,7	32,8	32,1	32,9		
	3	32,5	32,7	32,7	32	32,4	32,6	32,5	32,4	32,6	32,2	32,6	31,7	32,7	32,3	32,6	32,6	32,7	32,9	33,2	32,1	33	32,7	32,3	33,2	32,7	32,3	32,5	32,6	31,8	32,7		
	4	32,1	32,1	32,1	31,7	32	32,1	32,1	32	32,1	31,6	32,4	31,2	32,3	31,8	32,2	32,2	32,4	32,5	32,6	31,5	32,4	32,2	32	32,7	32,1	32	32,2	32,1	31,3	32,2		
	5	21,2	20,2	20,7	20,9	21,2	20,3	22	21	21,4	20,7	21,4	20,5	21,2	21,1	21,1	21,5	20,7	21	21,2	20,7	20,5	20,7	20,9	21,4	20,6	20,4	20,7	21,1	20	20,5		
	Ort.hız	30,04	29,92	30,1	29,6	29,9	29,84	30,14	29,88	30,06	29,64	30,16	29,26	30,18	29,84	30,08	30,2	30,14	30,26	30,4	29,52	30,28	30,06	29,8	30,62	30,06	29,76	29,94	29,98	29,3	29,98		
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	52,82	53,0	52,7	53,6	53,0	53,1	52,65	53,11	52,7	53,54	52,6	54,23	52,5	53,18	52,759	52,5	52,65	52,4	52,20	53,760	52,410	52,79	53,2	51,8	52,7	53,3	53,0	52,9	54,2	52,935	52,96	
		956	4144	2425	1486	7692	8365	428	245	9441	251	1936	787	8449	365	31	4967	428	4547	395	16	83	441	5503	2887	9441	2661	0601	3529	3787	29	991	
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	21,5	21,7	22	21,4	21,7	21,6	22,3	21,9	22,1	21,7	22,4	21,5	21,5	21,6	21,5	22,4	21,7	22,1	22,1	21	21,3	22	21,9	21,3	21,3	22,5	21,8	21,6	21,3	21,8		
	2	34,1	34,1	33,9	33,5	33,6	34,1	34,5	34,1	33,8	34	34,3	34,1	33,9	34	33,9	33,8	34,4	34,2	34	34,1	34,2	33,9	33,9	34	33,9	34,3	34,4	33,9	34	34,2		
	3	34,1	34,3	33,9	33,5	33,6	34,1	34,5	34,1	33,9	33,9	34,3	34,2	33,9	34,1	34,1	33,8	34,7	34,1	34	34	34,3	33,9	34	34	34	34,3	34,3	33,7	34	34,3		
	4	32,9	33,1	32,8	32,4	32,6	32,9	33,1	32,9	32,9	32,7	33,1	33	32,7	33	33,1	32,7	33,4	32,9	32,9	32,9	32,9	32,5	32,7	32,9	32,8	33,3	33,2	32,4	32,9	33,1		
	5	15,7	16,9	16,3	16,5	15,3	17,1	15,7	15,9	16,6	16,4	16,2	17,2	16,2	16,7	16,2	15,6	16,9	15,4	15,9	15,8	15,9	15,3	16	16,2	15,8	16,6	15,9	15,5	17	16,2		
	Ort.hız	27,66	28,02	27,78	27,46	27,36	27,96	28,02	27,78	27,86	27,74	28,06	28	27,64	27,88	27,76	27,66	28,22	27,74	27,78	27,56	27,72	27,52	27,7	27,68	27,56	28,2	27,92	27,42	27,8	27,92		
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	45,30	44,7	45,1	45,6	45,7	44,8	44,71	45,10	44,9	45,16	44,6	45,3	44,94	45,136	45,3	44,40	45,1	45,10	45,464	45,202	45,53	45,2	45,2	45,4	44,4	44,8	45,6	45,0	44,878	45,10		
		007	1806	0439	3001	9678	1402	806	439	7487	943	5431	44,75	3285	261	89	0007	113	6943	439	44	02	052	3466	6734	6444	3262	7822	9657	0718	22	593	

V/c=0.7																																	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	29,1	29,5	29,5	29,9	30	29,9	30,1	29,9	29,9	30,2	29,8	29,6	29,8	30,2	30,1	30,4	29,5	30,4	30	29,9	29,8	29,5	30,6	29,5	29,2	30,4	30	29,5	29,1	30,1		
	2	32,9	33	33,1	33,2	33,4	33,6	33,6	33,3	33,3	33,8	33,5	33,1	33,5	33,5	33,2	33,7	33,2	33,7	33,8	33,2	33,9	32,7	33,6	33,4	32,7	33,7	33,5	33,3	32,9	33,9		
	3	32,8	32,9	33,3	33,2	33,4	33,7	33,4	33,3	33,3	33,7	33,6	33,2	33,4	33,3	33,2	33,8	33,3	33,5	33,9	33,1	33,9	32,8	33,6	33,5	32,7	33,6	33,6	33,2	32,8	34		
	4	31,7	32,1	32,2	32,3	32,7	32,5	32,3	32,4	32,3	32,8	32,5	32,3	32,7	32,6	32,3	33	32,3	32,6	32,9	32,2	32,7	31,9	32,7	32,7	31,8	32,6	32,4	32	31,8	33,2		
	5	29,9	30,4	30,3	30,7	30,8	30,7	30,9	30,7	30,6	31	30,6	30,9	31,4	30,8	30,9	31,4	30,4	31,4	31,3	30,7	30,8	30,6	31,2	30,8	30,4	30,8	30,6	30,3	30,2	31,7		
	Ort.hız	31,28	31,58	31,68	31,86	32,06	32,08	32,06	31,92	31,88	32,3	32	31,82	32,16	32,08	31,94	32,46	31,74	32,32	32,38	31,82	32,22	31,5	32,34	31,98	31,36	32,22	32,02	31,66	31,4	32,58		
L= 853 ft	Sey.5(sn)	27,26	27,0	26,9	26,7	26,6	26,5	26,60	26,72	26,7	26,40	26,6	26,80	26,5	26,58	26,706	26,2	26,87	26,3	26,34	26,807	26,474	27,07	26,3	26,6	27,2	26,4	26,6	26,9	27,2	26,181	26,69	
		982	1077	2551	7338	0636	8978	636	306	5659	867	5625	704	2363	978	32	785	461	9233	342	04	24	937	76	7292	0026	7424	396	4251	0026	71	634	
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	30,7	31,1	31,3	31,5	31,4	31,6	31,7	31,3	31,5	31,7	31,5	31,5	31,8	31,6	31,4	32,1	31,1	32	31,7	31,4	31,5	31	31,8	31,6	31	31,6	31,5	31	30,9	32,3		
	2	31,8	32,1	32,3	32,5	32,6	33	32,9	32,3	32,7	33	32,6	32,7	32,5	32,6	32,6	33,1	32,5	32,9	33,2	32,3	32,9	32	32,6	33,1	31,7	32,6	32,7	32,4	32,2	33,1		
	3	31,7	32	32,1	32,2	32,5	32,8	32,6	32,1	32,4	32,7	32,4	32,4	32,3	32,3	32,8	32,4	32,7	32,9	32,1	32,7	31,7	32,3	32,9	31,5	32,5	32,5	32,2	32	32,8			
	4	31,3	31,4	31,8	31,6	32	32,2	32	31,6	31,9	32,3	31,9	32	31,8	31,9	31,8	32,1	31,7	32,3	32,4	31,6	32,3	31,1	31,7	32,3	31,1	32	31,9	31,7	31,5	32,2		
	5	20,4	20,2	20,8	19,4	21,1	20,7	20,5	20	20,5	20,3	20,6	20,2	21,1	20,6	20	20	20,4	20,5	20,6	19,8	20,2	19,5	20,4	21	20,2	20,8	20	20,9	20,7	20,5		
Ort.hız	29,18	29,36	29,66	29,44	29,92	30,06	29,94	29,46	29,8	30	29,8	29,76	29,9	29,8	29,62	30,02	29,62	30,08	30,16	29,44	29,92	29,06	29,76	30,18	29,1	29,9	29,72	29,64	29,5	30,18			
L= 1587 ft	Sey.5(sn)	54,38	54,0	53,5	53,9	53,0	52,7	53,00	53,86	53,2		53,2	53,32	53,0	53,25	53,578	52,8	53,57	52,7	52,61	53,906	53,041	54,61	53,3	52,5	54,5	53,0	53,3	53,5	53,8	52,584	53,38	
		657	5313	0641	0625	4144	9441	601	965	5503	52,9	5503	661	7692	503	66	6476	866	5931	936	25	44	115	2661	8449	3608	7692	9838	4251	6965	49	371	
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	21,1	21,8	21,4	21,2	22,3	21,9	21,8	21,1	21,7	21,4	21,6	21,6	21,8	21,9	21	21,5	21,7	22,4	21,3	21,3	21,2	21,4	21,7	21,9	21,3	22,4	21,5	21,2	21,8	21,8		
	2	33,8	33,8	34,2	33,8	34	34,4	34,3	34,3	33,5	34,2	33,8	34,4	34	34	34	34,1	33,9	34,3	33,7	33,7	33,8	33,6	33,7	34,1	33,5	34,3	34,1	33,6	33,9	34,3		
	3	33,7	33,9	34,3	33,8	34	34,2	34,4	34,4	33,4	34,1	33,7	34,2	34	34	34,1	34,3	34	34,3	33,7	33,6	33,6	33,5	33,6	34,1	33,5	34,3	34	33,4	33,8	34,3		
	4	32,3	32,3	33	32,5	32,3	32,5	32,9	33	32,1	32,6	32,2	32,5	32,1	32,3	32,7	33	32,6	32,9	31,9	32,3	32,2	32,2	32,3	32,7	32,2	33	32,8	32	32,6	33		
	5	14,9	14,8	16,2	16,1	14,4	14,9	15,6	16,5	15,6	15,5	15,1	15,5	14,4	15,2	15,6	15,6	16	15	15,1	15	15,3	15,6	15,1	15,5	15,7	15,2	16	15,3	15,3	16,4		
Ort.hız	27,16	27,32	27,82	27,48	27,4	27,58	27,8	27,86	27,26	27,56	27,28	27,64	27,26	27,48	27,48	27,7	27,64	27,78	27,14	27,18	27,22	27,26	27,28	27,66	27,24	27,84	27,68	27,1	27,5	27,96			
L= 1243 ft	Sey.5(sn)	46,13	45,8	45,0	45,5	45,7	45,4	45,07	44,97	45,9	45,46	45,9	45,33	45,9	45,59	45,596	45,2	45,33	45,1	46,16	46,100	46,032	45,96	45,9	45,3	45,9	45,0	45,2	46,2	45,5	44,814	45,59	
		402	6384	3954	968	2993	3147	194	487	6478	444	3109	285	6478	68	8	3466	285	0439	802	07	33	478	3109	0007	9853	0718	6734	3616	968	02	274	

V/c=0.8																																
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1	28,7	28,6	27,8	28,1	28,7	28,5	28,3	27,5	28,2	29,2	28,5	28,3	28,4	29	29,3	28	28,7	28,9	28,8	28	28,9	28,4	28,5	28,7	28,2	28,5	28,6	28,7	28,7	28,7	
	2	33,4	33,2	32,8	33,4	33,3	33,1	32,9	33,1	33,4	33,5	33,1	33,1	33,2	33,7	33,9	33,1	33,4	33,3	33,4	32,7	33,6	33,4	33,3	33,5	32,7	33,4	33,3	33,6	33,5	33,2	
	3	33,3	33,2	33	33,5	33,3	33,3	32,9	33,1	33,5	33,4	33,1	33,1	33,2	33,8	33,9	33,2	33,5	33,4	33,4	32,8	33,7	33,5	33,3	33,6	32,7	33,5	33,4	33,6	33,6	33,3	
	4	32,2	32,1	31,9	32,3	32	32	31,8	31,6	32,3	32,3	31,8	31,7	31,8	32,4	32,6	31,7	32,3	32,4	32	31,7	32,4	32,2	32,1	32,6	31,5	32,1	32,1	32,4	32,6	32	
	5	30,1	29,9	30,1	29,9	29,8	30,1	29,8	29,1	29,8	30,5	29,4	29,2	29,3	30	30,5	29,4	30,2	30,4	29,7	29,5	30,1	30	29,6	30,8	29,3	29,7	29,6	30,5	30,8	29,7	
	Ort.hız	31,54	31,4	31,12	31,44	31,42	31,4	31,14	30,88	31,44	31,78	31,18	31,08	31,18	31,78	32,04	31,08	31,62	31,68	31,46	30,94	31,74	31,5	31,36	31,84	30,88	31,44	31,4	31,76	31,8	31,38	
L= 853 ft	Sey.S(sn)	27,04	27,1	27,4	27,1	27,1	27,1	27,39	27,62	27,1	26,84	27,3	27,44	27,3	26,84	26,622	27,4	26,97	26,9	27,11	27,569	26,874	27,07	27,2	26,7	27,6	27,1	27,1	26,8	26,7	27,182	27,14
		502	6561	1003	3104	4831	6561	242	306	3104	078	5728	53	5728	078	97	453	66	2551	38	49	61	937	0026	902	2306	3104	6561	5768	902	92	674
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	31	31,1	31	30,9	30,9	31,1	30,7	30,5	31	31,2	30,3	30,2	30,5	31,4	31,5	30,6	30,8	31,3	30,5	30,5	31,1	31	30,7	31,5	30,6	31	30,8	31,4	31,5	30,8	
	2	32,5	32,4	32,3	32,3	32,2	32,3	31,8	32,3	32,5	32,5	32,2	31,7	32,1	32,5	32,8	32,4	32,4	32,4	32,1	32	32,6	32,3	32,1	32,8	31,6	32,3	32	32,7	32,6	32,6	
	3	32,2	32,1	32	32,1	31,9	32	31,6	32,3	32,3	32,3	31,9	31,5	31,9	32,3	32,6	32,1	32,3	32,3	31,8	31,7	32,5	32	31,9	32,5	31,4	32,1	32	32,4	32,6	32,3	
	4	31,7	31,5	31,4	31,6	31,4	31,3	31	31,6	31,9	31,7	31,4	31,1	31,4	31,7	32	31,6	31,8	31,7	31,4	31,4	31,9	31,4	31,4	31,9	30,8	31,3	31,5	31,8	31,6	31,5	
	5	20,1	20,6	20,5	20,6	19,6	19,7	19,9	19,8	20,6	19,7	20	19,8	20,3	20,8	20,5	19,9	20,6	20,4	20,1	20,1	20,2	19,9	20,1	20	19,5	19,7	19,3	20,3	19,8	19,7	
Ort.hız	29,5	29,54	29,44	29,5	29,2	29,28	29	29,3	29,66	29,48	29,16	28,86	29,24	29,74	29,88	29,32	29,58	29,62	29,18	29,14	29,66	29,32	29,24	29,74	28,78	29,28	29,12	29,72	29,6	29,38		
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	53,79	53,7	53,9	53,7	54,3	54,2	54,72	54,16	53,5	53,83	54,4	54,98	54,2	53,36	53,112	54,1	53,65	53,5	54,38	54,461	53,506	54,12	54,2	53,3	55,1	54,2	54,4	53,3	53,5	54,016	54,01
		661	2376	0625	9661	4932	0082	414	382	0641	311	2387	96	7497	247	45	2688	112	7866	657	22	41	688	7497	6247	4246	0082	9863	9838	7866	34	582
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	21,6	22,4	21,8	22,1	21,9	21,5	21,3	21,4	22,1	21,4	22,2	21,8	21,8	22	21,8	22,2	21,7	22,4	21,7	21,8	21,5	22	22,1	21,6	21,5	22,1	21,8	22,1	21,7	21,5	
	2	34,1	33,6	33,8	33,8	33,6	34,4	33,8	33,8	33,7	34,1	33,8	34	34	33,9	34	34	34	34,1	33,5	33,6	33,5	33,9	33,7	34,3	33,4	34,1	34,2	33,6	33,8	33,9	
	3	34,1	33,5	33,7	33,7	33,4	34,2	33,8	33,8	33,5	34,2	33,8	34	33,9	33,8	34	34	34	34	33,5	33,6	33,4	33,9	33,6	34,2	33,4	34,1	34,1	33,5	33,6	33,8	
	4	32,4	31,6	31,5	31,8	32	32,2	32,1	32,4	31,6	32,5	32,1	32,6	31,7	31,8	32	32,4	32,2	32,4	31,4	31,3	31,6	32,2	31,4	32,6	31,7	32,5	32,1	31,5	31,7	32	
	5	15	14,3	14,6	14,7	14,7	14,4	14,5	14,4	14,2	15,1	14,7	16	14,4	14,1	14,8	14,5	15	15,1	14,8	14,7	14,9	14,6	13,7	15,4	14,2	14,3	15,2	15,1	14,5	14,5	
Ort.hız	27,44	27,08	27,08	27,22	27,12	27,4	27,1	27,16	27,02	27,46	27,32	27,68	27,16	27,12	27,32	27,42	27,38	27,6	26,98	27	26,98	27,32	26,9	27,62	26,84	27,42	27,48	27,16	27,1	27,14		
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	45,66	46,2	46,2	46,0	46,2	45,7	46,23	46,13	46,3	45,63	45,8	45,26	46,1	46,20	45,863	45,6	45,76	45,3	46,44	46,407	46,441	45,86	46,5	45,3	46,6	45,6	45,5	46,1	46,3	46,168	46,01
		327	7031	7031	3233	0206	2993	616	402	7306	001	6384	734	3402	206	84	9657	333	9855	181	41	81	384	7993	6568	8405	9657	968	3402	0451	02	385

V/c=0.9																																
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1	27,6	27,2	27,1	27,3	27,6	27,3	27,1	27	27,3	22	27,2	27	27,2	27,1	27,2	26,8	27	26,9	27,3	27	27,2	26,9	26,9	27,6	26,8	27,3	27,3	27,3	27,3	27,4	
	2	33	32,9	32,9	33	33,1	32,8	33,4	33,2	32,8	33,9	32,9	32,8	33,1	33	33,6	32,6	32	33	33	32,9	33,5	32,8	33,4	33,3	32,8	33,3	33,4	33,4	33,1	33	
	3	33,1	33	32,9	33	33,1	32,9	33,3	33,4	32,7	33,7	33	32,9	33,3	33	34	32,8	31,8	33,1	33	33,1	33,6	32,7	33,5	33,4	32,8	33,3	33,5	33,3	33,3	33,1	
	4	31,8	31,6	31,4	31,6	31,7	31,8	31,2	31,8	31,5	30,9	31,6	31,6	31,9	31,4	32,4	31,5	31,3	31,7	31,6	31,5	31,9	31,3	31,7	31,7	31,2	31,7	31,6	31,7	31,8	31,4	
	5	29,7	29,1	28,7	29,1	29,4	29,6	28,5	29,2	29,6	13,6	29,4	28,8	29,6	28,4	29,8	29,2	19,3	29,4	29,4	28,5	29,2	29,2	29,1	29,2	28,5	29	28,7	29,2	29,4	28,6	
	Ort.hız	31,04	30,76	30,6	30,8	30,98	30,88	30,7	30,92	30,78	26,82	30,82	30,62	31,02	30,58	31,4	30,58	28,28	30,82	30,86	30,6	31,08	30,58	30,92	31,04	30,42	30,92	30,9	30,98	30,9	30,7	
L= 853 ft	Sey.5(sn)	27,48	27,7	27,8	27,6	27,5	27,6	27,78	27,58	27,7	31,80	27,6	27,85	27,4	27,89	27,165	27,8	30,16	27,6	27,64	27,875	27,445	27,89	27,5	27,4	28,0	27,5	27,6	27,5	27,785	27,88	
		067	3082	7582	9481	3389	2306	502	732	128	462	7683	761	9839	405	61	9405	266	7683	096	82	3	405	8732	8067	4076	8732	0518	3389	3389	02	883
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	30,8	30,4	30,1	30,4	30,6	30,6	30,2	30,5	30,6	30,5	30,4	30,3	30,7	30,3	30,9	30,3	30,4	30,6	30,4	30,1	30,6	30,2	30,5	30,5	30,2	30,5	30,6	30,6	30,7	30,2	
	2	32	31,8	31,9	31,9	32,2	32	32	31,9	31,8	32	31,8	31,8	31,7	31,9	32,7	31,8	32	32	31,9	32	32,4	31,7	32,2	32,2	31,8	31,9	32,2	32,1	32,1	32	
	3	31,6	31,6	31,7	31,6	32	31,7	31,8	31,6	31,6	31,9	31,5	31,5	31,5	31,6	32,5	31,7	31,8	31,8	31,7	31,7	32,2	31,5	31,9	31,9	31,6	31,5	31,9	31,9	31,8	31,6	
	4	30,9	30,8	31	30,8	31,2	31	31,1	30,8	30,9	31,4	30,6	30,8	30,9	31	31,6	30,9	31,3	31	30,9	31	31,8	30,7	31,1	31,3	30,8	30,9	31,3	31,2	31	30,5	
	5	19	19,2	19,3	18,9	19,8	19,8	19,7	19,7	19,2	20,5	19,4	18,8	19,3	19,5	20,8	18,8	19,3	19,6	19,2	19,2	20,2	19	19,4	19,7	19,7	18,9	19,3	19,9	19,6	19,1	
	Ort.hız	28,86	28,76	28,8	28,72	29,16	29,02	28,96	28,9	28,82	29,26	28,74	28,64	28,82	28,86	29,7	28,7	28,96	29	28,82	28,8	29,44	28,62	29,02	29,12	28,82	28,74	29,06	29,14	29,1	28,68	
L= 1587 ft	Sey.5(sn)	54,98	55,1	55,1	55,2	54,4	54,6	54,79	54,91	55,0	54,23	55,2	55,41	55,0	54,98	53,434	55,2	54,79	54,7	55,06	55,104	53,906	55,45	54,6	54,4	55,0	55,2	54,6	54,4	54,6	55,334	54,85
		96	8081	0417	5766	2387	8642	972	349	6593	787	1921	201	6593	96	34	9617	972	2414	593	17	25	073	8642	9863	6593	1921	1115	6122	4876	73	513
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	21,5	22	22,3	21,9	22,4	22,2	22,1	21,8	21,7	27,6	22	21,7	22,1	21,7	22,2	21,8	21,7	22	21,4	21,9	21,7	21,3	22,2	21,8	22,2	22,1	21,8	22,1	21,6	21,4	
	2	33,8	33,6	33,5	33,7	33,9	33,9	34,1	33,8	33,3	33,4	33,4	34,1	34	33,8	34,1	33,8	33,8	34	33,5	33,7	33,7	33,4	33,6	34,2	33,3	33,6	34,1	33,7	34	33,8	
	3	33,7	33,7	33,5	33,5	33,8	33,7	34	33,6	33,2	33,4	33,3	34	33,9	33,7	34	33,7	33,7	34	33,3	33,6	33,6	33,3	33,6	34,1	33,2	33,3	33,8	33,6	33,7	33,8	
	4	31	31,7	31	31,1	31,5	31,4	31,3	31,1	31,1	31,8	30,9	31,6	31,2	31	31,7	31,8	31,1	31,7	30,8	30,9	30,8	31,3	30,9	31,4	30,9	30,8	31,3	31,2	31,4	31,2	
	5	13,9	14,3	14	14,1	14	14,1	14,3	13,9	13,6	29	14	13,7	14	13,6	15,2	14,6	13,4	13,8	14,2	13,8	13,9	13,4	13,8	14,4	13,9	13,5	13,8	13,8	14,1	14,4	
	Ort.hız	26,78	27,06	26,86	26,86	27,12	27,06	27,16	26,84	26,58	31,04	26,72	27,02	27,04	26,76	27,44	27,14	26,74	27,1	26,64	26,78	26,74	26,54	26,82	27,18	26,7	26,66	26,96	26,88	26,9	26,92	
L= 1243 ft	Sey.5(sn)	46,78	46,3	46,6	46,6	46,2	46,3	46,13	46,68	47,1	40,36	46,8	46,37	46,3	46,82	45,663	46,1	46,85	46,2	47,03	46,788	46,858	47,21	46,7	46,1	46,9	46,9	46,4	46,6	46,4	46,545	46,37
		865	0451	4929	4929	0206	0451	402	405	4071	727	9371	306	3876	362	27	6802	864	3616	453	65	64	176	1887	0007	2884	9925	7626	1458	7626	32	775



V/c=1.0																																	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	26	26,3	26	26,1	26,6	25,8	25,7	26,3	26,2	26,3	25,9	26,3	26	25,9	26,4	25,8	26,1	26,1	26,2	25,5	25,4	25,4	26,1	26,1	25,5	26,5	25,9	26,7	25,6	26		
	2	33,2	33,3	32,8	33,1	32,6	33,1	32,9	33,1	33,3	33,4	33	33,1	33,1	33	33,2	32,7	32,9	33,2	33,5	32,4	32,9	32,6	32,9	33,3	32,8	32,9	33	32,9	32,6	32,9		
	3	33,3	33,4	32,9	33,2	32,7	33,1	32,9	33,2	33,4	3,4	33	33,1	33,1	33	33,1	32,7	33,1	33,5	33,5	32,3	33	32,8	33	33,5	32,8	33,1	32,9	32,9	32,8	33,1		
	4	31,2	31,6	31,2	31,4	31,3	31,3	31,1	31,3	31,5	31,6	31,3	31,3	31,3	31,1	31	31	31,4	31,8	31,5	30,7	31,5	31,4	31,5	32,1	31,1	30,7	31,1	30,9	31,3	31,1		
	5	27,9	28,8	28,6	28,2	28,8	28,5	28,4	28,3	28,8	28,4	28,6	28,6	28,7	28,3	28,3	28,2	28,7	29,2	28,3	27,9	28,8	28,9	28,9	29,2	28,4	27,4	28,2	28,1	28,6	28,2		
	Ort.hız	30,32	30,68	30,3	30,4	30,4	30,36	30,2	30,44	30,64	24,62	30,36	30,48	30,44	30,26	30,4	30,08	30,44	30,76	30,6	29,76	30,32	30,22	30,48	30,84	30,12	30,12	30,22	30,3	30,2	30,26		
L= 853 ft	Sey.S(sn)	28,13	27,8	28,1	28,0	28,0	28,0	28,24	28,02	27,8	34,64	28,0	27,98	28,0	28,18	28,059	28,3	28,02	27,7	27,87	28,662	28,133	28,22	27,9	27,6	28,3	28,3	28,2	28,1	28,2	28,189	28,31	
		325	0313	5182	5921	5921	9618	503	234	3943	663	9618	556	2234	903	21	5771	234	3082	582	63	25	634	8556	5888	2005	2005	2634	5182	6375	03	776	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
2	1	29,6	30,5	30	29,9	30,3	30,3	30	30	30,5	30,2	30,1	30,1	30,3	29,9	30,2	29,9	30	30,6	30,1	29,4	30,3	30	30	30,4	29,9	29,8	30,1	29,9	30,1	30		
	2	32	32	31,5	31,6	31,6	31,7	31,5	31,8	32,2	32	31,7	31,6	32	31,5	31,8	31,3	31,8	32,1	32	31,1	31,9	31,6	31,9	32,3	31,7	31,6	31,8	31,7	31,6	31,9		
	3	31,8	31,6	31,2	31,4	31,3	31,4	31,2	31,5	31,8	31,8	31,5	31,4	31,6	31,2	31,7	31	31,5	31,7	31,7	30,9	31,7	31,3	31,7	32	31,4	31,2	31,6	31,5	31,2	31,6		
	4	30,7	30,3	29,9	30,3	30,6	30,6	30,2	30,7	30,8	31	30,5	30,6	30,7	30,5	30,9	30	30,5	30,9	31	30	30,7	30	30,7	30,9	30,2	29,9	30,6	30,5	29,9	30,4		
	5	19,1	18,2	18	18,9	18,7	19,6	18,6	18,8	18,6	19,4	18,9	18,8	18,8	18,9	19,3	18,2	18,9	19,4	19,5	18,5	19,1	18,7	18,4	18,9	18,5	17,7	17,9	19,1	17,6	17,7		
	Ort.hız	28,64	28,52	28,12	28,42	28,5	28,72	28,3	28,56	28,78	28,88	28,54	28,5	28,68	28,4	28,78	28,08	28,54	28,94	28,86	27,98	28,74	28,32	28,54	28,9	28,34	28,04	28,4	28,54	28,1	28,32		
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	55,41	55,6	56,4	55,8	55,6	55,2	56,07	55,56	55,1	54,95	55,6	55,68	55,3	55,88	55,142	56,5	55,60	54,8	54,98	56,719	55,219	56,03	55,6	54,9	55,9	56,5	55,8	55,6	56,5	56,038	55,69	
		201	4516	367	4096	8421	5766	774	723	4246	152	0617	421	3473	028	46	1709	617	376	96	09	21	814	0617	1349	9859	9772	8028	0617	1709	14	16	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
3	1	21,9	22	22	21,8	22,1	21,9	21,7	21,8	22,1	21,9	22,1	22	21,7	22,3	21,3	21,8	26,1	22,4	22,1	22,1	21,8	22	22,3	21,6	22,1	21,9	21,9	22	21,4	21,4		
	2	34,1	33,7	33,6	33,6	33,6	33,9	33,8	33,7	33,4	33,8	33,3	33,9	33,6	33,7	33,7	33,4	32,9	34	33,6	33,5	33,6	33,5	33,8	34,2	33,4	33,9	34,1	33,5	33,6	33,8		
	3	33,9	33,7	33,4	33,6	33,6	33,9	33,6	33,6	33,2	33,6	33,1	33,8	33,3	33,6	33,7	33,4	33,1	33,8	33,3	33,5	33,4	33,4	33,6	34	33,4	33,6	33,9	33,3	33,6	33,8		
	4	30,4	30,8	30,3	30,2	31	30,4	30,2	30,1	29,7	30,3	29,9	31	29,6	30,2	29,7	29,8	31,4	31	29,4	29,9	29,4	30	30,5	30,6	30,6	31	31	30,2	30	30,7		
	5	14,1	13,3	13,5	13,1	13,9	13,8	13,3	13,6	13	13,7	13	13,7	13,4	13,7	13,4	12,8	28,7	14,1	13,3	13,6	13,5	13,1	13,9	13,4	13,3	14,1	13,6	13,8	13,4	13,6		
	Ort.hız	26,88	26,7	26,56	26,46	26,81	26,78	26,52	26,56	26,28	26,66	26,28	26,88	26,32	26,7	26,36	26,24	30,44	27,06	26,34	26,52	26,34	26,4	26,82	26,76	26,56	26,9	26,9	26,56	26,4	26,66		
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	46,61	46,9	47,1	47,3	46,6	46,7	47,24	47,17	47,6	46,99	47,6	46,61	47,6	46,92	47,534	47,7	41,16	46,3	47,57	47,247	47,570	47,46	46,7	46,8	47,1	46,5	46,5	47,1	47,4	46,999	46,91	
		458	2884	762	545	8405	8865	736	62	7884	925	7884	458	0638	884	14	5152	294	0451	024	36	24	212	1887	2362	762	7993	7993	762	6212	25	988	



V/c=1.1																																	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	25,4	25,1	25,2	25,1	25,8	25,4	25,9	25	25,3	25,7	25,2	25,3	25,2	25,6	25,7	25,1	22,1	25,3	25	25,3	24,9	25,2	25	25,4	25,2	25,5	25,6	25,2	25,2	25,2		
	2	32,7	32,7	33	32,8	33	32,9	33	32,9	33	32,8	33,1	32,8	32,7	33	33,1	32,4	33,6	33,3	32,9	32,7	32,9	32,6	32,7	32,8	32,9	32,9	33,2	32,7	32,9	32,8		
	3	32,8	32,6	32,9	33	33,1	32,8	32,9	33	33,1	32,7	33,1	32,8	32,8	33,1	33,2	32,5	33,4	33,5	32,9	32,8	33	32,7	32,8	33	32,9	33	33,1	32,7	33,2	32,8		
	4	31,1	30,7	30,9	31,2	31,6	30,7	31,1	31	31,3	30,9	31,1	31	30,8	31,3	31,5	30,9	28,6	31,2	30,7	30,7	30,7	30,4	31	30,9	31	31	31,4	31	31,3	31		
	5	28,1	28,1	27,9	28,5	29	27,6	28,2	28,2	28,6	28,2	28,4	28,1	27,8	28,6	28,7	28	12,8	28	27,6	27,6	27,4	27,4	28,3	27,7	28,2	28	29	28,3	28,6	28,2		
	Ort.hız	30,02	29,84	29,98	30,12	30,5	29,88	30,22	30,02	30,26	30,06	30,18	30	29,86	30,32	30,44	29,78	26,1	30,26	29,82	29,82	29,78	29,66	29,96	29,96	30,04	30,08	30,46	29,98	30,3	30		
L= 853 ft	Sey.S(sn)	28,41	28,5	28,4	28,3	27,9	28,5	28,22	28,41	28,1	28,37	28,2	28,43	28,5	28,13	28,022	28,6	32,68	28,1	28,60	28,604	28,643	28,75	28,4	28,4	28,3	28,3	28,0	28,4	28,2	28,433	28,52	
		439	8579	523	2005	6721	4752	634	439	8903	658	6375	333	6664	325	34	4338	199	8903	496	96	38	927	713	713	9547	5771	0394	523	0767	33	776	
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	29,8	29,9	29,8	30,2	30,2	29,7	30	29,8	30,2	30	30	29,5	29,8	30	30,3	29,7	29,9	30	29,7	29,5	29,5	29,4	29,9	29,6	30	29,9	30,3	29,9	30	29,7		
	2	31,3	31,2	31,5	31,5	31,4	31,3	31,5	31,5	31,7	31,7	31,7	31,1	31,2	31,7	31,9	31,1	31,4	31,8	31,7	31,2	31,6	31,2	31,6	31,6	31,5	31,6	31,5	31,5	31,8	31,3		
	3	31	30,9	31,3	31,2	31,1	31	31,3	31,3	31,4	31,4	31,4	30,9	30,9	31,4	31,6	30,7	31,1	31,4	31,4	30,9	31,4	31	31,2	31,4	31,1	31,3	31,2	31,2	31,4	30,9		
	4	29,7	29,2	30,1	29,9	29,7	29,9	30,1	29,6	30	30,2	30,1	29,7	29,6	30	30,7	28,8	29,1	30,3	30	29,6	29,9	29	30	30,1	29,6	29,8	29,7	29,5	29,9	29,4		
	5	17,8	17,7	18,1	17,7	17,1	18,3	18,3	18	17,7	18,1	18,3	18,4	17,3	17,6	18,6	16,9	17,4	18,6	18	17,6	18,5	16,8	17,5	17,7	17,8	17,6	17,6	17,8	18	17,3		
	Ort.hız	27,92	27,78	28,16	28,1	27,9	28,04	28,24	28,04	28,2	28,28	28,3	27,92	27,76	28,14	28,62	27,44	27,78	28,42	28,16	27,76	28,18	27,48	28,04	28,08	28	28,04	28,06	27,98	28,2	27,72		
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	56,84	57,1	56,3	56,4	56,8	56,5	56,19	56,59	56,2	56,11	56,0	56,84	57,1	56,39	55,450	57,8	57,12	55,8	56,35	57,168	56,316	57,75	56,5	56,5	56,6	56,5	56,5	56,7	56,2	57,251	56,63	
		097	2743	5653	7687	8172	9772	688	772	766	74	7774	097	6859	659	73	3528	743	4096	653	59	54	109	9772	1709	7857	9772	5738	1909	3671	08	187	
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1	21,6	21,5	22,4	22,1	21,9	21,7	22,1	21,6	21,7	21,9	22,5	22	21,6	21,9	21,6	21,8	22,1	22,2	21,6	22	21,8	22	21,5	22	22,1	22,1	21,9	22	22	21,6		
	2	33,6	33,3	33,3	33,3	34	33,5	33,4	33,5	33,2	34	33,3	33,7	33,2	33,5	33,9	33,2	33,6	33,7	33,5	33,9	33,3	33,4	33,3	33,7	33,3	33,6	33,7	33,3	33,6	33,2		
	3	33,6	33,1	33,2	33,3	33,9	33,3	33,2	33,3	32,9	33,8	33	33,5	33,1	33,3	3,8	33	33,4	33,7	33,2	33,7	33,2	33,1	33,1	33,5	33,1	33,3	33,6	33,1	33,3	33,1		
	4	29,7	29,4	28,6	29,1	30	29	29	29,1	28,4	28,8	28,7	29,4	27,6	29,5	29,4	29	28,6	29,8	28,8	29,2	28,4	29	28,3	29,2	28,5	29,2	28,8	29,3	29,1	28,6		
	5	13,5	12,6	12,7	12,8	13,5	12,8	12,6	13	12,6	13,1	12,7	13,1	12,8	13,1	13,9	13,1	12,8	13,3	12,9	13,2	13,1	12,7	13,3	13,1	12	12,7	12,8	13	12,8	12,9		
	Ort.hız	26,4	25,98	26,04	26,12	26,66	26,06	26,06	26,1	25,76	26,32	26,04	26,34	25,66	26,26	20,52	26,02	26,1	26,54	26	26,4	25,96	26,04	25,9	26,3	25,8	26,18	26,16	26,14	26,2	25,88		
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	47,46	48,2	48,1	47,9	46,9	48,0	48,08	48,00	48,6	47,60	48,1	47,57	48,8	47,71	61,062	48,1	48,00	47,2	48,19	47,462	48,266	48,11	48,3	47,6	48,5	47,8	47,8	47,9	47,8	48,415	48,41	
		212	2941	1828	709	9925	8135	135	766	413	638	1828	024	3087	516	38	5527	766	1176	231	12	56	828	7838	4259	6589	6096	9755	342	9755	77	673	

V/c=1.2																																
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1	25	24,6	24,9	24,8	24,4	24,9	24,5	24,4	24,7	24,7	24,5	24,5	24,5	24,5	24,7	24,3	25	24,6	24,6	24,1	24,4	24,4	24,9	24,8	24,4	24,8	24,6	24,8	24,4	24,3	
	2	32,7	32,7	32,7	32,8	32,8	33	32,6	32,8	32,8	32,9	33,2	32,7	32,5	32,6	32,8	32,5	33,1	32,7	32,8	32,4	32,8	32,3	32,8	32,9	32,5	33,2	32,8	32,6	32,5	33	
	3	32,7	32,7	32,8	33	32,9	32,9	32,7	33	32,8	32,9	33,3	32,8	32,5	32,6	32,8	32,5	33,2	32,8	32,9	32,4	32,8	32,5	32,9	33,1	32,7	33,2	32,9	32,9	32,6	33,1	
	4	30,5	30,8	30,7	31,2	30,6	31,1	30,7	30,8	30,6	30,9	31,3	30,8	30,8	30,9	31	30,4	30,8	31	30,8	30,6	30,6	30,4	30,9	31	30,7	31,2	30,7	30,7	30,4	31,2	
	5	27,5	27,8	27,8	28,4	27,6	28,2	27,8	27,6	27,9	28,3	28,4	28,1	28,1	28	28,4	27,4	27,9	28,2	27,8	27,8	27,5	27,5	27,9	27,9	27,6	28,2	27,6	27,8	27,6	28,1	
	Ort.hız	29,68	29,72	29,78	30,04	29,66	30,02	29,66	29,72	29,76	29,94	30,14	29,78	29,68	29,72	29,94	29,42	30	29,86	29,78	29,46	29,62	29,42	29,88	29,94	29,58	30,12	29,72	29,76	29,5	29,94	
L= 853 ft	Sey.S(sn)	28,73	28,7	28,6	28,3	28,7	28,4	28,75	28,70	28,6	28,49	28,3	28,64	28,7	28,70	28,490	28,9	28,43	28,5	28,64	28,954	28,798	28,99	28,5	28,4	28,8	28,3	28,7	28,6	28,9	28,490	28,64
		989	0121	4338	9547	5927	1439	927	121	6263	031	0126	338	3989	121	31	9388	333	6664	338	51	11	388	4752	9031	3705	2005	0121	6263	1525	31	971
2	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	29,6	29,6	29,5	29,9	29,8	30,1	29,8	29,4	29,9	30	29,9	29,6	29,6	29,5	30	29,5	29,7	29,9	29,6	29,4	29,6	29,4	29,6	29,9	29,6	30,1	29,6	29,6	29,4	29,7	
	2	31,3	31,3	31,2	31,5	31,3	31,3	31,4	31,3	31,3	31,3	31,6	31	31,1	31	31,4	30,9	31,7	31,3	31,4	31,1	31,3	31	31,3	31,7	31,1	31,6	31,4	31,2	31,1	31,4	
	3	30,9	31,1	31,1	31,1	30,7	31	31,1	31	31	31	31,3	30,8	30,9	30,6	31,1	30,7	31,3	31	31,2	30,8	31	30,6	31	31,5	30,6	31,4	31	30,8	30,8	31,2	
	4	27,7	29,1	29	28,8	28,1	28,5	29,3	29,5	29,1	29,4	29,3	28,3	28,3	28	28,9	29	29	29,4	29,8	29	29,4	28	28,9	28,7	28,8	29,2	29,2	28,9	28,1	29,4	
	5	16,6	17,2	17,4	17,1	17,5	17	17,1	17,3	17,5	17,4	17,5	16,8	16,6	16,3	17	17,1	17,6	17,7	17,7	17,2	16,9	16,5	17,1	17,1	17	17,2	17	16,9	16,9	17,7	
	Ort.hız	27,22	27,66	27,64	27,68	27,48	27,58	27,74	27,7	27,76	27,82	27,92	27,3	27,3	27,08	27,68	27,44	27,86	27,86	27,94	27,5	27,64	27,1	27,58	27,78	27,42	27,9	27,64	27,48	27,3	27,88	
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	58,30	57,3	57,4	57,3	57,7	57,5	57,20	57,29	57,1	57,04	56,8	58,13	58,1	58,60	57,333	57,8	56,96	56,9	56,80	57,709	57,416	58,56	57,5	57,1	57,8	56,8	57,4	57,7	58,2	56,922	57,51
		272	7527	1679	3382	5109	417	981	242	6859	529	4097	187	3187	414	82	3528	339	6339	029	09	79	089	417	2743	7746	8172	1679	5109	1717	53	55
3	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	1	21,6	21,6	21,8	21,9	21,7	21,6	21,8	21,4	21,5	21,6	22	22,2	21,6	21,9	21,5	21,9	21,5	21,9	21,6	21,8	21,1	21,7	21,4	22,1	21,8	22	22,3	21,5	22,1	22	
	2	33,5	33,5	33,6	33,3	33,3	33,4	33,3	33,3	32,6	33,6	33,3	33,6	33	33,4	33,6	33,3	33,6	33,5	33,3	33,4	33,4	32,9	33,3	33,8	33,2	33,5	33,7	32,9	33,8	33,4	
	3	33,3	33,3	33,5	33,2	33,2	33,2	33,3	33,2	32,4	33,2	33	33,3	32,9	33,2	33,4	33,2	33,3	33,4	33,1	33,3	33,2	32,8	33,1	33,6	32,9	33,4	33,3	32,8	33,4	33,3	
	4	27,9	28	28,5	27,4	27,3	27,5	27,7	28,3	26,7	27,4	27,2	27,1	26,9	28,2	28,1	27,5	27,8	27	26,9	27	26,9	26,9	27	28,3	26,6	28	28	26,9	28,4	26,5	
	5	12,7	12,7	13,2	12	12,3	12,4	12,4	12,9	12	12,4	12,1	12,2	12,3	13	13,5	12,3	12,5	12,4	12,5	13,1	12,6	12	12,8	13,3	11,9	12,5	12,6	12,7	12,7	12,3	
	Ort.hız	25,8	25,82	26,12	25,56	25,56	25,62	25,7	25,82	25,04	25,64	25,52	25,68	25,34	25,94	26,02	25,64	25,74	25,64	25,48	25,72	25,44	25,26	25,52	26,22	25,28	25,88	25,98	25,36	26,1	25,5	
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	48,56	48,5	47,9	49,0	49,0	48,9	48,75	48,52	50,0	48,86	49,0	48,79	49,4	48,30	48,155	48,8	48,67	48,8	49,17	48,716	49,253	49,60	49,0	47,7	49,5	48,4	48,2	49,4	48,0	49,137	48,82
		589	2827	709	2191	2191	071	486	827	3994	895	9875	283	4751	378	27	6895	91	6895	582	95	14	412	9875	8795	6487	1577	2941	0852	4448	25	867



V/c=1.3																																	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	23,8	24,3	24	24,2	24,1	24,4	24,3	24,2	23,8	24,3	24,2	24,1	24	23,9	24,7	23,9	24,3	24,1	23,7	23,6	23,9	23,9	23,9	24,3	24,1	24,2	23,9	23,8	24,1	24,6		
	2	32,6	32,6	32,4	32,8	32,7	32,6	32,5	32,8	32,2	32,7	32,6	32,7	32,3	32,5	33	32,1	32,7	32,7	33	32,1	32,8	32,2	32,8	32,4	32	32,8	32,6	32,4	32,5	32,6		
	3	32,7	32,4	32,4	32,7	32,7	32,6	32,5	32,7	32,3	32,7	32,6	32,7	32,4	32,5	32,9	32,2	32,8	32,7	33,2	32,1	32,8	32,2	32,5	32,4	32	32,9	32,6	32,6	32,4	32,8		
	4	30,4	30,1	30	30,8	30,5	30,3	30	30,4	30	30,3	30	30,4	30,1	30,3	30,8	29,8	30,8	30,4	30,8	29,8	30,6	29,7	30	30	29,8	30,5	30,3	30,3	30,3	30,6		
	5	27,4	27,1	27,1	28,1	27,5	27,4	26,9	27,4	26,9	27,2	26,7	27,2	27	27,3	28	26,7	27,7	27,2	27,7	27,1	27,5	26,7	26,7	26,9	26,8	27,6	27,2	27,4	27,5	27,5		
	Ort.hız	29,38	29,3	29,18	29,72	29,5	29,46	29,24	29,5	29,04	29,44	29,22	29,42	29,16	29,3	29,88	28,94	29,66	29,42	29,68	28,94	29,52	28,94	29,18	29,2	28,94	29,6	29,32	29,3	29,4	29,62		
L= 853 ft	Sey.S(sn)	29,03	29,1	29,2	28,7	28,9	28,9	29,17	28,91	29,3	28,97	29,1	28,99	29,2	29,11	28,547	29,4	28,75	28,9	28,73	29,474	28,895	29,47	29,2	29,2	29,4	28,8	29,0	29,1	29,0	28,798	29,06	
		336	1263	3235	0121	1525	5451	237	525	7328	418	9233	388	524	263	52	7478	927	9388	989	78	66	478	3235	1233	7478	1757	9277	1263	5313	11	966	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
2	1	29,4	29,2	29,1	29,8	29,9	29,6	29,2	29,3	29,1	29,5	29,1	29,5	29,2	29,3	29,8	29,1	29,7	29,5	29,8	29,1	29,5	29,1	29,1	29,2	29	29,8	29,4	29,1	29,6	29,6		
	2	30,8	30,9	30,9	30,9	31,3	31,1	30,9	31,2	30,8	31,1	31	31	30,8	31	31,2	30,8	31,3	31	31,6	30,9	31,2	30,7	30,9	31,1	30,4	31,3	30,9	31,1	31,1	31,3		
	3	30,3	30,5	30,5	30,2	30,8	30,6	30,5	30,9	30	30,9	30,7	30,5	30,2	30,7	30,9	30,2	30,5	30,6	31,2	30,4	31	30,1	30,5	30,6	29,9	30,8	30,5	30,7	30,6	30,9		
	4	27	27,5	27,2	27,3	27,7	27,6	26,9	27,4	25,7	28,4	28,4	27,8	27	28,2	28,4	25,9	27,5	28,4	28,6	27,8	29,5	26,2	27,2	26,3	26,5	27,2	27,3	28,7	27,3	28,9		
	5	16,2	16	16,3	15,6	16,8	16,8	16,4	16,1	16,3	16,7	16,9	16,3	16,3	16,1	17,1	15,9	16,6	16,6	17	16,1	17,4	16,1	16,4	16,1	15,9	16,3	16,5	16,6	15,9	17,2		
	Ort.hız	26,74	26,82	26,8	26,76	27,3	27,14	26,78	26,98	26,38	27,32	27,22	27,02	26,7	27,06	27,48	26,38	27,12	27,22	27,64	26,86	27,72	26,44	26,82	26,66	26,34	27,08	26,92	27,24	26,9	27,58		
L= 1587 ft	Sey.S(sn)	59,34	59,1	59,2	59,3	58,1	58,4	59,26	58,82	60,1	58,08	58,3	58,73	59,4	58,64	57,751	60,1	58,51	58,3	57,41	59,084	57,251	60,02	59,1	59,5	60,2	58,6	58,9	58,2	58,9	57,541	58,83	
		929	7226	1642	0493	3187	7458	064	135	5921	931	0272	427	382	745	09	5921	77	0272	679	14	08	269	7226	2738	5057	0414	5245	5991	9628	7	042	
	Taşıt / Çekirdek numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
3	1	21,4	21,4	21,8	21,3	21,9	21,7	21,5	21,3	21,4	24,3	21,9	21,8	21,7	21,8	21,6	21,6	21,7	21,8	21,7	21,3	21,4	21,3	21,5	21,7	21,7	21,9	22	21,7	21,5	21,6		
	2	33,5	33,2	33,2	33,1	33,3	33,4	33,4	33,2	32,9	32,7	33,1	33,2	33,2	33,2	33,4	32,9	33,6	33,7	33,2	33,2	33,4	33,2	33,3	33,5	32,5	33,5	33,4	33,3	33,5	33,2		
	3	33,2	32,9	32,8	32,8	32,5	33,2	33	33	32,6	32,7	32,9	32,9	32,9	32,8	33,3	32,9	33,4	33,4	32,8	33	32,9	33,1	32,5	33,3	32,5	33,2	33,1	33	33,1	33		
	4	25,7	25,8	25,3	25,7	24,9	25,9	25,9	24,7	24,3	30,3	25,1	25,9	23,9	24,9	25,2	25,8	26,8	26,9	24,8	24,1	24,4	25,7	24,6	26,9	25,4	26,5	26,5	25,9	25,3	25,2		
	5	12,2	11,7	11,8	12,1	12	12,4	12,2	11,7	11,4	27,2	11,5	12	12	12,2	11,9	12	12,2	12,8	12,3	11,9	11,8	11,2	11,8	12,2	11,8	12,6	12,3	12	11,8	11,9		
	Ort.hız	25,2	25	24,98	25	24,92	25,32	25,2	24,78	24,52	29,44	24,9	25,16	24,74	24,98	25,08	25,04	25,54	25,72	24,96	24,7	24,78	24,9	24,74	25,52	24,78	25,54	25,46	25,18	25,1	24,98		
L= 1243 ft	Sey.S(sn)	49,72	50,1	50,1	50,1	50,2	49,4	49,72	50,56	51,1	42,56	50,3	49,80	50,6	50,16	49,960	50,0	49,06	48,7	50,20	50,728	50,564	50,32	50,6	49,0	50,5	49,0	49,2	49,7	50,0	50,160	49,76	
		222	2	6013	2	809	8657	222	497	0114	114	2129	127	4673	013	13	3994	03	1695	032	74	97	129	4673	9875	6497	603	1445	6172	3994	13	361	

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Fatih KARANFİL

Doğum Tarihi :

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu :

Lisans : Kırıkkale Üniversitesi İnşaat
Mühendisliği Bölümü. (2015-2018)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar :

1. Emay Uluslararası Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş. 2020-2021
2. Beşer Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti. 2021- hala çalışıyor

Yayınları (Diğer) :

Karanfil F, M. ve Doğan, E. (2022). Tek Yönlü Sinyalize Kavşak Koridorları İçin Akıllı Ofset Süresi Tasarımı. 2. *Uluslararası Lisansüstü Çalışmalar Kongresi*. Çevrimiçi. 08-11 Haziran.