



**RAYLI SİSTEM GÜZERGAHLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KARAYOLU
KAVŞAK TASARIMI: KONYA KENT MERKEZİ ÖRNEĞİ**

Yusuf ÜZER

**YÜKSEK LİSANS
TRAFİK PLANLAMASI VE UYGULAMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2024

ETİK BEYAN

Gazi 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.

Yusuf ÜZER

02/05/2024

**RAYLI SİSTEM GÜZERGAHLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KARAYOLU KAVŞAK
TASARIMI: KONYA KENT MERKEZİ ÖRNEĞİ**
(Yüksek Lisans Tezi)

Yusuf ÜZER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2024

ÖZET

Son yıllarda nüfus, kentleşme, hareketlilik gibi hızla artan nedenlerden dolayı ulaşım talebi ve özel taşıt sahiplik oranları her geçen gün artmakta ve ulaşım problemlerini ortaya çıkarmaktadır. Bu problemler insan yaşamını doğrudan olumsuz etkilediğinden dolayı ulaştırma mühendisliğinin önem arz eden çalışma konuları arasında yer almaktadır. Ulaştırma mühendisliği açısından ulaşım problemlerine çözümler sunmak ve ulaşım talebindeki bu artışı karşılamak için daha güvenli, sürdürülebilir, konforlu ve güvenilir ulaşım hizmeti vermek amacıyla yeni projeler geliştirilmektedir. Teknolojik gelişmeler sayesinde öneri projeleri sahada uygulanmadan önce bilgisayar ortamında modelleyerek test edebilme imkanı sunan trafik simülasyon programları kullanılmaya başlanmıştır. Bu programlar ile zaman ve maliyet açısından tasarruf sağlanmakla birlikte mevcut ve öneri projelere ait analizler yapılarak projeye ilgili sonuçlar alınmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, Konya ili, Selçuklu ilçesi sınırları içerisinde yer alan Konya Büyükşehir Belediyesi'nin Konya Büyükşehir Belediye Stadyumu ile Konya Şehir Hastanesi arasında ulaşım problemlerine çözümler sunmak amacıyla yapmayı planladığı tramvay projesi güzergahı üzerinde bulunan trafik hacmi yüksek 5 adet trafik kavşağı incelenmiş ve PTV Vissim mikro-simülasyon programı kullanılarak öneri projeler geliştirilmiştir. Bu sayım verileri kullanılarak mevcut durum ve geliştirilen alternatif projeler mikro-simülasyon programında modellenerek simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Simülasyon çalışmalarında ilk adım olarak kavşakların mevcut durumu modellenerek simülasyon çalışması yapılmış ve kavşakların performanslarını değerlendirmek üzere; maksimum kuyruk uzunluğu, ortalama gecikme, CO emisyonu, NOx emisyonu, VOC emisyonları ve yakıt tüketimi olmak üzere 6 tane parametre dikkate alınarak kavşakların ayrı ayrı mevcut durum performans analizleri yapılmıştır. Mevcut durum sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda highway capacity manual dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam mevcut durum kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. İkinci adım olarak Konya Büyükşehir Belediyesi'nin yapmayı planladığı tramvay projesi dikkate alınarak sürdürülebilir ulaşımı sağlamak amacıyla kavşak performanslarını olumlu yönde etkileyecek 5 adet alternatif proje geliştirilmiştir. Geliştirilen alternatif projelerin hepsi ayrı ayrı mikro-simülasyon programında modellenerek simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Daha sonra Konya için Türkiye İstatistik Kurumu'ndan temin edilen taşıt sahipliği artış oranı verileri dikkate alınarak bütün alternatifler için sayımlar her seferinde %5 artırılarak simülasyon çalışmaları tekrarlanmıştır. Alternatif projeler için yapılan bütün simülasyon çalışmalarında kavşakların performanslarını değerlendirmek üzere yine 6 tane parametre dikkate alınarak kavşakların ayrı ayrı performans analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda highway capacity manual dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden alternatif projelerin sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve sonuç kısmında yorumlanmıştır.

Bilim Kodu : 80211
Anahtar Kelimeler : Kent içi ulaşım, kavşak tasarımı, trafik simülasyonu, çok ölçütlü değerlendirme, kavşak hizmet düzeyi, PTV Vissim
Sayfa Adedi : 319
Danışman : Doç. Dr. Hayri ULVİ

SUSTAINABLE HIGHWAY INTERSECTION DESIGN ON RAIL SYSTEM ROUTES: THE CASE OF KONYA CITY CENTER

(M. Sc. Thesis)

Yusuf ÜZER

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

May 2024

ABSTRACT

In recent years, due to rapidly increasing reasons such as population, urbanization, mobility, transportation demand and private vehicle ownership rates are increasing day by day and transportation problems arise. Since these problems directly affect human life negatively, they are among the important study subjects of transportation engineering. In terms of transportation engineering, new projects are developed to provide solutions to transportation problems and to provide safer, sustainable, comfortable and reliable transportation services to meet this increase in transportation demand. Thanks to technological developments, traffic simulation programs have been produced that enable the proposed projects to be modeled and tested in a computer environment before they are implemented in the field. With these programs, savings in terms of time and cost are achieved and results related to the project are obtained by analyzing the existing and proposed projects. Within the scope of this thesis, 5 traffic intersections with high traffic volumes on the route of the Tramway project planned by Konya Metropolitan Municipality to provide solutions to transportation problems between Konya Metropolitan Municipality Stadium and Konya City Hospital, located within the borders of Selçuklu District of Konya Province, were examined and proposed projects were developed using PTV Vissim micro-simulation program. Using this census data, simulation studies were carried out by modeling the current situation and the alternative projects developed in the micro-simulation program. As a first step in the simulation studies, the current situation of the intersections was modeled and simulation studies were carried out, and in order to evaluate the performance of the intersections; 6 parameters including maximum queue length, average delay, CO emission, NOx emission, VOC emissions and fuel consumption were taken into consideration and the current situation performance analysis of the intersections were carried out separately. In line with the data obtained from the current situation morning and evening simulation analysis results, the current situation intersection service levels were determined in the morning and evening based on the average delay times considering the Highway Capacity Manual. As a second step, 5 alternative projects that will positively affect intersection performances have been developed in order to provide sustainable transportation considering the tram project planned by Konya Metropolitan Municipality. All of the developed alternative projects were modeled separately in a micro-simulation program and simulation studies were carried out. Then, taking into account the vehicle ownership growth rate data obtained from the Turkish Statistical Institute for Konya, simulation studies were repeated for all alternatives by increasing the counts by 5% each time. In order to evaluate the performance of the intersections in all simulation studies for alternative projects, performance analyses of the intersections were carried out separately by considering 6 parameters. In line with the data obtained from the analysis results, the morning and evening intersection service levels of the alternative projects were determined based on the average delay times considering the Highway Capacity Manual. The data obtained as a result of the analyzes were evaluated and interpreted in the conclusion section.

Science Code : 80211
Key Words : Urban transportation, Intersection design, Traffic simulation, Multi-criteria evaluation, Intersection level of service, PTV Vissim
Page Number : 319
Supervisor : Assoc. Dr. Hayri ULVİ

TEŞEKKÜR

“Raylı Sistem Güzergahlarında Sürdürülebilir Karayolu Kavşak Tasarımı: Konya Kent Merkezi Örneği” adlı yüksek lisans tezimi yöneten, yüksek lisans eğitimim ve tezimin hazırlık sürecinde; başta bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren ve desteklerini esirgemeyen değerli tez danışmanım Doç. Dr. Hayri ULVİ olmak üzere, çalışmamda kullandığım verilerin teminini sağlayan Konya Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Dairesi Başkanı Dr. Hasan GÖRGÜLÜ ve ekibine, TCDD Teknik A.Ş. Etüt Proje Müdürü Dr. Kamil DEMİRCAN ve ekibine, çalışmamda kullandığım PTV Vissim program lisansı teminini sağlayan ISSD Bilişim Elektronik A.Ş.’de eğitmen Şule YILDIZ ve PTV Group Şirketi’ne teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin hazırlanması sürecinde bilgi ve birikimlerinden faydalandığım değerli arkadaşlarım Ulaştırma Y. Müh. Uğur Eren UZAR’a, Ulaştırma Y. Müh. Sefa GÜNDOĞDU’ya ve Ulaştırma Y. Müh. Mehmet YAZICI’ya teşekkür ederim. Başarılarımda emeği geçen, bana her zaman inanan ve beni destekleyen, her daim yanımda duran, zorluklarda bana güç veren, başarılarında sevincimi paylaşan, başarısızlıklarda ise teselli kaynağım olan, maddi ve manevi açıdan bana her zaman yardımcı olan kıymetli aileme ve eşim Şilan ALTÜRK ÜZER’e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xxxvi
 1. GİRİŞ.....	 1
 2. ÇALIŞMA BÖLGESİ.....	 3
2.1. Konya Kentinin Mekansal Yapısı ve İl Sınırları.....	3
2.2.1. Nüfus	4
2.2. Ulaşım Yapısı	6
2.2.1. Karayolu ulaşımı	6
2.2.2. Trafik istatistikleri	7
2.2.3. Demiryolu ulaşımı.....	10
2.2.4. Havayolu ulaşımı	12
 3. LİTERATÜR TARAMASI.....	 17
3.1. Raylı Ulaşım Sistemleri	17
3.1.1. Raylı ulaşım sistemlerinin tarihi	17
3.1.2. Raylı sistem türleri.....	19
3.1.3. Raylı sistemlerinin planlama aşamaları.....	28
3.1.4. Raylı sistemlerinin yapıldığı bölgeye olan etkisi.....	32
3.2. Kavşak Tasarımı	37

Sayfa

3.2.1. Kavşak düzenlemelerinin amacı	39
3.2.2. Tasarımı etkileyen faktörler	39
3.2.3. Tasarım için gerekli veriler	40
3.3. Eşdüzey Kavşaklar	41
3.3.1. Kavşak tipleri	41
3.3.2. Kavşak kapasite analizleri	46
3.3.3. Kavşaklarda trafik hareketleri	47
3.3.4. Kavşak yerinin belirlenmesi	48
3.3.5. Kavşaklarda tip seçimi ve kapasite	49
3.3.6. Kapasite ve hizmet düzeyi	51
3.4. Simülasyon	54
3.5. Benzer Çalışmalar	56
4. MATERYAL VE YÖNTEM	59
4.1. Çalışma Alanı ve Kavşak Noktaları	61
4.1.1. 1 Numaralı trafik kavşağı (Real kavşağı)	62
4.1.2. 2 Numaralı trafik kavşağı (Selçuklu Belediyesi kavşağı)	65
4.1.3. 3 Numaralı trafik kavşağı (Otogar kavşağı)	69
4.1.4. 4 Numaralı trafik kavşağı (Novada kavşağı)	73
4.1.5. 5 Numaralı trafik kavşağı (Korkmaz kavşağı)	77
4.2. PTV Vissim	81
5. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI	83
5.1. Mevcut Durum Simülasyonu	83
5.2. Alternatif 1	91
5.2.1. Alternatif 1 mevcut sayımlar simülasyonu	100

	Sayfa
5.2.2. Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu	107
5.2.3. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu	114
5.2.4. Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu	122
5.2.5. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu	129
5.3. Alternatif 2	137
5.3.1. Alternatif 2 mevcut sayımlar simülasyonu	139
5.3.2. Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu	146
5.3.3. Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu	152
5.3.4. Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu	158
5.3.5. Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu	164
5.4. Alternatif 3	170
5.4.1. Alternatif 3 mevcut sayımlar simülasyonu	172
5.4.2. Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu	178
5.4.3. Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu	184
5.4.4. Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu	190
5.4.5. Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu	196
5.5. Alternatif 4	202
5.5.1. Alternatif 4 mevcut sayımlar simülasyonu	204
5.5.2. Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu	210
5.5.3. Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu	216
5.5.4. Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu	222
5.5.5. Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu	228
5.6. Alternatif 5	234
5.6.1. Alternatif 5 mevcut sayımlar simülasyonu	235

Sayfa

5.6.2. Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu	241
5.6.3. Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu	247
5.6.4. Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu	253
5.6.5. Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu	259
5.7. Simülasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	265
5.7.1. Mevcut sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması	265
5.7.2. %5 Artırılmış sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması	271
5.7.3. %10 Artırılmış sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması	276
5.7.4. %15 Artırılmış sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması	281
5.7.5. %20 Artırılmış sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması	286
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	291
6.1. Sonuçlar	291
6.2. Öneriler	309
KAYNAKLAR	311
EKLER.....	315
EK-1. PTV Vissim programına model kurulumu	116
ÖZGEÇMİŞ	319

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Yıllara göre Konya nüfusu	4
Çizelge 2.2. Konya nüfus artış hızı	5
Çizelge 2.3. Konya karayolları yol uzunlukları	7
Çizelge 2.4. Maddi hasarlı, ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza istatistikleri (2022).....	9
Çizelge 2.5. Türkiye’de illere göre demiryolu yolcu sayısı ve yük miktarı (ton) (2022).....	12
Çizelge 3.1. Dönel kavşakların tipik geometrik özellikleri (KGM, 2022).....	45
Çizelge 3.2. Asgari mesafe çizelgesi	49
Çizelge 4.1. 1 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)	63
Çizelge 4.2. 1 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)	63
Çizelge 4.3. 1 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)	63
Çizelge 4.4. 1 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam).....	64
Çizelge 4.5. 2 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)	67
Çizelge 4.6. 2 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)	67
Çizelge 4.7. 2 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)	67
Çizelge 4.8. 2 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam).....	68
Çizelge 4.9. 3 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)	69
Çizelge 4.10. 3 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)	69
Çizelge 4.11. 3 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)	69
Çizelge 4.12. 3 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam).....	72
Çizelge 4.13. 4 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)	75
Çizelge 4.14. 4 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)	75
Çizelge 4.15. 4 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)	75
Çizelge 4.16. 4 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam).....	76

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.17. 5 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)	79
Çizelge 4.18. 5 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)	79
Çizelge 4.19. 5 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)	79
Çizelge 4.20. 5 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam)	80
Çizelge 5.1. Mevcut durum sabah simülasyon modeli analiz sonuçları	84
Çizelge 5.2. Mevcut durum akşam simülasyon modeli analiz sonuçları	84
Çizelge 5.3. Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları	100
Çizelge 5.4. Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyon sonuçları	100
Çizelge 5.5. Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	107
Çizelge 5.6. Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	108
Çizelge 5.7. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	115
Çizelge 5.8. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	115
Çizelge 5.9. Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	122
Çizelge 5.10. Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	122
Çizelge 5.11. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	129
Çizelge 5.12. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	130
Çizelge 5.13. Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları	130
Çizelge 5.14. Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları	140
Çizelge 5.15. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	146
Çizelge 5.16. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	146
Çizelge 5.17. Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	152
Çizelge 5.18. Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	152
Çizelge 5.19. Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	158
Çizelge 5.20. Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	158

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.21. Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	164
Çizelge 5.22. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	164
Çizelge 5.23. Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları	172
Çizelge 5.24. Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları.....	172
Çizelge 5.25. Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	178
Çizelge 5.26. Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	178
Çizelge 5.27. Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	184
Çizelge 5.28. Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	184
Çizelge 5.29. Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	190
Çizelge 5.30. Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	190
Çizelge 5.31. Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	196
Çizelge 5.32. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	196
Çizelge 5.33. Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları	204
Çizelge 5.34. Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları.....	204
Çizelge 5.35. Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	210
Çizelge 5.36. Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	210
Çizelge 5.37. Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	216
Çizelge 5.38. Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	216
Çizelge 5.39. Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	222
Çizelge 5.40. Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	222
Çizelge 5.41. Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	228
Çizelge 5.42. Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	228
Çizelge 5.43. Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları	235
Çizelge 5.44. Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyon sonuçları	235

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.45. Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	241
Çizelge 5.46. Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	241
Çizelge 5.47. Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	247
Çizelge 5.48. Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	247
Çizelge 5.49. Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	253
Çizelge 5.50. Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	253
Çizelge 5.51. Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları	259
Çizelge 5.52. Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları	259
Çizelge 5.53. Mevcut durum sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	265
Çizelge 5.54. Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri ..	266
Çizelge 5.55. Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri ..	266
Çizelge 5.56. Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri ..	267
Çizelge 5.57. Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri ..	267
Çizelge 5.58. Alternatif 5 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri ..	268
Çizelge 5.59. Mevcut sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri	269
Çizelge 5.60. Mevcut sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi	270
Çizelge 5.61. Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	271
Çizelge 5.62. Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	271
Çizelge 5.63. Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	272
Çizelge 5.64. Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri	272
Çizelge 5.65. Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	273
Çizelge 5.66. % 5 Artırılmış sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri.....	274

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.67. % 5 Artırılmış sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi.....	275
Çizelge 5.68. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	276
Çizelge 5.69. Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	276
Çizelge 5.70. Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	277
Çizelge 5.71. Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	277
Çizelge 5.72. Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	277
Çizelge 5.73. % 10 Artırılmış sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri.....	279
Çizelge 5.74. % 10 Artırılmış sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi...	280
Çizelge 5.75. Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	281
Çizelge 5.76. Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	281
Çizelge 5.77. Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	282
Çizelge 5.78. Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	282
Çizelge 5.79. Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	283
Çizelge 5.80. % 15 Artırılmış sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri.....	284
Çizelge 5.81. % 15 Artırılmış sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi...	285
Çizelge 5.82. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	286
Çizelge 5.83. Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	286
Çizelge 5.84. Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri	287

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.85. Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	287
Çizelge 5.86. Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri.....	288
Çizelge 5.87. % 20 Artırılmış sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri.....	289
Çizelge 5.88. % 20 Artırılmış sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi...	290
Çizelge 6.1. Emisyon kaynaklı kazanımlar.....	308
Çizelge 6.2. Akaryakıt kaynaklı kazanımlar	308
Çizelge 6.3. Yakıt tüketimi ve yıllık tasarruf.....	309

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Konya ilinin ülke içindeki konumu	3
Şekil 2.2. Konya nüfus artış grafiği	5
Şekil 2.3. Konya nüfus artış hızı grafiği	6
Şekil 2.4. 2013-2022 Konya tescilli taşıt sayıları (adet)	8
Şekil 2.5. Konya’da tescilli taşıtların dağılımı (%).....	8
Şekil 2.6. TDS güzergâhlarında kaza sayıları.....	9
Şekil 2.7. Demiryollarında taşınan yolcu sayısı / Konya (2013-2022)	11
Şekil 2.8. Konya demiryolu taşınan yük miktarı (ton)	11
Şekil 2.9. Konya havalimanı yolcu trafiği (2013-2022) (Kişi)	13
Şekil 2.10. Ülkelere göre gelen-giden yolcu sayısı (2022)	14
Şekil 2.11. Konya havalimanı uçak trafiği (2013-2022) (Uçuş)	14
Şekil 2.12. Konya havalimanı yük [kargo+posta+bagaj] trafiği (2013-2023) (Ton)	15
Şekil 2.13. KOS hava kargo (hacim (kg), 2020-2022)	16
Şekil 3.1. Tramvay (Paris, Fransa)	20
Şekil 3.2. Hafif raylı sistem (Kanada)	21
Şekil 3.3. Monoray.....	23
Şekil 3.4. Maglev (Çin)	24
Şekil 3.5. Banliyö treni (Gaziantep)	25
Şekil 3.6. Lineer metro.....	26
Şekil 3.7. Moskova metrosu.....	27
Şekil 3.8. Kiev föniküleri.....	29
Şekil 3.9. Raylı sistem güzergah planlamasına etki eden faktörler	31
Şekil 3.10. Kavşak fiziksel ve fonksiyonel alanları.....	38

Şekil	Sayfa
Şekil 3.11. Fonksiyonel alan bileşenleri	39
Şekil 3.12. Kavşak şematik yerleşimi ve elemanları	42
Şekil 3.13. Üç kollu kanalize T kavşak.....	43
Şekil 3.14. Dört kollu kanalize kavşaklar	44
Şekil 3.15. Çok şeritli dönel kavşak.....	45
Şekil 3.16. Dairesel adalı ana yol – tali yol kavşağı	46
Şekil 3.17. Çakışma tipleri.....	48
Şekil 3.18. Farklı hizmet düzeylerinde işletme hızı ve hacim/kapasite oranı.....	52
Şekil 3.19. Modelleme örneği.....	54
Şekil 3.20. Model tipleri	55
Şekil 4.1.Çalışmada kullanılan iş akış şeması	60
Şekil 4.2. Çalışma alanı ve kavşak noktaları	61
Şekil 4.3. 1 Numaralı kavşağın uydu görüntüsü	62
Şekil 4.4. 1 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah).....	64
Şekil 4.5. 1 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam).....	65
Şekil 4.6. 2 numaralı kavşağın uydu görüntüsü	66
Şekil 4.7. 2 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah).....	68
Şekil 4.8. 2 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)	69
Şekil 4.9. 3 numaralı kavşağın uydu görüntüsü	70
Şekil 4.10. 3 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah).....	72
Şekil 4.11. 3 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)	73
Şekil 4.12. 4 numaralı kavşağın uydu görüntüsü	74
Şekil 4.13. 4 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah).....	76
Şekil 4.14. 4 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)	77

Şekil	Sayfa
Şekil 4.15. 5 numaralı kavşağın uydu görüntüsü.....	78
Şekil 4.16. 5 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah).....	80
Şekil 4.17. 5 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)	81
Şekil 5.1. 1 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli	85
Şekil 5.2. 1 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli	86
Şekil 5.3. 2 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli	86
Şekil 5.4. 2 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli	87
Şekil 5.5. 3 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli	87
Şekil 5.6. 3 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli	88
Şekil 5.7. 4 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli	88
Şekil 5.8. 4 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli	89
Şekil 5.9. 5 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli	90
Şekil 5.10. 5 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli	90
Şekil 5.11. 1 Numaralı kavşağa ait dönüş noktaları.....	92
Şekil 5.12. 1 Numaralı kavşağa ait Alternatif 1 sabah sinyal faz planı	93
Şekil 5.13. 1 Numaralı kavşağa ait Alternatif 1 akşam sinyal faz planı	93
Şekil 5.14. 2 Numaralı kavşağa ait dönüş noktaları.....	94
Şekil 5.15. 3 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 tasarımı	95
Şekil 5.16. 4 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 tasarımı	96
Şekil 5.17. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 1 sabah sinyal faz planı	97
Şekil 5.18. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 1 akşam sinyal faz planı	97
Şekil 5.19. 5 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 tasarımı	98
Şekil 5.20. 5 Numaralı kavşağa ait Alternatif 1 sabah sinyal faz planı	99
Şekil 5.21. 5 Numaralı kavşağa ait Alternatif 1 akşam sinyal faz planı	99

Şekil	Sayfa
Şekil 5.22. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	101
Şekil 5.23. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	102
Şekil 5.24. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	102
Şekil 5.25. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	103
Şekil 5.26. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	103
Şekil 5.27. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	104
Şekil 5.28. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	105
Şekil 5.29. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	105
Şekil 5.30. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	106
Şekil 5.31. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	107
Şekil 5.32. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	108
Şekil 5.33. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	109
Şekil 5.34. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	109
Şekil 5.35. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	110
Şekil 5.36. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	111
Şekil 5.37. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	111
Şekil 5.38. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	112
Şekil 5.39. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	113
Şekil 5.40. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	113

Şekil	Sayfa
Şekil 5.41. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	114
Şekil 5.42. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	116
Şekil 5.43. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	116
Şekil 5.44. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	117
Şekil 5.45. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	117
Şekil 5.46. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	118
Şekil 5.47. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	119
Şekil 5.48. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	119
Şekil 5.49. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	120
Şekil 5.50. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	121
Şekil 5.51. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	121
Şekil 5.52. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	123
Şekil 5.53. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	124
Şekil 5.54. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	124
Şekil 5.55. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	125
Şekil 5.56. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	125

Şekil	Sayfa
Şekil 5.57. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	126
Şekil 5.58. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	127
Şekil 5.59. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	127
Şekil 5.60. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	128
Şekil 5.61. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	129
Şekil 5.62. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	130
Şekil 5.63. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	131
Şekil 5.64. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	132
Şekil 5.65. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	132
Şekil 5.66. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	133
Şekil 5.67. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	134
Şekil 5.68. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	134
Şekil 5.69. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	135
Şekil 5.70. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	136
Şekil 5.71. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	137
Şekil 5.72. 4 Numaralı kavşağa ait alternatif 2 tasarımı	138
Şekil 5.73. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 2 sabah sinyal faz planı	139

Şekil	Sayfa
Şekil 5.74. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 2 akşam sinyal faz planı	139
Şekil 5.75. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	141
Şekil 5.76. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	141
Şekil 5.77. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	142
Şekil 5.78. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	142
Şekil 5.79. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	143
Şekil 5.80. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	143
Şekil 5.81. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	144
Şekil 5.82. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	144
Şekil 5.83. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	145
Şekil 5.84. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	145
Şekil 5.85. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	147
Şekil 5.86. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	147
Şekil 5.87. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	148
Şekil 5.88. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	148
Şekil 5.89. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	149
Şekil 5.90. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	149
Şekil 5.91. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	150
Şekil 5.92. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	150
Şekil 5.93. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	151

Şekil	Sayfa
Şekil 5.94 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	151
Şekil 5.95. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	153
Şekil 5.96. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	153
Şekil 5.97. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	154
Şekil 5.98. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	154
Şekil 5.99. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	155
Şekil 5.100. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	155
Şekil 5.101. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	156
Şekil 5.102. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	156
Şekil 5.103. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	157
Şekil 5.104. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	157
Şekil 5.105. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	159
Şekil 5.106. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	159
Şekil 5.107. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	160
Şekil 5.108. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	160
Şekil 5.109. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	161

Şekil	Sayfa
Şekil 5.110. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	161
Şekil 5.111. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	162
Şekil 5.112. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	162
Şekil 5.113. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	163
Şekil 5.114. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	163
Şekil 5.115. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	143
Şekil 5.116. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	165
Şekil 5.117. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	166
Şekil 5.118. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	166
Şekil 5.119. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	167
Şekil 5.120. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	167
Şekil 5.121. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	168
Şekil 5.122. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	168
Şekil 5.123. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	169
Şekil 5.124. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	169
Şekil 5.125. 5 Numaralı kavşağa ait alternatif 3 tasarımı	170
Şekil 5.126. 5 Numaralı kavşağa ait Alternatif 3 sabah sinyal faz planı	171

Şekil	Sayfa
Şekil 5.127. 5 Numaralı kavşağa ait Alternatif 3 akşam sinyal faz planı	171
Şekil 5.128. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	173
Şekil 5.129. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	173
Şekil 5.130. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	174
Şekil 5.131. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	174
Şekil 5.132. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	175
Şekil 5.133. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	175
Şekil 5.134. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	176
Şekil 5.135. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	176
Şekil 5.136. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	177
Şekil 5.137. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	177
Şekil 5.138. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	179
Şekil 5.139. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	179
Şekil 5.140. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	180
Şekil 5.141. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	180
Şekil 5.142. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	181
Şekil 5.143. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	181
Şekil 5.144 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	182
Şekil 5.145. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	182
Şekil 5.146. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	183

Şekil	Sayfa
Şekil 5.147. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	183
Şekil 5.148. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	185
Şekil 5.149. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	185
Şekil 5.150. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	186
Şekil 5.151. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	186
Şekil 5.152. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	187
Şekil 5.153. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	187
Şekil 5.154. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	188
Şekil 5.155. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	188
Şekil 5.156. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	189
Şekil 5.157. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	189
Şekil 5.158. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	191
Şekil 5.159. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	191
Şekil 5.160. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	192
Şekil 5.161. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	192
Şekil 5.162. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	193

Şekil	Sayfa
Şekil 5.163. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	193
Şekil 5.164. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	194
Şekil 5.165. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	194
Şekil 5.166. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	195
Şekil 5.167. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	195
Şekil 5.168. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	197
Şekil 5.169. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	197
Şekil 5.170. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	198
Şekil 5.171. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	198
Şekil 5.172. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	199
Şekil 5.173. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	199
Şekil 5.174. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	200
Şekil 5.175. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	200
Şekil 5.176. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	201
Şekil 5.177. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	201
Şekil 5.178. 4 Numaralı kavşağa ait alternatif 4 tasarımı	202
Şekil 5.179. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 4 sabah sinyal faz planı	203

Şekil	Sayfa
Şekil 5.180. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 4 akşam sinyal faz planı	203
Şekil 5.181. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	205
Şekil 5.182. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	205
Şekil 5.183. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	206
Şekil 5.184. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	206
Şekil 5.185. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	207
Şekil 5.186. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	207
Şekil 5.187. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	208
Şekil 5.188. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	208
Şekil 5.189. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	209
Şekil 5.190. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	209
Şekil 5.191. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	211
Şekil 5.192. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	211
Şekil 5.193. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	212
Şekil 5.194 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	212
Şekil 5.195. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	213
Şekil 5.196. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	213
Şekil 5.197. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	214
Şekil 5.198. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	214
Şekil 5.199. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	214

Şekil	Sayfa
Şekil 5.200. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	215
Şekil 5.201. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	217
Şekil 5.202. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	217
Şekil 5.203 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	218
Şekil 5.204. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	218
Şekil 5.205. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	219
Şekil 5.206. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	219
Şekil 5.207. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	220
Şekil 5.208. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	220
Şekil 5.209. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	221
Şekil 5.210. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	221
Şekil 5.211. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	223
Şekil 5.212. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	223
Şekil 5.213. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	224
Şekil 5.214. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	224
Şekil 5.215. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	225

Şekil	Sayfa
Şekil 5.216. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	225
Şekil 5.217. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	226
Şekil 5.218. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	226
Şekil 5.219. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	227
Şekil 5.220. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	227
Şekil 5.221. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	229
Şekil 5.222. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	229
Şekil 5.223. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	230
Şekil 5.224. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	230
Şekil 5.225. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	231
Şekil 5.226. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	231
Şekil 5.227. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	232
Şekil 5.228. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	232
Şekil 5.229. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	233
Şekil 5.230. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	233
Şekil 5.231. 3 Numaralı kavşağa ait alternatif 5 tasarımı	234
Şekil 5.232. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	236

Şekil	Sayfa
Şekil 5.233. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	236
Şekil 5.234. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	237
Şekil 5.235. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	237
Şekil 5.236. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	238
Şekil 5.237. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	238
Şekil 5.238. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	239
Şekil 5.239 .4 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	239
Şekil 5.240. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu.....	240
Şekil 5.241. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu.....	240
Şekil 5.242. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	242
Şekil 5.243. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	242
Şekil 5.244. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	243
Şekil 5.245. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	243
Şekil 5.246. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	244
Şekil 5.247 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	244
Şekil 5.248. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	245
Şekil 5.249. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	245
Şekil 5.250. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	246
Şekil 5.251. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	246

Şekil	Sayfa
Şekil 5.252. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	248
Şekil 5.253. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	248
Şekil 5.254. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	249
Şekil 5.255. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	249
Şekil 5.256. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	250
Şekil 5.257. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	250
Şekil 5.258. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	251
Şekil 5.259. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	251
Şekil 5.260. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	252
Şekil 5.261. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	252
Şekil 5.262. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	254
Şekil 5.263. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	254
Şekil 5.264. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	255
Şekil 5.265. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	255
Şekil 5.266. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	256
Şekil 5.267. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	256

Şekil	Sayfa
Şekil 5.268. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	257
Şekil 5.269. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	257
Şekil 5.270. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	258
Şekil 5.271. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	258
Şekil 5.272. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	260
Şekil 5.273. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	260
Şekil 5.274. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	261
Şekil 5.275. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	261
Şekil 5.276. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	240
Şekil 5.277. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	262
Şekil 5.278. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	263
Şekil 5.279. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	263
Şekil 5.280. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu	264
Şekil 5.281. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu	264

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

km²	Kilometrekare
km	Kilometre
%	Yüzde
m	Metre
sn	Saniye
\$	Dolar

Kısaltmalar

Açıklamalar

CO	Karbonmonoksit
CORSİM	CORridor SIMulation
DYNEV	DYNamic EVacuation
EMME	Equilibre Multimodal, Multimodal Equilibrium
HCM	Highway Capacity Manual
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
KOS	Konya Organize Sanayi
NO_x	Nitrik Oksit
OREMS	Oak Ridge Evacuation Modeling System
PARAMICS	PARAllel MICroscopic Simulation
PTV VISUM	Verkehr In Stadten UMlegung
PTV Vissim	Verkehr In Stadten SIMulationsmodell
SIDRA	Signalised Intersection Design and Research Aid

Kısaltmalar**Açıklamalar****SUMO**

Simulation of Urban MObility

TCDD

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

TDS

Trafik Denetleme Sistemi

TransCAD

Transportation Computer Aided Design

TRANSIMS

Transportation Analysis and Simulation System

VOC

Volatile Organic Compounds

YHT

Yüksek Hızlı Tren

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artış göstermesi, kentleşme, hareketlilik ve özel taşıt sahiplik oranının artmasıyla beraber ortaya çıkan ihtiyaçları karşılama konusunda mevcut altyapılar yetersiz kalmakta olup, artan bu taleplerin karşılanamaması, insan hayatı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Çağımızda bireylerin özel taşıt kullanımının artışı, özellikle gelişmiş ve büyük metropollerde gözlemlenen yoğun trafik problemlerine sebep olmuştur. Trafik yoğunluğunun artışı, seyahat sürelerinin uzamasına, yüksek enerji maliyetlerine, gürültü kirliliklerine ve egzoz gazı emisyonlarından kaynaklanan çevresel kirlilik sorunlarına neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu olumsuz etkileri azaltmak adına çeşitli alanlarda iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

Bu bağlamda, ulaşım alanı da önemli bir konuyu oluşturmakta olup, ulaştırma mühendisliğinin önemi ortaya çıkmaktadır. Ulaştırma mühendisleri, ulaşım problemlerine çözümler sunmak ve ulaşım talebindeki bu artışı karşılamak için güvenli, sürdürülebilir ve konforlu ulaşım hizmeti vermek amacıyla yeni projeler geliştirerek yaşam standardımızı iyileştirmeyi hedeflemektedirler. Bu hedefler doğrultusunda geliştirilen projeleri sahada uygulamadan önce bilgisayar ortamında modelleyerek test edebilme imkanı sunan trafik simülasyon programları ortaya çıkmıştır. Bu programlar sayesinde zamandan ve maliyetten tasarruf sağlanarak alternatif çözüm önerileri etkili bir biçimde analiz edilmekte, güvenli ve düşük maliyetli çözümler değerlendirilebilmektedir.

Bu çalışması kapsamında, Konya ili, Selçuklu ilçesi sınırları içerisinde Konya Büyükşehir Belediyesi'nin Konya Büyükşehir Belediye Stadyumu ile Konya Şehir Hastanesi arasında artan yolculuk talebini karşılamak ve oluşan ulaşım problemlerine çözümler sunmak amacıyla yapılması planlanan tramvay projesi güzergahı üzerinde bulunan trafik hacmi yüksek 5 adet karayolu kavşağı incelenmiştir. Söz konusu kavşakların modellenmesi PTV Vissim mikro-simülasyon programıyla belediyeden temin edilen sayım verileri kullanılarak yapılmıştır.

İlk olarak mevcut durum simülasyon çalışmaları yapılmış ve kavşakların performanslarını değerlendirmek üzere; maksimum kuyruk uzunluğu, ortalama gecikme, CO emisyonu, NOx emisyonu, VOC emisyonları ve yakıt tüketimi olmak üzere 6 parametre dikkate alınarak

kavşakların sabah ve akşam ayrı ayrı performans analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda highway capacity manual kriterleri dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam mevcut durum kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir.

İkinci adım olarak Konya Büyükşehir Belediye'sinin yapmayı planladığı tramvay projesiyle entegre bir şekilde sürdürülebilir ulaşımı sağlamak amacıyla 5 adet kavşak bir bütün olarak düşünülmüş olup, kavşak performanslarını olumlu yönde etkileyecek 5 adet alternatif proje geliştirilmiştir. Geliştirilen 5 farklı alternatif projenin hepsi ayrı ayrı PTV Vissim programında modellenmiş olup mevcut sayımlar kullanılarak simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Yapılan alternatif projelerin simülasyon çalışmalarında kavşakların performanslarını değerlendirmek üzere; maksimum kuyruk uzunluğu, ortalama gecikme, CO emisyonu, NOx emisyonu, VOC emisyonları ve yakıt tüketimi olmak üzere 6 parametre dikkate alınarak kavşakların sabah ve akşam ayrı ayrı performans analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda Highway Capacity Manual kriterleri dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam mevcut durum kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir.

Üçüncü adım olarak ise Konya ili için Türkiye İstatistik Kurumu'ndan temin edilen "Taşıt Sahipliği Artış Oranı" verisi dikkate alınarak bütün alternatif çözüm önerileri için sayımlar her seferinde %5 olacak şekilde %5, %10, %15 ve %20 artırılarak simülasyon çalışmaları tekrarlanmış ve analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda 5 farklı alternatif çözüm önerisi ve arttırılan her sayım yüzdesi için elde edilen sonuçlar değerlendirilerek birbirleriyle karşılaştırılmış ve ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler sonuç kısmında yorumlanmıştır.

2. ÇALIŞMA BÖLGESİ

2.1. Konya Kentinin Mekansal Yapısı ve İl Sınırları

Konya, 36°41' ve 39°16' kuzey enlemleri ile 31°14' ve 34°26' doğu boylamları arasında yer alır. Konya ili Anadolu Yarımadası'nın ortasında bulunan İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde, şehrin kendi adıyla anılan Konya bölgesinde yer almaktadır. Konya topraklarının büyük bir bölümü, İç Anadolu'nun yüksek düzlükleri üzerine rastlar. Güney ve güneybatı kesimleri Akdeniz bölgesine dahildir. Yüzölçümü 38873 km² (göller hariç)'dir. Bu alanı ile Türkiye'nin en büyük yüzölçümüne sahip olan ilidir. Ortalama yükseltisi 1.016 m'dir.



Şekil 2.1. Konya ilinin ülke içindeki konumu

İdari yönden, kuzeyden Ankara, batıdan Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir, güneyden Mersin, Karaman, Antalya, doğudan Niğde, Aksaray illeri ile çevrilidir (Şekil 2.1).

Konya ili, doğal açıdan kuzeyinde Haymana Platosu, kuzeydoğuda Cihanbeyli Platosu ve Tuz Gölü'ne, batısında Beyşehir Gölü'ne ve Akşehir Gölü'ne, güneyinde Sultan Dağları'ndan başlayan Karaman ilinin güneyine kadar devam eden, Torosların iç yamaçları önünde bir fay hattı boyunca oluşmuş volkanik dağlara, doğusunda ise Obruk platosuna kadar uzanır. İlin uç noktalarını kuzeyinde Kulu'nun Köşkler Köyü, batısında Akşehir'in Değirmen Köyü, güneyinde Taşkent'in Beyreli Köyü, doğusunda ise Halkapınar'ın Delimahmutlu Köyü uç noktalarını oluşturmaktadır (Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2023).

Konya, Türkiye'nin yüzölçümü bakımından en büyük ili ve en kalabalık altıncı şehridir. 31 ilçeden oluşur. 1875'te kurulan Konya Belediyesi, 1987'de çıkarılan 3399 sayılı yasa gereğince "büyükşehir" statüsüne kavuşmuş olup 1989'dan beri belediye hizmetleri bu statüye göre yürütülmektedir (Vikipedi, 2023).

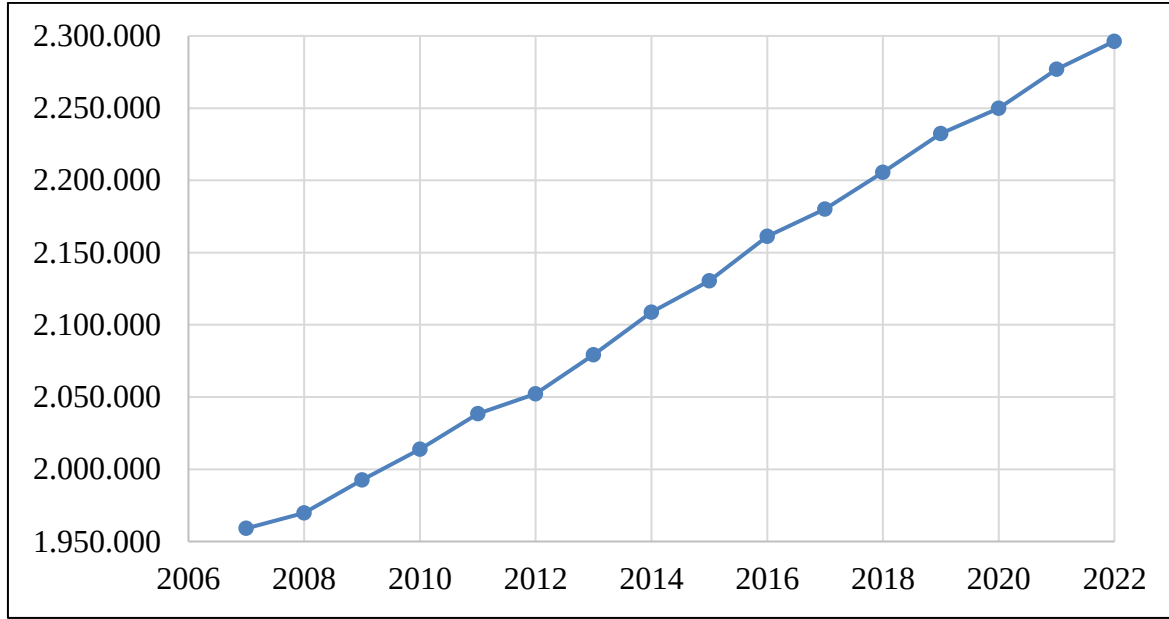
2.1.1. Nüfus

Konya nüfusu 2022 yılına göre 2.296.347'dir. Bu nüfus, 1.141.206 erkek ve 1.155.141 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %49,70 erkek, %50,30 kadındır (Konya Nüfusu, 2022).

Çizelge 2.1. Yıllara göre Konya nüfusu

Yıl	Konya Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2007	1.959.082	968.666	990.416
2008	1.969.868	974.700	995.168
2009	1.992.675	985.438	1.007.237
2010	2.013.845	996.157	1.017.688
2011	2.038.555	1.009.855	1.028.700
2012	2.052.281	1.014.292	1.037.989
2013	2.079.225	1.031.563	1.047.662
2014	2.108.808	1.046.182	1.062.626
2015	2.130.544	1.056.540	1.074.004
2016	2.161.303	1.073.631	1.087.672
2017	2.180.149	1.081.718	1.098.431
2018	2.205.609	1.094.441	1.111.168
2019	2.232.374	1.108.968	1.123.406
2020	2.250.020	1.118.850	1.131.170
2021	2.277.017	1.131.923	1.145.094
2022	2.296.347	1.141.206	1.155.141

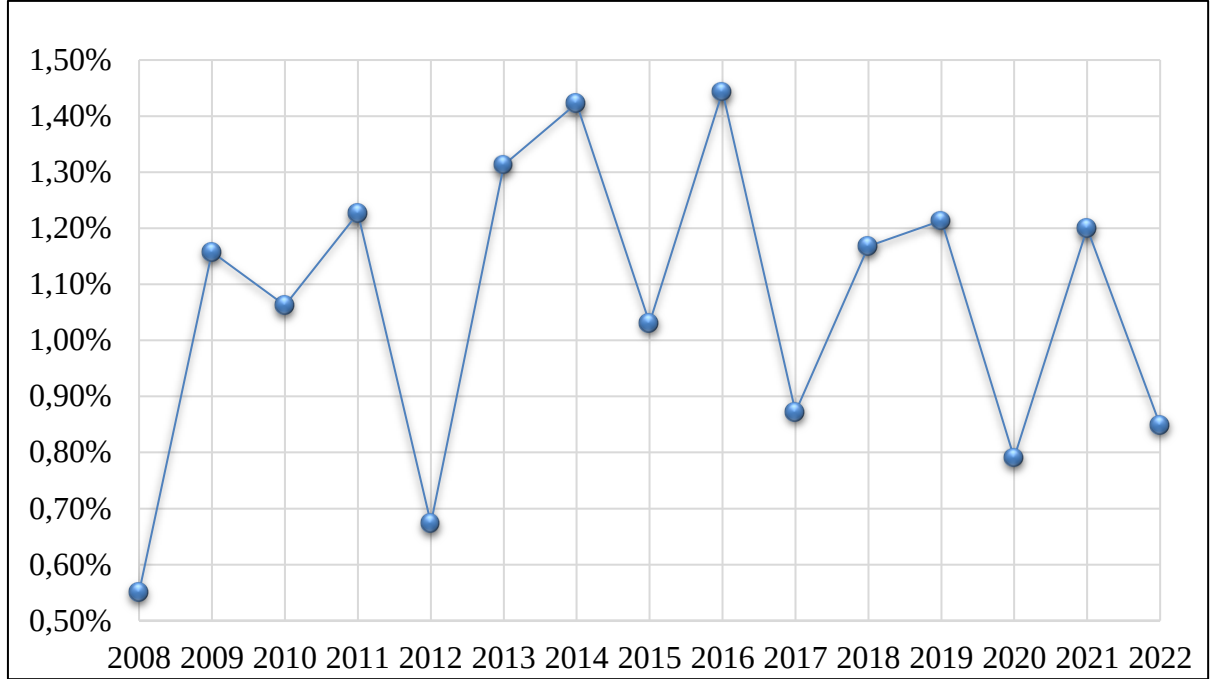
Yüzölçümü 41.001 km² olan Konya ilinde kilometrekareye 56 insan düşmektedir. Konya nüfus yoğunluğu 56/km²'dir (Konya Nüfusu, 2022).



Şekil 2.2. Konya nüfus artış grafiği

Çizelge 2.2. Konya nüfus artış hızı

Yıl	Konya Nüfusu	Artış Hızı
2008	1.969.868	0,55%
2009	1.992.675	1,16%
2010	2.013.845	1,06%
2011	2.038.555	1,23%
2012	2.052.281	0,67%
2013	2.079.225	1,31%
2014	2.108.808	1,42%
2015	2.130.544	1,03%
2016	2.161.303	1,44%
2017	2.180.149	0,87%
2018	2.205.609	1,17%
2019	2.232.374	1,21%
2020	2.250.020	0,79%
2021	2.277.017	1,20%
2022	2.296.347	0,85%



Şekil 2.3. Konya nüfus artış hızı grafiği

2.2. Ulaşım Yapısı

Konya, hem eski çağlardan beri yerleşim yeri olması, hem de Türk uygarlıklarının ekonomik kaynağını oluşturan ve Anadolu'yu baştanbaşa geçen dünyaca ünlü tarihi İpek Yolu üzerindeki önemli duraklardan biri olması sebebiyle önem ve itibarını günümüze kadar taşımıştır. Konya, Asya ile Avrupa'yı birbirine bağlayan Anadolu Yarımadası'nın ortasında bulunan İç Anadolu Bölgesi'nin güneyindedir. Anadolu'nun kuzeyini güneye doğusunu batıya bağlayan kavşak noktasında olduğu için stratejik bir konumda bulunmaktadır. Konya'nın tarihinde "Ulaşım" ve "Lojistik" her zaman iki önemli kavram olmuştur. Bu doğrultuda Konya'nın karayolu, havayolu ve demiryolu üzerinden ulaşılabilirliği, malzeme taşımacılığındaki kapasitesi, şehir içi ve şehirler arası yolların durumu önem arz etmektedir (Konya Ticaret Odası, 2023)

2.2.1. Karayolu ulaşımı

Konya, il ve devlet yolları içerisinde yol ağı sıralamasında uzunluk olarak ilk sırada yer almaktadır. Ülke içindeki konumu itibarıyla ulaşılabilirliği en yüksek illerinden biridir ve ülkenin doğu-batı ve kuzey-güney karayolu bağlantılarının kesiştiği bir noktadadır.

Karayolları Genel Müdürlüğü verilerine göre devlet, il ve bölünmüş yol bakımından Konya 4.304 km'lik yol ağıyla Türkiye iller sıralamasında açık ara 1. sırada bulunmaktadır. Konya'nın ardından 3.254 km'lik yol ağıyla Sivas ikinci, 2.432 km'lik yol ağıyla Ankara üçüncü sırada yer almaktadır.

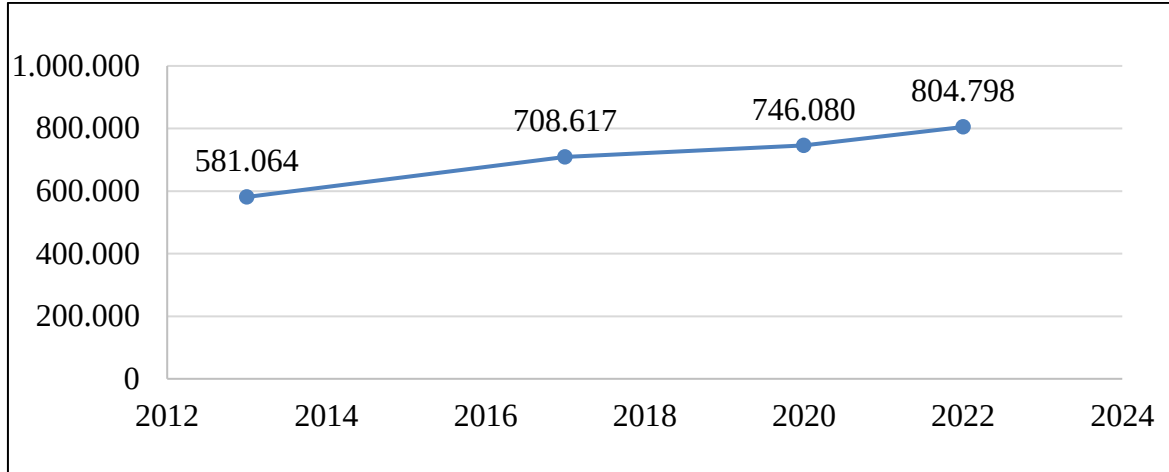
Karayolları Genel Müdürlüğü'nün Konya ili sınırları içinde 1.410 km devlet, 1.620 km il yolu olmak üzere toplam 3.030 km asfalt yol ağı bulunmaktadır. Bu yol ağının üst yapı kaplamasını incelediğimizde 1.274 km asfalt betonu, 1.756 km sathi kaplama olarak hizmet vermektedir (Konya Ticaret Odası, 2023).

Çizelge 2.3. Konya karayolları yol uzunlukları

Yolun Niteliği		Devlet Yolu (Km)	İl Yolu (Km)	Toplam (Km)
Asfalt Yollar	Asfalt Betonu	1.084	190	1.274
	Sathi Kaplama	326	1.430	1.756
	Toplam	1.410	1.620	3.030
Parke		2	3	5
Stabilize		0	0	0
Toprak		0	0	0
Geçit Vermez		0	124	124
Toplam Uzunluk		1.412	1.747	3.159
Bölünmüş Yol		1.100	135	1.145

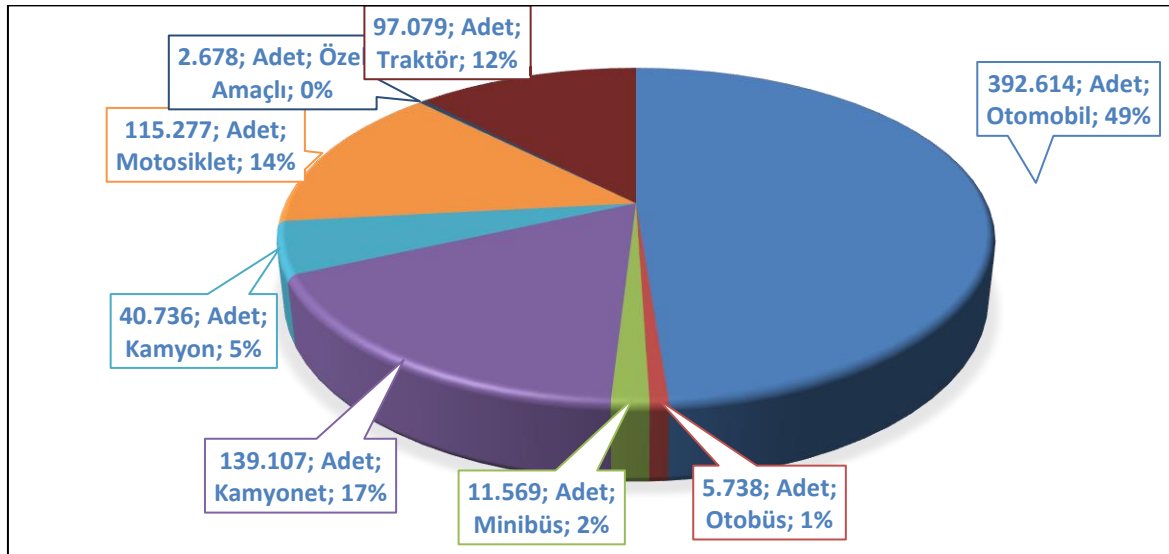
2.2.2. Trafik istatistikleri

TÜİK verilerine göre, Türkiye'de tescilli taşıt sayısı 2022 Aralık ayı sonu itibarıyla 26 milyon 482 bin 847 olarak gerçekleşti. Aralık ayı sonu itibarıyla trafiğe kayıtlı taşıtların %53,9'unu otomobil, %16,2'sini kamyonet, %15,6'sını motosiklet, %7,9'unu traktör, %3,5'ini kamyon, %1,8'ini minibüs, %0,8'ini otobüs ve %0,3'ünü özel amaçlı taşıtlar oluşturdu. Türkiye'deki trafiğe tescilli taşıtlardan %3'ü Konya'da yer almaktadır. Konya'da 2022 yıl sonu itibarıyla 804.798 trafiğe kayıtlı toplam taşıt bulunmaktadır (Konya Ticaret Odası, 2023).



Şekil 2.4. 2013-2022 Konya tescilli taşıt sayıları (adet)

Tescilli taşıtlarda ilk üç sırada, üç büyük il yer alırken Konya 804.798 tescilli taşıt sayısı ile Türkiye sıralamasında 6. sırada yerini almaktadır. Konya'daki tescilli taşıtların dağılımına bakıldığında ilk sırada %49'luk payıyla otomobil, ikinci sırada %17'lik payıyla kamyonet ve %14'lük payıyla motosiklet yer almaktadır.



Şekil 2.5. Konya'da tescilli taşıtların dağılımı (%)

Türkiye genelinde noterler aracılığıyla bir veya birden fazla el değiştiren motorlu kara taşıt sayısı, 2021 yılında 8.815.613 olarak gerçekleşirken 2022 yılında %8,4 oranında artarak 9.563.925 olarak gerçekleşmiştir. Konya'da ise 2021 yılında 259.068 motorlu kara taşıt devredilirken 2022 yılında 281.624 taşıt devredilmiştir.

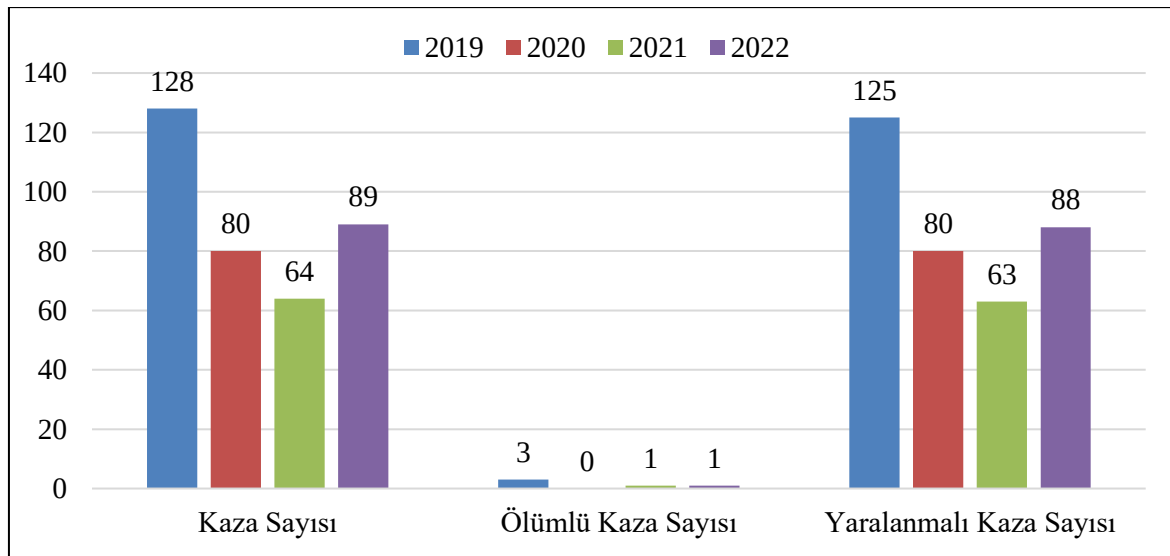
Konya, il geneli ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarında Türkiye geneline göre;

- Toplam ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısında 7'nci,
- Maddi hasarlı kaza sayısında 6'ncı sırada yer almaktadır.

Çizelge 2.4. Maddi hasarlı, ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza istatistikleri (2022)

Sıra	İller	Toplam Kaza	Maddi Hasarlı Kaza	Ölümlü Kaza	Yaralanmalı Kaza
	Türkiye Geneli	196.930	288.118	2.282	291.151
1	İstanbul	22.845	41.542	129	29.035
2	Ankara	13.653	57.590	103	18.958
3	İzmir	12.168	22.389	110	15.619
4	Antalya	10.018	11.963	130	13.947
5	Bursa	7.209	13.940	72	10.247
6	Mersin	6.652	4.991	61	9.319
7	Konya	6.128	7.867	116	9.822
8	Muğla	5.559	4.703	69	7.608
9	Adana	5.128	5.927	62	7.397
10	Manisa	4.606	4.164	60	7.025

Konya'da uygulanan trafik denetleme sistemi güzergahlarında kaza sayılarına bakıldığında 2021 yılında 64 kaza meydana gelirken 2022 yılında bu rakam %39 artarak 89 kazaya çıkmıştır (Konya Ticaret Odası, 2023).



Şekil 2.6. TDS güzergâhlarında kaza sayıları

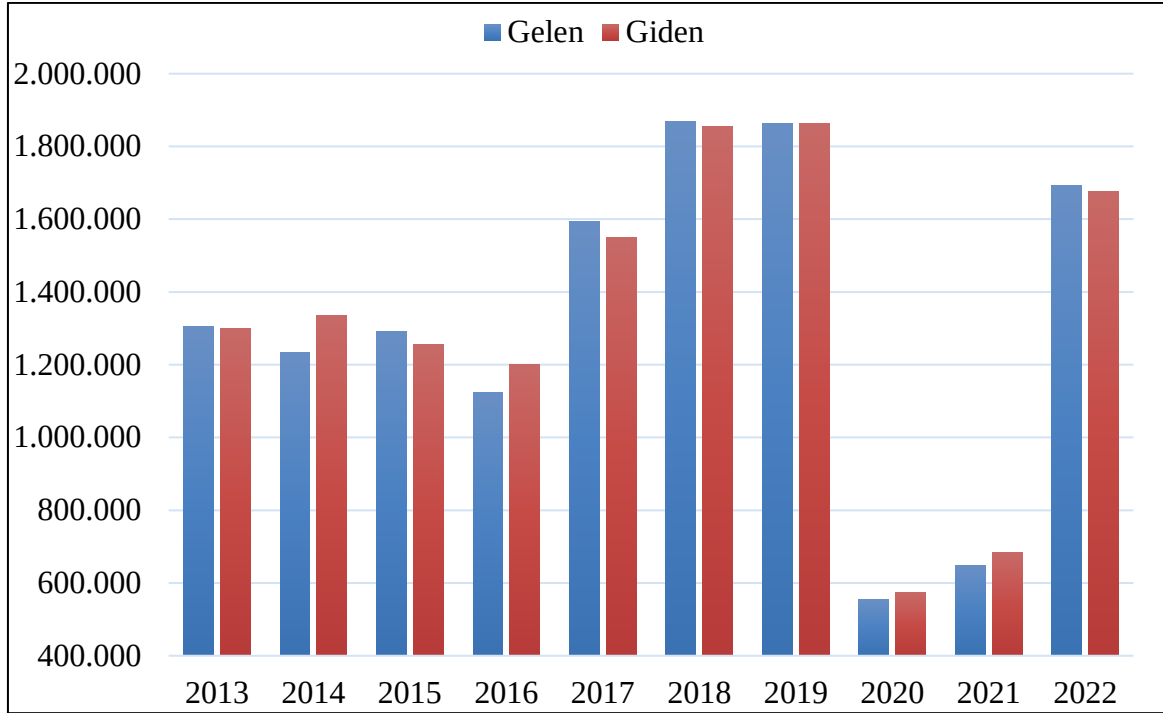
2.2.3. Demiryolu ulaşımı

Konya demiryolu ulaşımı; 6. Bölge Müdürlüğü (Ankara ve Doğu demiryolu bağlantısı) ve 7. Bölge Müdürlüğü (Afyon bağlantısı) sorumluluğu altında sağlanmaktadır. 1898'den beri Konya'nın demiryolu bağlantısı faaldır ve il sınırları içerisinde 305 km YHT, 149 km HT ve 316 km konvansiyonel hat olmak üzere 770 km'lik demiryolu ağı mevcuttur.

Demiryolu ulaşımında Konya'da, son 5 yıl içerisinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Ankara'nın Konya üzerinden Çukurova'ya, oradan da Güney Doğu Anadolu'ya erişimini sağlamak amacıyla geliştirilen Ankara-Konya Yüksek Hızlı Tren Projesi 24 Ağustos 2011 tarihinde işletmeye açılmıştır. Ankara-Konya arasında günde karşılıklı 2 seferle Yüksek Hızlı Tren (YHT) işletmeciliği yapılmaktadır. Ankara-Konya arasındaki seyahat süresi yaklaşık 1 saat 50 dakikadır. 24 Ağustos 2011 tarihinden bugüne kadar 17 milyon yolcu seyahat etmiştir. 2022 yılında Konya-Ankara hattında 1 milyon 562 bin yolcu taşınmıştır.

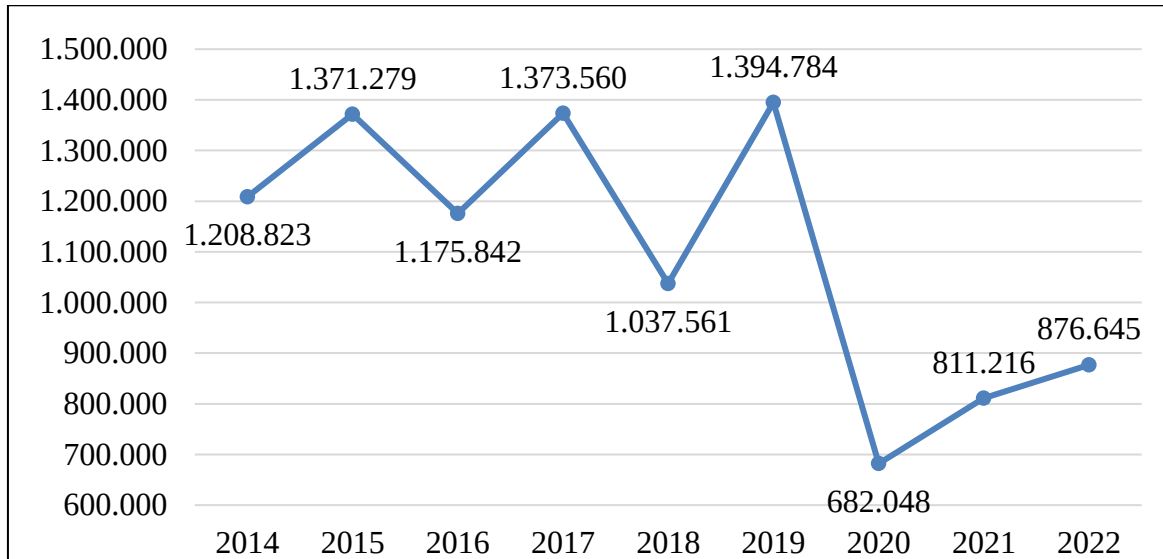
Eskişehir-Konya YHT, 24 Mart 2013 tarihi itibarıyla işletilmeye başlanmış olup 17 Aralık 2014 tarihinden sonra seferler İstanbul'a kadar uzatılmıştır. Bu tarihten sonra Konya-Eskişehir tren seferleri kaldırılmış olup Konya-Eskişehir arasındaki ulaşım Konya-İstanbul seferleri sayesinde yapılmaktadır. Konya-İstanbul arasında konvansiyonel trenlerle seyahat süresi 13 saat sürmekteyken yüksek hızlı trenin devreye girmesiyle bu süre 4 saat 15 dakikaya düşmüştür. Mart 2020'de Konya-İstanbul YHT, Gebze-Halkalı Marmaray Hattı'na entegre olmuş ve böylece YHT son durağı olan Pendik'ten sonra Maltepe, Bostancı, Söğütluçeşme, Bakırköy ve Halkalı durakları eklenmiştir. YHT Konya'dan Söğütluçeşme'ye 4 saat 45 dakikada, Konya'dan Halkalı'ya 5 saat 15 dakikada ulaşmaktadır.

Konya iline ait istasyonlardan taşınan yolcu sayısı; Yüksek Hızlı Tren (YHT) hattının hizmete girmesi sonucu kayda değer bir artış yaşanmış ve 2013 yılından itibaren yıllık ortalama 2,8 milyon yolcu rakamına ulaşılmıştır. Ancak 2020 ve 2021 yıllarında pandeminin etkisiyle gelen ve giden yolcu sayıları azalmıştır. 2022 yılı sonu itibarıyla Konya'ya gelen yolcu sayısı 1.692.825, giden yolcu sayısı ise 1.676.945 kişi olarak gerçekleşmiştir (Konya Ticaret Odası, 2023).



Şekil 2.7. Demiryollarında taşınan yolcu sayısı / Konya (2013-2022)

Konya’da taşınan yük miktarına bakıldığında; 2014-2022 yılları arasında yıllık ortalama 1,1 milyon net tonluk taşıma yapılmıştır. 2020 yılında pandeminin etkisiyle 682 bin net tona gerileyen yük taşımaları 2022 yılında %28,5 oranında artarak 876.645 net tona yükselmiştir.



Şekil 2.8. Konya demiryolu taşınan yük miktarı (ton)

TCDD Taşımacılık A.Ş.’nin 2021 İstatistik yılına göre; Türkiye’de yolcu sayısı açısından Ankara (3.295.702 yolcu), yük miktarı açısından Hatay (6.474.623 ton) ilk sırada gelmektedir. Konya, yolcu sayısı açısından 1.441.999 yolcu sayısı ile Türkiye sıralamasında 6. sırada yer alırken yük miktarı açısından 2.172.567 ton yük miktarıyla Türkiye sıralamasında 8. sırada yer almaktadır.

Çizelge 2.5. Türkiye’de illere göre demiryolu yolcu sayısı ve yük miktarı (ton) (2022)

Sıra	İl	Toplam Yolcu	Sıra	İl	Toplam Yük
1	Ankara	3.295.702	1	Hatay	6.474.623
2	İstanbul	2.469.436	2	Karabük	5.865.840
3	Mersin	2.144.463	3	Zonguldak	4.322.338
4	Eskişehir	1.856.428	4	İzmir	3.905.932
5	Adana	1.446.107	5	Mersin	3.336.027
6	Konya	1.441.999	6	Malatya	2.848.294
7	İzmir	1.406.497	7	Elazığ	2.468.310
8	Manisa	886.928	8	Konya	2.172.567
9	Aydın	771.493	9	Kayseri	2.057.084
10	Kocaeli	644.790	10	İstanbul	1.983.354

Konya – Mersin Demiryolu Hattı ve Antalya – Konya – Aksaray – Nevşehir – Kayseri Hızlı Tren Hattının tamamlanması planlanmakta olup özellikle yük taşımacılığında bu hatların tamamlanması, bölgedeki ticaret hacminin artması ve bölgesel gelişmenin ivme kazanmasında önem arz etmektedir. Çünkü Konyalı ihracatçıların büyük bir kısmı, ihracatını deniz yolu ile gerçekleştirmektedir. Bu hattın tamamlanması ile Konya’nın limanlara uzaklığı sorun olmaktan çıkacaktır (Konya Ticaret Odası, 2023).

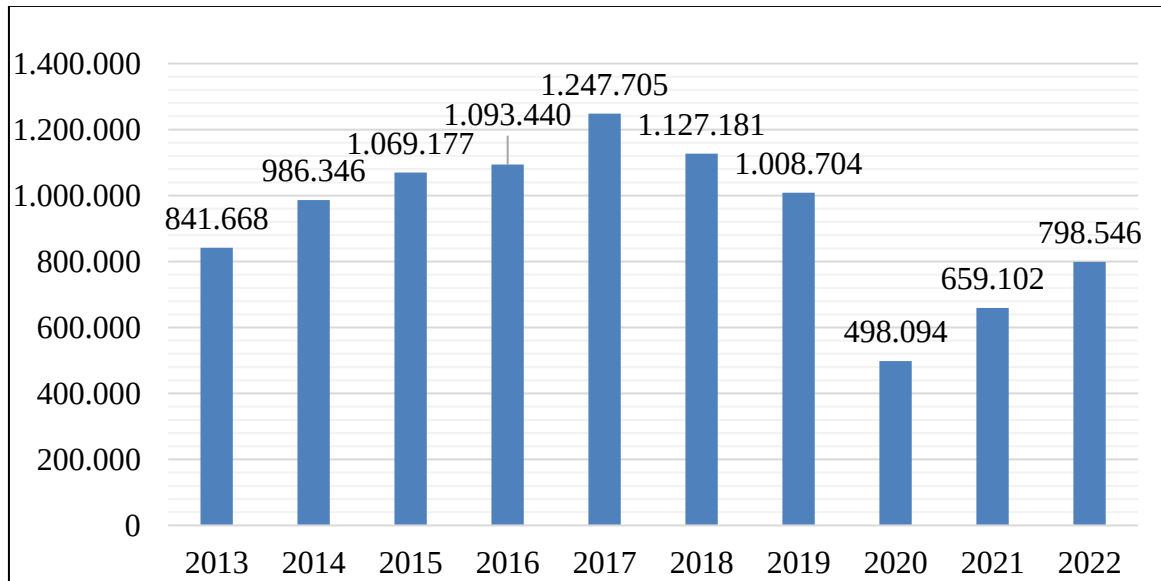
2.2.4. Havayolu ulaşımı

Konya’nın havayolu ulaşımı, 3. Ana Jet Üs Komutanlığı’na ait askeri havaalanına ilave edilen sivil tesislerle sağlanmaktadır. Bu tesis 29 Ekim 2000 tarihinde hizmete girmiş, 17 Nisan 2001 tarihli 2001/2332 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile dış hatlar yolcu trafiğine açılmış olup, yıllık uçak kapasitesi 17.520’dir. Havaalanı 196.000 m² alan üzerine kurulmuştur.

Konya havalimanı; 349.626 m² alan üzerinde kurulu olup 3. Ana Jet Üs Komutanlığı'na ait uzunluğu 3348x45 m olan 2 adet pistte sivil uçuşlar da gerçekleştirilmektedir. Pistlere paralel olarak 3348x24 m taksi yolu, 10 tane bağlantı taksi yolu ve 10 tane uçak park kapasiteli apron bulunmaktadır. 24.175 m² terminal binasına sahip havalimanı, yıllık 3 milyon yolcu kapasitesine sahiptir.

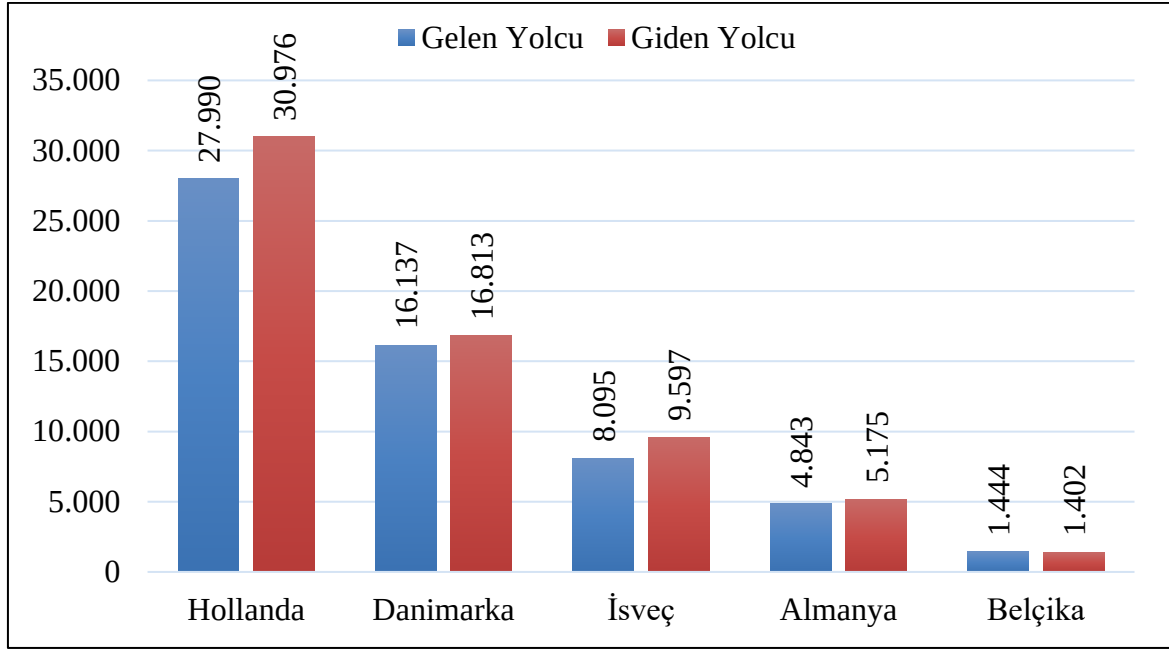
Türk Hava Yolları İstanbul Havalimanı'na, Pegasus ve Anadolu Jet ile İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı'na ve Sun Express ile İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na düzenli olarak karşılıklı seferler düzenlenmektedir.

Konya Havalimanı, 2022 yıl sonu istatistiklerine göre; Türkiye'deki sivil hava ulaşımına açık 57 havalimanı arasında, 798.546 yolcu ile 19. ve 7.624 uçak trafiği ile (iç-dış hat toplamı) 22. sırada yer almaktadır (Konya Ticaret Odası, 2023).



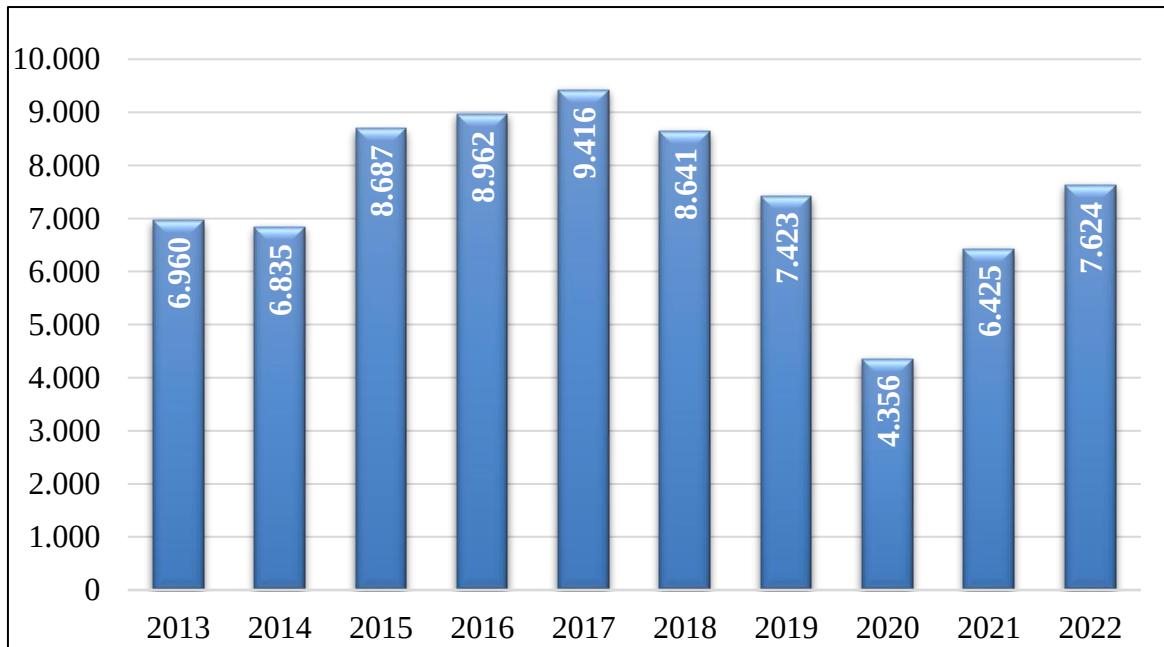
Şekil 2.9. Konya havalimanı yolcu trafiği (2013-2022) (Kişi)

Ülkelere göre gelen ve giden yolcu sayılarına bakıldığında ilk sırada, toplamda 58.966 yolcu sayısı ile Hollanda ilk sırada yer almaktadır. Hollanda'nın ardından 32.950 toplam yolcu sayısı ile Danimarka ikinci ve 17.692 toplam yolcu sayısı ile İsveç üçüncü sırada gelmektedir.



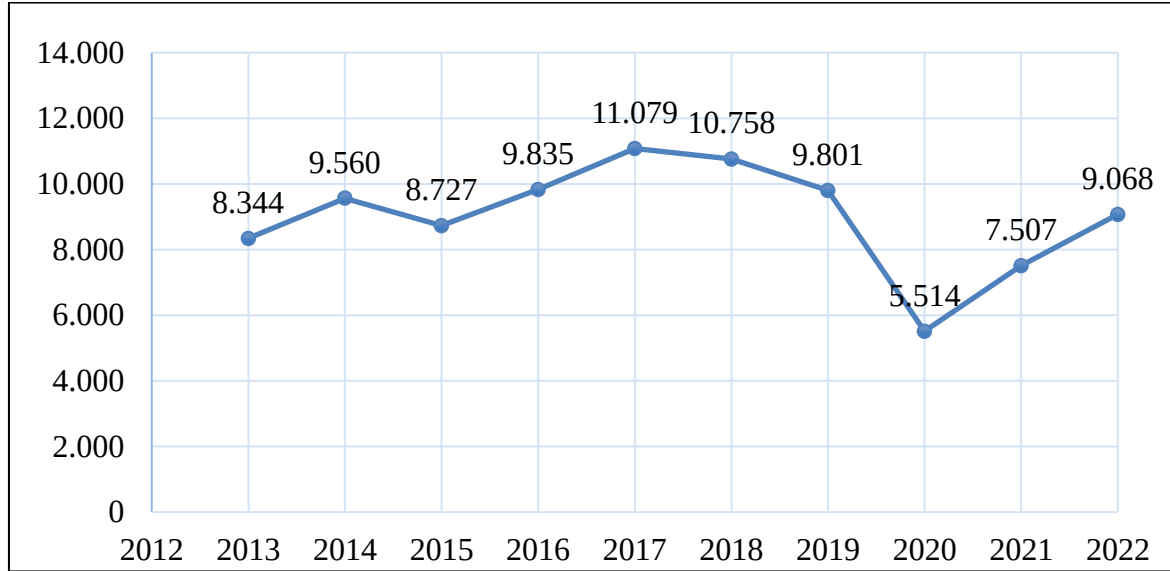
Şekil 2.10. Ükelere göre gelen-giden yolcu sayısı (2022)

Konya Havalimanı'nda yolcu trafiği geçen yıla göre %21,1 artarken, uçak sefer sayısı da %18,6 artış göstermiştir (Konya Ticaret Odası, 2023).



Şekil 2.11. Konya havalimanı uçak trafiği (2013-2022) (Uçuş)

Konya Havalimanı'nda 2013-2021 yıllarında yapılan kargo ve yük taşımacılığına ait bilgiler aşağıdaki şekilde verilmiştir.

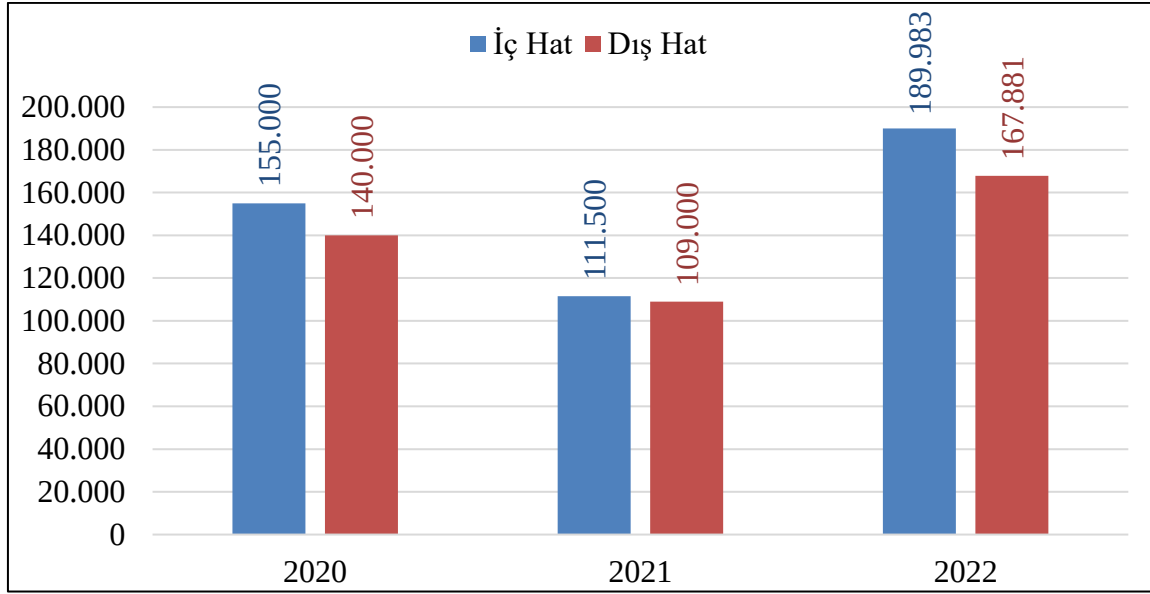


Şekil 2.12. Konya havalimanı yük [kargo+posta+bagaj] trafiği (2013-2023) (Ton)

Konya'da 2021 yılında 7.507 ton olan yük trafiği, 2022 yılında %20,7 artış göstererek 9.068 tona yükselmiştir.

KOS Hava Kargo ve Geçici Depolama Yeri, Konya Havalimanı bünyesinde 04.12.2017 tarihinde Konya Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü tarafından faaliyete geçmiştir. Bu kapsamda, ihracat ve ithalat işlemlerinin daha hızlı ve uygun bedellerle yapılabilmesi için devreye alınan Gümrüklü Geçici Depolama Yeri, iç hatlarda gelen giden gönderi işlemleriyle birlikte dış hatlarda ithalat ve ihracat işlemleri yapılmaktadır.

2022 yılında KOS'ta 189,9 tonu iç hat, 167,8 tonu dış hat olmak üzere toplamda 357,8 ton kargo hacmine ulaşmıştır. 2021 yılında 64 ülkeye ihracat gerçekleştirilirken 2022 yılında bu sayı 91 ülkeye yükselmiştir (Konya Ticaret Odası, 2023).



Şekil 2.13. KOS hava kargo (hacim (kg), 2020-2022)

3. LİTARETÜR TARAMASI

3.1. Raylı Ulaşım Sistemleri

Tezin bu aşamasında raylı sistemlerin tanımıyla, tarihçesiyle ve türleriyle ilgili bilgiler sunulacaktır.

Raylı ulaşım sistemleri sabit bir ize/yola sahip ve yola bağımlı olarak hareket eden, yük veya yolcu taşıyan, bir veya birden fazla taşıttan oluşan sistemlerdir (Akarsoy Altay, 2014).

Başka bir tanımda ise, bir yerden bir yere madeni bir yol üzerinde mekanik bir güçle hareket ettirilen madeni tekerlekli taşıtlar içinde insan ve eşya taşınmasını sağlayan tesislerin tümüne raylı sistem denmektedir. Raylı sistem taşımacılığı, ağır ve hacimli yükler için çok yüksek maliyetlere katlanılmadan yapılabilecek bir taşımacılık türüdür. Çevre dostu olan bu taşımacılık türü, uzun mesafeli taşımalarda ciddi maliyet avantajı sağlamaktadır. Kitle taşımacılığına elverişli olması ile diğer taşıma türlerinden kaynaklanan yoğunlukları (örneğin karayollarındaki trafiğin yükünü) azaltıcı fayda yaratmaktadır (Sünbül, 2019).

3.1.1. Raylı ulaşım sistemlerinin tarihi

İnsan ve hayvan gücü ile çalışan en eski raylı sistem M.Ö. 6. yüzyıla kadar uzanmaktadır. 16. yüzyılın ortalarında Almanya’da finiküler sistemine benzer vagon yolları şeklinde sistemler ile raylı sistem taşımacılığı başlamıştır. Öncelik olarak raylı sistemler yük taşımacılığı amacıyla ile kullanılmak üzere kent yaşamına dahil olsa da yaklaşık 200 yıl önce İngiltere’de ilk modern raylı sistem inşa edilmiştir. Bu raylı sistem güzergahında yine taşıtlar atlar veya insan gücü ile çalıştırılmıştır. Büyük Britanya’da kurulan raylı sistemi de Dünya’daki en eski sistemlerdendir. Dünya’da ilk şehirlerarası insan yolculuğu için açılan raylı sistemi 1830 yılında Liverpool – Manchester arasında hizmet vermiştir (Rao ve Choudhary, 2018).

Dünya’da kent içi ulaşımında 1860 yılından itibaren raylı sistemler kullanılmaya başlanılmıştır. (Manisalı ve Ocak, 2006). Metro olarak bilinen yer altı raylı sistemi olan Londra Metrosu 1863 yılında açılmıştır. Londra’daki bu metro sistemi Avrupa’nın ve Dünya’nın en eski

metro sistemidir. Londra metrosu çok sığ tünellerde buharlı trenlerle çalışmıştır (Fraszczyk, Magalhaes Da Silva, Gwozdz, ve Vasileva, 2014).

1880 yılında ilk elektrikli tren tanıtılmış ve bu gelişme 1890'lı yıllarda tramvay kullanımında elektrik ile güç sağlama sisteminin kullanılmasını sağlamıştır. Çou ülkede bu gelişme sonrasibuharlı lokomotiflerin yerini elektirikli lokomotifler almıştır (Rao ve Choudhary, 2018). Atlı tramvayda çok daha hızlı olan elektirkli tramvaylar her şehirde hızla yer edinmeye başlamıştır. Bu dönemde yolcu sayılarında artış yaşanmış, daha uzun ve geniş olan tramvaylar hizmet vermeye başlamıştır. 1923 yılına kadar Dünya'da en etkin en yaygın dönemini geçirmiştir. (Yıldırım, 2013) . Yine elektrikli trenlerin kullanımı metro inşalarının yaygınlaşmasını sağlamıştır. 1900 yılında paris'te 10 km uzunluğundaki metro kullanıma açılmış, 1904 yılında Amerika Birleşik Devletleri bugünkü Boston metro sisteminin ilk bölümünü hizmete açmıştır. 1907'de Philadelphia'da 1943 yılında ise Chicago'nun metro sistemi açılmıştır. Japonya'da Tokyo metrosu 1927 yılında Kyoto metrosu 1931 yılında açılmıştır. 1954 yılında Kanada Toronto, 1960'ta Montreal metro sistemlerini kullanıma açmıştır (URL - 1, 2022).

Metro ve tramvay sistemleri Dünya şehirlerinde hızla yayılırken 1990'lı yılların başında kent hayatına otomobil dahil olmuştur (Güneş, 2012). Kent hayatına katılan otomobil ve otobüs tramvayın etkinliğini azaltmış, 1960'lı yıllarda otomobil ve otobüs kullanımına göre yol düzenlemeleri yapılması ve yolların genişletilmesi düşüncesiyle birçok tramvay hattının kaldırılması düşüncesi ağırlık kazanmıştır (Yıldırım, 2013). Bazı güzergahlarda seferler azaltılmış bir kısmı ise tamamen kaldırılmıştır.

Otomobilin kent içerisinde hızlı yer edinmesi trafik problemlerini beraberinde getirmiştir. Teknolojinin hızlı gelişimi planlama çalışmalarında ele alınan öngörüler ile örtüşmemiş, kent içi ulaşım için otoyollar ve ekspres yollar yapılarak çözüm üretilmeye çalışılmıştır. Bu dönemde yeni yollar yapılması çözüm olmamış bazı şehirlerde tramvaylar toplu taşımada tekrar yerini almıştır. Bu dönemden sonra raylı sistemler toplu ulaşım sisteminde hızlı ve güvenli bir taşıt olarak çözmlemelerde ele alınmıştır (Yıldırım, 2013).

Gelişmiş ülkelerde 19. yüzyıldan itibaren başlayan raylı sistem ağlarının genişletilmesi çabası günümüzde de artarak devam etmektedir. Bu genişletme çabaları, nüfusun hızlı artışı,

trafik yoğunluğuna çözüm aramak, raylı sistemlerin teknoloji ile gelişmesi, çevreye olan duyarlılığın artması gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır (Öğüt ve Evren, 2006).

3.1.2. Raylı sistem türleri

Raylı sistemler kente ilk dahil olduğu günden son güne kadar değişmiş, genişlemiş ve esnek bir yapıya kavuşmuştur (Evren, 1999). Tramvay, Hafif Raylı Sistemler, Monoray, Maglev, Banliyö, Lineer Metro, Metro ve Füniküler olmak üzere raylı sistem çeşitleri bulunmaktadır. Raylı sistem türleri; kapasite, hız, sefer sıklığı, hizmet verdiği güzergah gibi birçok özellik açısından birbirinden ayrılmaktadır (Öğüt ve Evren, 2006).

Bu bölümde raylı sistem türleri hakkında detaylı bilgiler verilerek alt başlıklar halinde irdelenecektir.

Tramvay

Elektrikli raylar üzerinde ilerleyen ve kent yollarını kullanarak yolcu taşımacılığı yapan taşıtlara tramvay denir. Tramvaylar, başlangıçta atlı sistemlerle faaliyete geçmiş olsa da zamanla teknolojinin ilerlemesiyle buhar ve basınçlı hava gibi güç kaynaklarını kullanmış ve günümüzde elektrikli tramvay sistemlerine evrilmiştir. İlk tramvay hattı Amerika'da kurulmuş, ardından Avrupa ülkeleri ve İngiltere gibi yerlerde geliştirilmiştir. Özellikle elektrik kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte 1920'lerde tramvaylar, kent içi ulaşımında önemli bir yer edinmiş ve tek başına temel toplu taşıma aracı olarak kullanılmıştır.

Tramvay sistemi, diğer ulaşım sistemlerine göre daha ekonomik inşa edilebilme avantajına sahiptir. Yolcular genellikle duraklarda binip inerler ve durak boyları yaklaşık 60 metre civarındadır. Tramvayların birbirine uzaklık aralığı ise 400 mm ile 600 mm arasında değişir. Şekil 3.1'de gösterilen örnekteki tramvaylar genellikle 2.200 mm ile 2.650 mm genişliğe sahip olup 4 ila 6 aksa sahiptir. Uzunlukları ise 14 ila 21 metre arasında değişirken, taşıma kapasiteleri 80 ile 180 arasında değişen yolcu kapasitesine sahiptir.

Tramvaylar, kent içi ulaşımında hızlı ve etkili bir taşıma seçeneği olarak tercih edilir. Bu sistemler, çevre kirliliğini azaltmaları ve enerji tasarrufu sağlamaları açısından özellikle çekici bir seçenek haline gelmiştir (Konya, 2018).



Şekil 3.1. Tramvay (Paris, Fransa)

Hafif raylı sistem (LRT)

Hafif raylı sistemler, sinyalizasyon sistemine göre hareket ettirilen, yüksek kapasiteli ve konforlu taşıma sağlayan, sessiz taşıtlardan oluşan bir şehir içi raylı ulaşım sistemidir. Bu sistem, tramvay ve metro özelliklerini bir arada barındıran, daha çok tramvay görünümünde bir taşıma modelini ifade eder. Şehir içinde hareket ederken tramvay benzerliği taşıyan bu sistem, yer altına indiğinde metro sistemine benzerlik gösterir. Tam korumalı hatlar bulunduğu bu tür sistemlere Hafif Raylı Taşımacılık (LRT) veya hafif metro adı verilir.

Hafif raylı sistemler, geleneksel demiryollarına göre daha küçük taşıtlar, daha düşük kapasite ve daha düşük hızla tasarlanmış, inşa ve bakım maliyetleri daha düşük olan sistemlerdir. Bu sistemler, kısa mesafe şehir içi ve şehirlerarası ulaşımında kullanılan bir ara ulaşım çözümüdür. Duraklar, genellikle banliyö hatlarına göre daha yakın konumdadır, ancak yerel otobüs güzergahlarından farklıdır. Hafif raylı sistemler, geleneksel raylı sistemlere göre daha az işletme düzenlemesi gerektirir.

Hafif raylı sistemler, diğer ulaşım modlarına göre daha sık seferler sunabilir ve duraklar genellikle daha az önemlidir. Duraklar, eski istasyonların mesafesinden daha uzak olabilir. Hafif raylı sistemlerin çoğunluğu, kentsel çevreyle daha fazla bütünleşmek üzere tasarlanmıştır. Durak tasarımları, topluma ait bir parça olarak düşünülerek halkın farkındalığını artırabilir.

Hafif raylı sistemler genellikle elektrik enerjisiyle çalışırken, bazı özel durumlarda dizel gücü kullanabilirler.

Son 40 yılda hafif raylı sistemler, temiz enerji kullanan ve çevre dostu olan raylı ulaşım modelleri arasında önemli bir yere sahip olmuştur. Genellikle istasyonlar arası mesafeleri 600 m ile 1.200 m arasında olan bu sistemler, saatte 60 km/s ile 80 km/s hızla hareket edebilirler. Tramvay sistemlerine kıyasla daha yüksek yolcu kapasitesine sahip olan hafif raylı sistemlerde vagon başına yaklaşık 300 kişi taşıma kapasitesi bulunur. Bu sistemde yolcuların %20 ile %50'si oturabilir. Hemzemin geçitlerde veya yükseltilmiş platformlarda işletilebilen hafif raylı sistemler, çok yönlülükleri ile dikkat çekerler (Konya, 2018).



Şekil 3.2. Hafif raylı sistem (Kanada)

Monoray

Farklı teker aralıkları, hat altyapısı ve taşıt boyutlarına sahip olan konvansiyonel raylı sistemlerden ayrılan, kent içi ulaşımın özel bir türü monoraydır. Monoray sistemleri, adından da anlaşılacağı gibi vagonların tek bir rayın üzerinde veya altında asılı şekilde hareket ettiği sistemlerdir.

Bu sistemler genellikle yüksek istasyonlarla birlikte asılı viyadük tipi yapılar kullanırken, aynı zamanda hemzemin ve yeraltı istasyonlarında da uygulanabilirler (Şekil 3.3).

Monoraylar, otobüs veya tramvaylar gibi karışık trafikte hareket edemezler. Tramvaylar gibi yaya ve diğer taşıt trafiğiyle kesişmezler. Yol seviyelerinin farklı olması nedeniyle diğer taşıtlarla çarpışma riski minimaldir, bu nedenle monoraylar güvenli taşıma sistemleri arasında yer alır. Bu ray sistemi, kırışlar üzerine döşenen raylarla oluşturulur ve gidiş-geliş hareketleri aynı anda gerçekleştirilebilir. Gidiş ve geliş hareketleri aynı anda gerçekleştirildiğinde sefer sıklığı isteklere göre ayarlanabilir, böylece sistemin verimliliği artırılabilir.

Monoray sistemleri, diğer kent içi ulaşım sistemlerine göre maliyeti düşük ve inşa süresi kısa olduğu için avantajlıdır. Monoray sistemler, dünyanın en güvenli toplu taşıma sistemlerinden biri olarak kabul edilir ve özel uygulamalarla sınırlı olmakla birlikte dünya genelinde birçok ülkede, Güney Kore, Japonya, ABD, Çin, Malezya gibi ülkelerde monoray sistemleri kullanılmaktadır (Konya, 2018).



Şekil 3.3. Monoray

Maglev

Maglev sistemi, manyetik levitasyon ve manyetik güç kullanarak aracın havada tutulduğu bir ulaşım sistemidir. Bu yöntemle ilgili araştırmalar 1900'lerde başladı ve 1970'lerde Almanya ve Japonya'da test hatları geliştirildi. İlk ticari amaçlı yüksek hızlı süper iletken Maglev treni 2004 yılında Şanghay'da hizmete girdi. Bu örnek hattın bir görüntüsü şekil 3.4'te görülebilir. Manyetik levitasyonlu trenler, dört köşesinde mıknatıs bulunan bir kutu şeklinde tasarlanır ve hareket manyetik etkileşimlerle sağlanır. Taşıtların hareket prensibi, taşıyıcı betonarme döşeme üzerine yerleştirilmiş mıknatısların etkileşimi sonucu ileri yönlü bir harekettir. Süper iletken mıknatıslar, aynı kutuplar birbirine yaklaştığında itme, zıt kutuplar birbirine yaklaştığında çekme kuvveti uygular. Bu mıknatıslar, diğer mıknatısların ürettiği manyetik alandan 10 kat daha güçlü bir alan oluşturur. Bu güçlü manyetik alan, treni havada tutar ve itme-çekme kuvvetleriyle hareket ettirir. Trenin durması ise trenin hızına göre akım şiddetinin düzenlenmesiyle sağlanır.

Maglev sisteminin önemli bir özelliği, sürücüsüz olmasıdır. Otomatik olarak hareket eden trenler aynı hızda ilerlediği için çarpışma riski en aza iner. Bu sistemde, ray-tekerlek teması olmadığı için gürültü ve bakım-onarım maliyetleri daha düşük olup, konfor seviyesi

maksimumdadir. Maglev trenlerinin ileri teknoloji ile tasarlanması, güvenilir ve enerji verimliliğine sahip bir ulaşım seçeneği sunar.

Bu sistemin kullanım alanı dünya genelinde sınırlı olsa da özellikle ABD, Malezya, Japonya, Güney Kore ve Çin gibi ülkelerde uygulanmaktadır (Konya, 2018).



Şekil 3.4. Maglev (Çin)

Banliyö

Banliyö trenleri, kent merkezi ile çevresindeki yöre kentlerini birleştiren ve günlük çok fazla yolcu taşıyan tren türleridir. Banliyö hatları, kentler arası raylı sistemlerle benzer karakteristik özelliklere sahip olup, taşıt standartlarına uyarlar. Günümüzde artan nüfus yoğunluğu ve genişleyen coğrafya kullanımı, trafik yoğunluğu, gürültü ve hava kirliliği gibi sorunlara karşı geliştirilen en temiz ve konforlu çözümlerden biridir. Ülkemizde Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD), İstanbul, Ankara, İzmir ve Gaziantep gibi büyük şehirlerde bu sistemi işletmektedir. Şekil 3.5, Gaziantep'teki banliyö hattına ait bir görüntüyü göstermektedir. Banliyö trenlerine örneklerden biri, 1956 yılında hizmete giren ve 27,6 km uzunluğundaki Sirkeci-Halkalı hattıdır. Aynı şekilde, 1969 yılında hizmete giren 44,2 km uzunluğundaki Haydarpaşa-Gebze hattı da şehrin şekillenmesi ve gelişmesi üzerinde önemli etkilere sahip bir diğer banliyö tren hattıdır (Konya, 2018).



Şekil 3.5. Banliyö treni (Gaziantep)

Lineer metro

Lineer metro, yeraltında veya yüzeysel olarak özel olarak inşa edilmiş yollar üzerinde hareket eden, genellikle yeraltında veya yüzeysel olarak özel tünellerde ilerleyen bir tür hızlı toplu taşıma sistemidir. Lineer metro, geleneksel metro sistemlerinden farklı olarak tekerlekli taşıtları, özel raylar üzerinde yönlendirilen, yüksek hızlı ve düşük kapasiteli bir ulaşım sistemidir. Bu sistemde kullanılan taşıtlar, özel tasarlanmış çelik raylar üzerinde ilerler ve tekerlekler yardımıyla yönlendirilir. Lineer metrolar, kapsamlı bir altyapı gerektiren ve genellikle yeni hatlar olarak inşa edilen sistemlerdir. Bu tür metrolar genellikle kentsel yoğunluğun ve trafiğin azaltılması amacıyla tercih edilir. Lineer metro sistemi, genellikle hızlı, konforlu ve çevre dostu bir ulaşım seçeneği sunar. Özellikle trafik sıkışıklığına karşı etkili bir çözüm olabilir. Taşıtların özel raylar üzerinde hareket etmesi, enerji tüketimini azaltırken, yüksek hızlı seyahat sağlar. Aynı zamanda elektrikle çalışan bu sistemler, geleneksel içten yanmalı motorlu taşıtlara kıyasla daha az hava kirliliği yaratır. Lineer metroların önemli avantajlarından biri, esnek hat yapılarıdır. Daha küçük yarıçaplı dönemeçleri dönebilme yetenekleri, dar alanlarda veya kentsel alanlarda daha rahat hat trafiği düzenlemesini mümkün kılar. Bununla birlikte, bu sistemler genellikle geleneksel metro hatlarına göre daha düşük kapasiteli olduğu için daha çok orta ölçekli yolculuklarda tercih edilir. Lineer metro sistemleri, genellikle trafik sıkışıklığını hafifletmek, hızlı ve çevre dostu bir ulaşım alternatifi sunmak ve kent içi ulaşımını geliştirmek amacıyla inşa edilir.

Özellikle bazı büyük metropollerde yeraltı ve yüzeysel hatlarla hizmet veren lineer metrolar, modern toplu taşıma sistemlerinin önemli bir parçasını oluşturur (Konya, 2018).



Şekil 3.6. Lineer metro

Metro

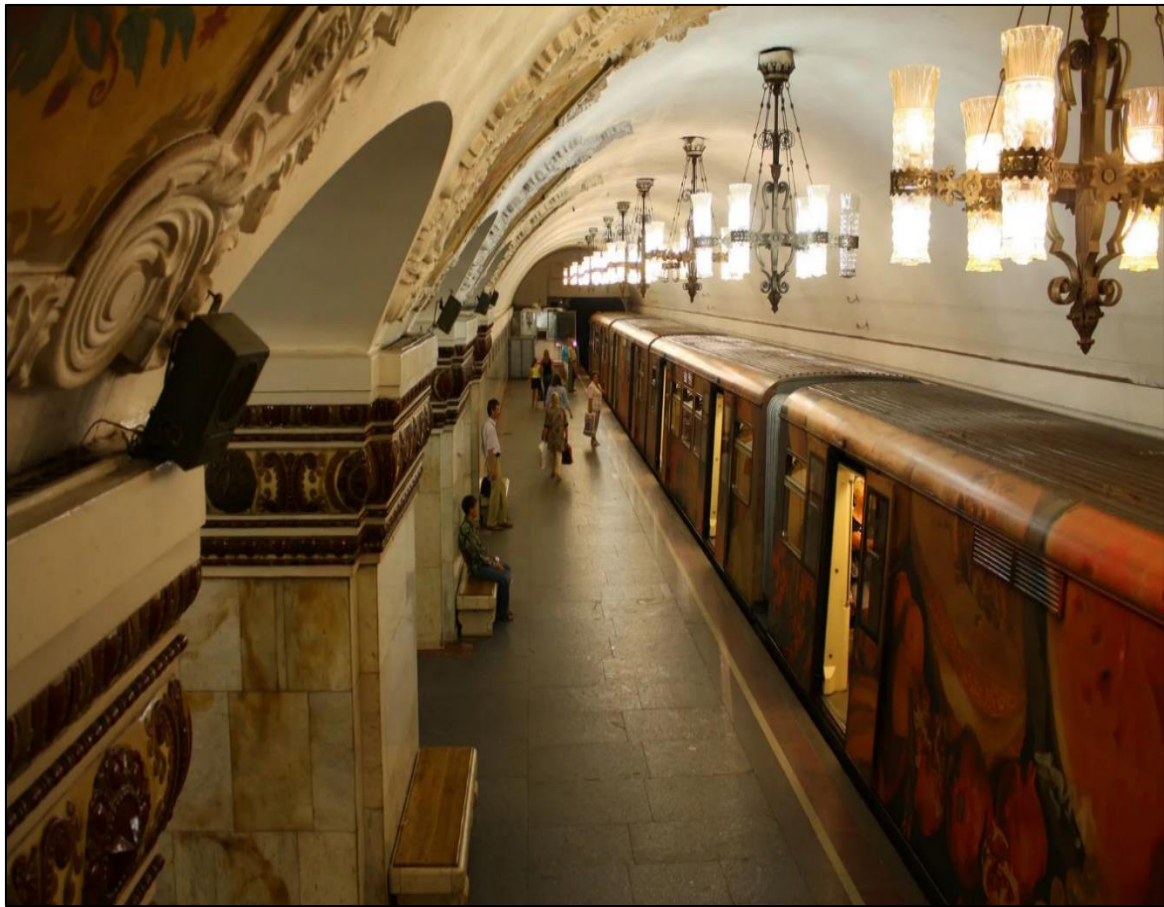
Metro, büyük şehirlerde yoğun yolcu taşımacılığı için özel olarak düzenlenmiş, semtler arasında işleyen, genellikle yeraltındaki tünellerde hareket eden elektrikle çalışan bir yer altı raylı sistemidir. Bu sistem yüksek hızlı, yüksek kapasiteli, tam sinyalli ve tam korumalı bir raylı ulaşım modelini temsil eder. Diğer toplu taşıma taşıtlarına göre daha fazla yolcu taşıma kapasitesine sahiptir. LRT'ye göre 3 ile 5 kat, otobüslere göre ise 10 ile 20 kat daha fazla kişi taşıyabilir.

Artan nüfus yoğunluğu nedeniyle birçok ülke, değişen ve gelişen teknoloji ile raylı sistemleri toplu taşımanın temel ayağı haline getirmek üzere planlamaktadır. Hafif raylı sistemler ve metro sistemleri, yüksek nüfusa sahip kentlerde tercih edilmektedir. Metro sistemi, toplu

taşıma hızını artırmanın yanı sıra işletme maliyetini düşürerek trafik sıkışıklığını azaltır ve kent içi ulaşımın kalitesini yükseltir. Dengeli bir toplu ve özel ulaşım ağı kuran kentlerde yaşanabilir alanlar artar ve toplumsal birliktelik güçlenir.

Metro vagon sayıları ve tasarımı, bulunduğu bölgeye göre farklılık gösterirken, genellikle çift yönlü hareket sistemleri kullanılır. Ortalama saatte 40 km'nin üzerine çıkmasa da saatte 90-100 km/sa hızlarına ulaşabilirler.

Metro hatları, sağlam temellerle toprağa oturtulur. Yeraltı hatlarında iki temel sistem bulunur: yaklaşık 35 – 40 metre derinlikte açılan sistem ve yerin hemen altında 6 – 8 metre derinlikte açılan sistem. Alt seviyedeki sistemler genellikle maliyet açısından daha avantajlıdır. Yeraltı istasyonlarında yolcuların yüzeye çıkması genellikle yürüyen merdivenlerle sağlanır (Konya, 2018).



Şekil 3.7. Moskova metrosu

Füniküler

Füniküler sistem, eğimin fazla olan arazilerde kablo sistemi ile birbirine bağlı olarak çekilen raylı sistemlerdir. Ters yönde hareket eden iki aracın birbirinin ağırlığından yararlanılarak bir hareket sistemi oluşturulmuştur. Füniküler 15. Yüzyılın başlarından itibaren kullanılmaktadır. Öncelikle fazla eğimli bölgelere yük ve insanların taşınması amacı ile tasarlanmıştır. Bu tasarımda insan veya hayvan gücü kullanılmakta ray sistemi ise tahtadan yapılmıştır. Zamanla halat, su gücü, buhar makinesi funiküler sisteme dahil olmuştur. İlk elektrikli funiküler sistem ise 1893 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde inşa edilmiştir. Bu sistem 859 m ile 1067 m yükseklikler arasında ulaşım hizmeti vermektedir (İmrak ve Salman, 2021).



Şekil 3.8. Kiev funiküleri

3.1.3. Raylı sistemlerin planlama aşamaları

Bir raylı sistem projesinin uygulanması aşamasına kadar olan süreçte planlama aşamaları bulunmaktadır. Bu aşamaları öncelikle ulaşım planlamasından başlayan bir genel ağ planlaması ve belirlenen ulaşım yatırımları doğrultusunda raylı sistem projeleri özelinde analiz ve veri toplama çalışmaları ile güzergah/hat/koridor belirlenmesi, projelendirme ve

uygulama aşamaları takip etmektedir. Bu aşamaları 3 adımda inceleyebiliriz (Lusby, Larsen, Ehr Gott, ve Ryan, 2009).

1.1.Ulaşım Planlaması ve Ulaşım Yatırımlarının Belirlenmesi

- Raylı Sistem Koridorlarının Belirlenmesi (Veri Toplama/Analiz/Model Oluşturma)
- Fizibilite Etütleri, Projelendirme, Uygulama

Ulaşım planlaması ve ulaşım yatırımlarının belirlenmesi

Ulaşım planları, kentlerdeki mevcut verilerin toplanması, bu verilerin analiz edilmesi ve geleceğe yönelik yapılan tahminler aracılığıyla ulaşım sorunlarına çözüm üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca arazi kullanımları arasındaki ilişkiyi nitelik ve nicelik açısından belirlenecek kararlar detaylı olarak içeren bir çalışma olarak tanımlanabilir. Ulaşım planları gibi özelleşmiş bir alanda gerçekleştirilen planlama faaliyetleri, ulusal düzeyde hedef ve stratejiler, ülke vizyonu ve gelişim planlarında değerlendirilen kalkınma faaliyetlerine ciddi katkılar sunmaktadır. Ulaşım planları topluma ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliği de olumlu etkilemektedir (Önder ve Akdemir, 2019).

Ulaşım planlama sürecinin aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

- Bireysel ulaşım davranışlarının belirlenmesi,
- Mevcut bilgilerin toplanması,
- Geleceğe yönelik tahminlerin yapılması,
- Tahminler sonucunda kent için ulaşım anlamında hangi bileşenlerin yetersiz olduğunun ortaya konulması,
- Yetersiz ve problemliler için alternatif çözüm önerilerinin geliştirilmesi, önerilerin bir ulaşım talep tahmin yazılımı aracılığıyla test edilmesi,
- Öneriler arasında en uygun olanın değerlendirilmesi,
- Değerlendirme sonucunda kentin ulaşım sorunlarına çözüm olacak önerilerin yazılı ve çizili olarak ifade edilmesidir (Önder ve Akdemir, 2019).

Ulaşım planları hazırlandıktan sonra bu planlar doğrultusunda yatırım programları ve uygulamalar hazırlanmalıdır. Ulaşım hizmeti kendi başına bir ekonomik faaliyet olduğu gibi diğer sektörlerle yakın ilişkisi vardır. Ekonomik olarak başlıca bir maliyet payı gerektiren ulaşım sistemi için doğru planlama, yeterli altyapı, hızlı ve güvenli ekonomik sistemle diğer

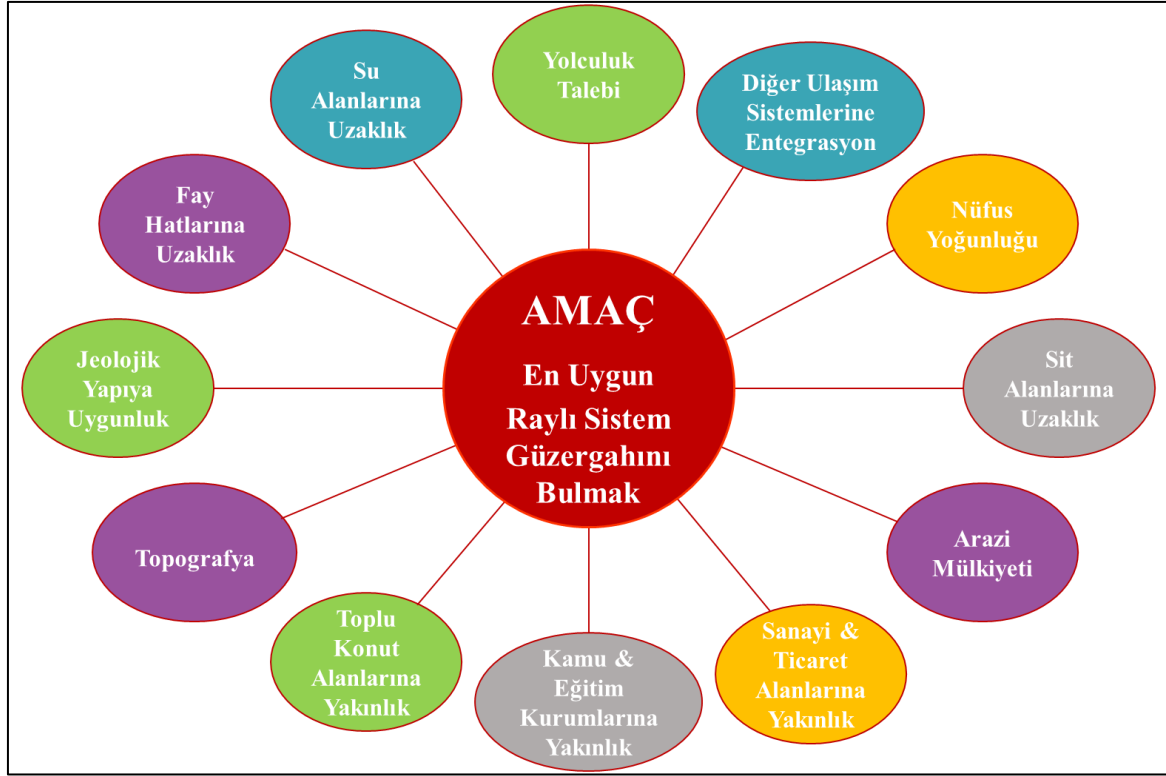
sektörlere entegre olarak ekonomik avantaj sağlayabilir bir paydaştır. Aynı zamanda ulaşım planlaması ve politikaları uygulanırken arz-talep dengesinin doğru tanımlanması ve hayata geçirilmesi çok önemlidir. Ulaşım sistemlerinde raylı sistemler, toplu ulaşımın gövdesini oluşturmaktadır. Tramvay, Hafif Raylı Sistemler, Monoray, Maglev, Banliyö, Lineer Metro, Metro ve Füniküler kentsel raylı sistemlerden olup kentsel toplu ulaşımına katılmaktadır. Bu bağlamda kentsel alanlarda ulaşım yapılacak yatırımlarda raylı sistemlere büyük pay ayrılmaktadır (Hamurcu, Alagaş, ve Eren, 2016)

Raylı sistem koridorlarının belirlenmesi

Raylı sistem koridorları veya güzergah hattının belirlenmesi; belirli kriterler doğrultusunda istenilen koşulları sağlayan bölgelerin tespit edilmesi ve bu bölgelerden raylı sistem hattının geçebileceği uygun hattın belirlenmesi sürecidir. Bu belirleme sürecinde birçok farklı verinin analiz edilerek birbirine entegre edilmesi gerekmektedir (Kırlangıçoğlu, 2016). Bir başka ifade ile güzergah seçimi istenilen koşulları karşılayan konumları belirleme sürecidir (Farkas, 2009). Güzegah belirleme veya rota tespiti, farklı bir şekilde ifade edilecekse kurulacak olan sistemin yerinin seçimi bir noktadan nihai noktaya kadar olan yolculuk taleplerini karşılayabilecek ulaşım altyapısının kurulması olarak tanımlanabilir. Burada önemli olan önemli noktaları veya önemli cazibe noktalarını veya önemli kent içi yolculuk talebi oluşturacak merkezleri, noktaları birbirine bağlamasıdır (Hamurcu ve Eren, 2016).

Kente hizmet verecek olan bir raylı ulaşım sistem projesinin hayata geçirilmesi büyük ve çok uzun vadeli bir yatırımdır. Böyle bir projede en önemli kabul edilen aşama ise koridorun belirlenmesidir. Bu çalışmada geçtiği bölgede yaşayanların yaşam tarzını ve ihtiyaçlarını karşılaması ve çevresindeki kntleşme olgusunu değiştirmesi, ekonomiyi etkilemesi gibi birçok farklı değişkenin analizi aşaması projenin başarısı ve kar zarar durumu için en önemli etkindir (Farkas, 2009).

Raylı sistem güzergah tasarım uzmanları, akademisyenler, belediye yöneticileri ile gerçekleştirilen görüşmeler, ulusal ve uluslararası düzeyde kapsamlı bir literatür taramasından yola çıkılarak güzergah seçiminde öncelikli olarak göz önüne alınması gereken 12 faktör belirlenmiştir.



Şekil 3.9. Raylı sistem güzergah planlamasına etki eden faktörler

(Hamurcu ve Eren, 2016) bir güzergah belirlemede değerlendirilen ana kriterlerin; finans, politika, sosyal etki, ekonomik etki, çevresel etki, erişilebilirlik, bakım, nüfus, kurumsal, mühendislik, ulaşım, alan (arazi) kullanımı, arazi değeri (mülkiyet), güvenlik ve güvenilirlik olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca diğer kriterler olarak güzergah uzunluğu, yol genişliği, nüfus yoğunluğu, inşaa maliyeti, güzergah üzerindeki şehirlerin geometriği, ulaşımaya yönelik gelişme, yolculuk taleplerini karşılama düzeyi, taşıt sefer sıklığı, çevresel etkiler, güzergahın kullanılabilirliği, hareketlilik, iş merkezlerinin hareketliliği, kamusal hareketlilik, işletme maliyeti, trafik yoğunluğu, hassas alanlara etki, ortak alanlarda geçiş hakkı, sistem planlama, kapasite, erişilebilirlik, ulaşımaya entegrasyon, sisteme uyum, inşaa süresi, kapasite kullanımı, stratejik bağlantı yerleri, maksimum ağ, minimum istimlak ve hattın genişletilebilirliği gibi kriterler ele alınmıştır.

Fizibilite etütleri, projelendirme ve uygulama

Raylı sistem koridorları belirlenme aşamasından sonra avan proje hazırlanması ve fizibilite etütlerin yapılması, projelendirme, onay ve uygulama aşaması yer almaktadır (Murteza, 2010).

Bu aşamada öncelikle ekonomik fizibilite etüdü yapılır. Fizibilite etüdünde değerlendirilen ekonomik maliyetler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Murteza, 2010).

- Yapım Maliyeti
- Taşıtların Yatırım Maliyeti
- İşletme ve Bakım Maliyeti
- Finansman Giderleri

Fizibilite etütlerinin değerlendirilmesinden projenin fizibil bulunması halinde raylı sistem projelendirilir. Öncelikle seçilen güzergah ile ilgili mevcut durum tespiti yapılır. Mevcut durumun tespitinden sonra ayrıntılı ulaşım etüdü çıkarılır (Dündar ve Öztürk, 2016).

3.1.4. Raylı sistemlerin yapıldığı bölgeye olan etkisi

(Yahşi, 2022), Bu çalışmada; sanayi devrimi sonrasında ilerleyen zaman içerisinde raylı sistemlerin türleri gelişmiş hız kazanmış ve nüfusu artan ulaşım problemleri bulunan kentlerin ulaşım sorunlarına bir çözüm önerisi olarak ele alınmıştır. Bu gelişmelerle birlikte raylı sistemler kent planlarında ulaşım sisteminde kendisine daha fazla yer bulmuştur. Kentlerde ulaşım problemlerinde bir çözüm önerisi olarak ele alınan raylı sistemlerin kentsel gelişmeye etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmış ve buna yönelik olarak örneklem alan olarak seçilen Ankara kentinin planları ve ulaşım çalışmaları değerlendirilmiştir. Ankara kentinin raylı sistemleri incelendiğinde bazı projeler yerleşik bir alanda ulaşım problemlerine çözüm amacı taşırken bazı raylı sistem projeleri ise imar planlarında belirlenen gelişme yönleri doğrultusunda kentsel gelişmeyi yönlendirici bir etki taşıdığı anlaşılmıştır. Bu araştırmalar ve bilgiler doğrultusunda Ankara kentine hizmet veren raylı sistem güzergahları analiz edilmiştir. Yapılan analizlerin değerlendirilmesi sonucunda bir raylı sistemin öncelikle kentlerde gelişme yönlerini belirleyen; ulaşım konusunda kolaylık sağlayarak öncelikle etki alanı içerisinde bulunduğu alanlarda yapılaşmayı arttırıcı yönde etkisi bulunan bir ulaşım türü olduğu değerlendirilmiştir.

(Alp ve Özdemir, 2022), Çalışma kapsamında; İstanbul İli Arnavutköy İlçesi sınırlarında yer alan raylı sistem projesinin kentsel gelişim ve arazi kullanımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Söz konusu projenin duyulmasından sonra raylı sistem güzergahı ve yakın çevresinde arazi satış birim fiyatları sürekli artış göstermiştir. İlçede istasyon noktalarının

bilinmesiyle, yakın çevresindeki gayrimenkullerin üzerine özel değer katarak çevresinde avantaj yaratmaktadır. İstasyon çevrelerinin önem kazanması ile durak etki alanındaki arazi fiyatları yükselmiş dolayısıyla da tek katlı yapılaşmada değişim yaşanarak proje sonrası yüksek katlı yapılar yapılmaya başlamıştır. Çoğunlukla konut olarak kullanılan yapılar yerine konut+ticaret veya ticaret yapılaşması görülmekte olup istasyon yakınlarında kültürel tesis alanı, park alanı, eğitim alanı gibi sosyal donatılarına yer verilmeye başlanmıştır. Gayrimenkul satış birim fiyatlarındaki artış, arazi kullanımındaki doluluk oranının artmasında tetikleyici bir etken olmuş ve bölgedeki arazilerin hızlı el değiştirdiği görülmüştür.

(Kam ve Ulusay Alpay, 2023), Kentlerin gelişmesine etki eden ana faktörlerden biri ulaşım sektörü olup, özellikle karayolu ve raylı sistemlerin gelişmesiyle birlikte kent makroformunda yayılmalar ve saçaklanmalar yaşanmaktadır. Gelişimini tamamlamış kentlerde, raylı toplu ulaşım sistemleriyle bütüncül planlama hakimdir. Dünya’da krizlerin ve savaşların olduğu dönemlerde bile kentlerin raylı sistem ağı gelişme göstermiştir. Londra ve New York’a göre daha geç dönemde kent içi raylı sisteme ağırlık veren Moskova, Tokyo ve Kopenhag gibi kentler kısa sürede çok sayıda yolcunun kullandığı gelişmiş metro ağına sahip olmuştur. İstanbul’da raylı toplu taşıma sistemlerinin etkileri incelendiğinde, 1990’lı yıllardan sonraki planlı yapılaşma ve ulaşım kararları ilr örnek inceleme alanı olarak seçilen Başakşehir ilçesinin İkitelli Bölgesi’nde son yıllarda yeni yapılaşma alanlarının açılmasıyla hızlı yapılaşma ve nüfus artışı ortaya çıkmış, metro hattı inşaatı sürecinde de kentsel dönüşüm yaşanmıştır. Bu süreçte;

- Önceden yapılaşmanın bulunmadığı alanlarda raylı sistem ulaşımı ile hem iş alanı hem de konut alanları birlikte planlanmıştır.
- Metro hattı hizmete açıldıktan sonra, özellikle istasyon çevrelerindeki konutlar tamamlanmış, yeni hatların planlanmasıyla birlikte konut projeleri de planlanmış, ancak metro hattındaki inşaat kesintileri ve bütçe sıkıntıları sebebiyle birçok alanda konutlar metro hattından önce tamamlanmıştır.

Sonuç olarak, raylı sistemler kent makroformunun değişimi ve dönüşümünde doğrudan etkilidir. Özellikle raylı sistem odaklı planlanmış kentlerde bu etki çok daha fazladır. İstanbul metropolünün Marmara Denizi’ne paralel lineer gelişiminde, ilk banliyö hattının önemli etkisi olduğu gibi, üç ayrı boğaz karayolu geçişleri kentin kuzey yönünde genişleyerek lineer formun değişimini getirmiştir. Kentin kuzey yönünde iki karayolu

arasında ve uzun süre yapılaşma dışı kalmış olan Başakşehir gibi bölgelerin, konut gelişme alanları olarak planlanması sürecinde de raylı sistem güzergahlarının etkili olduğu görülmüştür. Günümüzde, İstanbul kentinin gelişmekte olan alanlarına uzatılan raylı toplu taşıma hatlarının makroforma etkileri doğrudan gözlemkenebilmekte, dolaylı olarak fonksiyon değişimine sebep olmaktadır.

(Başkan, 2014), Kent makroformunun tarihsel süreç içinde gösterdiği gelişim ve dönüşüm ile ulaşım alt yapısı arasındaki ilişkiyi inceleyen bu çalışmada;

Hipotez 1: Ulaşım ve kent makroformu arasındaki ilişkiyi, ulaşımın kent biçimine etkileri çerçevesinde ortaya koymak hedefiyle sorulan “ulaşım, kent makroformunun gelişim ve değişim sürecinde etkili bir unsur mudur?” ve “bu etkiyi ölçmek mümkün müdür?” şeklinde kurulan hipotezi tez çalışması neticesinde “ulaşım yatırımları kent makroformunun gelişmesinde ve dönüşümünde etkin bir usurdur” şeklinde sonuç çıkmıştır.

Hipotez 2: “Pendik’in makroform oluşumunda ulaşım yatırımlarının/olanaklarının birincil derecede etkisi var mıdır yoksa başka etken unsurlar var mıdır?” şeklinde kurulmuştur. Öncelikle kentin sosyal, fiziksel ve ekonomik gelişmesi açısından büyük bir öneme sahip olan “konum” Pendik’e erişim sağlandığı ölçüde etkilidir. İlk dönem yerleşme yapısı incelendiğinde yaya ölçeğinde ve iskele etrafında deniz ulaşımı nispetinde bir konum rantı olan Pendik, raylı sistem erişiminin sağlanmasının ardından gelişimini iskele ve gar sahası arasında sürdürmektedir. 1924 ve 1960-1970 arasında gerçekleşen “kent biçimine nüfusun etkisi” şeklinde değerlendirilebilecek göç hareketlerinin kent makroformuna etkisi yine ulaşım aksları paralelinde gerçekleşmiştir. İlk dönemde gar sahasının güneyinde yer alan yerleşme mübadele dönemi göç hareketlerinde gar sahası kuzeyinde mahalleler oluşturmuş ancak gar sahasına yürüme mesafesinde bir gelişim olmuştur. İkinci dönem göç hareketlerine bakıldığında ise Ankara asfaltının sağladığı erişim imkanları ile yerleşim bu yönde gar sahasından uzaklaşarak büyümeye devam etmiştir. Buradan hareketle hipotezde belirtilen sorunun cevabı olarak “Pendik’in makroform oluşumunda ulaşım yatırımlarının/olanaklarının birincil derecede etkisi vardır” denilebilir.

(Gülhan, 2018), Raylı sistemler yerleşmeler tarihi açısından kentsel gelişimi yönlendiren en temel unsurlardan birisidir. Zaman içerisinde ulaşım teknolojilerinde ve demiryollarında yaşanan değişimlere de bağlı olarak kent içi raylı sistemler ulaşım da önemli bir yere

gelmiştir. Bugün kent içi ulaşımında kullanıldığı biçimiyle metro, tramvay gibi hafif raylı sistemler kent içerisindeki konut ve emlak değerlerini yönlendiren en temel unsurlardan birisidir. Bu çalışmada, raylı sistem yatırımlarının konut alanlarının gelişimi ve fiyatları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kazlıçeşme – Söğütluçeşme Metro Hattı'nın etrafındaki konut alanlarında yaratacağı fiyat artışı ve yayılım etkisi, Pacheco – Ragus J.F.'nin 2010 yılında yapmış olduğu “Assessing the impacts of Light Rail Transit on urban land in Manila” adlı çalışmadaki kabuller ve tekniklerden yararlanılarak hesaplanmıştır. Konut fiyatlarının bölge bazında yükseldiği ve bölgedeki bu artışın kamu yararı açısından nasıl arazi kullanım olanakları sunabileceği değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar kapsamında 14 durak ve etrafındaki 500 metrelik erişilebilirlik mesafesindeki alan için yatırım, arazi kullanım türü ve kentsel dönüşüm fırsatları kapsamında ilke bazında öneriler, yaklaşımlar ve taslak fikirler üretilmiştir. Çalışma bulgularına göre, emlak vergisi artışının 2019 yılında 6, 2020 yılında 10, 2021 yılında 13 ve 2022 yılında 22 milyon dolara ulaşacağı; aynı zamanda 14 istasyon çevresindeki rekreasyon, ticaret ve konut alanlarında arazi kullanım çekiciliği artışı doğacağı devamlı potansiyel konut alanı, ticaret alanı, kentsel rekreasyon alanları ve ulaşım yatırımları önerileri oluşturabileceği tespit edilmiştir.

(Atmaca, 2009), Ulaşım ile kentsel gelişme arasında; fiziksel ilişkiler (yoğunluk artışı, alansal büyüme), ekonomik faktörler (arazi fiyatı, kira değeri, rant), sosyal faktörler (eşitlik ve dağılım) ve çevresel etkiler (yaşam kalitesi) bulunmaktadır. Bütün bu faktörler üzerinde kurgulanan ulaşım ve kentsel gelişme arasındaki etkileşimi anlamak için; etken olan bu faktörlerin ve/veya etkileşim biçimlerinin gerek makro gerekse mikro ya da kentsel ölçekte yansımaları değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmeler sonucunda şunlar gibi sonuçların ortaya çıkması muhtemeldir;

- Bölgesel ölçekte daha fazla ulaşım altyapısı yatırımları, bölgesel kalkınma faydalarının temelini oluşturur.
- İki veya daha fazla ulaşım modunun bir araya geldiği ulaşım kesişme noktalarında yerleşme potansiyeli yüksektir.
- Ana ulaşım ağlarının, yerel ekonomi ve gelişme potansiyeli olan alanlar üzerinde büyük etkileri vardır. Gelişme potansiyeli olan alanlar, ulaşılabilirliğin değişmesi ile diğer bölgelere göre yeni bir avantaj kazanırlar.
- Ulaşım sisteminde maksimum fayda için farklı ölçeklerde farklı ulaşım modları bir harmoni halinde işletilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın hipotezleri olarak da kabul edilen bu faktörler örneklem alan seçilen Isparta’da sorgulanmakta ve ulaşım özelinde demiryolu ulaşımının kente etkileri sosyo-kültürel, ekonomik ve mekânsal boyutlarda irdelenmiştir.

Raylı sistem ulaşımının Isparta kenti üzerinde yaratmış olduğu etkiler sadece mekânsal boyuttan ibaret değildir. Kent üzerinde ekonomik ve sosyo-kültürel boyutlarda da değişimlerin yaşanmasında demiryolunun dolaylı ya da dolaysız olarak etkileri olmuştur. Cumhuriyetin ilk yıllarındaki kalkınma çabalarının bir sonucu olarak Isparta kentine demiryolunun gelmesi ekonominin gelişiminde hızlandırıcı bir etki yaratmıştır. Ekonomik bağlamda yaşanan bu etkilerin Isparta kentindeki yansımaları ise sanayi alanlarının demiryoluna yakın yerlerde gelişim göstermesi şeklinde olmuştur. Tüm bu gelişmelere rağmen ülkesel politika olarak demiryolu ulaşımından karayolu ulaşımına geçiş süreci gerek makro gerekse mikro ölçekte demiryolu ulaşımının gerilemesine, yatırımların karayolu ulaşımına kaymasına ve demiryolu ulaşımının taşımacılıktaki payının gerilemesine neden olmuştur. Isparta demiryolu hattının ilk kurulduğu yıllarda hem ekonomik hem de sosyo-kültürel anlamda geliştirici etkileri bulunan raylı sistem ulaşımı, küresel trendlerin ülkemizdeki yansımalarının bir sonucu olarak önemini yitirmiş, bunun yerine daha yüksek maliyetli karayolu ağırlıklı bir sistem oluşturularak karayolu ulaşımına bağımlı bir ulaşım yapısı ortaya çıkartılmıştır.

İncelenen çalışmalar sonucunda;

- Raylı sistemler gelişme yönleri doğrultusunda kentsel gelişmeyi yönlendirici bir etki taşıdığı ortaya çıkmıştır. Raylı sistemin öncelikle kentlerde gelişme yönlerini belirleyen; ulaşım konusunda kolaylık sağlayarak öncelikle etki alanı içerisinde bulunduğu alanlarda yapılaşmayı arttırıcı yönde etkisi bulunan bir ulaşım türü olduğu değerlendirilmiştir.
- İstasyon çevrelerinin önem kazanması ile durak etki alanındaki arazi fiyatları yükselmiş dolayısıyla da tek katlı yapılaşmada değişim yaşanarak yüksek katlı yapılar yapılmaya başlamıştır. Çoğunlukla konut olarak kullanılan yapılar yerine konut+ticaret veya ticaret yapılaşması görülmekte olup istasyon yakınlarında kültürel tesis alanı, park alanı, eğitim alanı gibi sosyal donatılarına yer verilmeye başlandığı tespit edilmiştir.

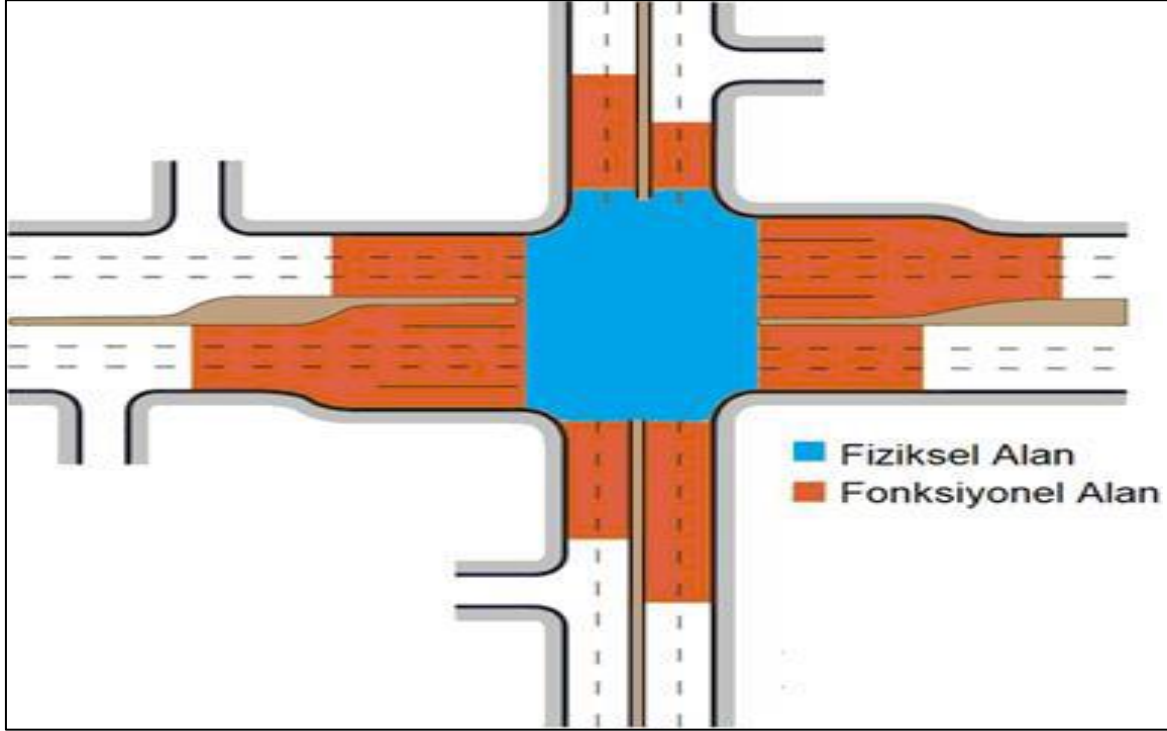
- Gayrimenkul satış birim fiyatlarındaki artış, arazi kullanımındaki doluluk oranının artmasında tetikleyici bir etken olmuş ve bölgedeki arazilerin hızlı el değiştirdiği görülmüştür.
- Şehirlerin raylı sistem güzergahına paralel lineer geliştiği gözlemlenmiştir.
- Raylı sistemler kentin sosyal, fiziksel ve ekonomik gelişmesi açısından büyük bir öneme sahip olduğu ortaya çıkartılmıştır.
- Kent içi ulaşımında kullanıldığı biçimiyle raylı sistemler kent içerisindeki konut ve emlak değerlerini yönlendiren en temel unsurlardan birisi olduğu belirlenmiştir.
- İstasyon çevresinde rekreasyon, ticaret ve konut alanlarında arazi kullanım çekiciliği artışı doğacağı devamlı potansiyel konut alanı, ticaret alanı, kentsel rekreasyon alanları ve ulaşım yatırımları önerileri oluşturabileceği tespit edilmiştir.
- Bölgesel ölçekte raylı sistemler bölgesel kalkınma faydalarının temelini oluşturacağı ortaya çıkartılmıştır.
- Raylı sistemlerin, yerel ekonomi ve gelişme potansiyeli olan alanlar üzerinde büyük etkileri olduğu belirtilmiştir.

3.2. Kavşak Tasarımı

Kavşaklar, iki veya daha fazla karayolunun kesişmesi, birleşmesi ve ayrılması ile oluşan ortak alanlardır. Kavşağa giren ve çıkan yollardan (kavşak kollarından) ayrı ayrı yaklaşıldığında, kollardaki geometrik değişikliğin başladığı noktaların birleştirilmesi ile oluşan bölge kavşak alanını teşkil etmekte olup, kavşaklar genellikle üç veya dört kollu olabilirler.

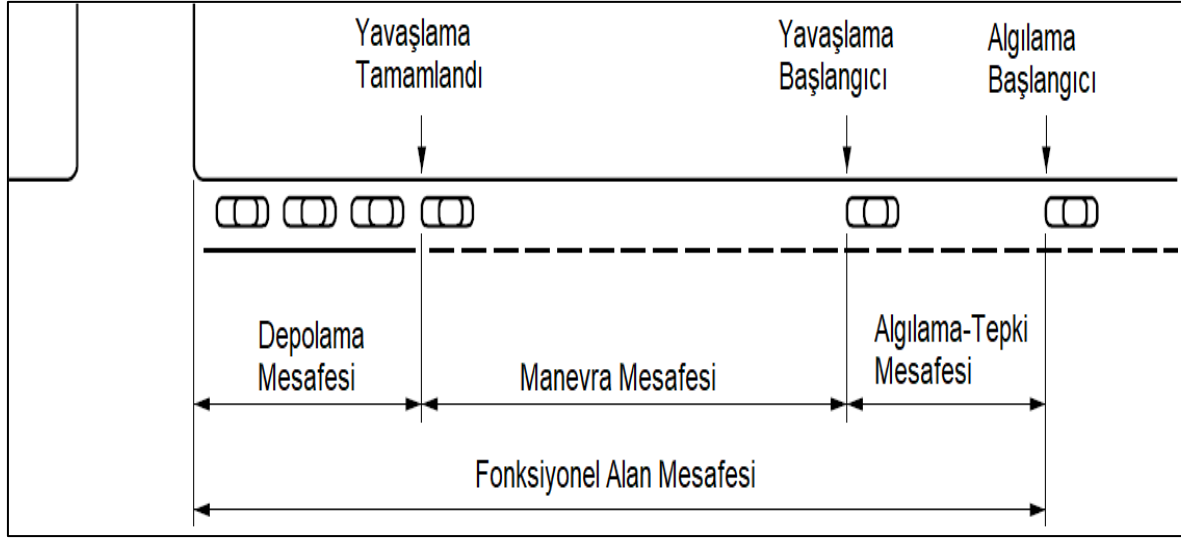
Kavşaklar karayolunun önemli bir unsurudur. Bunun nedeni, yolun performansı, güvenlik, hız, işletme maliyeti ve kapasite gibi özelliklerin kavşakların tasarımına bağlı olmasıdır. Kavşaklar iki veya daha çok karayolundaki doğrusal veya kesişen trafik akışlarını kapsadığı gibi, bu yollar arasındaki dönüş hareketlerini de içerir. Bu hareketler, kavşak tipine bağlı olarak, çeşitli geometrik tasarımlar ve trafik kontrolü ile sağlanır. Kesişen karayolları üç genel tip oluşturur. Bunlar; eşdüzey kavşaklar, farklı seviyeli kavşaklar ve seviye ayrımlı (rampasız) geçişlerdir.

Bir kavşak fiziksel ve fonksiyonel alanlarıyla tanımlanır (Şekil 3.10). Kesişen yolların çakıştığı bölge fiziksel alanı oluşturur. Fonksiyonel alan ise, fiziksel alanı da içine alan; yol platformunun kavşak nedeniyle değişim gösterdiği ve buna ilave olarak algı-tepki mesafesini de içeren, kavşak giriş ve çıkışı arasında kalan tüm bölgeyi (yardımcı şeritler, adalar, vs.) kapsamaktadır (KGM, 2022).



Şekil 3.10. Kavşak fiziksel ve fonksiyonel alanları

Kavşak yaklaşımındaki fonksiyonel alan; algı-tepki mesafesi, manevra mesafesi ve depolama mesafesinden oluşur (Şekil 3.11). Fonksiyonel alan içerisinde başka bir bağlantı yolu vb. taşıt yolunun bulunmaması arzu edilir (KGM, 2022).



Şekil 3.11. Fonksiyonel alan bileşenleri

3.2.1. Kavşak düzenlemelerinin amacı

Kavşak tasarımında, tipinden bağımsız olarak aşağıdaki amaçlar gözetilmelidir:

- Hızın kontrol altına alınması,
- Sürekliliğinin sağlanması,
- Güvenliğin artırılması,
- Yavaşlama ve durmalar nedeniyle oluşan gecikmelerin azaltılması,
- Yeterli hizmet seviyesinin sağlanması,
- Taşıt işletme maliyetlerinin azaltılması, (KGM, 2022)

3.2.2. Tasarımı etkileyen faktörler

İnsan faktörü:

- Sürücü alışkanlığı
- Sürücünün karar verme kabiliyeti ve beklentileri
- Algı-tepki süresi
- Hareket yörüngesine uyum
- Yaya alışkanlıkları ve kavşağı kullanım sıklığı (KGM, 2022)

Trafik faktörü:

- Mevcut kapasite ve tasarım kapasitesi

- Dönüş trafiklerini de içeren trafik hacim değerleri (taşıt sınıflarına göre saatlik, günlük)
- Zirve saat değerleri
- Taşıt boyutları ve nitelikleri
- Taşıt hareketlerinin dağılımı (ayrılma, katılma, örülme kesişme)
- Taşıt hızları
- Trafik kazalarının sayısı ve analizi
- Yaya hareketleri (KGM, 2022)

Fiziksel faktörler:

- Kavşak alanının geometrik özellikleri
- Çevresel faktörler
- Mülkiyet ve imar durumu
- Güvenlik kriterleri
- Trafik işaretlemeleri ve aydınlatma ekipmanları
- Yaya geçitleri (KGM, 2022)

Ekonomik faktörler:

- Yapım maliyeti
- İmar ve kamulaştırma kısıtlamaları ve maliyetleri
- Bakım-işletme maliyeti (KGM, 2022)

Sosyal faktörler:

- Demografik yapı
- Kamuoyu (KGM, 2022)

3.2.3. Tasarım için gerekli veriler

Bölgesel veriler:

- Kavşak bölgesinin topoğrafik durumu, haritası ve plankotesi
- Kesişen yolların yatay ve düşey geometrileri, enkesit tipleri ve kaplama durumları
- Kavşak bölgesi için kültürel, tarihi, fiziksel ve hukuki sınırlamalar getirecek durumlar
- Mevcut zemin ve drenaj sistemi
- Kavşak bölgesinde bulunan mevcut yollar, imar yolları, mevcut veya planlanmış kavşakların kategori ve tipleri

- Mevcut imar koridoru ve kamulaştırma sınırları
- İlgili yerel yönetim, idare ve kurumların ihtiyaçları
- Özellik taşıyan tesis ve kurumların konumu (KGM, 2022)

Trafik verileri:

- Anayol ve tali yolların bütün yönlerdeki trafik sayımları (taşıt sınıfına göre ve saat, gün, YOGT)
- Zirve saat değerleri
- Taşıt karakteristikleri ve cinsleri
- Bütün kesişen yollar için taşıt hızları
- Yaya trafik sayımları ve hareketleri
- Kaza raporları, analizleri ve istatistikleri
- Mevcut kavşakların kapasite analizleri
- Planlanan kavşakların kapasite analizleri (KGM, 2022)

3.3. Eşdüzey Kavşaklar

Eşdüzey kavşaklar, iki veya daha fazla karayolunun aynı düzlemde kesişmesi sonucunda oluşan kavşaklardır. Kavşağa giren ve çıkan kollardaki trafik hacmi, arazi şartları, yaya ve taşıt güvenliği kriterlerine göre öncelikli olarak ele alınırlar (KGM, 2022).

3.3.1. Kavşak tipleri

Eşdüzey kavşaklar, kol sayısına göre üç ana tipte gruplandırılır:

- Üç kollu kavşaklar (T veya Y kavşaklar)
- Dört kollu kavşaklar
- Çok kollu kavşaklar

Trafik kontrol sistemine göre ise iki tipte gruplandırılır:

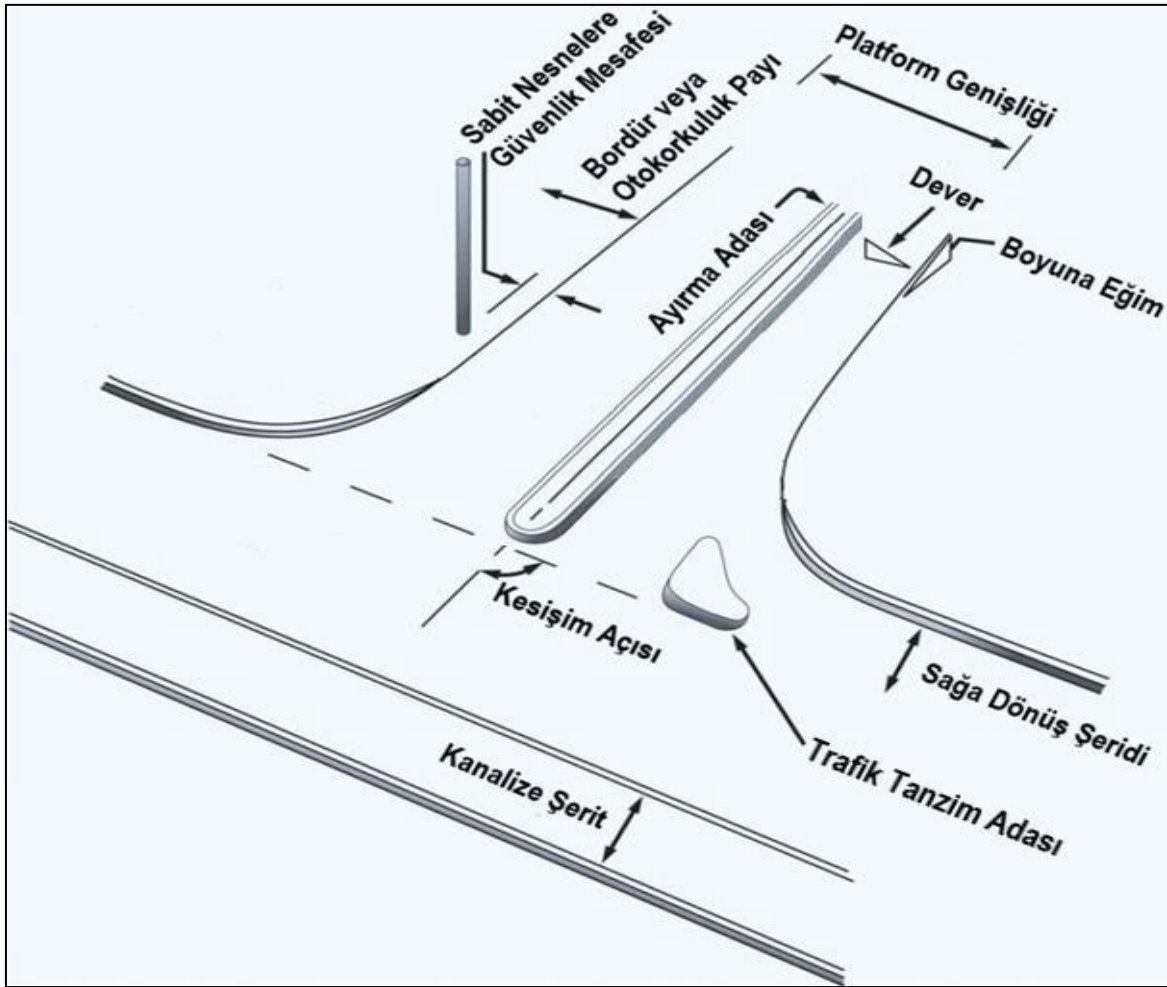
- Sinyalize kavşaklar
- Sinyalize olmayan kavşaklar

İşaretleme veya adalar ile yapılan yönlendirmeye göre de aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

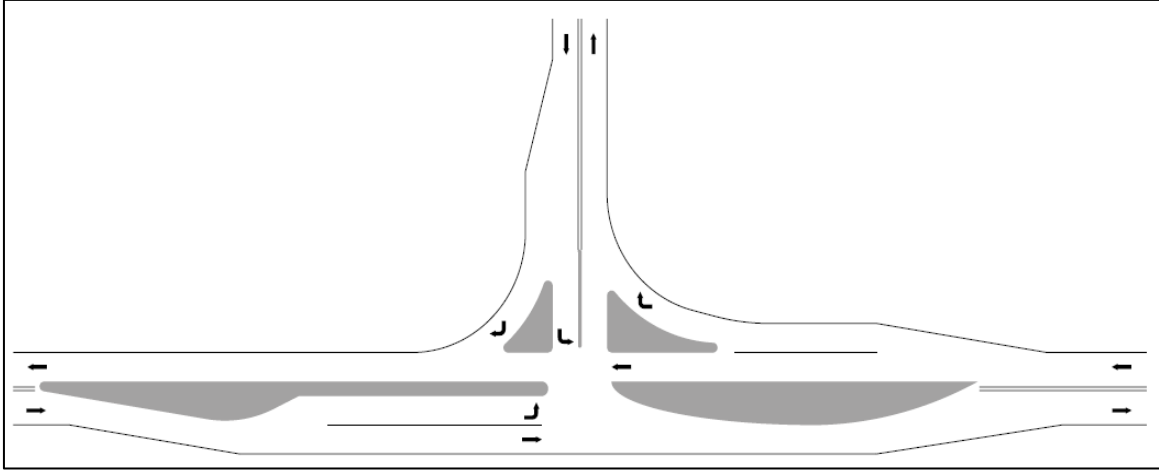
- Kanalize edilmiş kavşaklar
- Kanalize edilmemiş kavşaklar (KGM, 2022)

Üç kollu eşdüzey kavşak

Bu grupta yer alan T kavşaklar, kanalize edilmeden düşük trafikli 2x1 şeritli kırsal yollarda kullanılabildiği gibi, şehir geçişlerinde yer alan bölünmüş yollarda da uygulanabilir. Yüksek trafikli hacmine sahip anayol – tali yol kesişimlerinde, dönen trafiği kontrol altına almak ve yeterli dönüş yarıçaplarını sağlamak amacıyla kanalize edilerek uygulanır. Örnek bir T kavşak yerleşimi ve elemanları şematik olarak şekil 3.12’te gösterilmiştir (KGM, 2022).



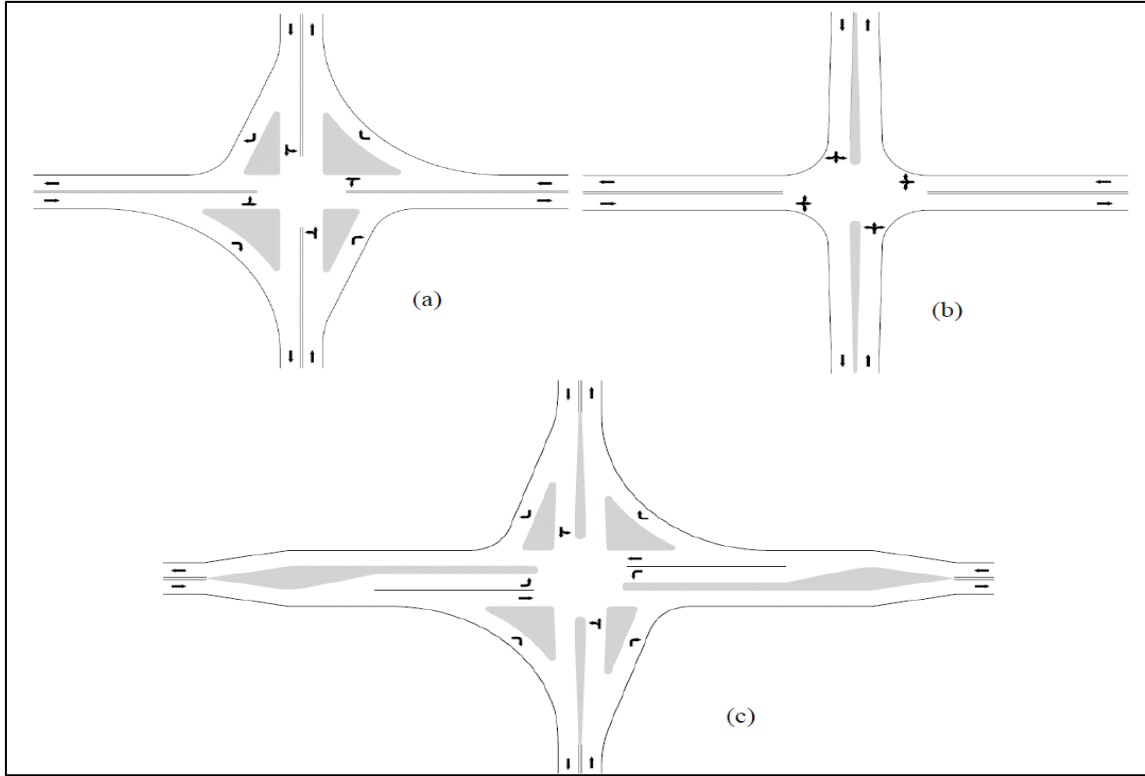
Şekil 3.12. Kavşak şematik yerleşimi ve elemanları



Şekil 3.13. Üç kollu kanalize T kavşak

Dört kollü eşdüzey kavşak

Üç kollü eşdüzey kavşaklarda olduğu gibi, dört kollü eşdüzey kavşaklarda da anayol – tali yol kesişme açısının 75° ile 105° arasında olması arzu edilir. Dar açılı kesişmelerde tali yol eksenlerinin yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu kavşaklarda, anayolda kesintisiz trafik akışını sağlamak amacıyla hız değiştirme şeritleri tasarlanır. Bu şeritlerin paralel bölümlerinin asgari 45 m olması önerilmektedir. Anayola katılmalarda hızlanma şeritleri yeterli mesafede (min. 50 m) kama şeklinde tasarlanabilir. Kavşak köşelerindeki yarıçaplar büyük taşıtların dönüşlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır (KGM, 2022).



Şekil 3.14. Dört kollu kanalize kavşaklar

Dönel kavşaklar

Dönel kavşaklar aşağıdaki şekilde gruplandırılırlar.

- Mini dönel kavşak
- Tek şeritli dönel kavşak
- Çok şeritli dönel kavşak

Transit trafiğin dönüş trafik hacmine göre daha az olduğu ve yaya hareketleri ile ağır taşıt oranının fazla olduğu kavşaklarda, kavşak yaklaşımlarında ve kavşak içindeki işletme hızını düşürerek trafik güvenliğini artırmak amacıyla, dönel kavşakların tasarlanması uygun olacaktır. Bu durumda, taşıt hızlarının düşmesiyle kavşak kapasitesi azalacaktır, ancak burada kapasite ve trafik güvenliğini optimize edecek tedbirlerle istenen kapasite standartlarına ulaşmak mümkündür.

Mini dönel kavşaklarda orta (dönel) ada yeterli büyüklükte tasarlanmakla beraber bordürsüz imal edilmektedir. Böylece, otomobillerin ada çevresinden dönmesi sağlanırken, ağır taşıtların ada üzerinden geçebilmelerine (adanın solundan geçilmesi istenmemektedir)

imkân yaratılmaktadır. Tek şeritli ve çok şeritli dönek kavşaklarda ise, ada çapına bağlı olarak, ağır vasıtaların dönüş esnasında kullanmaları için adanın etrafında bordürsüz dönüş şeridi imal edilebilmektedir (KGM, 2022).



Şekil 3.15. Çok şeritli dönel kavşak

Dönel kavşakların dörtten fazla bağlantı kolu ile tasarlanmaları arzu edilmez. Dış (Çevrel) çember çapının mini dönel için en az 13 m, tek-şeritli dönel için 27 m, çok şeritli dönel kavşak için ise 46 m olması önerilmektedir (KGM, 2022).

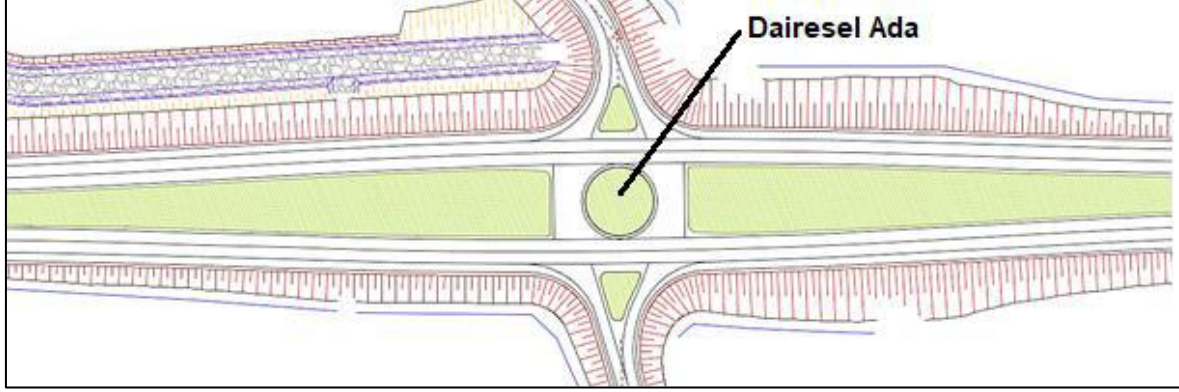
Çizelge 3.1. Dönel kavşakların tipik geometrik özellikleri (KGM, 2022)

Tasarım bileşeni	Mini Dönel	Tek Şeritli Dönel	Çok Şeritli Dönel
Tasarım Hızı (km/sa)	25 – 30	30 – 40	40 – 50
Giriş Şeridi Sayısı	1	1	≥ 2
Dış Çember (Çevrel) Çapı (m)	13 – 27	27 – 55	46 – 91
Ada Tipi	Bordürsüz Hemzemin	Bordürle Yükseltilmiş	Bordürle Yükseltilmiş
4 Kollu Kavşak için Trafik Kapasitesi (taşıt/gün)	0 – 15.000	0 – 20.000	2 şerit için 0 – 45.000

Dairesel adalı ana yol – tali yol kavşağı

Bu kavşaklar, trafik hacmine ve bulunduğu yere göre değişen tipleri bulunan kanaliz edilmiş kavşaklardır. Ülkemizde kamulaştırma maliyetinin yüksek olduğu yerlerde ve özellikle kent geçişlerinde sıklıkla uygulanan dönel kavşak tipidir. Gereken bütün trafik hareketlerine imkân vermesi, herhangi bir dönüş yapmayacak taşıtlar için yüksek işletme

hızını sağlayabilmesi ve kamulaştırma ihtiyacının görece azlığı sebebiyle farklı seviyeli alternatiflere alternatif olmaktadır (KGM, 2022).



Şekil 3.16. Dairesel adalı ana yol – tali yol kavşağı

Bu kavşaklarda dönel ada çapı (iç çap) en az 20 m olmalıdır. Ancak, TIR trafiğinin yoğun olduğu organize sanayi bölgelerinde dönel ada çapının en az 24 m olması sağlanmalıdır. Dönel Ada, anayol ve tali yol trafik hacimlerinin birbirine yakın olduğu durumlarda daire olarak tasarlanmalı, birbirinden farklı olduğu durumlarda ve geometrik koşulların zorlaması halinde elips olarak tasarlanmalıdır (KGM, 2022).

3.3.2. Kavşak kapasite analizleri

Kavşak kapasitesi, hâkim yol, trafik ve kontrol koşulları altında, özel bir zaman periyodu boyunca bir kavşağı kullanabilecek taşıtların azami sayısıdır. Kavşak kapasite analizi, belirli kabuller temelinde trafik, yol ve kontrol koşulları altındaki bir kavşağı inceler. Bu koşullar kapasiteyi doğrudan etkilediğinden hâkim koşulları farklı olan kesimler farklı kapasitelere sahiptir. Kavşak kapasite analizleri iki amaçla yapılır:

- Mevcut bir kavşağın hizmet seviyesini belirleyerek halihazırdaki kavşak kapasitesinin mevcut ve/veya gelecekteki trafik hacmine cevap verip vermediğini belirlemek ve eğer istenen hizmet seviyesi sağlanamıyorsa, kapasiteyi artırabilecek çözümler ortaya koymak için,
- Yapılması planlanan bir kavşağın hizmete açılması düşünülen tarih esas alınarak, oluşması muhtemel trafik talepleri çerçevesinde kollarda ve tüm kavşaktaki kapasitesinin belirlenerek, istenen hizmet seviyesi sağlanamamışsa yeni çözüm önerileri sunmak için (KGM, 2022).

Mevcut kavşaklarda kapasite analizi yapmak için gerekli trafik verileri:

- Kavşak kollarına ait sola, sağa dönüş ve direkt giden trafik hacim değerleri
- Kavşağı kullanan yayalara ve bisikletlilere ait hacim değerleri
- Kavşak kollarının geometrik özellikleri ve trafik düzenlemeleri (kolların % eğimi, sola dönüş ceplerinin varlığı, sağa dönüşler için genişletmenin varlığı, kollardaki şerit sayısı, ana ve tali yol işaretlemelerinin varlığı) (KGM, 2022)

Planlanan kavşaklarda kapasite analizi yapmak için gerekli trafik verileri:

Yapılması planlanan bir kavşağın tipine karar verebilmek için öncelikle yapılması gereken çalışma, Başlangıç-Son (O-D) etütleridir. Böylece oluşması muhtemel trafik talepleri önceden belirlenmekte, elde edilen trafik hacimleriyle gerçekleştirilecek kapasite analizleri sonucunda, istenen hizmet seviyesini sağlayan kavşak tipi tespit edilmektedir. Diğer taraftan kavşak tipinin tespitinde yegâne unsur kapasite değildir. Trafik güvenliği, arazi topografyası, maliyet, imar planları ve kamulaştırma problemleri, yerel talepler, kavşak yapılması düşünülen yörenin tarihi, kültürel ve turistik nitelikleri, kamunun gereksinimleri vb. hususlar da kavşak tipine karar verilirken gerektiğinde yerinde yapılacak incelemelerle tespit edilerek değerlendirilmesi gereken etkenlerdir (KGM, 2022).

3.3.3. Kavşaklarda trafik hareketleri

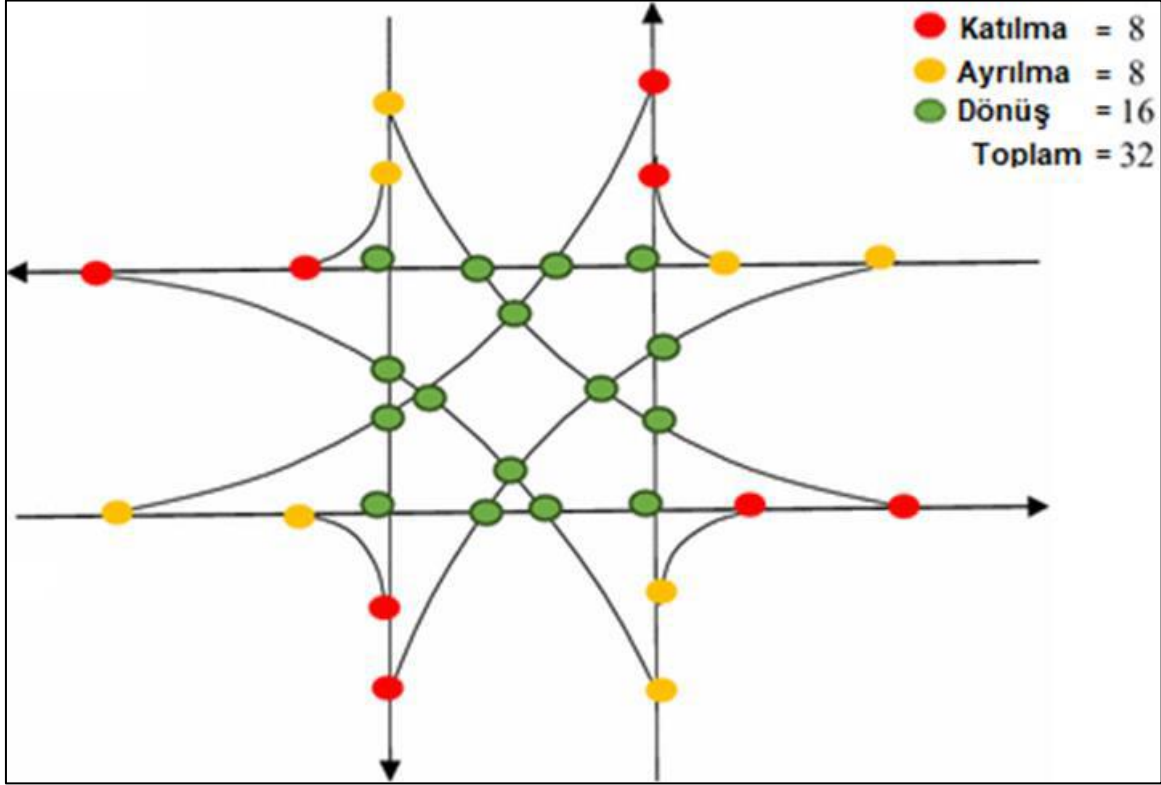
Bir eşdüzey kavşakta iki çeşit trafik hareketi mevcuttur:

- Ayrılma: Anayol trafiğinde aynı yöndeki taşıtların anayoldan tali yola geçişleridir. Sağa, sola, çatal veya çoklu şekilde olabilir.
- Katılma: Tali yoldaki taşıtların aynı yöndeki anayol trafiğine geçişleridir. Sağa, sola, çatal veya çoklu şekilde olabilir.

Bu hareketlerin farklı kombinasyonu aşağıdaki ana çakışma tiplerini yaratırlar:

- Kesişme: Farklı yöndeki trafik hareketlerinin bir noktada çakışmasıdır, dik veya vev olabilir.
- Örülme: Aynı yöndeki ayrılma ve katılma hareketlerinin kesişmesi ile oluşur.

4 kollu eşdüzey bir kavşaktaki olası çakışmalar genel bir fikir vermek için şekil 3.17’de gösterilmiştir.



Şekil 3.17. Çakışma tipleri

Eşdüzey kavşaklardaki çakışmaların sayısı aşağıdaki etkenlere bağlıdır:

- Kavşağa yaklaşan tek yön veya iki yönlü yolların sayısına
- Her bir yaklaşımdaki taşıt sayısına
- Sinyalizasyona
- Sol ve sağa dönüş trafik oranına (KGM, 2022)

3.3.4. Kavşak yerinin belirlenmesi

- Kavşaklar arasındaki mesafe; geometrik değişikliğin başladığı noktadan diğer noktaya en az 1750 m ve yerleşim yeri dışında her 3-5 km’de bir “U” dönüşüne imkân verecek şekilde olmalıdır. Ancak; hastaneler, itfaiye istasyonları, emniyet merkezleri (jandarma, polis vb.), karayolları bakım evleri, yol bakım ve onarım şube şeflikleri, sanayi bölgeleri vb. acil ulaşım ihtiyacına veya özel öneme sahip yapıların varlığı istisna sebebidir.

- Tünel giriş/çıkışları ile kavşağın en yakın rampasının fiziksel burnu arasındaki asgari mesafe aşağıdaki çizelgeden alınacaktır.

Çizelge 3.2. Asgari mesafe Çizelgesi

Anayol Tasarım Hızı(km/sa)	Asgari Mesafe (m)
20	40
30	70
40	100
50	130
60	170
70	210
80	260
90	310
100	370

- Kavşak kolunun anayolda geometrik değişiminin başladığı nokta ile tali yol ve imar yollarının giriş veya çıkış noktaları arasındaki mesafe en az 300 m uzaklıkta olmalıdır.
- Belediye sınırları dışındaki bölgelerde; kavşak kolunun anayolda geometrik değişiminin başladığı nokta ile tesislere ait geçiş yolu ekseninin taşıt yolu dış kenarı ile kesiştiği nokta arasındaki mesafe, aynı yönde birden fazla şeridi olan iki yönlü devlet yolları ile bölünmüş devlet yollarında en az 200 m, diğer devlet yolları ile platform genişliği 10 m ve daha fazla olan il yollarında en az 150 m ve diğer il yollarında en az 100 m olacaktır.
- Belediye sınırları içindeki bölgelerde ise; kavşak kolunun anayolda geometrik değişiminin başladığı nokta ile tesislere ait geçiş yolu ekseninin taşıt yolu dış kenarı ile kesiştiği nokta arasındaki mesafe, aynı yönde birden fazla şeridi olan iki yönlü devlet yolları ile bölünmüş devlet yollarında en az 100 m, diğer devlet yolları ile il yollarında en az 75 m, diğer tüm yollarda ise 50 m olacaktır (KGM, 2022).

3.3.5. Kavşaklarda tip seçimi ve kapasite

Kavşaklar çeşitli ihtiyaçlara cevap verebilmek için tasarlanır. Bunların en başında yolun fonksiyonu veya fonksiyonel sınıflama derecesinin yüksekliği, trafik hacminin fazlalığı, mevcut yolun kapasite yetersizliği, güvenliğin artırılması, yol kullanıcılarına sağlanan ekonomik faydalar gelmektedir. Kesişen yollardan bir ya da fazlasının tam veya yarı erişme kontrollü yollarda, kavşak kolları ile sağ/sol dönüş trafik hacminin fazla, hemzemin kavşak kapasitesinin yetersiz, trafik kazalarının fazla ve kavşak kollarındaki yavaşlama ve

beklemeden kaynaklanan gecikmelerin fazla olması durumunda farklı seviyeli kavşakların yapılması ile kesişen yollardaki trafik akımlarının çakışması önlenir.

Kavşak kllarındaki trafik hacmi tek şeritte 1800 taşıt/saat'ten daha fazla olması veya transit trafik hacminin %20'den veya 400 taşıt/saat'ten daha fazlasının sol dönüş yapması durumunda farklı seviyeli kavşak yapımı gerekmektedir. Eşdüzey kavşakların yetersiz kaldığı yüksek trafik hacimlerinde, farklı seviyeli kavşaklar gereklidir.

Farklı seviyeli kavşakların tasarımında en önemli husus kavşak tipinin seçimidir. Bu tip kesişmelerde dönen trafiği düzenlemek için birkaç temel köprülü kavşak tipi vardır. Kavşak tipinin seçiminde;

- Kesişen kol sayısı,
- Kesişen yolların önemi ve fonksiyonu,
- Transit ve sağ-sol dönüş trafik hacmi, kapasite ve servis seviyesi,
- Transit kompozisyonu ve ağır taşıt oranı,
- Tasarım hızı,
- Erişme kontrol derecesi,
- Topografya ve zemin koşulları,
- Arazi, kullanım durumu ve nüfus yoğunluğu,
- Doğa ve kültür özelliği,
- Kamulaştırma imkanı ve maliyeti,
- Yakınındaki diğer kavşaklar ile ilişkisi,
- Yaya hareketleri,
- Tasarım hareketleri,
- Yapım maliyeti

Gibi hususlara ilave olarak her bir kavşak tipinin sahip olduğu avantajlar ve dezavantajlar önemli rol oynamaktadır. Tasarımcının kavşak tipinin seçimi ve konfigrasyon üzerinde önemli bir rolü olduğu unutulmamalıdır (Koç, 2010).

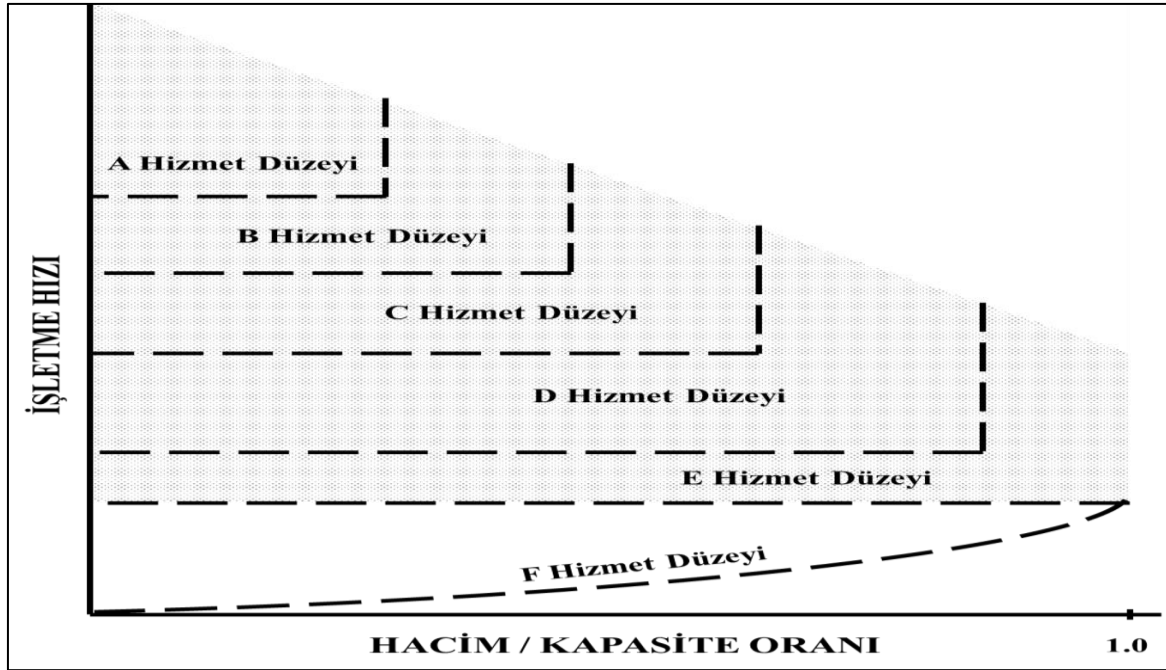
3.3.6. Kapasite ve hizmet düzeyi

Karayolarının ve kavşakların değerlendirilmesinde kapasite ve hizmet düzeyi önemli ölçütlerdir. Bir yol kesiminin kapasitesi; dikkate alınan bir zaman dilimi içinde, hakim yol, trafik ve denetim koşullarında geçebilen saatlik en yüksek taşıt sayısıdır. Tanımda yer alan zaman dilimi olarak, genelde trafik akımının kararlı olduğu en uzun süre olarak kabul edilen 15 dakika alınır. Kapasite yolun tek şeridi ya da bütünü için bir yön veya iki yön olarak verilir. Birimi taşıt/saat'tir. Yine tanımda geçen yol koşulları; şerit sayısı, şerit genişliği, banket genişliği, yatay ve düşey geometri ile ilgili karakteristikler, yan açıklık ve proje hızı gibi hususlardır. Trafik koşulları; trafik akımındaki taşıtların türleri, trafiğin şeritlere ve yönlere göre dağılımı gibi karakteristiklerdir. Denetim koşulları ise, dikkate alınan yol kesimindeki trafik yönetimi ile ilgili her türlü denetim cihaz ve elemanları ile kanun, yönetmelik ve talimatlarıdır.

Hizmet düzeyi ise; yolu kullanan sürücüler ile yolcularca yoldaki işletme koşullarını kalitatif olarak değerlendirmede kullanılan bir ölçüttür. Hizmet düzeyi bir bakıma sürücüler ve yolcuların yoldaki trafik koşulları hakkındaki memnuniyet derecesi olarak ifade edilebilir.

Yoldaki işletme koşullarını belirleyen başlıca parametreler; hız, yolculuk süresi, sürücünün şerit değiştirme ve önündeki aracı geçmedeki serbestlik derecesi, kavşak veya sinyal sebebiyle trafik kesiklikleri, sürücü/yolcu konfor ve huzuru ile trafik güvenliğidir. Genel olarak A, B, C, D, E ve F olmak üzere altı hizmet düzeyi tanımlanmıştır. A hizmet düzeyi serbest akımın olduğu en iyi durumu, F hizmet düzeyi ise zorlamalı akımın yani sık sık dur-kalkların söz konusu olduğu en kötü durumu ifade eder.

Hizmet hacmi ise; seçilen hizmet düzeyinin öngördüğü işletme koşullarında, yolun bir şeridi veya platformun tamamından hakim yol ve trafik koşullarında bir yönde geçebilen en yüksek saatlik taşıt sayısıdır. Değişik hizmet düzeylerinde, yoldaki işletme hızı ile hacim/kapasite oranı ilişkisi aşağıdaki şekilde verilmiştir (Koç, 2010).



Şekil 3.18. Farklı hizmet düzeylerinde işletme hızı ve hacim/kapasite oranı (Yayla, 2006)

Şekildeki işletme hızı; bir sürücünün uygun hava ve hakim trafik koşulları altında önceden belirlenmiş proje hızını aşmamak koşulu ile sağlayabileceği en yüksek ulaşım hızı (ticari hız)'dır. İki şeritli-iki yönlü bölünmüş yollarda farklı hizmet düzeylerindeki işletme koşulları aşağıdaki gibi açıklanabilir;

A Hizmet Düzeyi: Sürücülerin birbirinden etkilenmediği serbest akım durumudur. Bu hizmet düzeyinde sürücüler hızlarını seçmede, sollama ve şerit değiştirme manevralarında büyük bir serbestliğe sahiptirler. Yolculuk konforu son derece yüksektir. Bir sınırlandırma yoksa, ortalama hız 100 km/sa dolayındadır. Trafik akımında üç ve dört taşıttan oluşan kümeler yok denecek kadar az rastlanır. Ortalama gecikme yüzdesi %30'dan küçüktür. En yüksek hizmet hacmi, ili yön toplamı olarak ideal koşullarda 420 oto/sa'den küçüktür.

B Hizmet Düzeyi: Trafik akımı kararlıdır. Sürücülerin hızlarını seçme ve manevra olanaklarında önemli bir kısıtlama yoktur. Yolculuk konforu A hizmet düzeyindeki kadar olmasa da yine de yüksektir. Düz araziden geçen yollarda ortalama hız 90 km/sa, ortalama gecikme yüzdesi %45, hizmet hacmi iki yön için ve ideal koşullarda 750 oto/sa dolayındadır.

C Hizmet Düzeyi: Trafik akımında kararlı bir durum söz konusu olmakla birlikte, dönüş yapan veya yavaş seyreden taşıtlar zaman zaman trafikte sıkışmaya neden olurlar.

Sürücülerin hızlarını seçmelerinde ve manevra olanaklarında kısıtlama vardır. Yolculuk konforu ve hızında azalma görülür. Hız 85 km/sa, gecikme yüzdesi %60, ideal şartlarda iki yön toplamı hizmet hacmi 1.200 oto/sa dolayındadır.

D Hizmet Düzeyi: Trafik akımında kararsız duruma yaklaşılmıştır. Sürücülerin, hızlarını seçme ve sollama isteklerinde yoldaki diğer taşıtlardan dolayı önemli sınırlama vardır. Yolculuk konforu düşüktür. Trafik hacminde küçük bir artma işletme koşullarında önemli sorunlar yaratır. Trafikte 5-10 taşıttan oluşan kümeler sıkça görülür. Ortalama hız düz kesimlerde 80 km/sa, ortalama gecikme yüzdesi %75, ideal koşullarda iki yönde toplam hizmet hacmi 1.800 oto/sa dolayındadır. Dönüş yapan veya yandan katılan taşıtlar önemli kuyruklanmalara sebep olurlar.

E Hizmet Düzeyi: Trafik hacminin kapasiteye yakın olduğu durumdur. Sürücüler için hız seçme, sollama, şerit değiştirme hususlarında hiçbir serbestlik yoktur. Akım kararsızdır ve önemli kuyruklanmalar görülür. Yolculuk konforu ve huzuru çok düşüktür. Ortalama hız 80 km/sa'ten küçük, uzun rampalarda ise 40 km/sa dolayındadır. Ortalama gecikme süresi yüzdesi %75'ten büyüktür. En büyük hizmet hacmi, ideal koşullarda ve iki yön olarak, bu tür yolların kapasitesi olarak kabul edilen 2.800 oto/sa dolayında olmakla birlikte bu değer, trafiğin yönlere dağılım oranlarına göre değişebilir. Örneğin 80/20'lik bir dağılımda hizmet hacmi 2.300 oto/sa'te düşer.

F Hizmet Düzeyi: Yolun kapasitesinden fazla bir trafik talebinin olması durumudur. Zorlama akım söz konusu olup büyük sıkışıklıklar yaşanır. Yoldan geçen taşıt sayısı kapasitesinden küçüktür (Koç, 2010).

Kapasite ve hizmet düzeyine etkiyen faktörler

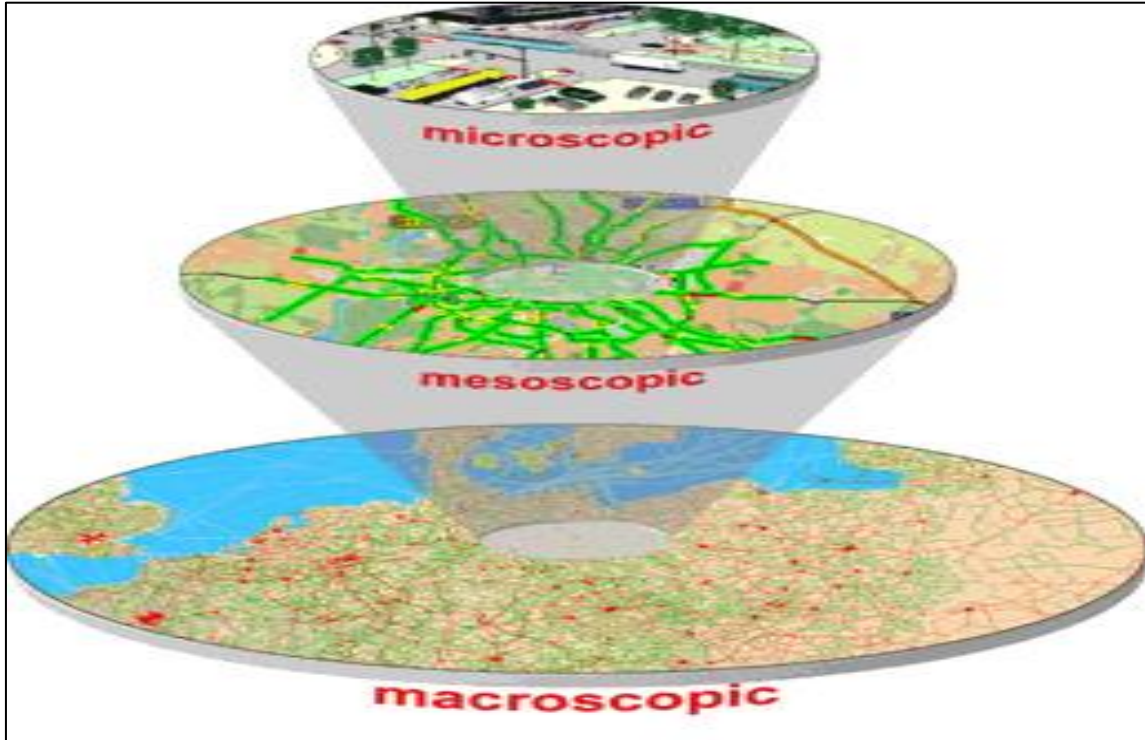
Kapasite ve hizmet düzeyi analizlerinde ilk hareket noktası ideal koşullardaki değerlerin belirlenmesidir. Daha sonra gerçek yol, trafik ve denetim koşullarına göre düzeltmeler yapılır. Bir yol için ideal koşul; daha ileri bir iyileştirmenin yolun kapasitesi ve hizmet düzeyinin en üst mertebede elde edildiği durumdaki koşullar ideal yol, trafik ve denetim koşulları olup, iki şeritli iki yönl yollar için bunlar aşağıda sıralanmıştır.

- Proje hızı iki şeritli yollarda 100 km/sa, çok şeritli yollarda 110 km/sa veya daha yüksek,
- Şerit genişliği 3,65 m veya daha büyük,

Trafik alanında kullanılan simülasyon programları, üç ana kategoriye ayrılmaktadır.

- Mikro ölçekli simülasyon programları: Bu programlar, bireysel taşıtları ve yol kullanıcılarını simüle eder. Bu sayede, trafik ağının gerçekçi bir şekilde modellenmesi sağlanır. Mikro ölçekli simülasyon programları; SUMO, PARAMICS, PTV VISSIM, AIMSUN, CORSIM, SimTraffic
- Mezoskopik simülasyon programları: Bu programlar, taşıt gruplarını veya trafik akışını simüle eder. Bu sayede, daha büyük ölçekli trafik ağlarının modellenmesi sağlanır. Mezoskopik simülasyon programları; AIMSUN, TRANSIMS, TransModeler, Dynust, Tracks, DYNASMART
- Makro ölçekli simülasyon programları: Bu programlar, trafik ağını bir bütün olarak simüle eder. Bu sayede, trafik ağının genel performansı ve kapasitesi hakkında bilgi edinilir. Makro ölçekli simülasyon programları; AIMSUN, EMME, PTV VISUM, DYNEV, OREMS, TransCAD

Bu programlar, trafik ağının performansının değerlendirilmesi, trafik güvenliğinin iyileştirilmesi, trafik yönetim sistemlerinin optimizasyonu gibi konularda yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.20. Model tipleri

3.5. Benzer Çalışmalar

Bu tez çalışması kapsamında daha önceden yapılan çalışmalar araştırılmış ve literatür taraması yapılarak aşağıda belirtilmiştir.

(Belek, 2022), Çalışma kapsamında, trafik sıkışıklığının yoğun olduğu Konya ilinde toplu taşıma sistemlerini cazip hale getirmek ve insanların toplu taşıma sistemleri kullanımını arttırmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda toplu taşıma sistemlerinden tramvay seçilmiş olup, hemzemin geçişlerde sinyalizasyon sisteminde tramvaya öncelik verilerek Vissim programında modellenmiştir. Modelden elde edilen veriler incelendiği zaman mevcut durumda tramvay başına bekleme süresi 67,57 saniye iken tramvay önceliği uygulandığı zaman 37,09 saniyeye düşerek %45,10 iyileşme olacağı, kavşakta bulunan taşıt başına bekleme süresi ise mevcut durumda 31,30 saniye iken tramvay önceliği uygulandığı zaman 27,19 saniyeye düşerek %13,13 iyileşme olacağı belirtilmiştir.

(Camcı, 2019), Çalışma kapsamında, Sakarya ilinde bulunan iki kavşak üzerinde çalışmalar yapılarak kavşak tasarımında trafik simülasyon yazılımlarını kullanmanın etkisi araştırılmıştır. Başlangıçta kavşakalar geleneksel yöntemler ile incelenmiş olup, taşıt sayımları yapılarak kavşakların trafik hacimleri ve kuyruk uzunlukları belirlenmiştir. Daha sonra Vissim yazılım programı kullanılarak kavşakaların modelleri oluşturulmuş trafik parametreleri modele girilmiştir. Geleneksel yöntemlerden elde edilen sonuçlar ile modelden çıkan sonuçlar karşılaştırıldığı zaman birbirlerine çok yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiş olup, trafik simülasyon tekniklerinin kavşak tasarımlarında tasarımcılar tarafından kullanılmasının çok verimli olacağı belirtilmiştir.

(Turan, 2019), Çalışmada kapsamında, sinyal kontrollü dönel kavşak tasarımları ile geleneksel sola dönüş cepli sinyal kontrollü kavşak tasarımları karşılaştırılarak birbirlerine göre üstünlükleri ve yetersizlikleri incelenmiştir. Çalışmada benzer özellikteki 5 adet sinyalizasyon kavşağın Vissim yazılımı kullanılarak çeşitli parametreler dikkate alınarak mevcut durum analizleri yapılmıştır. Daha sonra bu kavşakaların iyileştirilmesine yönelik öneriler geliştirilerek analizleri yapılarak karşılaştırılmıştır.

(Erol ve Başkan, 2017), Çalışma kapsamında; Denizli ili sınırları içerisinde bulunan ve sinyalizasyon kavşak olarak hizmet vermekte olan Emniyet Kavşağı çalışma alanı olarak

belirlenmiştir. Söz konusu kavşak Vissim programı kullanılarak modellenmiş olup taşıt gecikmesi ve hız parametreleri dikkate alınarak kavşağın mevcut durumu ile öneri senaryoları karşılaştırılmıştır. Mevcut durumda sinyalize olarak hizmet vermekte olan kavşak, Vissim programında dönel kavşak olarak modellenerek mevcut sayımlar üzerinden kavşak performansları incelendiği zaman dönel kavşağın sinyalize kavşağa göre daha iyi performans verdiği gözlemlenmiştir. Diğer senaryoda kavşaktaki ağır taşıt ve sola dönüş yüzdelerinde artışlar yapılarak simülasyon çalışması tekrarlanmıştır. Yeni senaryonun sonuçları incelendiğinde ağır taşıt ve sola dönüş oranının artması dönel kavşak performansını ışıklı kavşağa oranla daha fazla olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

(Baş, ve diğerleri, 2020), Çalışma kapsamında; AIMSUN yazılımı kullanılarak Erzurum ili sınırları içerisinde bulunan Tebrizkapı Kavşağı'nın mevcut durum ve farklı kavşak tasarımlarının simülasyon modelleri oluşturulmuş ve program ile üretilen modeller kalibre edilerek performansları değerlendirilmiştir. Mevcut durumda sinyalize dönel kavşak olarak hizmet vermekte olan Tebrizkapı Kavşağı için altgeçit ve modern dönel kavşak olmak üzere 2 alternatif önerilmiş olup AIMSUN programı kullanılarak performans analizleri yapılmıştır. Modern dönel kavşak önerisinde kavşağın yarıçapının büyümesi ve sinyalizasyonun ortadan kalkmasıyla gecikme ve bekleme sürelerinde ciddi azalmalar olduğu analiz sonuçlarından görülmüştür. Diğer bir öneri olan trafik yoğunluğunun yaşandığı aks doğrultusunda alt geçit yapılması durumunda performans değerleri dikkate alındığında en uygun alternatif olduğu belirlenmiş olup fakat yapım maliyeti açısından uygun olmadığı tespit edilmiştir.

(Şeker Murat , 2022), Çalışma kapsamında; İstanbul ili Esenyurt ilçesi sınırları içerisinde trafik sıkışıklığı yaşanan bir kavşağın Vissim programında simülasyon modeli oluşturularak simülasyon çalışması yapılmıştır. Mevcut durum ve geliştirilen öneri proje; ortalama gecikme süresi, ortalama durma sayısı, ortalama hız, toplam gecikme süresi ve toplam seyahat süresi gibi parametreler üzerinden karşılaştırılmış olup performansları değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre geliştirilen öneri proje mevcut duruma oranla çok daha iyi performans verdiği belirtilmiştir.

İncelemeler sonucunda görüldüğü üzere trafik simülasyon programları sayesinde kavşak veya kavşakların oluşturduğu koridorların mevcut veya tasarımlarının simülasyon modeli oluşturularak; seyahat süreleri, durma sayıları, gecikmeler, kuyruk uzunlukları, zararlı gaz

emisy onları ve yakıt tüketimi gibi kavşak performansını belirleyen parametreler analiz edilebilmektedir.

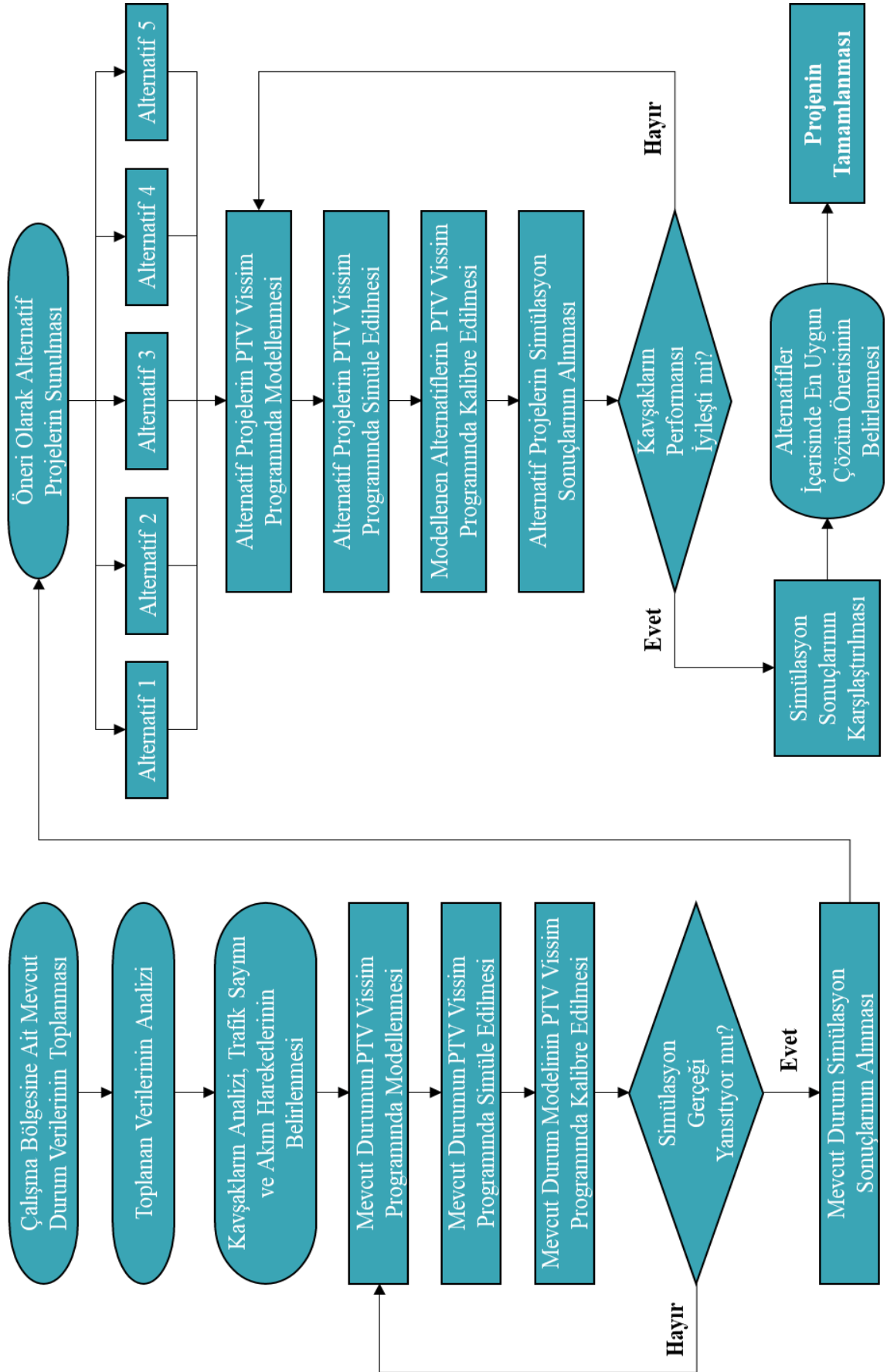
4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, çalışma bölgesi içerisindeki kavşaklar hakkında bilgi, kavşaklara ait sayım verileri ve tez çalışmasında trafik simülasyonu ve sinyal optimizasyonu için kullanılacak olan PTV Vissim simülasyon programı hakkında bilgiler verilecektir.

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artış göstermesi, kentleşme, hareketlilik ve özel taşıt sahipliği oranının artmasıyla beraber ortaya çıkan ihtiyaçları karşılama konusunda mevcut altyapılar yetersiz kalmakta olup, artan bu taleplerin karşılanamaması, insan hayatı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Çağımızda bireylerin özel taşıt kullanımının artışı, özellikle gelişmiş ve büyük metropollerde gözlemlenen yoğun trafik problemlerine sebep olmuştur. Trafik yoğunluğunun artışı, seyahat sürelerinin uzamasına, yüksek enerji maliyetlerine, gürültü kirliliklerine ve egzoz gazı emisyonlarından kaynaklanan çevresel kirlilik sorunlarına neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu olumsuz etkileri azaltmak adına çeşitli alanlarda iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

Bu çalışması kapsamında, Konya İli, Selçuklu İlçesi sınırları içerisinde Konya Büyükşehir Belediyesi'nin Konya Büyükşehir Belediye Stadyumu ile Konya Şehir Hastanesi arasında artan yolculuk talebini karşılamak ve oluşan ulaşım problemlerine çözümler sunmak amacıyla yapılması planlanan Tramvay Projesi güzergahı üzerinde bulunan trafik hacmi yüksek 5 adet karayolu kavşağı incelenmiş ve PTV Vissim mikro-simülasyon programıyla belediyeden temin edilen sayım verileri kullanılarak simülasyon çalışmaları yapılmıştır.

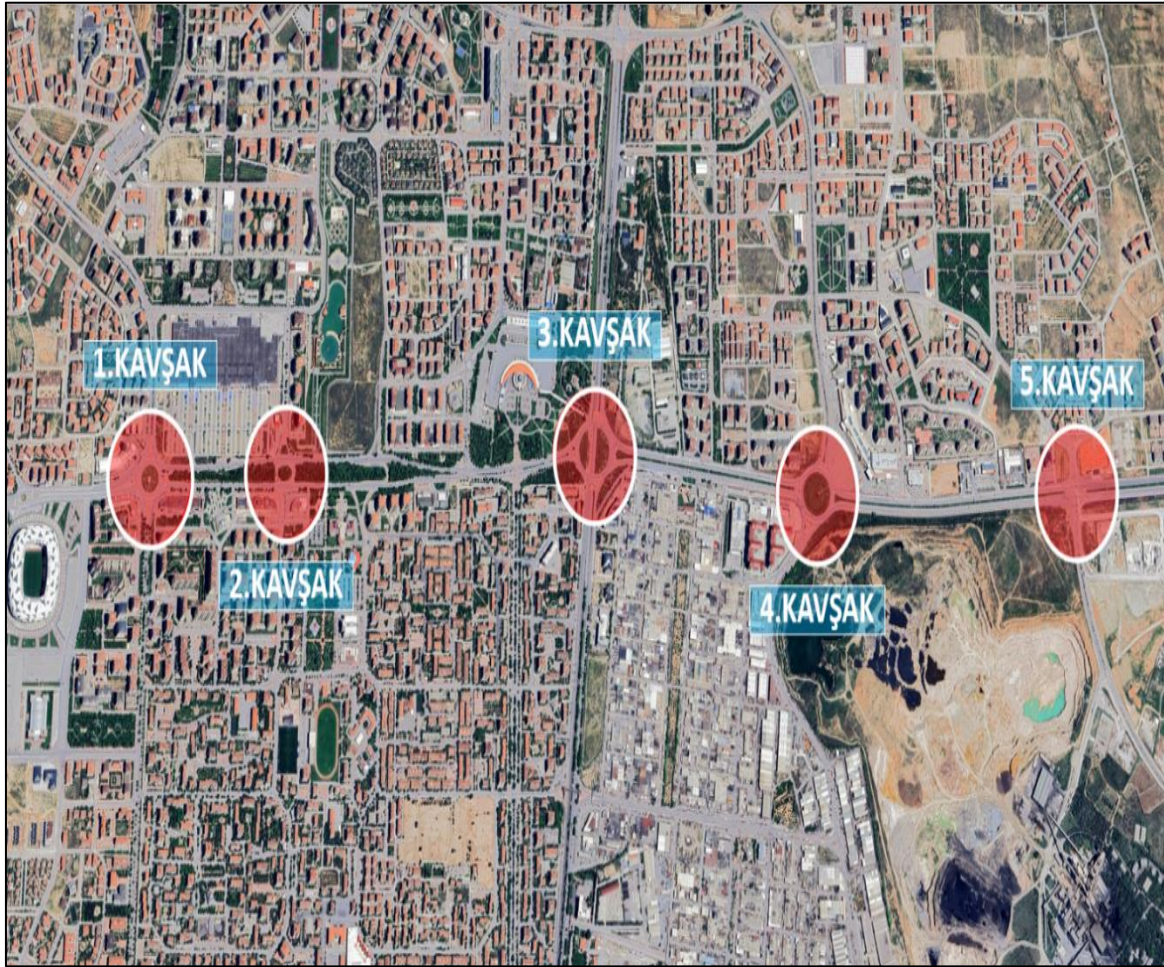
Şehir merkezlerindeki yoğun trafik, farklı seviyeli kavşakların sıklıkla tercih edilmesine yol açmaktadır. Bu tür kavşaklar, trafik akışını kolaylaştırarak tıkanıklığı azaltma potansiyeline sahip olsa da her zaman en uygun çözüm olmayabilir. Bazı durumlarda, düşük maliyetli hemzemin çözümler, farklı seviyeli kavşaklardan daha ekonomik ve etkili olabilir. Bu nedenle, kavşak kollarının, zirve saat trafiğinin, sinyal sürelerinin ve trafik sirkülasyonunun detaylı bir şekilde analiz edilmesi önemlidir. Bu kavşakların seçilmesinin sebebi; şehrin trafik sorununu en uygun ve sürdürülebilir şekilde çözmek amacıyla bu kavşaklar incelenmiştir.



4.1. Çalışma Alanı ve Kavşak Noktaları

Bu çalışması kapsamında, Konya İli, Selçuklu İlçesi sınırları içerisinde Konya Büyükşehir Belediyesi'nin Konya Büyükşehir Belediye Stadyumu ile Konya Şehir Hastanesi arasında artan yolculuk talebini karşılamak ve oluşan ulaşım problemlerine çözümler sunmak amacıyla yapılması planlanan Tramvay Projesi güzergahı üzerinde bulunan trafik hacmi yüksek 5 adet karayolu kavşağı incelenmiş ve PTV Vissim mikro-simülasyon programıyla belediyeden temin edilen sayım verileri kullanılarak simülasyon çalışmaları yapılmıştır.

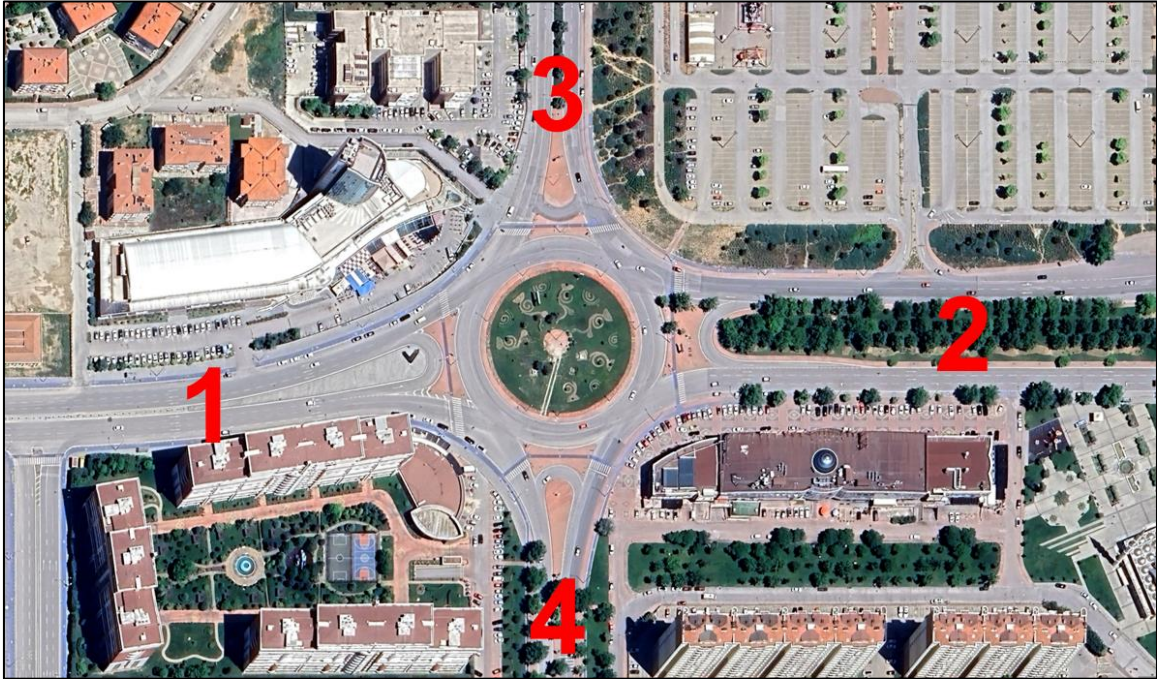
Çalışma yapılacak bu kavşaklar için 2022 yılına ait taşıt sayım verileri Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından sağlanmış olup ve bu sayım verileri kullanılarak analizler yapılmıştır. Şekil 4.2'de çalışma alanı ve taşıt sayımı yapılan kavşak noktaları gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Çalışma alanı ve kavşak noktaları

4.1.1. 1 Numaralı trafik kavşağı (Real kavşağı)

1 numaralı kavşak 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşaktır. Şekil 4.3'te 1. Kavşağın kol numaraları verilmiştir. Konya kent içi 1.derece yollarından biri olan bu 4 kollu kavşak doğu-batı yönündeki yollar (2 ve 1.kollar) Doç. Dr. Halil Ürün Caddesi ve Kaletaş Caddesi'dir. Kuzeyden ve güneyden bağlanan yollarda (3 ve 4. kollar) Beyhekim Caddesi ve Barış Caddesi'dir. Doç. Dr. Halil Ürün Caddesi 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli, Kaletaş Caddesi 4 gidiş 4 geliş olmak üzere 8 şeritli, Beyhekim Caddesi 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritli ve Barış Caddesi ise 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritlidir. Kavşak çevresinde trafik çekimi yüksek olan; M1 Konya Alışveriş Merkezi, Konya Selçuker Center, Konya Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi ve Lale Park Konutları bulunmaktadır.



Şekil 4.3. 1 Numaralı kavşağın uydu görüntüsü

1 Numaralı kavşak trafik sayımları

Trafik sayımları sabah ve akşam periyodlarının zirve saatlerinde (eşdeğer zaman dilimlerinde) sayım yapılmıştır.

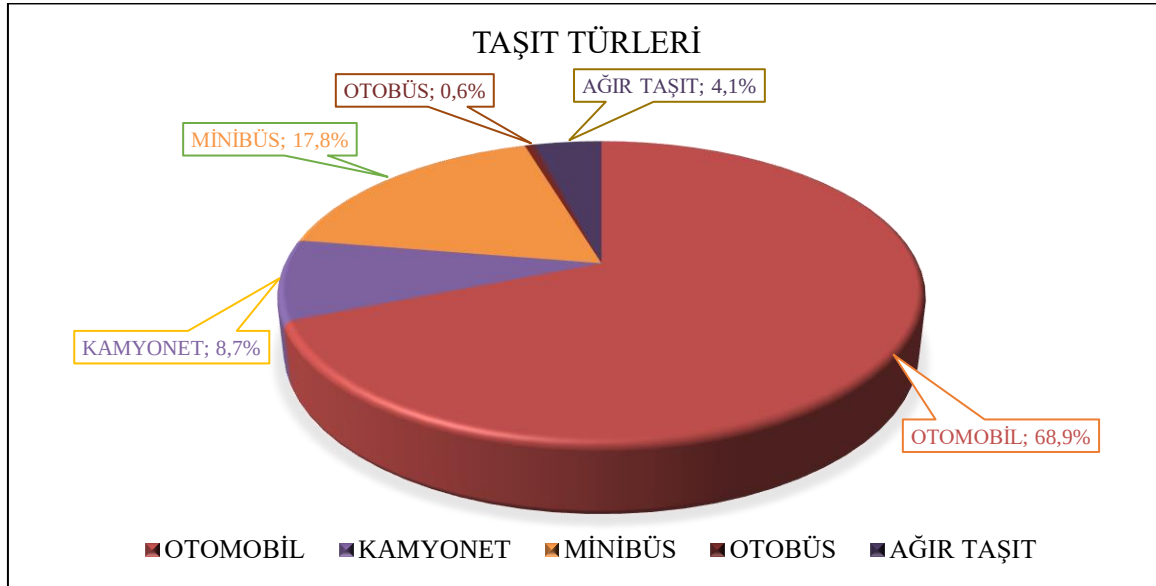
Çalışma kapsamında incelenen 1 numaralı kavşağın sabah zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 4137 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.1'de, akşam zirve

Akşam ise 4967 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.4'te detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.4. 1 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam)

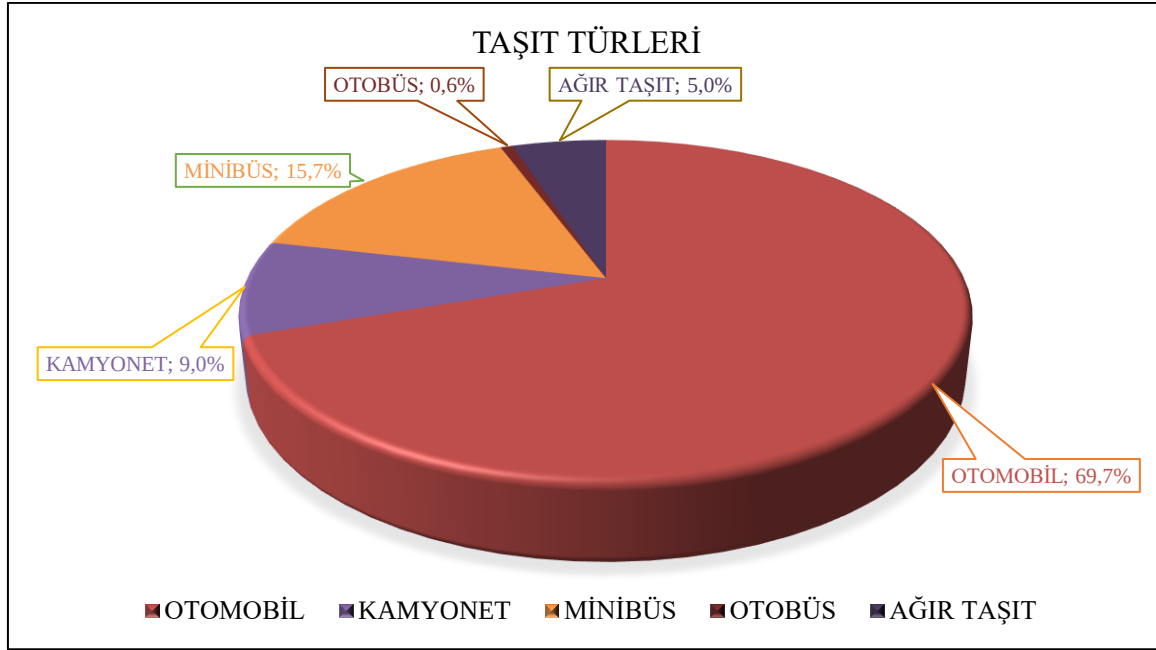
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	609	1053	482	799	2943	1	2943
Kamyonet	68	147	49	115	379	1,3	493
Minibüs	104	324	72	165	665	1,3	865
Otobüs	12	14	0	1	27	2,8	76
Ağır Taşıt	17	88	30	76	211	2,8	591
Toplam							4967

Sabah 1 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %68.9, kamyonet %8.7, minibüs %17.8, otobüs %0.6, ağır taşıt %4.1'dir. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. 1 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah)

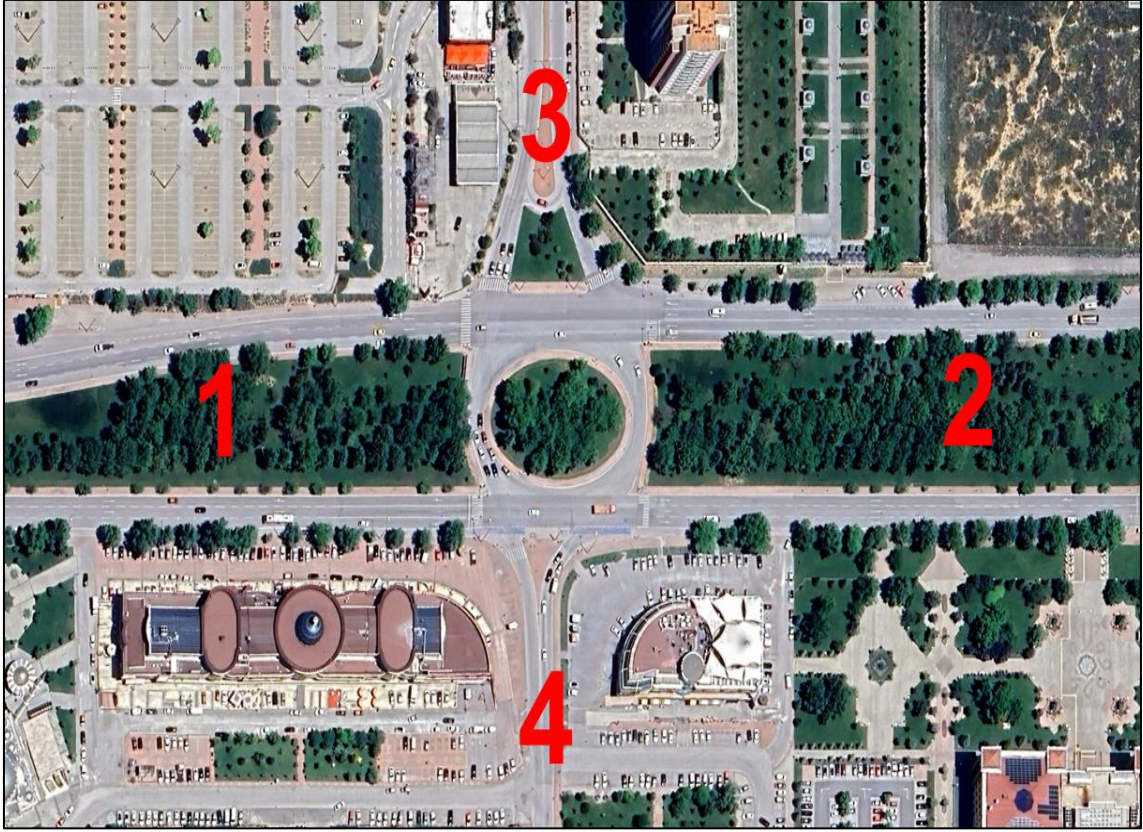
Akşam 1 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %69.7, kamyonet %9, minibüs %15.7, otobüs %0.6, ağır taşıt %5'tir. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. 1 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)

4.1.2. 2 Numaralı trafik kavşağı (Selçuklu Belediyesi kavşağı)

2 numaralı kavşak 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşaktır. Şekil 4.6'da 2. Kavşağın kol numaraları verilmiştir. Konya kent içi 1.derece yollarından biri olan bu 4 kollu kavşak doğu-batı yönündeki yollar (2 ve 1.kollar) Doç. Dr. Halil Ürün Caddesi'dir. Kuzeyden ve güneyden bağlanan yollarda (3 ve 4. kollar) Şehit Yusuf Ceran Caddesi ve Cengizhan Caddesi'dir. Doç. Dr. Halil Ürün Caddesi 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli, Şehit Yusuf Ceran Caddesi 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritli ve Cengizhan Caddesi ise 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritlidir. Kavşak çevresinde trafik çekimi yüksek olan; M1 Konya Alışveriş Merkezi ve Çelikkayalar Süpermarketi bulunmaktadır.



Şekil 4.6. 2 numaralı kavşağın uydu görüntüsü

2 Numaralı kavşak trafik sayımları

Trafik sayımları sabah ve akşam periyodlarının zirve saatlerinde (eşdeğer zaman dilimlerinde) sayım yapılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen 2 numaralı kavşağın sabah zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 3600 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.5’te, akşam zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 5171 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. 2 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)

AKIM HAREKETLERİ					
Akım No	1	2	3	4	Giren Toplam
1	18	1453	40	42	1553
2	674	151	94	216	1135
3	9	288	19	220	536
4	72	79	225	0	376
Çıkan Toplam	773	1971	378	478	3600

Çizelge 4.6. 2 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)

AKIM HAREKETLERİ					
Akım No	1	2	3	4	Giren Toplam
1	52	929	90	138	1209
2	1452	388	343	605	2788
3	59	226	130	240	655
4	122	80	317	0	519
Çıkan Toplam	1685	1623	880	983	5171

Daha sonra sayım sonuçları analiz edilerek ve hesaplamalar yapılarak bu kavşakta geçen bütün taşıtlar otomobil eşdeğer birimine çevrilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda bu kavşakta geçen taşıt sayısı sabah 4102 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.7’de detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.7. 2 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)

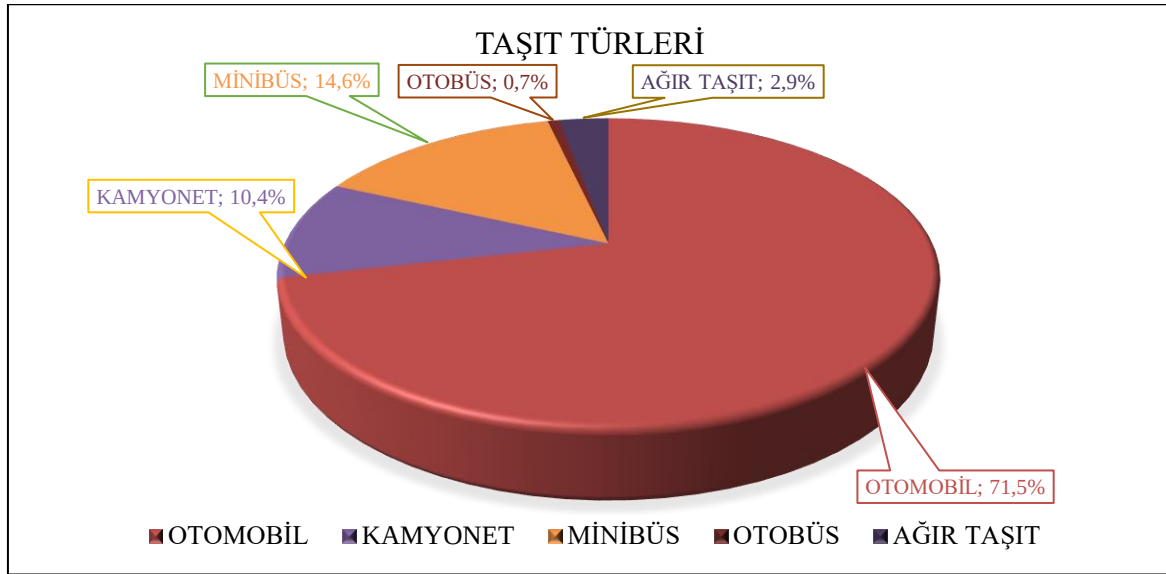
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	1091	791	394	297	2573	1	2573
Kamyonet	157	120	58	38	373	1,3	485
Minibüs	257	178	62	28	525	1,3	683
Otobüs	13	8	3	0	24	2,8	67
Ağıt Taşıt	35	38	19	13	105	2,8	294
Toplam							4102

Akşam ise 5953 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.8’de detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.8. 2 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam)

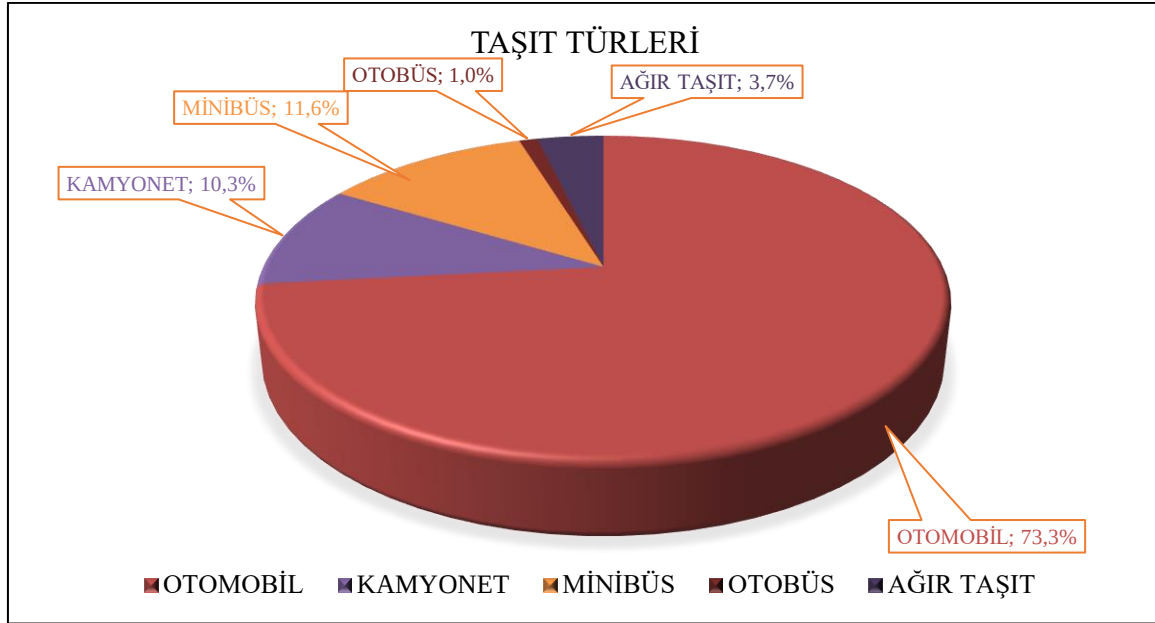
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	904	1932	546	409	3791	1	3791
Kamyonet	127	283	73	52	535	1,3	696
Minibüs	120	433	11	36	600	1,3	780
Otobüs	20	32	1	0	53	2,8	148
Ağır Taşıt	38	108	24	22	192	2,8	538
Toplam							5953

Sabah 2 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %71.5, kamyonet %10.4, minibüs %14.6, otobüs %0.7, ağır taşıt %2.9'dur. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. 2 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah)

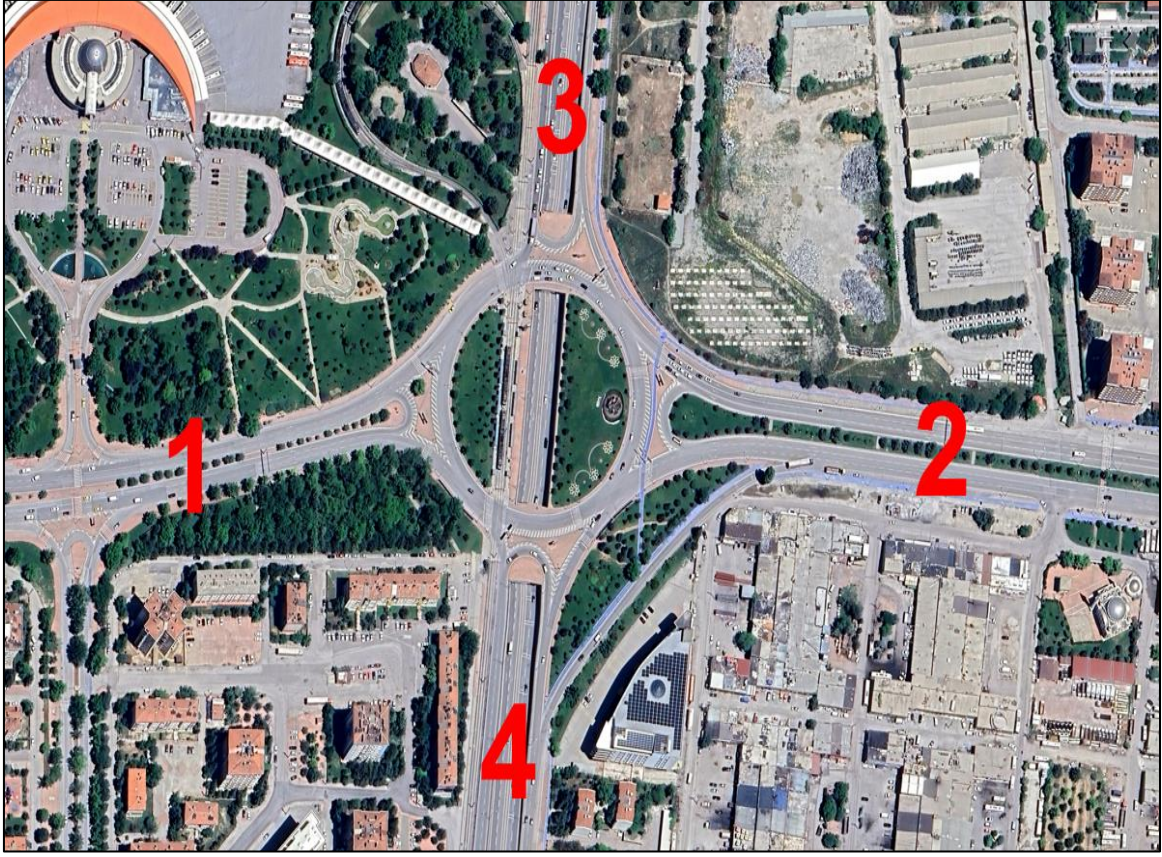
Akşam 2 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %73.3, kamyonet %10.3, minibüs %11.6, otobüs %1.0, ağır taşıt %3.7'dir. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. 2 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)

4.1.3. 3 Numaralı trafik kavşağı (Otogar kavşağı)

3 numaralı kavşak 4 kollu kuzey-güney aksında karayolu altgeçidi ve hemzemin olarak tramvayın geçtiği bir dönel kavşaktır. Şekil 4.9’da 3. kavşağın kol numaraları verilmiştir. Konya kent içi 1.derece yollarından biri olan bu 4 kollu kavşak doğu-batı yönündeki yollar (2 ve 1.kollar) Dr. Sadık Ahmet Caddesi ve Doç. Dr. Halil Ürün Caddesi’dir. Kuzeyden ve güneyden bağlanan yollarda (3 ve 4. kollar) Yeni İstanbul Caddesi’dir. Dr. Sadık Ahmet Caddesi 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli, Doç. Dr. Halil Ürün Caddesi 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli, Yeni İstanbul Caddesi kuzeyden 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli, güneyden ise 4 gidiş 4 geliş olmak üzere 8 şeritlidir. Kavşak çevresinde trafik çekimi yüksek olan; Konya Otobüs Terminali, Konya Sanayi Sitesi ve konutlar bulunmaktadır.



Şekil 4.9. 3 numaralı kavşağın uydu görüntüsü

3 Numaralı kavşak trafik sayımları

Trafik sayımları sabah ve akşam periyodlarının zirve saatlerinde (eşdeğer zaman dilimlerinde) sayım yapılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen 3 numaralı kavşağın sabah zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 5688 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.9'da, akşam zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 6923 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. 3 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)

AKIM HAREKETLERİ					
Akım No	1	2	3	4	Giren Toplam
1	220	1745	325	924	3214
2	484	184	80	234	982
3	176	230	22	216	644
4	442	80	116	210	848
Çıkan Toplam	1322	2239	543	1584	5688

Çizelge 4.10. 3 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)

AKIM HAREKETLERİ					
Akım No	1	2	3	4	Giren Toplam
1	426	717	340	592	2075
2	1030	108	174	318	1630
3	331	114	38	54	537
4	1537	348	156	640	2681
Çıkan Toplam	3324	1287	708	1604	6923

Daha sonra sayım sonuçları analiz edilerek ve hesaplamalar yapılarak bu kavşakta geçen bütün taşıtlar otomobil eşdeğer birimine çevrilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda bu kavşakta geçen taşıt sayısı sabah 7370 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.11’de detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.11. 3 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)

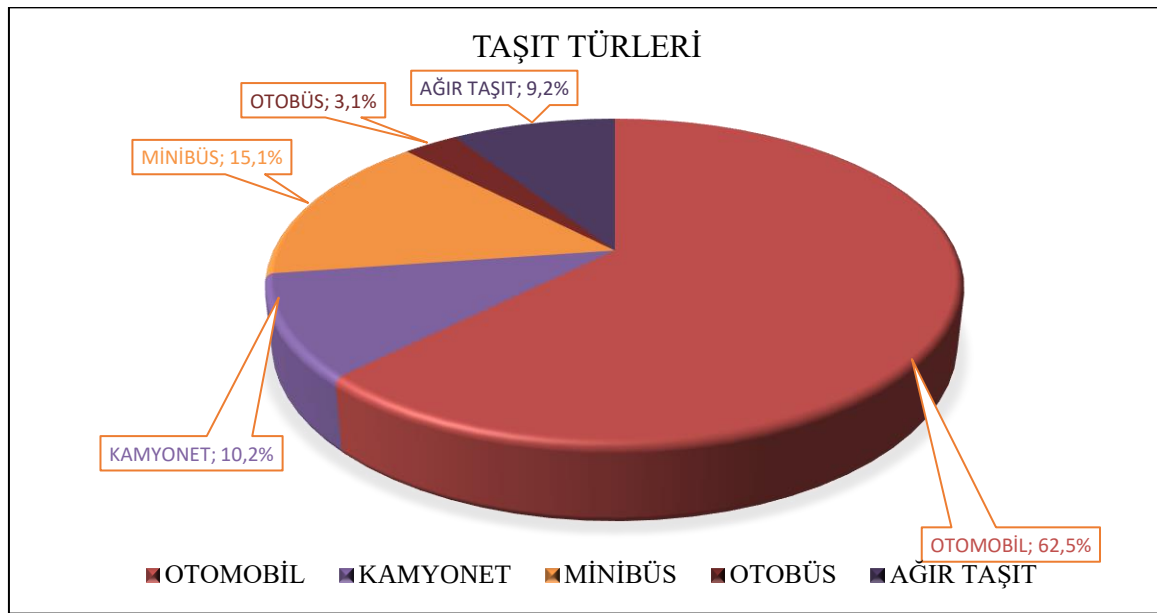
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	2056	602	380	518	3556	1	3556
Kamyonet	322	100	70	88	580	1,3	754
Minibüs	575	124	56	102	857	1,3	1114
Otobüs	74	40	32	28	174	2,8	487
Ağıt Taşıt	187	116	106	112	521	2,8	1459
Toplam							7370

Akşam ise 8979 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.12’de detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.12. 3 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam)

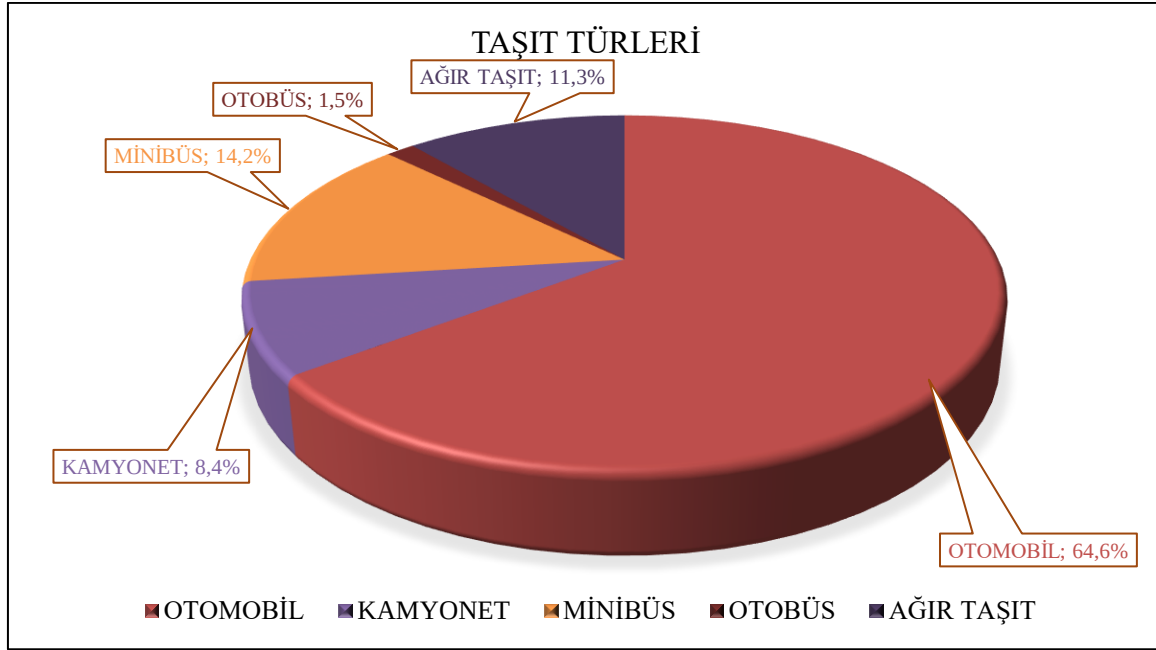
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	1341	1047	344	1742	4474	1	4474
Kamyonet	179	136	28	239	582	1,3	757
Minibüs	311	229	9	437	986	1,3	1282
Otobüs	36	32	4	29	101	2,8	283
Ağır Taşıt	208	186	152	234	780	2,8	2184
Toplam							8979

Sabah 3 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %62.5, kamyonet %10.2, minibüs %15.1, otobüs %3.1, ağır taşıt %9.2'dir. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. 3 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah)

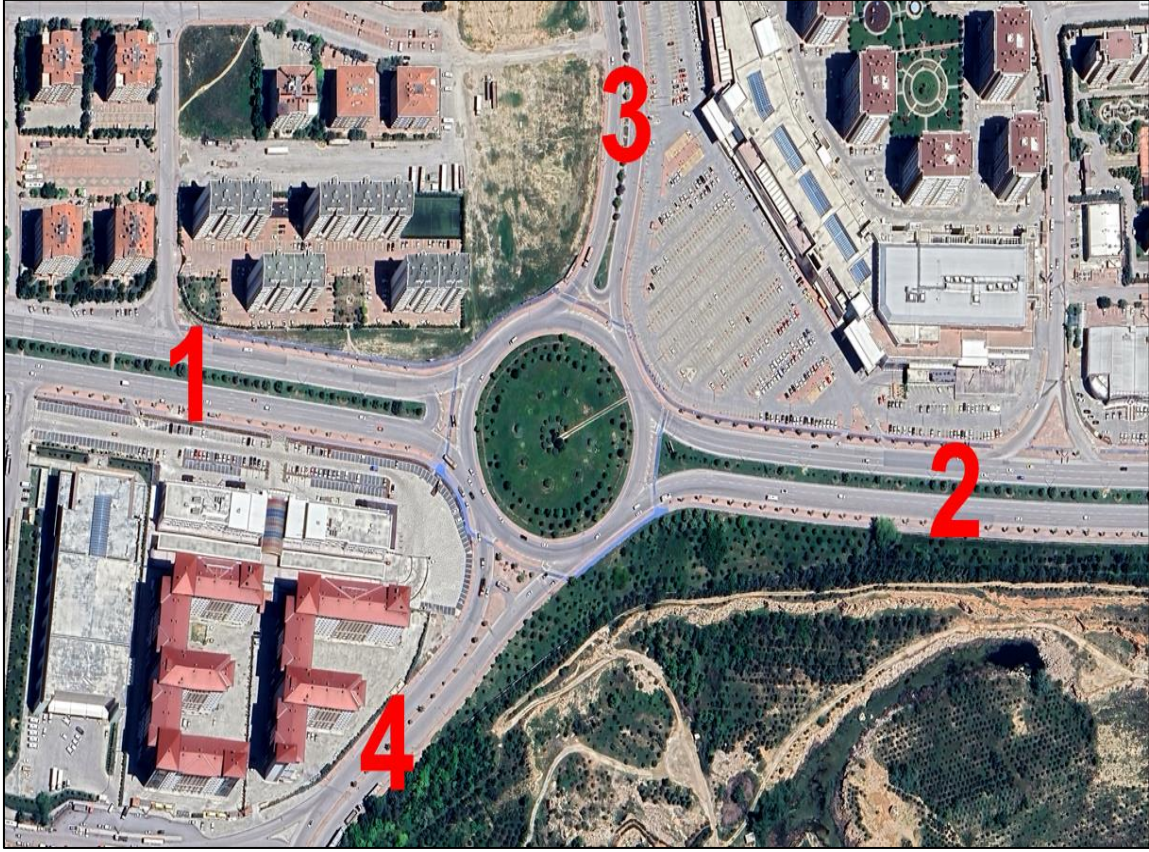
Akşam 3 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %64.6, kamyonet %8.4, minibüs %14.2, otobüs %1.5, ağır taşıt %11.3'tür. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11. 3 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)

4.1.4. 4 Numaralı trafik kavşağı (Novada kavşağı)

4 numaralı kavşak 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşaktır. Şekil 4.12’de 4. kavşağın kol numaraları verilmiştir. Konya kent içi 1.derece yollarından biri olan bu 4 kollu kavşak doğu-batı yönündeki yollar (2 ve 1.kollar) Dr. Sadık Ahmet Caddesi’dir. Kuzeyden ve güneyden bağlanan yollarda (3 ve 4. kollar) Veysel Karani Caddesi ve Büyükköşahin Caddesi’dir. Dr. Sadık Ahmet Caddesi 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli, Veysel Karani Caddesi 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli ve Büyükköşahin Caddesi ise 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritlidir. Kavşak çevresinde trafik çekimi yüksek olan; Novaland Outlet Alışveriş Merkezi, Tahir Büyükkörükçü Erkek Öğrenci Yurdu ve konutlar bulunmaktadır.



Şekil 4.12. 4 numaralı kavşağın uydu görüntüsü

4 Numaralı kavşak trafik sayımları

Trafik sayımları sabah ve akşam periyodlarının zirve saatlerinde (eşdeğer zaman dilimlerinde) sayım yapılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen 4 numaralı kavşağın sabah zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 4845 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.13'te, akşam zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 5309 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. 4 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)

AKIM HAREKETLERİ					
Akım No	1	2	3	4	Giren Toplam
1	0	1228	128	372	1728
2	276	0	188	540	1004
3	140	1080	0	580	1800
4	25	224	64	0	313
Çıkan Toplam	441	2532	380	1492	4845

Çizelge 4.14. 4 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)

AKIM HAREKETLERİ					
Akım No	1	2	3	4	Giren Toplam
1	223	298	312	132	965
2	1508	52	836	444	2840
3	140	160	268	140	708
4	164	214	408	10	796
Çıkan Toplam	2035	724	1824	726	5309

Daha sonra sayım sonuçları analiz edilerek ve hesaplamalar yapılarak bu kavşakta geçen bütün taşıtlar otomobil eşdeğer birimine çevrilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda bu kavşakta geçen taşıt sayısı sabah 6110 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.15'te detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.15. 4 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)

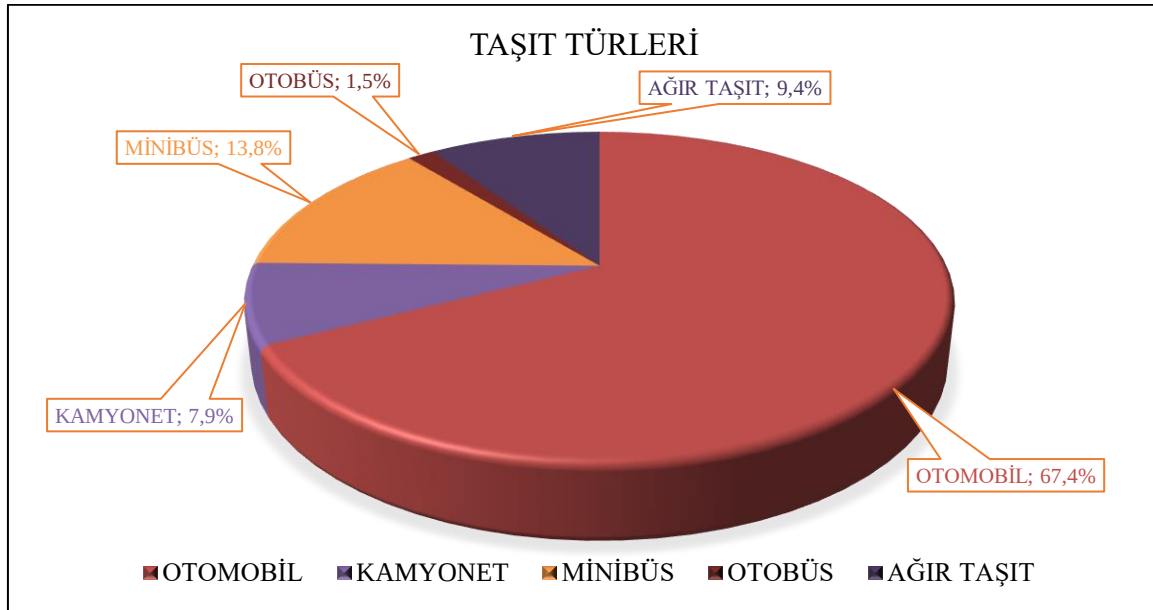
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	1156	684	1200	225	3265	1	3265
Kamyonet	150	74	154	5	383	1,3	498
Minibüs	260	114	283	13	670	1,3	871
Otobüs	32	26	9	4	71	2,8	199
Ağıt Taşıt	150	106	134	66	456	2,8	1277
Toplam							6110

Akşam ise 6646 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.16'da detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.16. 4 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam)

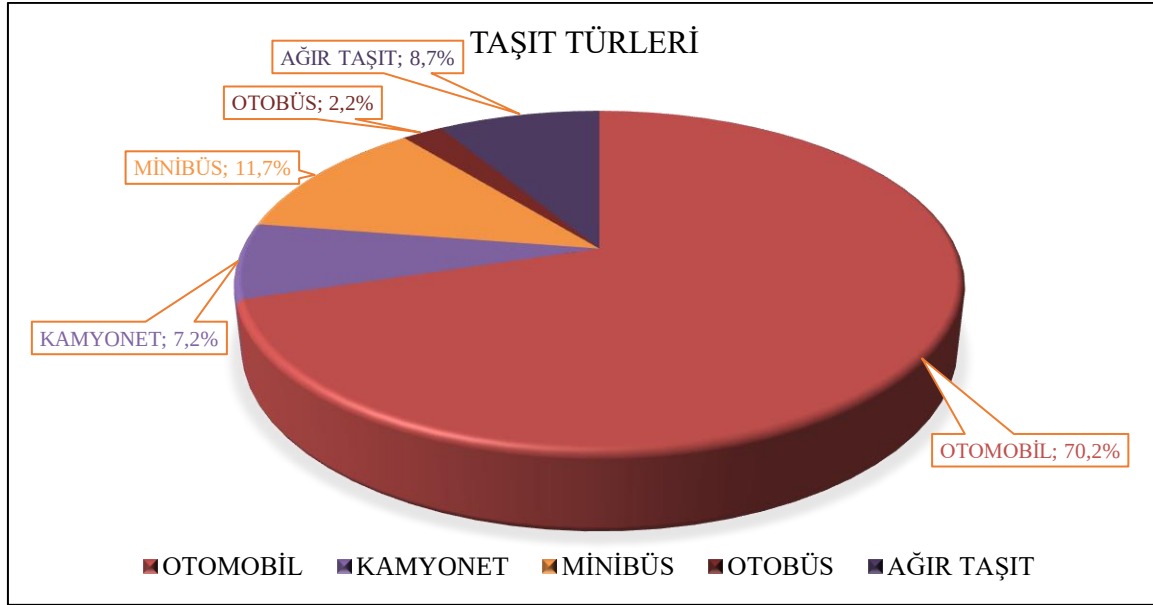
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	690	1916	532	590	3728	1	3728
Kamyonet	60	244	36	44	384	1,3	499
Minibüs	86	458	30	48	622	1,3	809
Otobüs	47	56	7	5	115	2,8	322
Ağıt Taşıt	106	166	90	98	460	2,8	1288
Toplam							6646

Sabah 4 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %67.4, kamyonet %7.9, minibüs %13.8, otobüs %1.5, ağır taşıt %9.4'tür. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.13. 4 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah)

Akşam 4 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %70.2, kamyonet %7.2, minibüs %11.7, otobüs %2.2, ağır taşıt %8.7'dir. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. 4 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)

4.1.5. 5 Numaralı trafik kavşağı (Korkmaz kavşağı)

5 numaralı kavşak 4 kollu bir eşdüzey kavşaktır. Şekil 4.15'te 5. Kavşağın kol numaraları verilmiştir. Konya kent içi 1.derece yollarından biri olan bu 4 kollu kavşak doğu-batı yönündeki yollar (2 ve 1.kollar) Dr. Sadık Ahmet Caddesi'dir. Kuzeyden ve güneyden bağlanan yollarda (3 ve 4. kollar) Taçmahal Caddesi ve Anayurt Caddesi'dir. Dr. Sadık Ahmet Caddesi 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli, Taçmahal Caddesi 2 gidiş 3 geliş olmak üzere 5 şeritli ve Anayurt Caddesi ise 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritlidir. Kavşak çevresinde trafik çekimi yüksek olan; Lojistik Firmaları ve Beton Santrali bulunmaktadır.



Şekil 4.15. 5 numaralı kavşağın uydu görüntüsü

5 Numaralı kavşak trafik sayımları

Trafik sayımları sabah ve akşam periyodlarının zirve saatlerinde (eşdeğer zaman dilimlerinde) sayım yapılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen 5 numaralı kavşağın sabah zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 4892 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.17’de, akşam zirve saatte yapılan sayım sonuçlarına göre toplam 5141 taşıt geçmiş olup akım değerleri çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. 5 Numaralı kavşağın akım hareketleri (sabah)

AKIM HAREKETLERİ					
Akım No	1	2	3	4	Giren Toplam
1	48	1130	32	1676	2886
2	392	96	60	60	608
3	60	300	0	598	958
4	344	8	84	4	440
Çıkan Toplam	844	1534	176	2338	4892

Çizelge 4.18. 5 Numaralı kavşağın akım hareketleri (akşam)

AKIM HAREKETLERİ					
Akım No	1	2	3	4	Giren Toplam
1	76	440	120	498	1134
2	1447	61	580	56	2144
3	276	52	0	150	478
4	1069	0	316	0	1385
Çıkan Toplam	2868	553	1016	704	5141

Daha sonra sayım sonuçları analiz edilerek ve hesaplamalar yapılarak bu kavşakta geçen bütün taşıtlar otomobil eşdeğer birimine çevrilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda bu kavşakta geçen taşıt sayısı sabah 5932 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.19’da detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.19. 5 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (sabah)

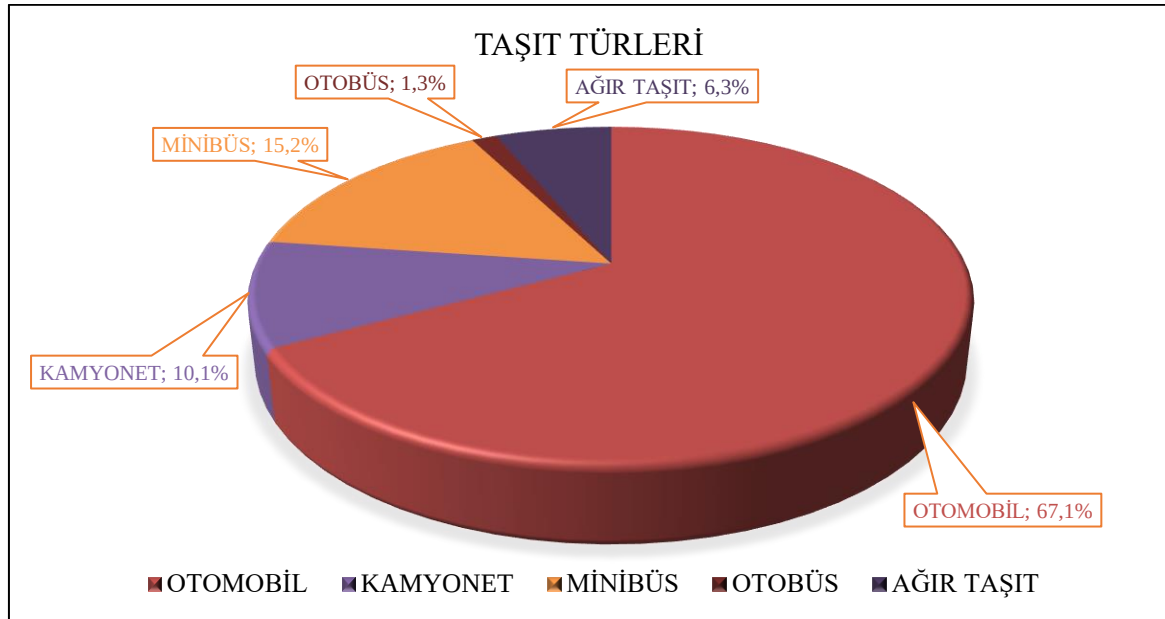
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	1904	413	644	320	3281	1	3281
Kamyonet	284	68	100	44	496	1,3	645
Minibüs	516	66	132	30	744	1,3	967
Otobüs	56	8	0	1	65	2,8	182
Ağıt Taşıt	126	53	82	45	306	2,8	857
Toplam							5932

Akşam ise 6141 otomobil eşdeğer birim olarak hesaplanmış ve çizelge 4.20’de detaylarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.20. 5 Numaralı kavşağın otomobil eşdeğer birim çizelgesi (akşam)

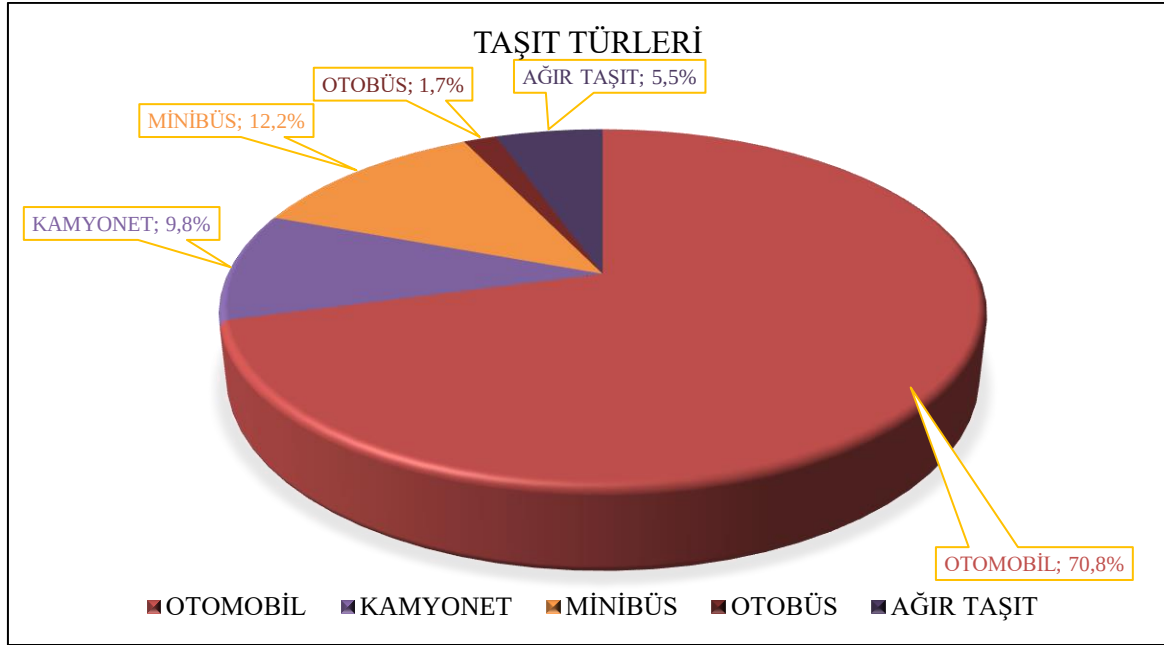
Taşıt	1. Akım	2. Akım	3. Akım	4. Akım	Toplam	Çarpım İndeksi	Otomobil Eşdeğer
Otomobil	808	1473	376	985	3642	1	3642
Kamyonet	102	208	47	149	506	1,3	658
Minibüs	127	316	6	177	626	1,3	814
Otobüs	38	45	0	3	86	2,8	241
Ağır Taşıt	59	102	49	71	281	2,8	787
Toplam							6141

Sabah 5 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %67.1, kamyonet %10.1, minibüs %15.2, otobüs %1.3, ağır taşıt %6.3'tür. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. 5 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (sabah)

Akşam 5 numaralı kavşaktan geçen taşıtların sınıflandırılmış haline bakacak olursak otomobil %70.8, kamyonet %9.8, minibüs %12.2, otobüs %1.7, ağır taşıt %5.5'tir. Sayım yapılan saat aralığında bu kavşaktan geçen taşıtların yüzdesel olarak dağılımları aşağıda şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17. 5 Numaralı kavşağın taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri (akşam)

4.2. PTV Vissim

PTV Vissim, mikro ölçekli trafik simülasyonu yazılımıdır. Özel taşıt trafiği, lojistik hizmetler, toplu taşıma, yayalar ve bisiklet sürücüleri gibi tüm yol kullanıcılarını ve bunların etkileşimlerini tek bir modelde birleştiren bir yazılımdır. Vissim, trafik ağının modellenmesi, gerçek trafik verilerinin simülasyon ortamına girilerek farklı senaryoların oluşturulması ve sonuçların analiz edilmesi amacıyla kullanılır. Bu sayede, trafik ağının performansı, kapasitesi, güvenliği ve çevresel etkileri gibi konularda tahminler yapılabilir. Vissim, ulaştırma mühendisleri, planlamacılar, tasarımcılar ve araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Trafik ağının iyileştirilmesi, yeni yol projelerin tasarımı, trafik yönetiminin optimizasyonu gibi konularda önemli bir araçtır (ASR Teknoloji, 2023).

Vissim'in temel özellikleri şunlardır:

- Mikro ölçekli trafik simülasyonu: Vissim, bireysel taşıtları ve yol kullanıcılarını simüle eder. Bu sayede, trafik ağının gerçekçi bir şekilde modellenmesi sağlanır.
- Gerçek trafik verilerinin kullanımı: Vissim, gerçek trafik verilerini simülasyon ortamına aktarabilir. Bu sayede, simülasyonların gerçek trafik koşullarını yansıtmaları sağlanır.

- Farklı senaryoların oluşturulması: Vissim, farklı trafik koşullarını simüle etmek için farklı senaryolar oluşturabilir. Bu sayede, farklı alternatiflerin etkilerini karşılaştırmak mümkündür.
- Sonuçların analizi: Vissim, simülasyon sonuçlarının analiz edilmesine yönelik çeşitli taşıtlar sunar. Bu sayede, trafik ağının performansı, kapasitesi, güvenliği ve çevresel etkileri gibi konularda tahminler yapılabilir.

Vissim'in kullanım alanları şunlardır:

- Trafik ağının performansının değerlendirilmesi
- Trafik ağının kapasitesinin belirlenmesi
- Trafik güvenliğinin iyileştirilmesi
- Trafik yönetim sistemlerinin optimizasyonu
- Yeni yol projelerin tasarımı
- Trafik ağının çevresel etkilerinin değerlendirilmesi

PTV vissimin avantajları

PTV vissim ile;

- Sistemin modeli kurulduktan sonra farklı değişkenler ve etkenler altında istenildiği kadar analiz gerçekleştirilebilmektedir.
- Maliyetli yatırımların hayata geçirilmeden simüle edilerek incelenbilmesine olanak vermekte, bu da vakit ve maliyet açısından kazanç sağlamaktadır.
- Modeli kurulan sistemin ayrıntılı gözlemi, daha iyi anlaşılması, daha önce görülmemiş eksiklerin giderilebilmesi, daha etkin fiziksel ve operasyonel sistemin kurulması sağlanabilmektedir.
- Model kurularak değişik koşullar altında sistemin nasıl olacağı hakkında çok az veya hiçbir veriye sahip olmadığımız yeni durumlar üzerine deney yapma amacıyla kullanılabilmektedir (Yiğit, 2019).

5. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

5.1. Mevcut Durum Simülasyonu

Konya Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen sayım verileri kullanılarak PTV Vissim mikro-simülasyon programıyla 1 saatlik sabah ve akşam olmak üzere iki farklı trafik simülasyon çalışması yapılmıştır. Yapılan bu simülasyon çalışmalarında çalışma alanı içerisindeki 5 adet kavşağın performanslarını değerlendirmek üzere; maksimum kuyruk uzunluğu, ortalama gecikme, CO emisyonu, NOx emisyonu, VOC emisyonları ve yakıt tüketimi olmak üzere 6 tane parametre dikkate alınarak kavşakların ayrı ayrı performans analizleri yapılmıştır.

Maksimum kuyruk uzunluğu: Kavşak bölgelerinde genellikle sinyalizasyon sistemlerinin trafiğe etkisinden dolayı kavşak kollarındaki taşıtların hareketsiz olduğu durumlarda oluşturduğu mesafedir. Maksimum kuyruk uzunluğu sinyalizasyon sistemlerinin optimizasyonu ve kavşak geometrik tasarımlarında dikkate alınması gereken önemli parametredir.

Ortalama Gecikme: Gecikme, kavşak kullanıcılarının (taşıt sürücü ve yaya) trafik durumdan dolayı kaybettikleri zaman olarak ifade edilmektedir. Literatürde en çok kullanılan gecikme tanımları; Durma Gecikmesi, Yaklaşım Gecikmesi, Kuyruktaki Gecikmesi, Seyahat Süresi Gecikmesi ve Kontrol Gecikmesi olarak görülmektedir.

CO, NOx, VOC Emisyonları: Taşıtların seyir halindeyken salınan zararlı gazlardır. Motorlu taşıtların çevre koşulları üzerinde en olumsuz etkisi emisyon salınımıdır. Emisyon salınımının azaltılması için trafik akışının sürekli hale getirilmesi gerekmektedir.

Yakıt Tüketimi: Taşıtların hareket halindeyken kullandıkları yakıt miktarıdır. Yakıt tüketimi doğrudan ekonomi ile ilgili bir parametre olduğu için kullanıcıların en çok ilgilendiği parametrelerden biridir. Ayrıca kavşak maliyetlerinde dolaylı maliyet olarak düşünüldüğünden dolayı kavşak maliyetini de artırmaktadır (Alemdar, 2019).

Analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda Highway Capacity Manual dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam mevcut durum kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. PTV Vissim programında modellenerek yapılan simülasyon çalışmalarına ait her kavşak için sabah ve akşam olmak üzere simülasyon modelinden görüntüler sırasıyla verilmiştir.

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.1’de, akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Mevcut durum sabah simülasyon modeli analiz sonuçları

Mevcut Durum Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1 Numaralı Kavşak	2 Numaralı Kavşak	3 Numaralı Kavşak	4 Numaralı Kavşak	5 Numaralı Kavşak
Parametreler					
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	221	141	503	66	268
Ortalama Gecikme (saniye)	36	13	24	22	35
CO Emisyonu (gram)	9987	7298	14808	8325	7318
NOx Emisyonu (gram)	1943	1420	2881	1620	1424
VOC Emisyonları (gram)	2315	1691	3432	1929	1696
Yakıt tüketimi (galon)	143	104	212	119	105

Çizelge 5.2. Mevcut durum akşam simülasyon modeli analiz sonuçları

Mevcut Durum Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1 Numaralı Kavşak	2 Numaralı Kavşak	3 Numaralı Kavşak	4 Numaralı Kavşak	5 Numaralı Kavşak
Parametreler					
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	46	130	456	136	186
Ortalama Gecikme (saniye)	11	9	33	27	30
CO Emisyonu (gram)	6254	8350	21251	11110	7595
NOx Emisyonu (gram)	1217	1625	4135	2162	1478
VOC Emisyonları (gram)	1449	1935	4925	2575	1760
Yakıt tüketimi (galon)	89	119	304	159	109

Mevcut durum sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 221 metre, ortalama gecikme 36 saniye, CO emisyonu 9987 gram, NOx emisyonu 1943 gram, VOC emisyonları 2315 gram ve yakıt tüketimi 143 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.1). HCM (Highway Capacity Manual-Otoyol Kapasitesi Kılavuzu)'ye göre sabah 36 sn ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. 1 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli

Mevcut durum akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 46 metre, ortalama gecikme 11 saniye, CO emisyonu 6254 gram, NOx emisyonu 1217 gram, VOC emisyonları 1449 gram ve yakıt tüketimi 89 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.2). HCM'ye göre akşam 11 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. 1 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli

Mevcut durum sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 141 metre, ortalama gecikme 13 saniye, CO emisyonu 7298 gram, NOx emisyonu 1420 gram, VOC emisyonları 1691 gram ve yakıt tüketimi 104 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.1). HCM'ye göre sabah 13 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.3'te verilmiştir.



Şekil 5.3. 2 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli

Mevcut durum akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 130 metre, ortalama gecikme 9 saniye, CO emisyonu 8350 gram, NOx emisyonu 1625 gram, VOC emisyonları 1935 gram ve yakıt tüketimi 119 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.2). HCM'ye göre akşam 9 sn

ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.4'te verilmiştir.



Şekil 5.4. 2 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli

Mevcut durum sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 503 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 14808 gram, NOx emisyonu 2881 gram, VOC emisyonları 3432 gram ve yakıt tüketimi 212 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.1). HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.5'te verilmiştir.



Şekil 5.5. 3 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli

Mevcut durum akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 456 metre, ortalama gecikme 33 saniye, CO emisyonu 21251

gram, NOx emisyonu 4135 gram, VOC emisyonları 4925 gram ve yakıt tüketimi 304 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.2). HCM'ye göre akşam 33 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.6'da verilmiştir.



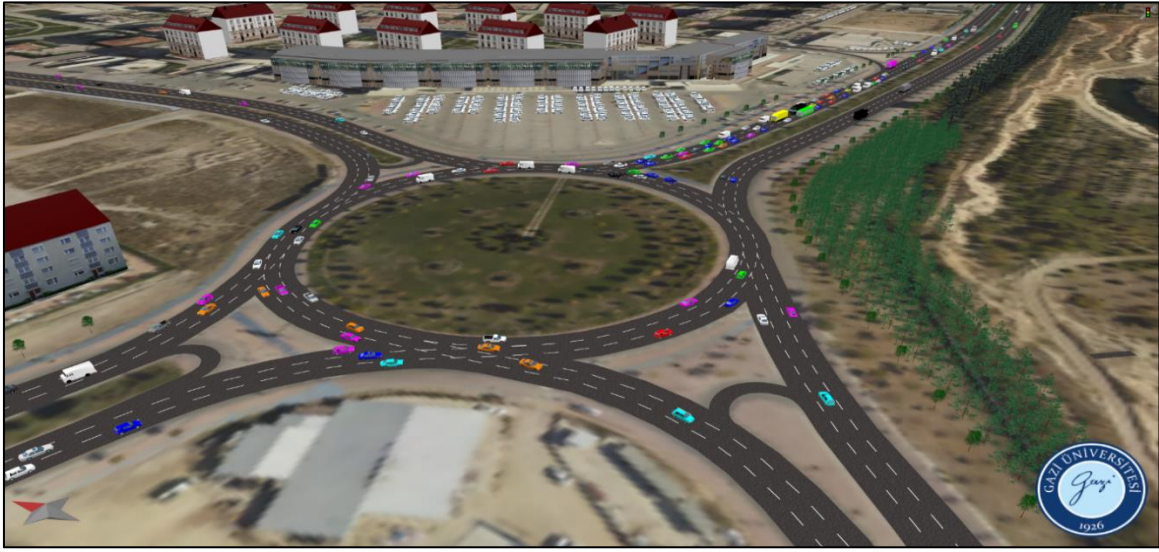
Şekil 5.6. 3 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli

Mevcut durum sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 66 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 8325 gram, NOx emisyonu 1620 gram, VOC emisyonları 1929 gram ve yakıt tüketimi 119 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.1). HCM'ye göre sabah 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.7'de verilmiştir.



Şekil 5.7. 4 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli

Mevcut durum akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 136 metre, ortalama gecikme 27 saniye, CO emisyonu 11110 gram, NOx emisyonu 2162 gram, VOC emisyonları 2575 gram ve yakıt tüketimi 159 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.2). HCM'ye göre akşam 27 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.8'de verilmiştir.



Şekil 5.8. 4 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli

Mevcut durum sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 268 metre, ortalama gecikme 35 saniye, CO emisyonu 7318 gram, NOx emisyonu 1424 gram, VOC emisyonları 1696 gram ve yakıt tüketimi 105 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.1). HCM'ye göre sabah 35 sn ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.9. 5 Numaralı kavşağın mevcut durum sabah simülasyon modeli

Mevcut durum akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 186 metre, ortalama gecikme 30 saniye, CO emisyonu 7595 gram, NO_x emisyonu 1478 gram, VOC emisyonları 1760 gram ve yakıt tüketimi 109 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir (Çizelge 5.2). HCM'ye göre akşam 30 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.10. 5 Numaralı kavşağın mevcut durum akşam simülasyon modeli

Konya Büyükşehir Belediyesi'nin Konya Büyükşehir Belediye Stadyumu ile Konya Şehir Hastanesi arasında yapmayı planladığı tramvay projesinin hataya geçirilmesi halinde proje güzergahı üzerinde bulunan 5 adet kavşağın mevcut geometrik durumları ile çalışması için sinyalizasyon olmayan kavşakların sinyalizasyon kavşağına dönüştürülmesi, sinyalizasyon olan

kavşakların ise mevcut sinyal fazlarına 1'er faz ilave edilmesi gerekmektedir. Bu şekilde yapılması durumunda kavşaklardaki bekleme süreleri artacağından dolayı maksimum kuyruk uzunluğu, ortalama gecikme, CO emisyonu, NOx emisyonu, VOC emisyonları ve yakıt tüketimi gibi birçok parametre olumsuz etkilenecek olup, bu durum kavşak performanslarını olumsuz yönde etkileyeceğinden dolayı kavşak hizmet düzeylerini düşürecektir.

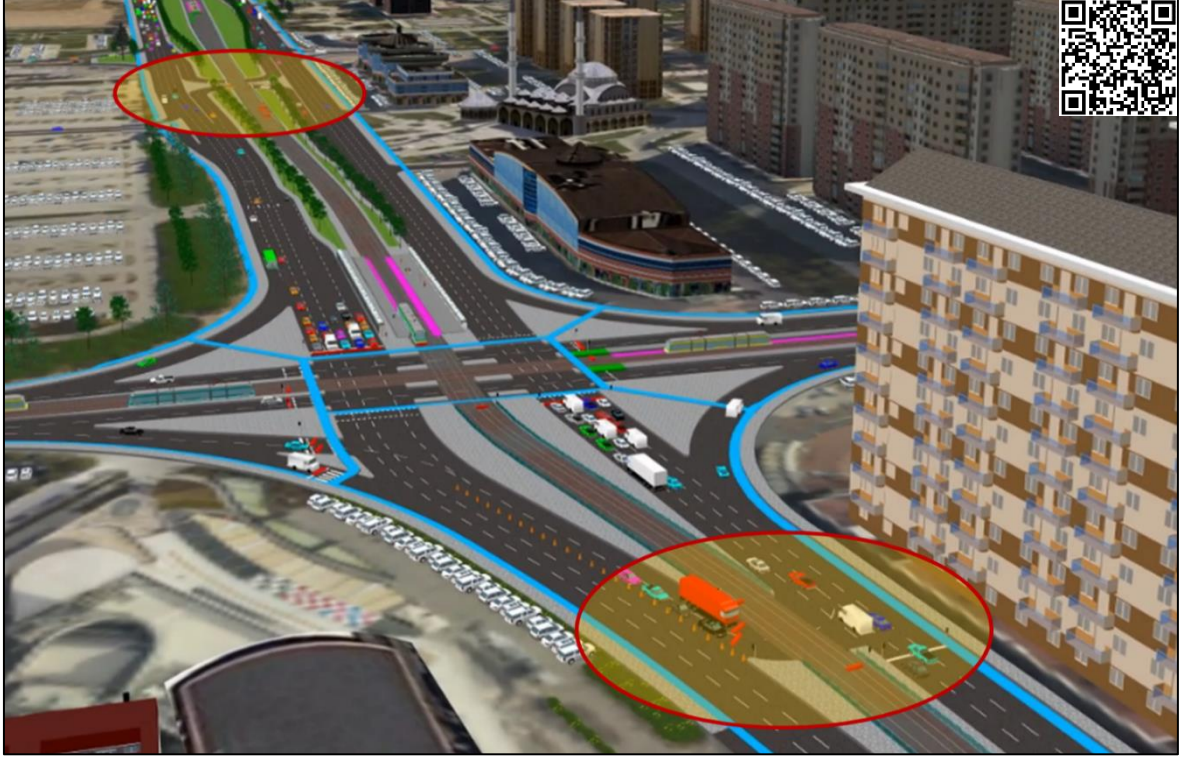
Çalışma kapsamında sürdürülebilir, güvenli ve konforlu ulaşımı sağlamak amacıyla kavşak performansını olumlu yönde etkileyecek öneri projeler geliştirmek hedeflenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda çalışma alanı için 5 alternatif proje geliştirilmiş olup, geliştirilen bu alternatif projelerin hepsi için ayrı ayrı simülasyon çalışması yapılmıştır. Daha sonra Konya ili için Türkiye İstatistik Kurumu'ndan temin edilen "Taşıt Sahipliği Artış Oranı" verisi dikkate alınarak bütün alternatif çözüm önerileri için sayımlar her seferinde %5 olacak şekilde %5, %10, %15 ve %20 artırılarak simülasyon çalışmaları tekrarlanmış ve analizler yapılmıştır.

5.2. Alternatif 1

Mevcut durumda 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 1 numaralı kavşak sinyalsiz bir şekilde hizmet vermektedir. Konya Büyükşehir Belediyesi'nin talepleri karşılamak ve daha iyi bir toplu taşıma hizmeti sunmak amacıyla yapmayı planladığı iki farklı tramvay projesi bulunmakta olup, bu iki tramvay projesi 1 numaralı kavşak bölgesinde dik olarak kesişmektedir. Çözüm önerilerinde 1 numaralı kavşak, tramvay projeleriyle entegre bir şekilde 2 fazlı olacak tasarlanmıştır.

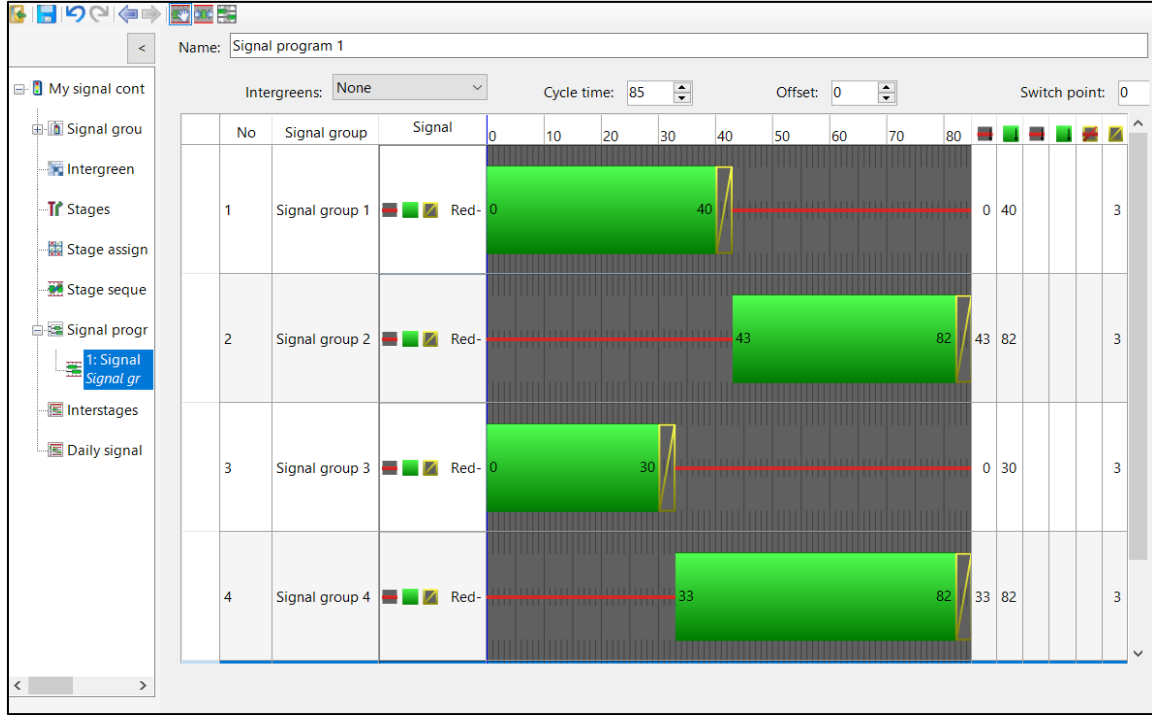
Alternatif projelerde; doğu-batı aksında bulunan tramvay hareket ederken bu yönde hareket edecek taşıtlara ve tramvay istasyonlarına erişebilmek için hareket eden yayalara kavşakta yeşil ışık yanmakta, kuzey-güney aksında hareket edecek tramvay, taşıtlar ve yayalara kırmızı ışık yanmaktadır. Diğer durumda kuzey-güney aksında bulunan tramvay hareket ederken bu yönde hareket edecek taşıtlara ve tramvay istasyonlarına erişebilmek için hareket eden yayalara kavşakta yeşil ışık yanmakta, doğu-batı aksında hareket edecek tramvay, taşıtlar ve yayalara kırmızı ışık yanmaktadır. 1 numaralı kavşağın akım hareketleri analiz edilerek kavşak içerisinde sola dönüşler ve U dönüşleri yasaklanmış olup bu talepler

aşağıdaki görselde belirtilen noktalardan karşılanmaktadır. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon görüntüsüne karekod okutularak ulaşılabilir.

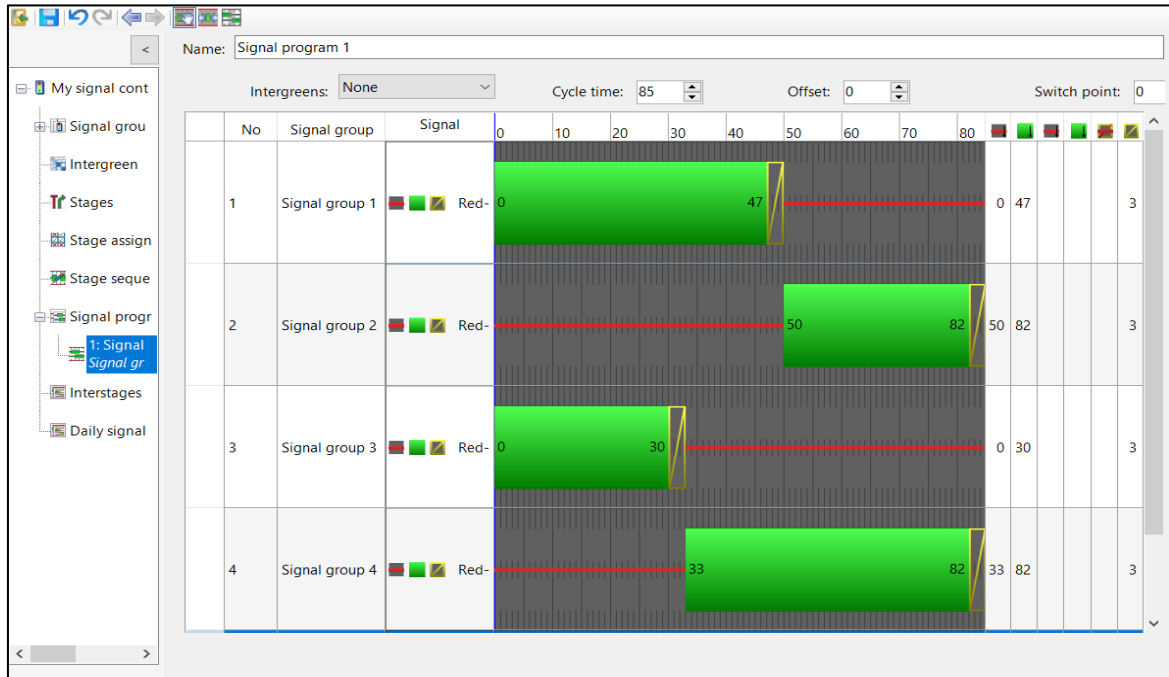


Şekil 5.11. 1 Numaralı kavşağa ait dönüş noktaları

1 numaralı kavşağa ait PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak tespit edilen en optimum sabah sinyal faz planı şekil 5.12’de, akşam sinyal faz planı şekil 5.13’te yer almaktadır.



Şekil 5.12. 1 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 sabah sinyal faz planı



Şekil 5.13. 1 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 akşam sinyal faz planı

Mevcut durumda 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 2 numaralı kavşak 4 fazlı sinyalize bir şekilde hizmet vermektedir. Çözüm önerilerinde tramvay güzergahı üzerinde 2 numaralı kavşağın öncesinde ve sonrasında kuzey-güney aksındaki geçişler ve U

dönüşleri için dönüşler açılarak kavşak kapatılmıştır. Öneri projede dönüş yapılacak iki noktaya tramvay öncelikli sinyal konulmuş olup, tramvay hemzemin geçiş noktasına yaklaştığında taşıtlara kırmızı ışık yanmakta ve tramvay geçişinin olmadığı durumlarda taşıtlara sürekli yeşil ışık yanarak trafik akışı sağlanmaktadır. Yayaların istasyona erişebilmesi için istasyon bölgesinde yaya üst geçidi planlanmıştır. Dönüşler aşağıdaki görselde belirtilen noktalardan karşılanmaktadır. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon görüntüsüne karekod okutularak ulaşılabilir.



Şekil 5.14. 2 Numaralı kavşağa ait dönüş noktaları

Mevcut durumda 4 kollu kuzey-güney aksında karayolu altgeçidi ve hemzemin olarak tramvayın geçtiği bir dönel kavşak olarak çalışmakta olan 3 numaralı kavşak 4 fazlı sinyalizasyonla hizmet vermektedir. Mevcut tramvay ile planlanan tramvayın kesiştiği noktada mevcut tramvay istasyonu bulunmakta olup, mevcut arazi koşulları değerlendirilerek yeni tramvayın hemzemin olarak geçişinin uygun olmadığı belirlenmiştir. Alternatif 1 projesinde mevcut tramvay ile planlanan tramvay arasında yolcu transferlerinin kolay yapılabilmesi için yeni tramvayın doğu-batı aksında üst geçitle geçilmesinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Böylelikle tramvaylar arasında yolcular aktarma yaparken herhangi bir karayolundan geçmek zorunda kalmadan daha güvenli bir şekilde transfer olabilmektedir. Tramvay istasyonundan giriş veya çıkış yapacak yolcular için ise belirli noktalara butonlu yaya sinyali eklenerek yayaların güvenli bir şekilde erişimi sağlanmıştır. 3 numaralı kavşağın akım hareketleri analiz edilerek yoğun talebin doğu-batı yönünde olduğu tespit edilmiştir. Mevcut

durumda da 3 numaralı kavşağın iyileştirilmesinin fayda sağlayacağı düşünülerek doğu-batı aksında yeni tramvaya paralel olacak şekilde 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritli bir karayolu üst geçidi planlanmıştır.

Yoğun taşıt trafiğinin üst geçitle transit olarak geçmesinin sağladığı avantajdan faydalanılarak dönel kavşaktaki 4 fazlı sinyal sisteminden tramvay öncelikli sinyal sistemine geçilerek kavşaktaki beklemlerden kaynaklanan olumsuzlukların azaltılacağı öngörülmektedir. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon görüntüsüne karekod okutularak ulaşılabilmektedir.



Şekil 5.15. 3 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 tasarımı

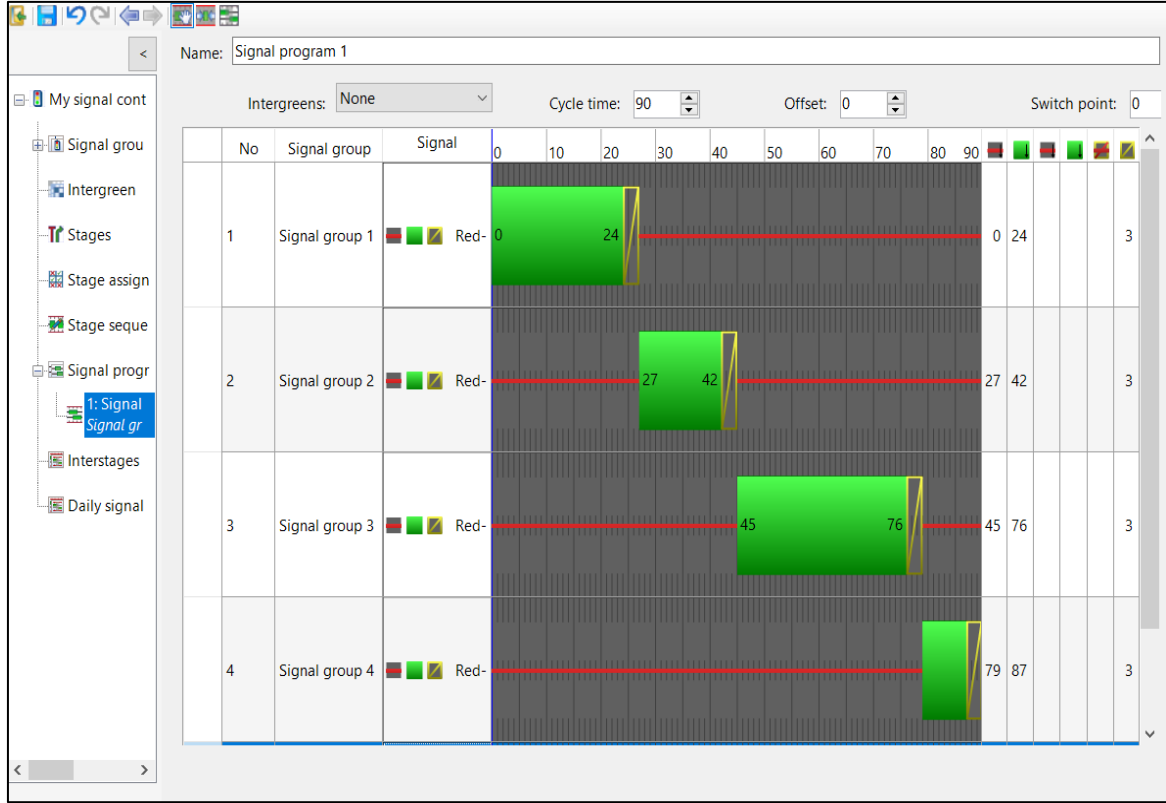
Mevcut durumda 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 4 numaralı kavşak sinyalsiz bir şekilde hizmet vermektedir. Alternatif 1 projesinde 4 numaralı kavşak 4 fazlı hemzemin kavşak olarak tasarlanmıştır. 4 numaralı kavşağın akım hareketleri analiz edilerek yoğun taşıt trafiğinin doğu-batı aksında ve sabah kuzeyden doğuya akşam ise doğudan kuzeye olduğu tespit edilmiştir. Yoğun taşıt trafiği dikkate alınarak sinyal faz planlaması yapılmıştır. Öneri projede 1. faz olarak doğu-batı aksında hareket edecek taşıtlarla tramvaya yeşil ışık yanmakta, 2. faz olarak doğudan güneye ve batıdan kuzeye gidecek taşıtlara yeşil ışık yanmakta, 3. faz olarak kuzeyden tüm yönlere gidecek taşıtlara yeşil ışık yanmakta ve 4. faz olarak güneyden tüm yönlere gidecek taşıtlara yeşil ışık yanmaktadır. Yayaaların

istasyona erişimi için ilgili yaya geçitlerinde geçen taşıtlarla çakışmayacak şekilde yaya sinyalleri eklenerek yayaların güvenli bir şekilde geçişleri sağlanmıştır. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon görüntüsüne karekod okutularak ulaşılabilir.

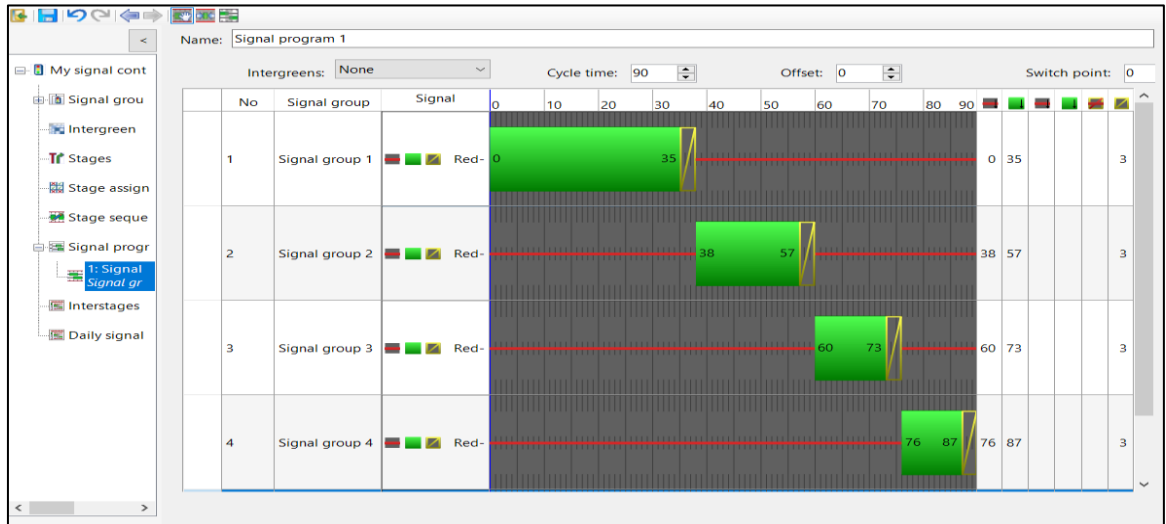


Şekil 5.16. 4 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 tasarımı

4 numaralı kavşağa ait PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak tespit edilen en optimum sabah sinyal faz planı şekil 5.17’de, akşam sinyal faz planı şekil 5.18’de yer almaktadır.



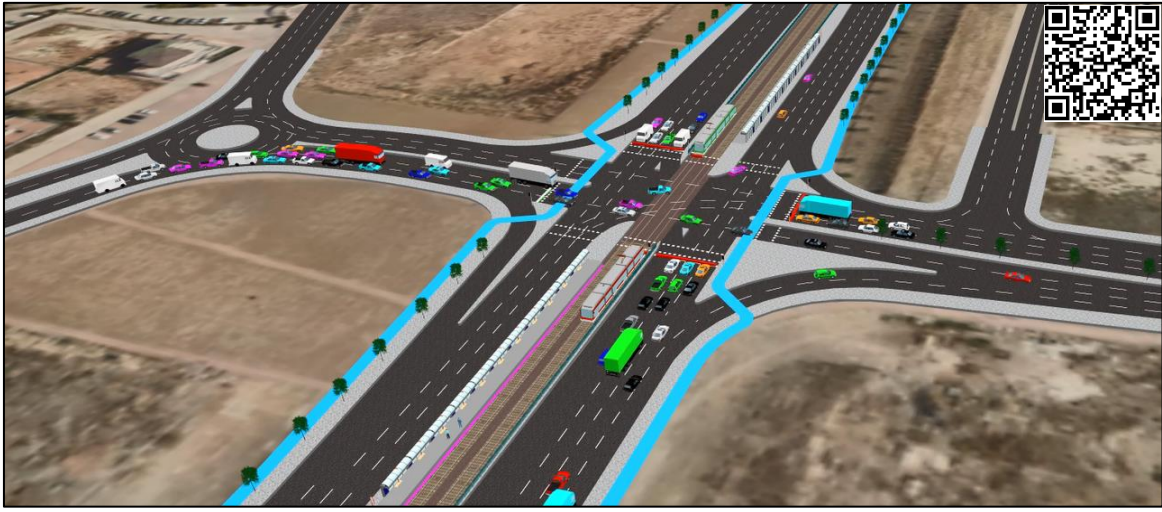
Şekil 5.17. 4 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 sabah sinyal faz planı



Şekil 5.18. 4 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 akşam sinyal faz planı

Mevcut durumda 4 kollu bir eşdüzey kavşak olarak çalışmakta olan 5 numaralı kavşak 4 fazlı sinyale bir şekilde hizmet vermektedir. Alternatif 1 projesinde 5 numaralı kavşak 4 fazlı hemzemin kavşak olarak tasarlanmıştır. 5 numaralı kavşağın akım hareketleri analiz edilerek yoğun taşıt trafiğinin doğu-batı aksında ve sabah batıdan güneye akşam ise güneyden batıya

olduğu tespit edilmiştir. Yoğun taşıt trafiği dikkate alınarak sinyal faz planlaması yapılmıştır. Öneri projede 1. faz olarak doğu-batı aksında hareket edecek taşıtlarla tramvaya yeşil ışık yanmakta, 2. faz olarak doğudan güneye ve batıdan kuzeye gidecek taşıtlara yeşil ışık yanmakta, 3. faz olarak kuzeyden tüm yönlere gidecek taşıtlara yeşil ışık yanmakta ve 4. faz olarak güneyden tüm yönlere gidecek taşıtlara yeşil ışık yanmaktadır. Yayaların istasyona erişimi için ilgili yaya geçitlerinde geçen taşıtlarla çakışmayacak şekilde yaya sinyalleri eklenerek yayaların güvenli bir şekilde geçişleri sağlanmıştır. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon karekod okutularak ulaşılabilir.



Şekil 5.19. 5 Numaralı kavşağa ait alternatif 1 tasarımı

4 numaralı kavşağa ait PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak tespit edilen en optimum sabah sinyal faz planı Şekil 5.20’de, akşam sinyal faz planı Şekil 5.21’de yer almaktadır.

5.2.1. Alternatif 1 mevcut sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların mevcut sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.3'te mevcut akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.4'te verilmiştir.

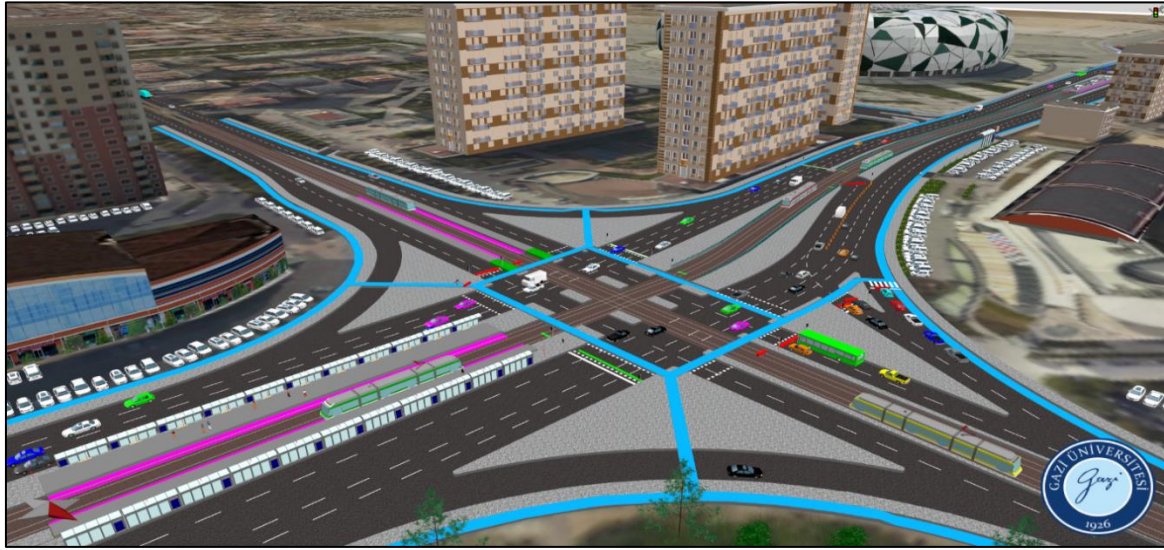
Çizelge 5.3. Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 1 Mevcut Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	117	352	176	112	226
Ortalama Gecikme (saniye)	21	7	4	22	23
CO Emisyonu (gram)	7983	6835	9131	7054	6985
NOx Emisyonu (gram)	1553	1330	1776	1372	1359
VOC Emisyonları (gram)	1850	1584	2116	1635	1619
Yakıt tüketimi (galon)	114	98	131	101	100

Çizelge 5.4. Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 1 Mevcut Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	71	109	512	164	139
Ortalama Gecikme (saniye)	21	10	18	23	27
CO Emisyonu (gram)	8827	9811	15382	7809	7453
NOx Emisyonu (gram)	1718	1909	2993	1519	1450
VOC Emisyonları (gram)	2046	2274	3565	1810	1727
Yakıt tüketimi (galon)	126	140	220	112	107

Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 117 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 7983 gram, NOx emisyonu 1553 gram, VOC emisyonları 1850 gram ve yakıt tüketimi 114 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.22'de verilmiştir.



Şekil 5.22. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 71 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 8827 gram, NOx emisyonu 1718 gram, VOC emisyonları 2046 gram ve yakıt tüketimi 126 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.23'te verilmiştir.



Şekil 5.23. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 352 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 6835 gram, NOx emisyonu 1330 gram, VOC emisyonları 1584 gram ve yakıt tüketimi 98 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.24'te verilmiştir.



Şekil 5.24. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 109 metre, ortalama gecikme 10 saniye, CO emisyonu 9811 gram, NOx emisyonu 1909 gram, VOC emisyonları 2274 gram ve yakıt

tüketimi 140 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 10 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.25'te verilmiştir.



Şekil 5.25. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 176 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 9161 gram, NOx emisyonu 1776 gram, VOC emisyonları 2116 gram ve yakıt tüketimi 131 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.26'da verilmiştir.



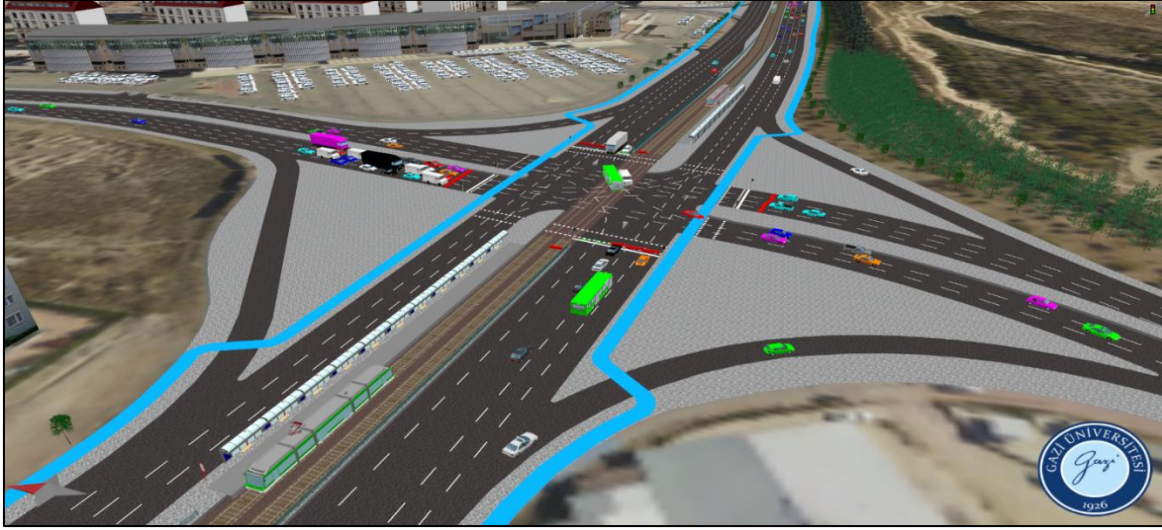
Şekil 5.26. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 512 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 15382 gram, NO_x emisyonu 2993 gram, VOC emisyonları 3565 gram ve yakıt tüketimi 220 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.27'de verilmiştir.



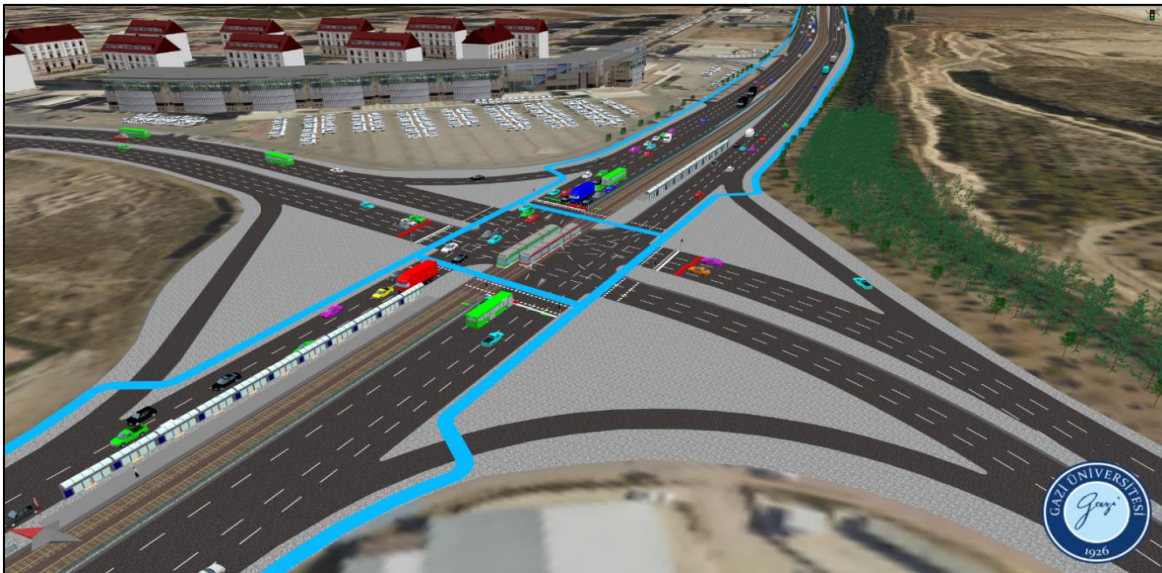
Şekil 5.27. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 112 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 7054 gram, NO_x emisyonu 1372 gram, VOC emisyonları 1635 gram ve yakıt tüketimi 101 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.28'de verilmiştir.



Şekil 5.28. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 164 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 7809 gram, NOx emisyonu 1519 gram, VOC emisyonları 1810 gram ve yakıt tüketimi 112 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.29'da verilmiştir.



Şekil 5.29. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 226 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 6985 gram, NOx emisyonu 1359 gram, VOC emisyonları 1619 gram ve yakıt tüketimi 100 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.30'da verilmiştir.



Şekil 5.30. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 139 metre, ortalama gecikme 27 saniye, CO emisyonu 7453 gram, NOx emisyonu 1450 gram, VOC emisyonları 1727 gram ve yakıt tüketimi 107 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 27 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.31'de verilmiştir.



Şekil 5.31. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

5.2.2. Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %5 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.5'te %5 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.5. Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 1 %5 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	123	352	190	133	257
Ortalama Gecikme (saniye)	21	7	5	23	25
CO Emisyonu (gram)	8472	7085	9661	7599	7537
NOx Emisyonu (gram)	1648	1379	1880	1479	1467
VOC Emisyonları (gram)	1964	1642	2239	1761	1747
Yakıt tüketimi (galon)	121	101	138	109	108

Çizelge 5.6. Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 1 %5 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	71	286	511	166	151
Ortalama Gecikme (saniye)	21	12	16	24	28
CO Emisyonu (gram)	9174	11005	15395	8256	7922
NOx Emisyonu (gram)	1785	2141	2995	1606	1541
VOC Emisyonları (gram)	2126	2550	3568	1913	1836
Yakıt tüketimi (galon)	131	157	220	118	113

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 123 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 8472 gram, NOx emisyonu 1648 gram, VOC emisyonları 1964 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.32'de verilmiştir.



Şekil 5.32. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 71 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO

emisyonu 9174 gram, NOx emisyonu 1785 gram, VOC emisyonları 2126 gram ve yakıt tüketimi 131 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.33'te verilmiştir.



Şekil 5.33. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 352 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7085 gram, NOx emisyonu 1379 gram, VOC emisyonları 1642 gram ve yakıt tüketimi 101 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.34'te verilmiştir.



Şekil 5.34. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 286 metre, ortalama gecikme 12 saniye, CO emisyonu 11005 gram, NO_x emisyonu 2141 gram, VOC emisyonları 2550 gram ve yakıt tüketimi 157 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 12 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.35'te verilmiştir.



Şekil 5.35. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 190 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 9661 gram, NO_x emisyonu 1880 gram, VOC emisyonları 2239 gram ve yakıt tüketimi 138 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.36'da verilmiştir.



Şekil 5.36. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisyonu 15395 gram, NO_x emisyonu 2995 gram, VOC emisyonları 3568 gram ve yakıt tüketimi 220 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.37'de verilmiştir.



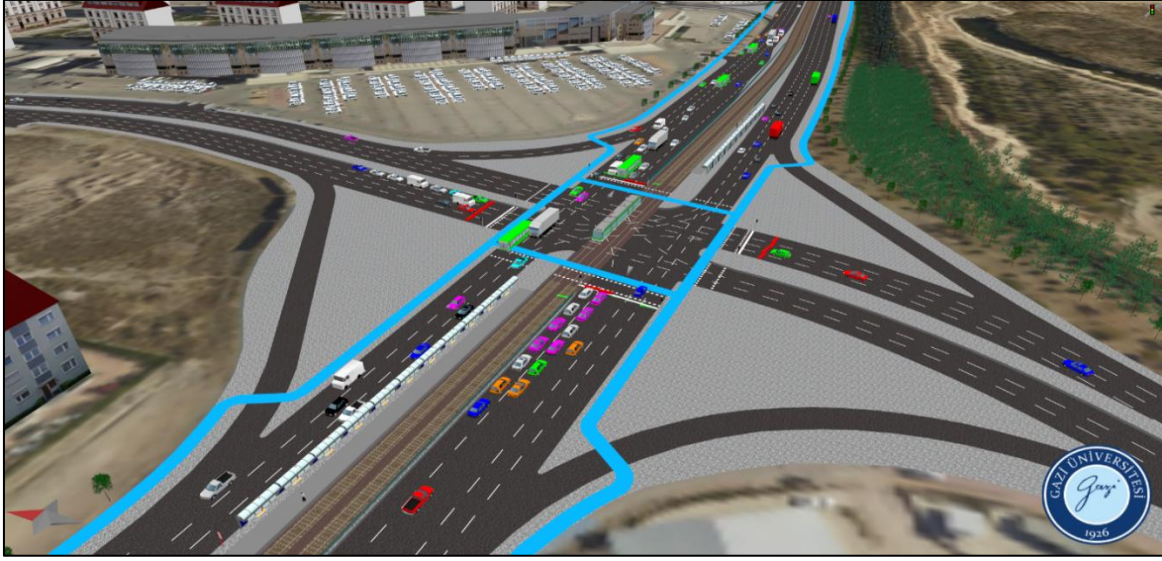
Şekil 5.37. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 133 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 7599 gram, NOx emisyonu 1479 gram, VOC emisyonları 1761 gram ve yakıt tüketimi 101 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.38'de verilmiştir.



Şekil 5.38. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 166 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 8256 gram, NOx emisyonu 1606 gram, VOC emisyonları 1913 gram ve yakıt tüketimi 118 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.39'da verilmiştir.



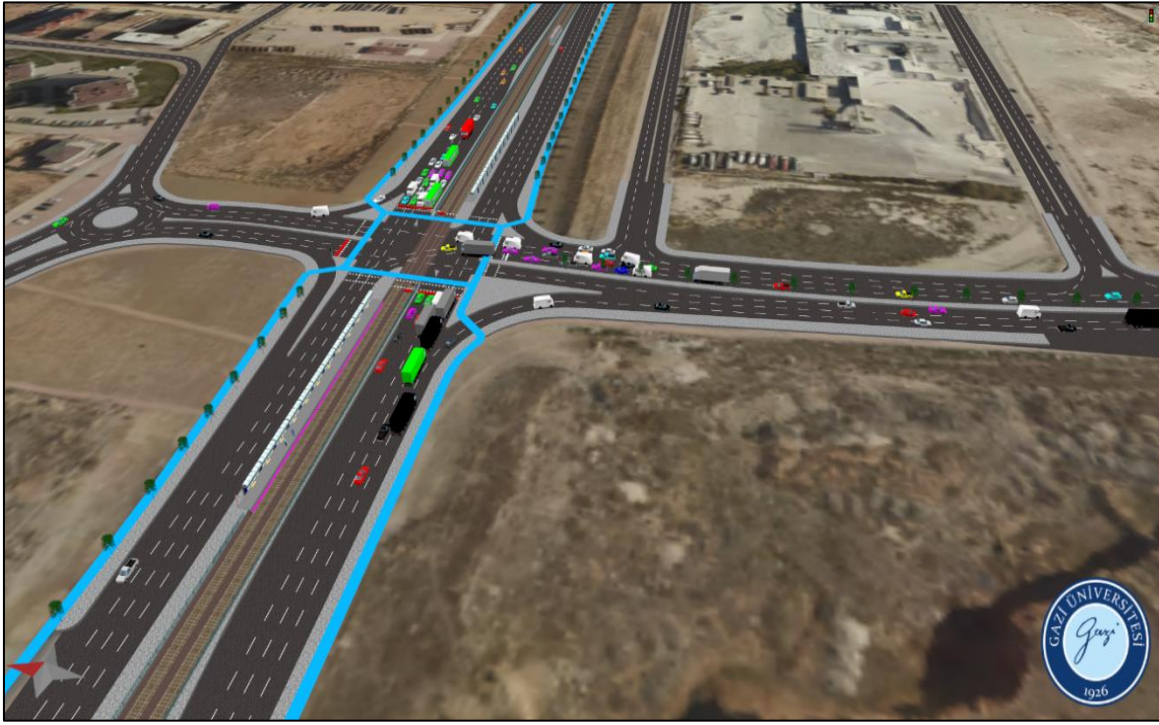
Şekil 5.39. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 257 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 7537 gram, NOx emisyonu 1467 gram, VOC emisyonları 1747 gram ve yakıt tüketimi 108 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.40'ta verilmiştir.



Şekil 5.40. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1%5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 151 metre, ortalama gecikme 28 saniye, CO emisyonu 7922 gram, NOx emisyonu 1541 gram, VOC emisyonları 1836 gram ve yakıt tüketimi 113 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 28 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.41'de verilmiştir.



Şekil 5.41. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.2.3. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %10 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.7'da %10 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.8'de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 1 %10 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu	132	352	189	129	199
Ortalama Gecikme	23	6	5	24	26
CO Emisyonu	9095	7354	10503	7981	7984
NOx Emisyonu	1770	1431	2044	1553	1553
VOC Emisyonları	2108	1704	2434	1850	1850
Yakıt tüketimi	130	105	150	114	114

Çizelge 5.8. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 1 %10 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu	82	505	511	189	188
Ortalama Gecikme	23	14	17	26	31
CO Emisyonu	9901	11745	16287	9072	8597
NOx Emisyonu	1926	2285	3169	1765	1673
VOC Emisyonları	2295	2722	3775	2103	1992
Yakıt tüketimi	142	168	233	130	123

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 132 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9095 gram, NOx emisyonu 1770 gram, VOC emisyonları 2108 gram ve yakıt tüketimi 130 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.42'de verilmiştir.



Şekil 5.42. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 82 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9901 gram, NOx emisyonu 1926 gram, VOC emisyonları 2295 gram ve yakıt tüketimi 142 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.43'te verilmiştir.



Şekil 5.43. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 352 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 7354 gram, NOx emisyonu 1431 gram, VOC emisyonları 1704 gram ve yakıt

tüketimi 105 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.44'te verilmiştir.



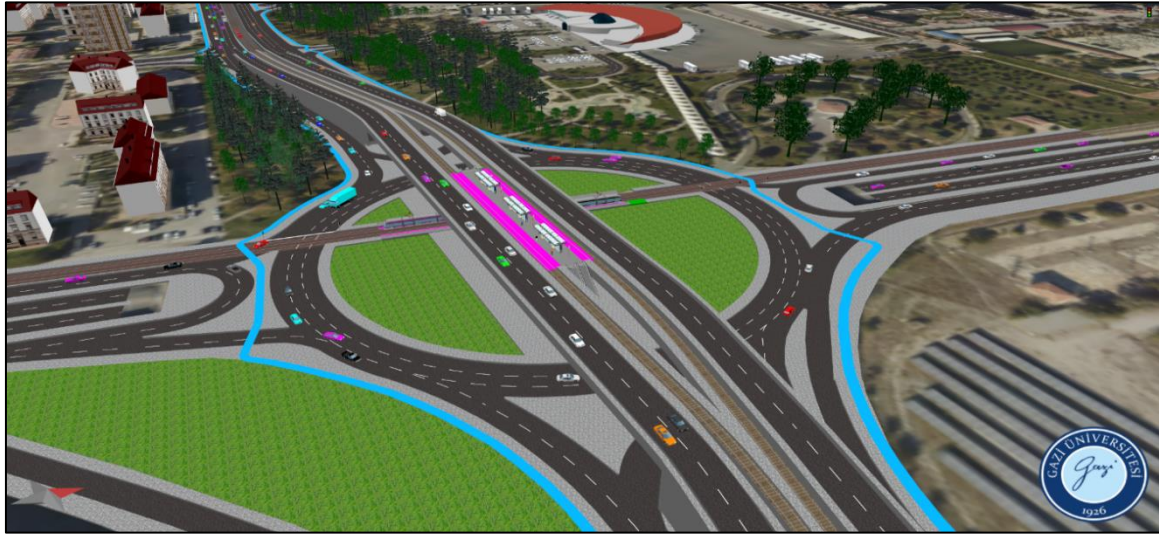
Şekil 5.44. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 505 metre, ortalama gecikme 14 saniye, CO emisyonu 11745 gram, NOx emisyonu 2285 gram, VOC emisyonları 2722 gram ve yakıt tüketimi 168 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 14 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.45'te verilmiştir.



Şekil 5.45. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 189 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 10503 gram, NOx emisyonu 2044 gram, VOC emisyonları 2434 gram ve yakıt tüketimi 150 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.46'da verilmiştir.



Şekil 5.46. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 17 saniye, CO emisyonu 16287 gram, NOx emisyonu 3169 gram, VOC emisyonları 3775 gram ve yakıt tüketimi 233 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 17 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.47'de verilmiştir.



Şekil 5.47. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 129 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 7981 gram, NOx emisyonu 1553 gram, VOC emisyonları 1850 gram ve yakıt tüketimi 114 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.48'de verilmiştir.



Şekil 5.48. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 189 metre, ortalama gecikme 26 saniye,

CO emisyonu 9072 gram, NOx emisyonu 1765 gram, VOC emisyonları 2103 gram ve yakıt tüketimi 130 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.49'da verilmiştir.



Şekil 5.49. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 199 metre, ortalama gecikme 26 saniye, CO emisyonu 7984 gram, NOx emisyonu 1553 gram, VOC emisyonları 1850 gram ve yakıt tüketimi 114 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.50'de verilmiştir.



Şekil 5.50. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 188 metre, ortalama gecikme 31 saniye, CO emisyonu 8597 gram, NOx emisyonu 1673 gram, VOC emisyonları 1992 gram ve yakıt tüketimi 123 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 31 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.51'de verilmiştir.



Şekil 5.51. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.2.4. Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %15 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.9’da akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 1 %15 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	125	352	207	161	291
Ortalama Gecikme (saniye)	23	7	5	24	27
CO Emisyonu (gram)	9621	7641	10631	8402	8629
NOx Emisyonu (gram)	1872	1487	2068	1635	1679
VOC Emisyonları (gram)	2230	1771	2464	1947	2000
Yakıt tüketimi (galon)	138	109	152	120	123

Çizelge 5.10. Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 1 %15 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	101	373	512	300	175
Ortalama Gecikme (saniye)	24	15	19	29	32
CO Emisyonu (gram)	10488	12351	17374	9970	9211
NOx Emisyonu (gram)	2041	2403	3380	1940	1792
VOC Emisyonları (gram)	2431	2863	4027	2311	2135
Yakıt tüketimi (galon)	150	177	249	143	132

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 125 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9621 gram, NOx emisyonu 1872 gram, VOC emisyonları 2230 gram ve yakıt tüketimi 138 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.52'de verilmiştir.



Şekil 5.52. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 101 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 10488 gram, NOx emisyonu 2041 gram, VOC emisyonları 2431 gram ve yakıt tüketimi 150 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.53'te verilmiştir.



Şekil 5.53. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 352 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7641 gram, NOx emisyonu 1487 gram, VOC emisyonları 1771 gram ve yakıt tüketimi 109 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.54'te verilmiştir.



Şekil 5.54. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 373 metre, ortalama gecikme 15 saniye, CO emisyonu 12351 gram, NOx emisyonu 2403 gram, VOC emisyonları 2863 gram ve yakıt

tüketimi 177 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 15 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.55'te verilmiştir.



Şekil 5.55. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 207 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 10631 gram, NOx emisyonu 2068 gram, VOC emisyonları 2464 gram ve yakıt tüketimi 152 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.56'da verilmiştir.



Şekil 5.56. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 512 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 17374 gram, NOx emisyonu 3380 gram, VOC emisyonları 4027 gram ve yakıt tüketimi 249 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.57'de verilmiştir.



Şekil 5.57. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 161 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 8402 gram, NOx emisyonu 1635 gram, VOC emisyonları 1947 gram ve yakıt tüketimi 120 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.58'de verilmiştir.



Şekil 5.58. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 300 metre, ortalama gecikme 29 saniye, CO emisyonu 9970 gram, NOx emisyonu 1940 gram, VOC emisyonları 2311 gram ve yakıt tüketimi 143 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 29 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.59'da verilmiştir.



Şekil 5.59. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 291 metre, ortalama gecikme 27 saniye,

CO emisyonu 8629 gram, NOx emisyonu 1679 gram, VOC emisyonları 2000 gram ve yakıt tüketimi 123 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 27 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.60'ta verilmiştir.



Şekil 5.60. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 175 metre, ortalama gecikme 32 saniye, CO emisyonu 9211 gram, NOx emisyonu 1792 gram, VOC emisyonları 2135 gram ve yakıt tüketimi 132 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 32 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.61'de verilmiştir.



Şekil 5.61. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.2.5. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %20 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.11’de akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 1 %20 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	128	352	417	155	297
Ortalama Gecikme (saniye)	24	7	7	26	30
CO Emisyonu (gram)	10332	7968	12074	8953	9488
NOx Emisyonu (gram)	2010	1550	2349	1742	1846
VOC Emisyonları (gram)	2394	1847	2798	2075	2199
Yakıt tüketimi (galon)	148	114	173	128	136

Çizelge 5.12. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 1 %20 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	217	505	512	288	238
Ortalama Gecikme (saniye)	28	26	24	30	35
CO Emisyonu (gram)	11341	15068	20119	10433	10055
NOx Emisyonu (gram)	2207	2932	3914	2030	1956
VOC Emisyonları (gram)	2628	3492	4663	2418	2330
Yakıt tüketimi (galon)	162	216	288	149	144

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 128 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 10332 gram, NOx emisyonu 2010 gram, VOC emisyonları 2394 gram ve yakıt tüketimi 148 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.62'de verilmiştir.



Şekil 5.62. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 217 metre, ortalama gecikme 28 saniye, CO emisyonu 11341 gram, NOx emisyonu 2207 gram, VOC emisyonları 2628 gram ve yakıt tüketimi 162 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 28 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.63'te verilmiştir.



Şekil 5.63. 1 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 352 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7968 gram, NOx emisyonu 1550 gram, VOC emisyonları 1847 gram ve yakıt tüketimi 114 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.64'te verilmiştir.



Şekil 5.64. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 505 metre, ortalama gecikme 26 saniye, CO emisyonu 15068 gram, NOx emisyonu 2932 gram, VOC emisyonları 3492 gram ve yakıt tüketimi 216 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.65'te verilmiştir.



Şekil 5.65. 2 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 417 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 12074 gram, NOx emisyonu 2349 gram, VOC emisyonları 2798 gram ve yakıt tüketimi 173 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.66'da verilmiştir.



Şekil 5.66. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 512 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 20119 gram, NOx emisyonu 3914 gram, VOC emisyonları 4663 gram ve yakıt tüketimi 288 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.67'de verilmiştir.



Şekil 5.67. 3 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 155 metre, ortalama gecikme 26 saniye, CO emisyonu 8953 gram, NOx emisyonu 1742 gram, VOC emisyonları 2075 gram ve yakıt tüketimi 128 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.68'de verilmiştir.



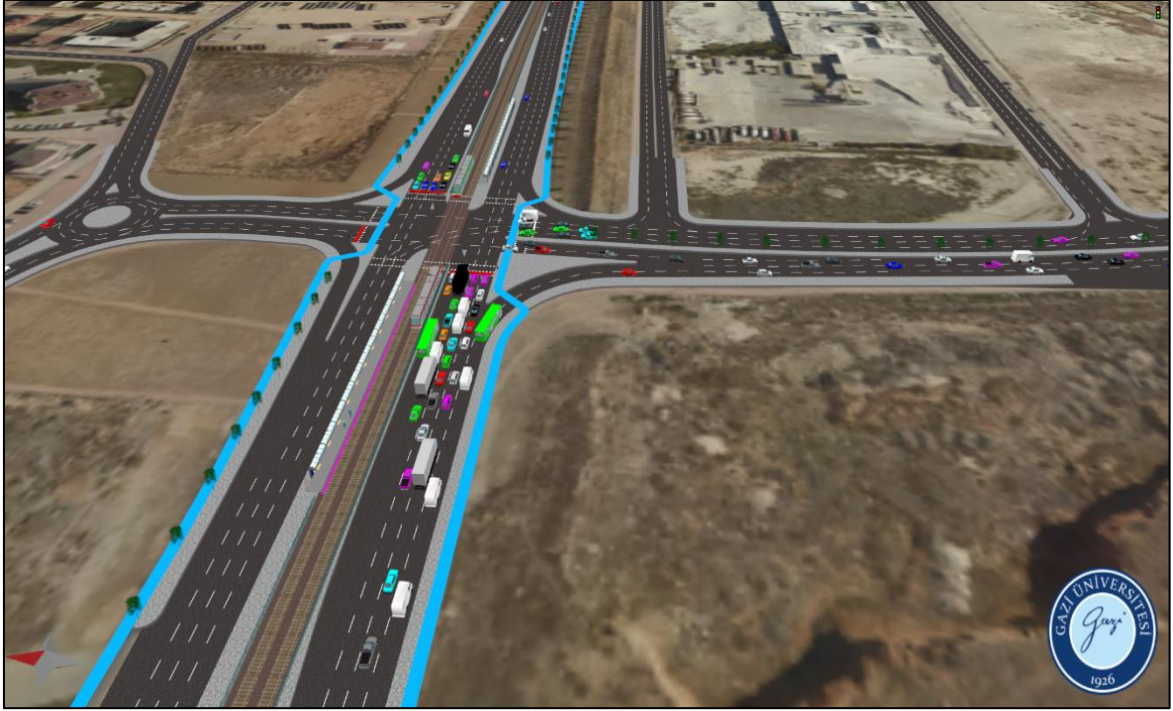
Şekil 5.68. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 288 metre, ortalama gecikme 30 saniye, CO emisyonu 10433 gram, NOx emisyonu 2030 gram, VOC emisyonları 2418 gram ve yakıt tüketimi 149 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 30 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.69'da verilmiştir.



Şekil 5.69. 4 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 297 metre, ortalama gecikme 30 saniye, CO emisyonu 9488 gram, NOx emisyonu 1846 gram, VOC emisyonları 2199 gram ve yakıt tüketimi 136 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 30 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.70'te verilmiştir.



Şekil 5.70. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 238 metre, ortalama gecikme 35 saniye, CO emisyonu 10055 gram, NOx emisyonu 1956 gram, VOC emisyonları 2330 gram ve yakıt tüketimi 144 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 35 sn ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.71'de verilmiştir.



Şekil 5.71. 5 Numaralı kavşağın alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

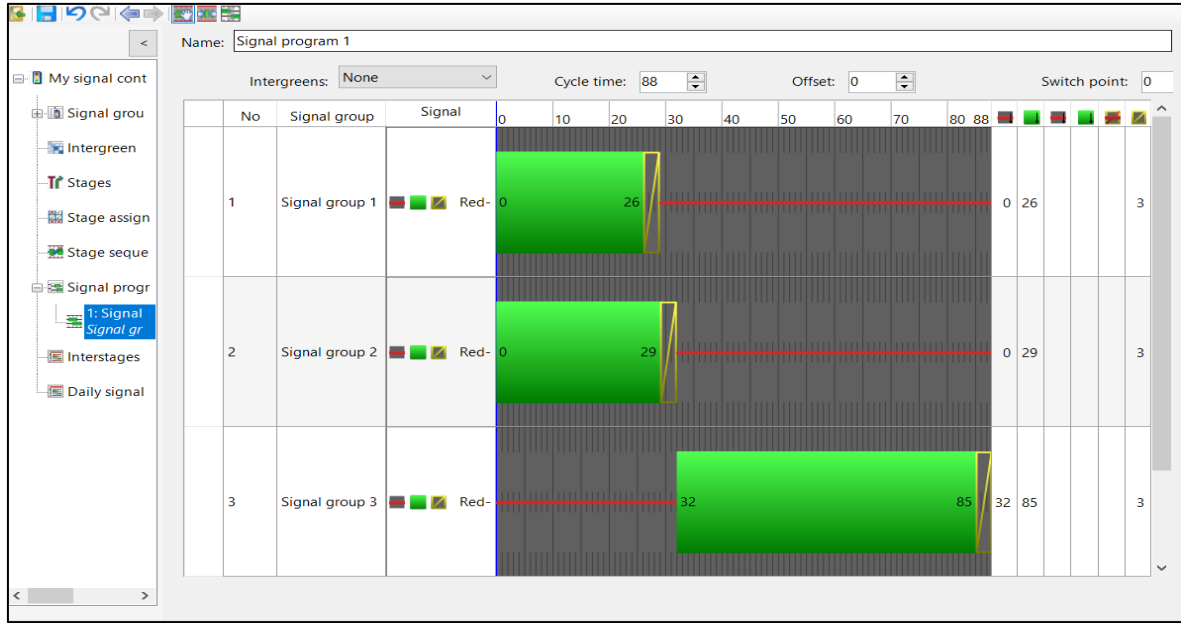
5.3. Alternatif 2

Alternatif 2 projesinde 1, 2, 3 ve 5 numaralı kavaşakların tasarımı ve çalışma prensibi Alternatif 1 projesindekiyle aynı olacak şekilde düşünülerek sadece 4 numaralı kavaşağın tasarımında değişiklik yapılmıştır.

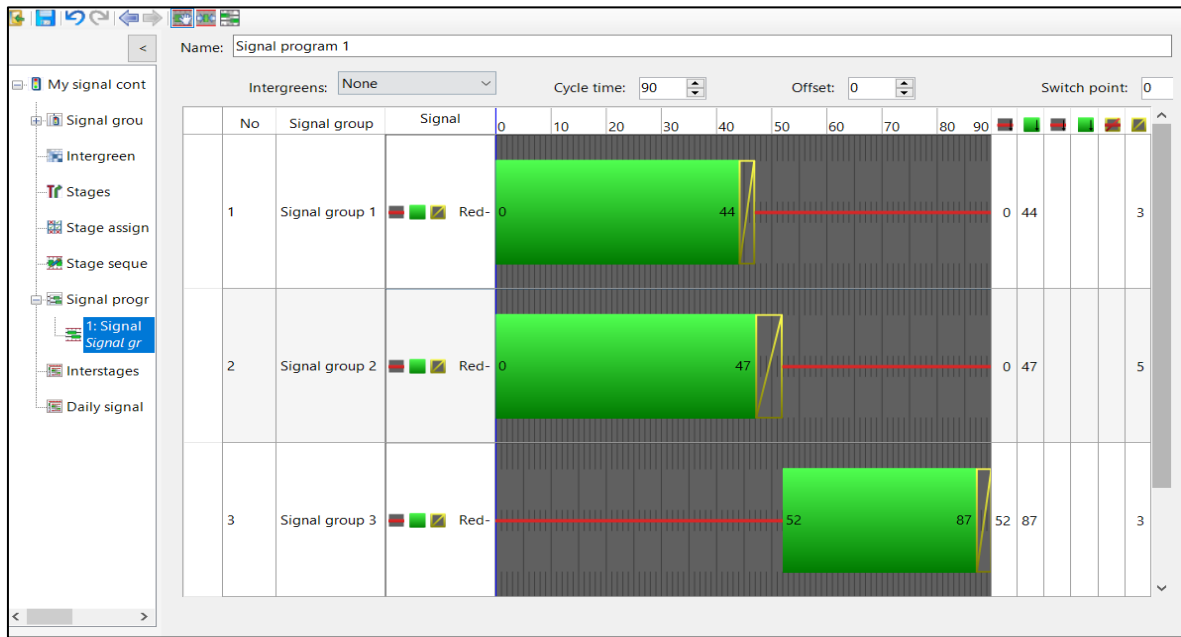
Mevcut durumda 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 4 numaralı kavşak sinyalsiz bir şekilde hizmet vermektedir. Alternatif 2 projesinde 4 numaralı kavşak 2 fazlı hemzemin kavşak olarak tasarlanmıştır. 4 numaralı kavşağın akım hareketleri analiz edilerek yoğun taşıt trafiğinin doğu-batı aksında ve sabah kuzeyden doğuya akşam ise doğudan kuzeye olduğu tespit edilmiştir. Yoğun taşıt trafiği dikkate alınarak sinyal faz planlaması yapılmıştır. Öneri projede 1. faz olarak doğu-batı aksında hareket edecek taşıtlarla tramvaya yeşil ışık yanmakta, 2. faz olarak kuzey-güney aksında hareket edecek taşıtlara yeşil ışık yanmaktadır. 4 numaralı kavşağa ait PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak tespit edilen en optimum sabah sinyal faz planı şekil 5.73'te, akşam sinyal faz planı ise şekil 5.74'te yer almaktadır. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon görüntüsüne karekod okutularak ulaşılabilir.



Şekil 5.72. 4 Numaralı kavşağa ait alternatif 2 tasarımı



Şekil 5.73. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 2 sabah sinyal faz planı



Şekil 5.74. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 2 akşam sinyal faz planı

5.3.1. Alternatif 2 mevcut sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların mevcut sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.13'te mevcut akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.13. Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 2 Mevcut Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	124	353	153	139	116
Ortalama Gecikme (saniye)	20	6	4	28	23
CO Emisyonu (gram)	7953	6857	9050	8681	6767
NOx Emisyonu (gram)	1547	1334	1761	1689	1317
VOC Emisyonları (gram)	1843	1589	2098	2012	1568
Yakıt tüketimi (galon)	114	98	129	124	97

Çizelge 5.14. Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 2 Mevcut Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	86	90	510	215	139
Ortalama Gecikme (saniye)	22	9	16	23	27
CO Emisyonu (gram)	8677	9539	14682	8662	7455
NOx Emisyonu (gram)	1688	1856	2857	1685	1450
VOC Emisyonları (gram)	2011	2211	3403	2008	1728
Yakıt tüketimi (galon)	124	136	210	124	107

Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 124 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 7953 gram, NOx emisyonu 1547 gram, VOC emisyonları 1843 gram ve yakıt tüketimi 114 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 20 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.75'te verilmiştir.



Şekil 5.75. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 86 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 8677 gram, NOx emisyonu 1688 gram, VOC emisyonları 2011 gram ve yakıt tüketimi 124 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.76'da verilmiştir.



Şekil 5.76. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 6857 gram, NOx emisyonu 1334 gram, VOC emisyonları 1589 gram ve yakıt tüketimi 98 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn

ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.77’de verilmiştir.



Şekil 5.77. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 90 metre, ortalama gecikme 9 saniye, CO emisyonu 9539 gram, NOx emisyonu 1856 gram, VOC emisyonları 2211 gram ve yakıt tüketimi 136 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM’ye göre akşam 9 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.78’de verilmiştir.



Şekil 5.78. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 153 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO

emisiyonu 9050 gram, NOx emisiyonu 1761 gram, VOC emisyonları 2098 gram ve yakıt tüketimi 129 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.79'da verilmiştir.



Şekil 5.79. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 510 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisiyonu 14682 gram, NOx emisiyonu 2857 gram, VOC emisyonları 3403 gram ve yakıt tüketimi 210 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.80'de verilmiştir.



Şekil 5.80. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 139 metre, ortalama gecikme 28 saniye, CO emisyonu 8681 gram, NOx emisyonu 1689 gram, VOC emisyonları 2012 gram ve yakıt tüketimi 124 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 28 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.81'de verilmiştir.



Şekil 5.81. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 215 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 8662 gram, NOx emisyonu 1685 gram, VOC emisyonları 2008 gram ve yakıt tüketimi 124 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.82'de verilmiştir.



Şekil 5.82. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 116 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 6767 gram, NOx emisyonu 1317 gram, VOC emisyonları 1568 gram ve yakıt tüketimi 100 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.83'te verilmiştir.



Şekil 5.83. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 139 metre, ortalama gecikme 27 saniye, CO emisyonu 7455 gram, NOx emisyonu 1450 gram, VOC emisyonları 1728 gram ve yakıt tüketimi 107 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 27 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.84'te verilmiştir.



Şekil 5.84. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

5.3.2. Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %5 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.15'te %5 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.15. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 2 %5 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	123	353	203	146	129
Ortalama Gecikme (saniye)	21	6	5	30	24
CO Emisyonu (gram)	8490	7157	9802	9427	7194
NOx Emisyonu (gram)	1652	1393	1907	1834	1400
VOC Emisyonları (gram)	1968	1659	2272	2185	1667
Yakıt tüketimi (galon)	121	102	140	135	103

Çizelge 5.16. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 2 %5 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	88	138	512	157	151
Ortalama Gecikme (saniye)	22	10	18	23	28
CO Emisyonu (gram)	9006	10232	16059	9178	7951
NOx Emisyonu (gram)	1752	1991	3125	1786	1547
VOC Emisyonları (gram)	2087	2371	3722	2127	1843
Yakıt tüketimi (galon)	129	146	230	131	114

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 123 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 8490 gram, NOx emisyonu 1652 gram, VOC emisyonları 1968 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.85'te verilmiştir.



Şekil 5.85. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 88 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 9006 gram, NOx emisyonu 1752 gram, VOC emisyonları 2087 gram ve yakıt tüketimi 129 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.86'da verilmiştir.



Şekil 5.86. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 7157 gram, NOx emisyonu 1393 gram, VOC emisyonları 1659 gram ve yakıt tüketimi 102 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.87'de verilmiştir.



Şekil 5.87. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 138 metre, ortalama gecikme 10 saniye, CO emisyonu 10232 gram, NOx emisyonu 1991 gram, VOC emisyonları 2371 gram ve yakıt tüketimi 146 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 10 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.88'de verilmiştir.



Şekil 5.88. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 203 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 9802 gram, NOx emisyonu 1907 gram, VOC emisyonları 2272 gram ve yakıt tüketimi 140 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.89'da verilmiştir.



Şekil 5.89. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 512 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 16059 gram, NOx emisyonu 3125 gram, VOC emisyonları 3722 gram ve yakıt tüketimi 230 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.90'da verilmiştir.



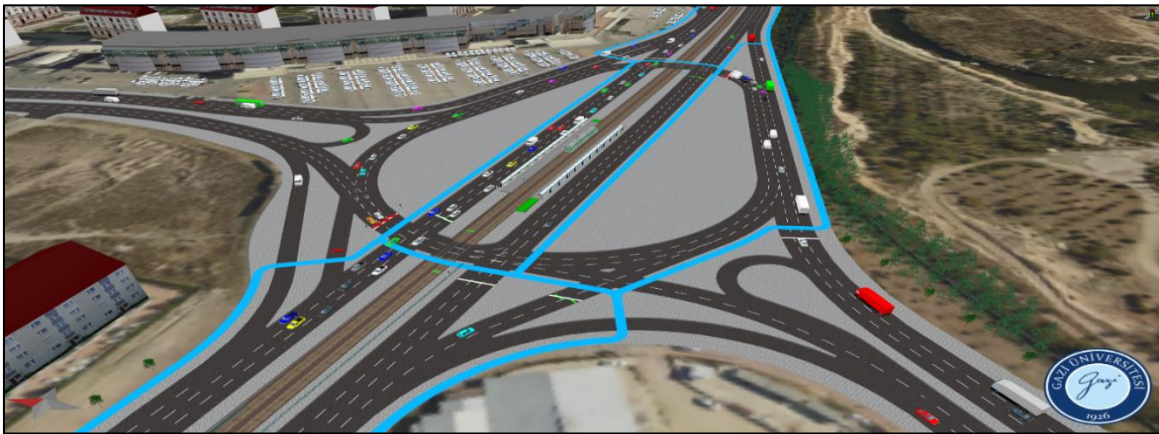
Şekil 5.90. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 146 metre, ortalama gecikme 30 saniye, CO emisyonu 9427 gram, NOx emisyonu 1834 gram, VOC emisyonları 2185 gram ve yakıt tüketimi 135 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 30 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.91'de verilmiştir.



Şekil 5.91. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 157 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9178 gram, NOx emisyonu 1786 gram, VOC emisyonları 2127 gram ve yakıt tüketimi 131 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.92'de verilmiştir.



Şekil 5.92. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 129 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 7194 gram, NOx emisyonu 1400 gram, VOC emisyonları 1667 gram ve yakıt tüketimi 103 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.93'te verilmiştir.



Şekil 5.93. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 151 metre, ortalama gecikme 28 saniye, CO emisyonu 7951 gram, NOx emisyonu 1547 gram, VOC emisyonları 1843 gram ve yakıt tüketimi 114 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 28 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.94'te verilmiştir.



Şekil 5.94. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.3.3. Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %10 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.17’de %10 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 2 %10 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	122	353	207	143	151
Ortalama Gecikme (saniye)	22	7	5	30	25
CO Emisyonu (gram)	9051	8103	10024	9854	7680
NOx Emisyonu (gram)	1761	1576	1950	1917	1494
VOC Emisyonları (gram)	2098	1878	2323	2284	1780
Yakıt tüketimi (galon)	129	116	143	141	110

Çizelge 5.18. Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 2 %10 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	84	461	512	184	189
Ortalama Gecikme (saniye)	23	13	21	24	31
CO Emisyonu (gram)	9427	11277	18005	9689	8638
NOx Emisyonu (gram)	1834	2194	3503	1885	1681
VOC Emisyonları (gram)	2185	2613	4173	2246	2002
Yakıt tüketimi (galon)	135	161	258	139	124

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 122 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 9051 gram, NOx emisyonu 1761 gram, VOC emisyonları 2098 gram ve yakıt tüketimi 129 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.95'te verilmiştir.



Şekil 5.95. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 84 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9427 gram, NOx emisyonu 1834 gram, VOC emisyonları 2185 gram ve yakıt tüketimi 135 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.96'da verilmiştir.



Şekil 5.96. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 8103 gram, NOx emisyonu 1576 gram, VOC emisyonları 1878 gram ve yakıt tüketimi 116 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.97'de verilmiştir.



Şekil 5.97. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 461 metre, ortalama gecikme 13 saniye, CO emisyonu 11277 gram, NOx emisyonu 2194 gram, VOC emisyonları 2613 gram ve yakıt tüketimi 161 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 13 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.98'de verilmiştir.



Şekil 5.98. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 207 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 10024 gram, NOx emisyonu 1950 gram, VOC emisyonları 2323 gram ve yakıt tüketimi 143 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.99'da verilmiştir.



Şekil 5.99. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 512 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 18005 gram, NOx emisyonu 3503 gram, VOC emisyonları 4173 gram ve yakıt tüketimi 258 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.100'de verilmiştir.



Şekil 5.100. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 143 metre, ortalama gecikme 30 saniye, CO emisyonu 9854 gram, NOx emisyonu 1917 gram, VOC emisyonları 2284 gram ve yakıt tüketimi 141 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 30 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.101'de verilmiştir.



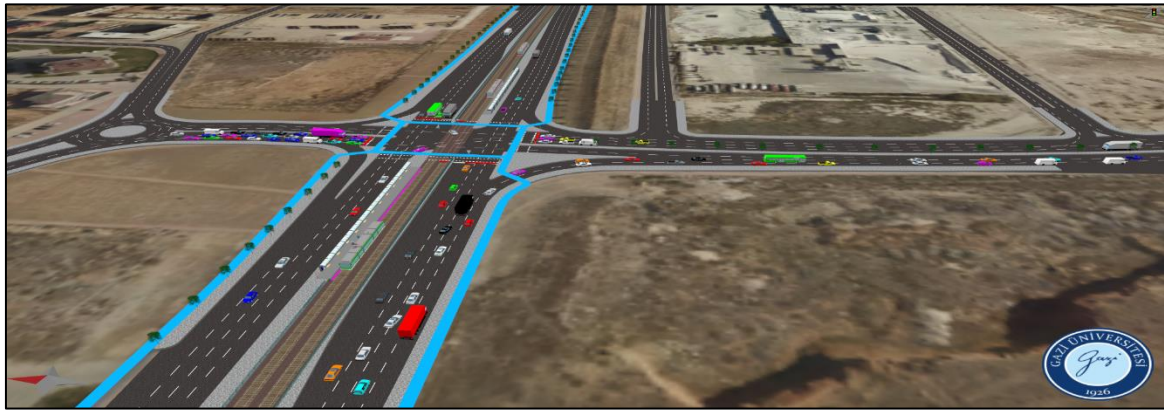
Şekil 5.101. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 184 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 9689 gram, NOx emisyonu 1885 gram, VOC emisyonları 2246 gram ve yakıt tüketimi 139 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.102'de verilmiştir.



Şekil 5.102. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 151 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 7680 gram, NOx emisyonu 1494 gram, VOC emisyonları 1780 gram ve yakıt tüketimi 110 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.103'te verilmiştir.



Şekil 5.103. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 189 metre, ortalama gecikme 31 saniye, CO emisyonu 8638 gram, NOx emisyonu 1681 gram, VOC emisyonları 2002 gram ve yakıt tüketimi 124 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 31 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.104'te verilmiştir.



Şekil 5.104. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.3.4. Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %15 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.19’da akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.20’de verilmiştir.

Çizelge 5.19. Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 2 %15 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	133	353	235	299	165
Ortalama Gecikme (saniye)	23	7	5	49	26
CO Emisyonu (gram)	9656	7785	10917	13627	8052
NOx Emisyonu (gram)	1879	1515	2124	2651	1567
VOC Emisyonları (gram)	2238	1804	2530	3158	1866
Yakıt tüketimi (galon)	138	111	156	195	115

Çizelge 5.20. Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 2 %15 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	89	505	512	321	169
Ortalama Gecikme (saniye)	24	16	20	25	32
CO Emisyonu (gram)	10043	12101	18160	10377	9254
NOx Emisyonu (gram)	1954	2354	3533	2019	1800
VOC Emisyonları (gram)	2328	2805	4209	2405	2145
Yakıt tüketimi (galon)	144	173	260	148	132

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 133 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9656 gram, NOx emisyonu 1879 gram, VOC emisyonları 2238 gram ve yakıt tüketimi 138 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.105'te verilmiştir.



Şekil 5.105. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 89 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 10043 gram, NOx emisyonu 1954 gram, VOC emisyonları 2328 gram ve yakıt tüketimi 144 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.106'da verilmiştir.



Şekil 5.106. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7785 gram, NOx emisyonu 1515 gram, VOC emisyonları 1804 gram ve yakıt tüketimi 111 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.107'de verilmiştir.



Şekil 5.107. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 505 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisyonu 12101 gram, NOx emisyonu 2354 gram, VOC emisyonları 2805 gram ve yakıt tüketimi 173 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.108'de verilmiştir.



Şekil 5.108. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 235 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 10917 gram, NOx emisyonu 2124 gram, VOC emisyonları 2530 gram ve yakıt tüketimi 156 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.109'da verilmiştir.



Şekil 5.109. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 512 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 18160 gram, NOx emisyonu 3533 gram, VOC emisyonları 4209 gram ve yakıt tüketimi 260 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 20 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.110'da verilmiştir.



Şekil 5.110. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 299 metre, ortalama gecikme 49 saniye, CO emisyonu 13627 gram, NOx emisyonu 2651 gram, VOC emisyonları 3158 gram ve yakıt tüketimi 195 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 49 sn ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.111'de verilmiştir.



Şekil 5.111. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 321 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 10377 gram, NOx emisyonu 2019 gram, VOC emisyonları 2405 gram ve yakıt tüketimi 148 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.112'de verilmiştir.



Şekil 5.112. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 165 metre, ortalama gecikme 26 saniye, CO emisyonu 8052 gram, NOx emisyonu 1567 gram, VOC emisyonları 1866 gram ve yakıt tüketimi 115 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.113'te verilmiştir.



Şekil 5.113. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 169 metre, ortalama gecikme 32 saniye, CO emisyonu 9254 gram, NOx emisyonu 1800 gram, VOC emisyonları 2145 gram ve yakıt tüketimi 132 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 32 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.114'te verilmiştir.



Şekil 5.114. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.3.5. Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %20 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.21’de akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.22’de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 2 %20 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	151	353	202	420	165
Ortalama Gecikme (saniye)	24	7	5	52	27
CO Emisyonu (gram)	10257	8201	11014	14473	8478
NOx Emisyonu (gram)	1996	1596	2143	2816	1650
VOC Emisyonları (gram)	2377	1901	2553	3354	1965
Yakıt tüketimi (galon)	147	117	158	207	121

Çizelge 5.22. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 2 %20 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	136	510	511	218	249
Ortalama Gecikme (saniye)	25	20	21	26	35
CO Emisyonu (gram)	10757	13418	18585	10948	10037
NOx Emisyonu (gram)	2093	2611	3616	2130	1953
VOC Emisyonları (gram)	2493	3110	4307	2537	2326
Yakıt tüketimi (galon)	154	192	266	157	144

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 151 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 10257 gram, NOx emisyonu 1994 gram, VOC emisyonları 2377 gram ve yakıt

tüketimi 147 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.115'te verilmiştir.



Şekil 5.115. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 136 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 10757 gram, NOx emisyonu 2093 gram, VOC emisyonları 2493 gram ve yakıt tüketimi 154 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.116'da verilmiştir.



Şekil 5.116. 1 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 8201 gram, NOx emisyonu 1596 gram, VOC emisyonları 1901 gram ve yakıt tüketimi 117 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.117'de verilmiştir.



Şekil 5.117. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 510 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 13418 gram, NOx emisyonu 2611 gram, VOC emisyonları 3110 gram ve yakıt tüketimi 192 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 20 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.118'de verilmiştir.



Şekil 5.118. 2 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 202 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 11014 gram, NOx emisyonu 2143 gram, VOC emisyonları 2553 gram ve yakıt tüketimi 158 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.119'da verilmiştir.



Şekil 5.119. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 18585 gram, NOx emisyonu 3616 gram, VOC emisyonları 4307 gram ve yakıt tüketimi 266 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.120'de verilmiştir.



Şekil 5.120. 3 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 420 metre, ortalama gecikme 52 saniye, CO emisyonu 14473 gram, NOx emisyonu 2816 gram, VOC emisyonları 3354 gram ve yakıt tüketimi 207 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 52 sn ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.121'de verilmiştir.



Şekil 5.121. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 218 metre, ortalama gecikme 26 saniye, CO emisyonu 10948 gram, NOx emisyonu 2130 gram, VOC emisyonları 2537 gram ve yakıt tüketimi 157 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.122'de verilmiştir.



Şekil 5.122. 4 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 165 metre, ortalama gecikme 27 saniye, CO emisyonu 8478 gram, NOx emisyonu 1650 gram, VOC emisyonları 1965 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 27 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.123'te verilmiştir.



Şekil 5.123. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 249 metre, ortalama gecikme 35 saniye, CO emisyonu 10037 gram, NOx emisyonu 1953 gram, VOC emisyonları 2326 gram ve yakıt tüketimi 144 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 35 sn ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.124'te verilmiştir.



Şekil 5.124. 5 Numaralı kavşağın alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

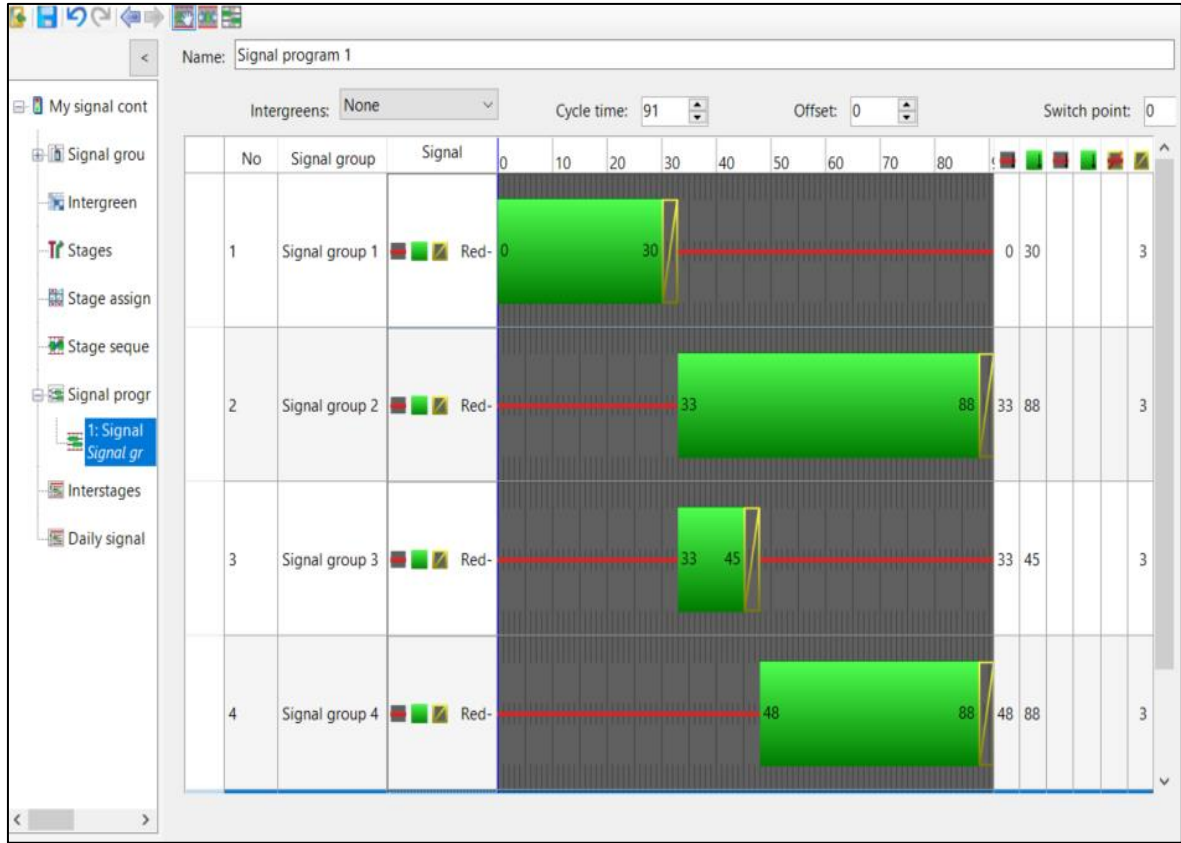
5.4. Alternatif 3

Alternatif 3 projesinde 1, 2, 3 ve 4 numaralı kavşakların tasarımı ve çalışma prensibi Alternatif 2 projesindekiyle aynı olacak şekilde düşünülerek sadece 5 numaralı kavşağın tasarımında değişiklik yapılmıştır.

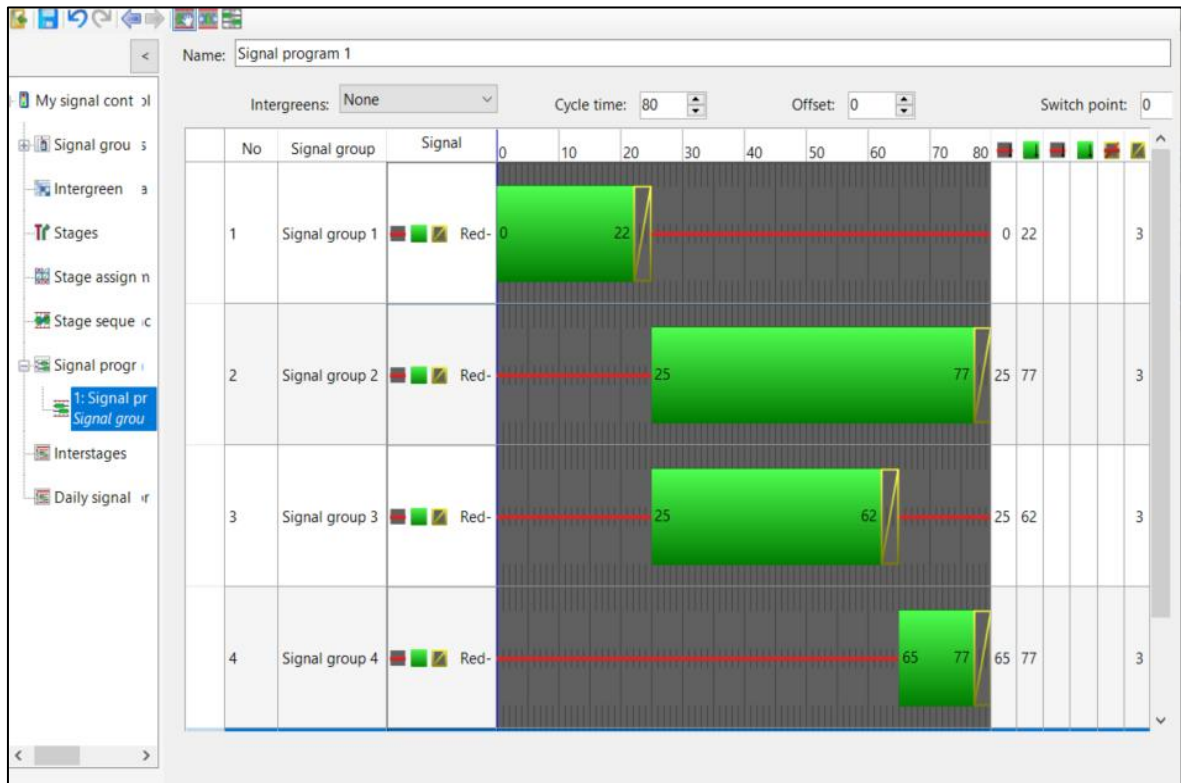
Mevcut durumda 4 kollu bir eşdüzey kavşak olarak çalışmakta olan 5 numaralı kavşak 4 fazlı sinyale bir şekilde hizmet vermektedir. Alternatif 3 projesinde 5 numaralı kavşak 3 fazlı sinyale hemzemin kavşak olarak tasarlanmıştır. 5 numaralı kavşağın akım hareketleri analiz edilerek yoğun taşıt trafiğinin doğu-batı aksında ve sabah batıdan güneye akşam ise güneyden batıya olduğu tespit edilmiştir. Yoğun taşıt trafiği dikkate alınarak sinyal faz planlaması yapılmıştır. Kavşak içerisinde sola dönüşler yasaklanmış olup, sola dönüş talepleri görselde belirtilen dönel adalarla sağlanmaktadır. Böylelikle önceki tasarıma göre sinyal faz sayısında azalma olmuştur. Öneri projede 1. faz olarak doğu-batı aksında hareket edecek taşıtlarla tramvaya yeşil ışık yanmakta, 2. faz olarak güneyden kuzeye ve batıya gidecek taşıtlara yeşil ışık yanmakta, 3. faz olarak kuzeyden güneye ve doğuya gidecek taşıtlara yeşil ışık yanmaktadır. 5 numaralı kavşağa ait PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak tespit edilen en optimum sabah sinyal faz planı şekil 5.126'da, akşam sinyal faz planı ise şekil 5.127'de yer almaktadır. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon görüntüsüne karekod okutularak ulaşılabilir.



Şekil 5.125. 5 Numaralı kavşağa ait alternatif 3 tasarımı



Şekil 5.126. 5 Numaralı kavşağa ait Alternatif 3 sabah sinyal faz planı



Şekil 5.127. 5 Numaralı kavşağa ait Alternatif 3 akşam sinyal faz planı

5.4.1. Alternatif 3 mevcut sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların mevcut sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.23'te mevcut akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.24'te verilmiştir.

Çizelge 5.23. Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları

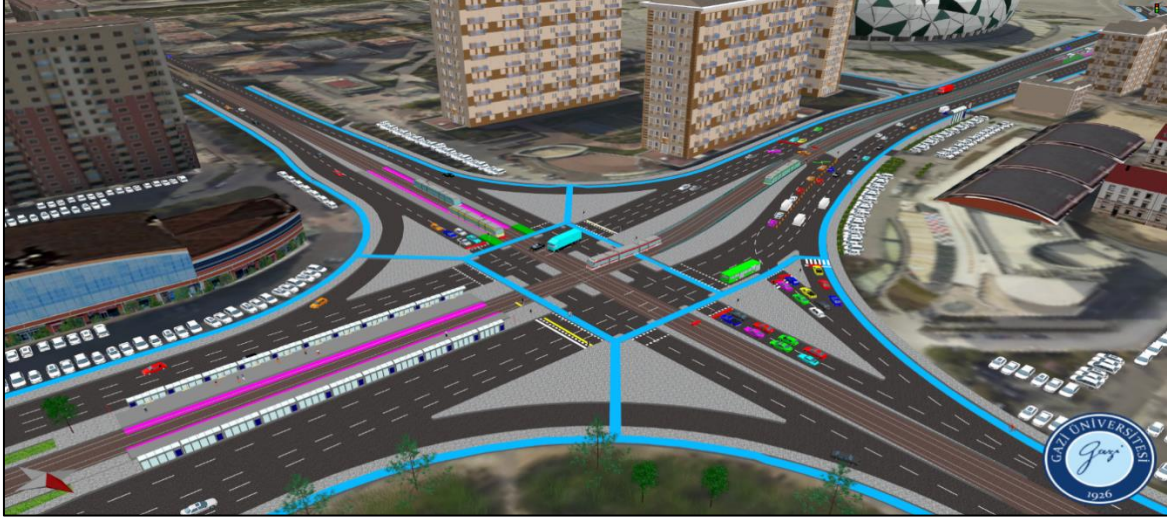
Alternatif 3 Mevcut Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	124	353	153	108	189
Ortalama Gecikme (saniye)	21	6	4	29	20
CO Emisyonu (gram)	7966	6777	9146	9205	6836
NOx Emisyonu (gram)	1550	1319	1779	1791	1330
VOC Emisyonları (gram)	1846	1571	2120	2133	1584
Yakıt tüketimi (galon)	114	97	131	132	98

Çizelge 5.24. Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 3 Mevcut Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	82	106	511	158	136
Ortalama Gecikme (saniye)	22	9	17	22	17
CO Emisyonu (gram)	8352	9619	14983	8569	6702
NOx Emisyonu (gram)	1625	1871	2915	1667	1304
VOC Emisyonları (gram)	1936	2229	3473	1986	1553
Yakıt tüketimi (galon)	119	138	214	123	96

Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 124 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 7966 gram, NOx emisyonu 1550 gram, VOC emisyonları 1846 gram ve yakıt tüketimi 114 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn

ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.128’de verilmiştir.



Şekil 5.128. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 82 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 8352 gram, NOx emisyonu 1625 gram, VOC emisyonları 1936 gram ve yakıt tüketimi 119 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM’ye göre akşam 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.129’da verilmiştir.



Şekil 5.129. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 6777 gram, NOx emisyonu 1319 gram, VOC emisyonları 1571 gram ve yakıt tüketimi 97 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.130'da verilmiştir.



Şekil 5.130. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 106 metre, ortalama gecikme 9 saniye, CO emisyonu 9619 gram, NOx emisyonu 1871 gram, VOC emisyonları 2229 gram ve yakıt tüketimi 138 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 9 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.131'de verilmiştir.



Şekil 5.131. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 153 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 9146 gram, NOx emisyonu 1779 gram, VOC emisyonları 2120 gram ve yakıt tüketimi 131 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.132'de verilmiştir.



Şekil 5.132. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 17 saniye, CO emisyonu 14983 gram, NOx emisyonu 2915 gram, VOC emisyonları 3473 gram ve yakıt tüketimi 214 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 17 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.133'te verilmiştir.



Şekil 5.133. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 108 metre, ortalama gecikme 29 saniye, CO emisyonu 9205 gram, NOx emisyonu 1791 gram, VOC emisyonları 2133 gram ve yakıt tüketimi 132 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 29 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.134'te verilmiştir.



Şekil 5.134. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 158 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 8569 gram, NOx emisyonu 1667 gram, VOC emisyonları 1986 gram ve yakıt tüketimi 123 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.135'te verilmiştir.



Şekil 5.135. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 189 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 6836 gram, NOx emisyonu 1330 gram, VOC emisyonları 1584 gram ve yakıt tüketimi 98 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 20 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.136'da verilmiştir.



Şekil 5.136. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 136 metre, ortalama gecikme 17 saniye, CO emisyonu 6702 gram, NOx emisyonu 1304 gram, VOC emisyonları 1553 gram ve yakıt tüketimi 96 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 17 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.137'de verilmiştir.



Şekil 5.137. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

5.4.2. Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %5 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.25'te %5 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 5.25. Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 3 %5 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	123	353	162	97	206
Ortalama Gecikme (saniye)	21	7	5	28	21
CO Emisyonu (gram)	8491	7160	9789	9184	7338
NOx Emisyonu (gram)	1652	1393	1905	1787	1428
VOC Emisyonları (gram)	1968	1659	2269	2128	1701
Yakıt tüketimi (galon)	121	102	140	131	105

Çizelge 5.26. Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 3 %5 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	81	505	512	179	126
Ortalama Gecikme (saniye)	22	20	18	22	17
CO Emisyonu (gram)	9072	13025	15971	9054	7099
NOx Emisyonu (gram)	1765	2534	3107	1762	1381
VOC Emisyonları (gram)	2102	3019	3701	2098	1645
Yakıt tüketimi (galon)	130	186	228	130	102

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 123 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 8491 gram, NOx emisyonu 1652 gram, VOC emisyonları 1968 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.138'de verilmiştir.



Şekil 5.138. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 81 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 9072 gram, NOx emisyonu 1765 gram, VOC emisyonları 2102 gram ve yakıt tüketimi 130 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.139'da verilmiştir.



Şekil 5.139. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7160 gram, NOx emisyonu 1393 gram, VOC emisyonları 1659 gram ve yakıt tüketimi 102 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.140'ta verilmiştir.



Şekil 5.140. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 505 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 13025 gram, NOx emisyonu 2534 gram, VOC emisyonları 3019 gram ve yakıt tüketimi 186 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 20 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.141'de verilmiştir.



Şekil 5.141. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 162 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 9789 gram, NOx emisyonu 1905 gram, VOC emisyonları 2269 gram ve yakıt tüketimi 140 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.142'de verilmiştir.



Şekil 5.142. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 512 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 15971 gram, NOx emisyonu 3107 gram, VOC emisyonları 3701 gram ve yakıt tüketimi 228 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.143'te verilmiştir.



Şekil 5.143. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 97 metre, ortalama gecikme 28 saniye, CO emisyonu 9184 gram, NOx emisyonu 1787 gram, VOC emisyonları 2128 gram ve yakıt tüketimi 131 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 28 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.144'te verilmiştir.



Şekil 5.144. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 179 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 9054 gram, NOx emisyonu 1762 gram, VOC emisyonları 2098 gram ve yakıt tüketimi 130 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.145'te verilmiştir.



Şekil 5.145. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 206 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 7338 gram, NOx emisyonu 1428 gram, VOC emisyonları 1701 gram ve yakıt tüketimi 105 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.146'da verilmiştir.



Şekil 5.146. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 126 metre, ortalama gecikme 17 saniye, CO emisyonu 7099 gram, NOx emisyonu 1381 gram, VOC emisyonları 1645 gram ve yakıt tüketimi 102 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 17 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü Şekil 5.147'de verilmiştir.



Şekil 5.147. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.4.3. Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %10 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.27’de %10 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.28’de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 3 %10 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	129	353	224	133	212
Ortalama Gecikme (saniye)	22	7	5	33	23
CO Emisyonu (gram)	9121	7437	10479	10342	7866
NOx Emisyonu (gram)	1775	1447	2039	2012	1531
VOC Emisyonları (gram)	2114	1724	2429	2397	1823
Yakıt tüketimi (galon)	130	106	150	148	113

Çizelge 5.28. Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 3 %10 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	118	240	511	378	152
Ortalama Gecikme (saniye)	23	11	18	24	18
CO Emisyonu (gram)	9528	10914	16374	9779	7453
NOx Emisyonu (gram)	1854	2123	3186	1903	1450
VOC Emisyonları (gram)	2208	2529	3795	2266	1727
Yakıt tüketimi (galon)	136	156	234	140	107

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 129 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 9121 gram, NOx emisyonu 1775 gram, VOC emisyonları 2114 gram ve yakıt tüketimi 130 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.148'de verilmiştir.



Şekil 5.148. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 118 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9528 gram, NOx emisyonu 1854 gram, VOC emisyonları 2208 gram ve yakıt tüketimi 136 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.149'da verilmiştir.



Şekil 5.149. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7437 gram, NOx emisyonu 1447 gram, VOC emisyonları 1724 gram ve yakıt tüketimi 106 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.150'de verilmiştir.



Şekil 5.150. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 240 metre, ortalama gecikme 11 saniye, CO emisyonu 10914 gram, NOx emisyonu 2123 gram, VOC emisyonları 2529 gram ve yakıt tüketimi 156 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 14 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.151'de verilmiştir.



Şekil 5.151. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 224 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 10479 gram, NOx emisyonu 2039 gram, VOC emisyonları 2429 gram ve yakıt tüketimi 150 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.152'de verilmiştir.



Şekil 5.152. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 16374 gram, NOx emisyonu 3186 gram, VOC emisyonları 3795 gram ve yakıt tüketimi 234 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.153'te verilmiştir.



Şekil 5.153. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 133 metre, ortalama gecikme 33 saniye, CO emisyonu 10342 gram, NOx emisyonu 2012 gram, VOC emisyonları 2397 gram ve yakıt tüketimi 148 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 33 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.154'te verilmiştir.



Şekil 5.154. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 378 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 9779 gram, NOx emisyonu 1903 gram, VOC emisyonları 2266 gram ve yakıt tüketimi 140 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.155'te verilmiştir.



Şekil 5.155. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 212 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 7866 gram, NOx emisyonu 1531 gram, VOC emisyonları 1823 gram ve yakıt tüketimi 113 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.156'da verilmiştir.



Şekil 5.156. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 152 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 7453 gram, NOx emisyonu 1450 gram, VOC emisyonları 1727 gram ve yakıt tüketimi 107 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.157'de verilmiştir.



Şekil 5.157. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.4.4. Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %15 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.29’da akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.30’da verilmiştir.

Çizelge 5.29. Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 3 %15 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	127	353	206	214	223
Ortalama Gecikme (saniye)	24	7	5	47	24
CO Emisyonu (gram)	9692	7707	10588	13219	8343
NOx Emisyonu (gram)	1886	1500	2060	2572	1623
VOC Emisyonları (gram)	2246	1786	2454	3064	1933
Yakıt tüketimi (galon)	139	110	151	189	119

Çizelge 5.30. Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 3 %15 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	166	290	511	465	162
Ortalama Gecikme (saniye)	25	15	22	26	19
CO Emisyonu (gram)	10356	12672	19003	10446	7906
NOx Emisyonu (gram)	2015	2466	3697	2032	1538
VOC Emisyonları (gram)	2400	2937	4404	2421	1832
Yakıt tüketimi (galon)	148	181	272	149	113

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 127 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 9692 gram, NOx emisyonu 1886 gram, VOC emisyonları 2246 gram ve yakıt tüketimi 139 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.158'de verilmiştir.



Şekil 5.158. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 166 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 10356 gram, NOx emisyonu 2015 gram, VOC emisyonları 2400 gram ve yakıt tüketimi 148 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.159'da verilmiştir.



Şekil 5.159. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7707 gram, NOx emisyonu 1500 gram, VOC emisyonları 1786 gram ve yakıt tüketimi 110 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.160'ta verilmiştir.



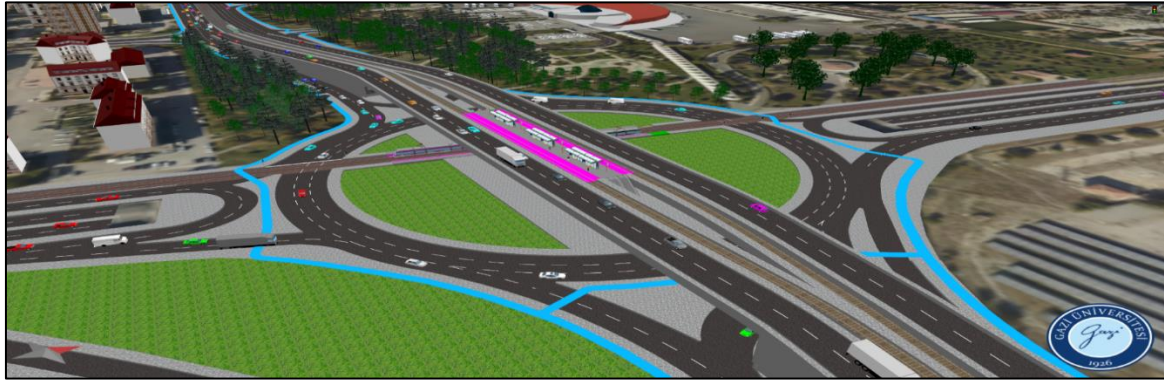
Şekil 5.160. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 290 metre, ortalama gecikme 15 saniye, CO emisyonu 12672 gram, NOx emisyonu 2466 gram, VOC emisyonları 2937 gram ve yakıt tüketimi 181 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 15 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.161'de verilmiştir.



Şekil 5.161. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 206 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 10588 gram, NOx emisyonu 2060 gram, VOC emisyonları 2454 gram ve yakıt tüketimi 151 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.162'de verilmiştir.



Şekil 5.162. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 19003 gram, NOx emisyonu 3697 gram, VOC emisyonları 4404 gram ve yakıt tüketimi 272 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü Şekil 5.163'te verilmiştir.



Şekil 5.163. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 214 metre, ortalama gecikme 47 saniye, CO emisyonu 13219 gram, NOx emisyonu 2572 gram, VOC emisyonları 3064 gram ve yakıt tüketimi 189 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 47 sn ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.164'te verilmiştir.



Şekil 5.164. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 465 metre, ortalama gecikme 26 saniye, CO emisyonu 10446 gram, NOx emisyonu 2032 gram, VOC emisyonları 2421 gram ve yakıt tüketimi 149 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.165'te verilmiştir.



Şekil 5.165. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 223 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 8343 gram, NOx emisyonu 1623 gram, VOC emisyonları 1933 gram ve yakıt tüketimi 119 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.166'da verilmiştir.



Şekil 5.166. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 Artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 162 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 7906 gram, NOx emisyonu 1538 gram, VOC emisyonları 1832 gram ve yakıt tüketimi 113 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.167'de verilmiştir.



Şekil 5.167. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.4.5. Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %20 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.31’de akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.32’de verilmiştir.

Çizelge 5.31. Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 3 %20 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	137	353	245	290	291
Ortalama Gecikme (saniye)	24	7	6	51	29
CO Emisyonu (gram)	10211	8175	11265	14216	9278
NOx Emisyonu (gram)	1987	1591	2192	2766	1805
VOC Emisyonları (gram)	2366	1895	2611	3295	2150
Yakıt tüketimi (galon)	146	117	161	203	133

Çizelge 5.32. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 3 %20 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	112	505	511	240	154
Ortalama Gecikme (saniye)	24	20	21	25	19
CO Emisyonu (gram)	10172	13514	18816	10852	8422
NOx Emisyonu (gram)	1979	2629	3661	2111	1639
VOC Emisyonları (gram)	2357	3132	4361	2515	1952
Yakıt tüketimi (galon)	146	193	269	155	120

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 137 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 10211 gram, NOx emisyonu 1987 gram, VOC emisyonları 2366 gram ve yakıt tüketimi 146 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.168'de verilmiştir.



Şekil 5.168. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 112 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 10172 gram, NOx emisyonu 1979 gram, VOC emisyonları 2357 gram ve yakıt tüketimi 146 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.169'da verilmiştir.



Şekil 5.169. 1 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 8175 gram, NOx emisyonu 1591 gram, VOC emisyonları 1895 gram ve yakıt tüketimi 117 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.170'te verilmiştir.



Şekil 5.170. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 505 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 13514 gram, NOx emisyonu 2629 gram, VOC emisyonları 3132 gram ve yakıt tüketimi 193 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 20 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.171'de verilmiştir.



Şekil 5.171. 2 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 245 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 11265 gram, NOx emisyonu 2192 gram, VOC emisyonları 2611 gram ve yakıt tüketimi 161 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.172'de verilmiştir.



Şekil 5.172. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 18816 gram, NOx emisyonu 3661 gram, VOC emisyonları 4361 gram ve yakıt tüketimi 269 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü Şekil 5.173'te verilmiştir.



Şekil 5.173. 3 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 290 metre, ortalama gecikme 51 saniye, CO emisyonu 14216 gram, NOx emisyonu 2766 gram, VOC emisyonları 3295 gram ve yakıt tüketimi 203 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 51 sn ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.174'te verilmiştir.



Şekil 5.174. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 240 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 10852 gram, NOx emisyonu 2111 gram, VOC emisyonları 2515 gram ve yakıt tüketimi 155 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.175'te verilmiştir.



Şekil 5.175. 4 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 291 metre, ortalama gecikme 29 saniye, CO emisyonu 9278 gram, NOx emisyonu 1805 gram, VOC emisyonları 2150 gram ve yakıt tüketimi 133 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 29 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.176'da verilmiştir.



Şekil 5.176. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 154 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 8422 gram, NOx emisyonu 1639 gram, VOC emisyonları 1952 gram ve yakıt tüketimi 120 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.177'de verilmiştir.

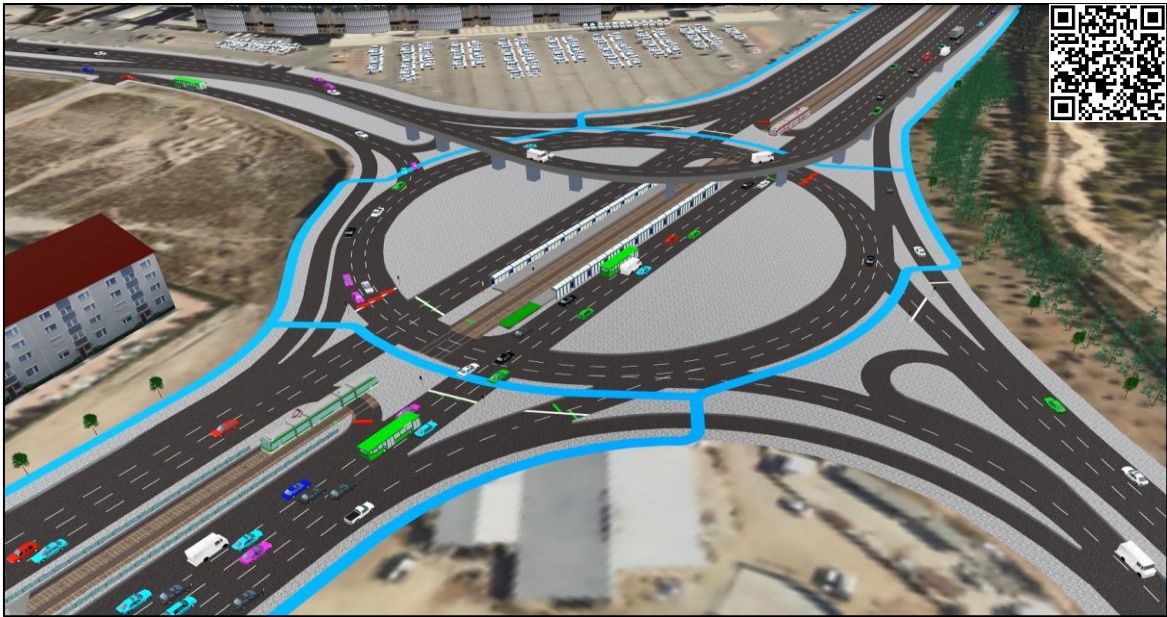


Şekil 5.177. 5 Numaralı kavşağın alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

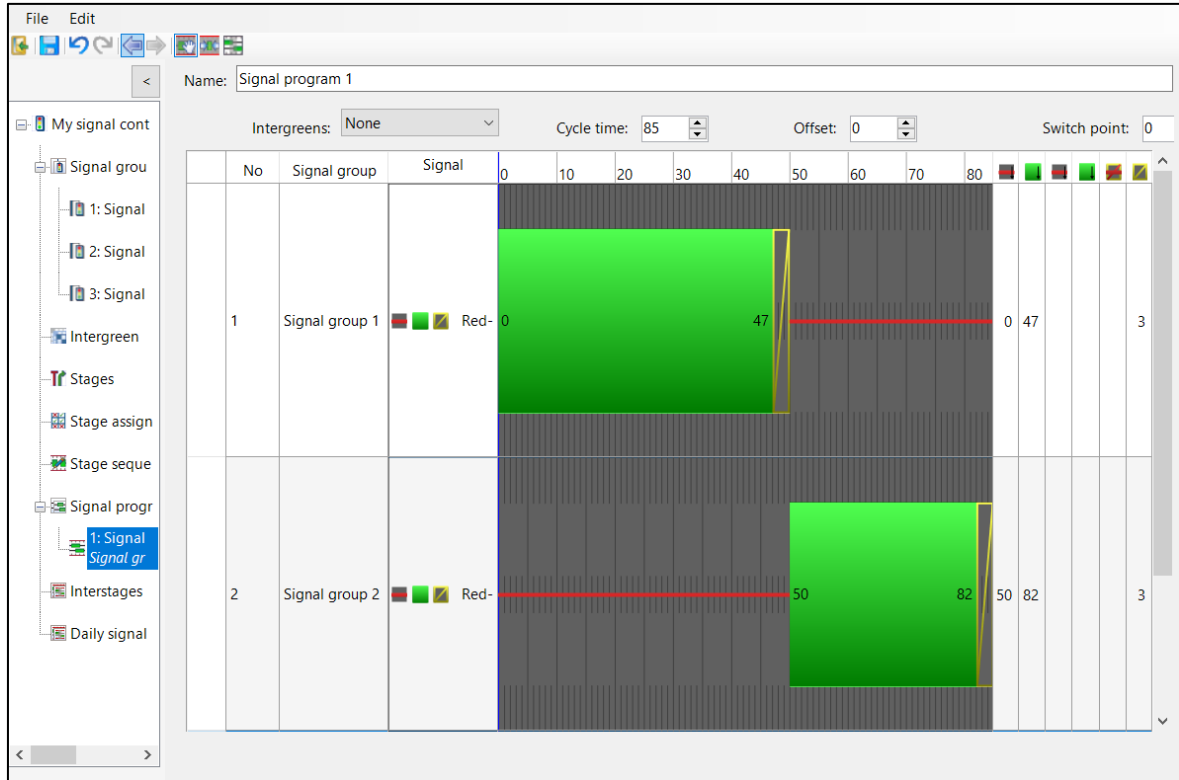
5.5. Alternatif 4

Alternatif 4 projesinde 1, 2, 3 ve 5 numaralı kavşakların tasarımı ve çalışma prensibi Alternatif 3 projesindekiyle aynı olacak şekilde düşünülerek sadece 4 numaralı kavşağın tasarımında değişiklik yapılmıştır.

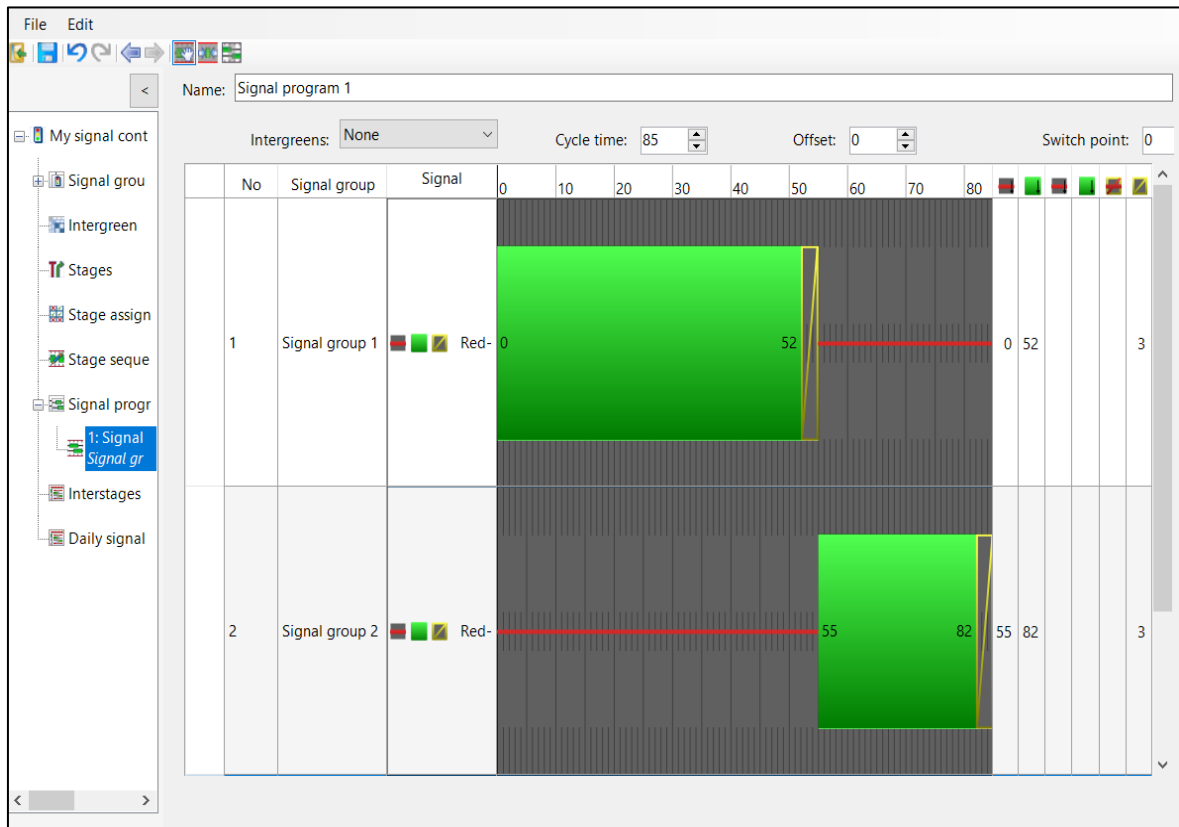
Mevcut durumda 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 4 numaralı kavşak sinyalsiz bir şekilde hizmet vermektedir. 4 numaralı kavşağın akım hareketleri analiz edilerek yoğun taşıt trafiğinin doğu-batı aksında ve sabah kuzeyden doğuya akşam ise doğudan kuzeye olduğu tespit edilmiştir. Alternatif 4 projesinde 4 numaralı kavşak 2 fazlı hemzemin kavşak olarak tasarlanmış olup, yoğun akımlardan olan kuzeyden doğuya gidecek taşıtlar için karayolu üst geçiti yapılarak bağlantı sağlanmıştır. Yoğun taşıt trafiği dikkate alınarak sinyal faz planlaması yapılmıştır. Öneri projede 1. faz olarak doğu-batı aksında hareket edecek taşıtlarla tramvaya yeşil ışık yanmakta, 2. faz olarak kuzey-güney aksında hareket edecek taşıtlara yeşil ışık yanmaktadır. 4 numaralı kavşağa ait PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak tespit edilen en optimum sabah sinyal faz planı şekil 5.179’da, akşam sinyal faz planı ise şekil 5.180’de yer almaktadır. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon görüntüsüne karekod okutularak ulaşılabilmektedir.



Şekil 5.178. 4 Numaralı kavşağa ait alternatif 4 tasarımı



Şekil 5.179. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 4 sabah sinyal faz planı



Şekil 5.180. 4 Numaralı kavşağa ait Alternatif 4 akşam sinyal faz planı

5.5.1. Alternatif 4 mevcut sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların mevcut sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.33'te mevcut akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.34'te verilmiştir.

Çizelge 5.33. Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 4 Mevcut Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	124	353	197	61	202
Ortalama Gecikme (saniye)	20	5	4	14	21
CO Emisyonu (gram)	7773	6577	9043	6452	7140
NOx Emisyonu (gram)	1512	1280	1759	1255	1389
VOC Emisyonları (gram)	1802	1524	2096	1495	1655
Yakıt tüketimi (galon)	111	94	129	92	102

Çizelge 5.34. Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 4 Mevcut Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	82	142	510	105	133
Ortalama Gecikme (saniye)	21	9	15	15	17
CO Emisyonu (gram)	8490	9755	14363	7103	6744
NOx Emisyonu (gram)	1652	1898	2794	1382	1312
VOC Emisyonları (gram)	1968	2261	3329	1646	1563
Yakıt tüketimi (galon)	121	140	205	102	96

Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 124 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 7773 gram, NOx emisyonu 1512 gram, VOC emisyonları 1802 gram ve yakıt tüketimi 111 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 20 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.181'de verilmiştir.



Şekil 5.181. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 82 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 8490 gram, NOx emisyonu 1652 gram, VOC emisyonları 1968 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.182'de verilmiştir.



Şekil 5.182. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 6577 gram, NOx emisyonu 1280 gram, VOC emisyonları 1524 gram ve yakıt tüketimi 94 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.183'te verilmiştir.



Şekil 5.183. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 142 metre, ortalama gecikme 9 saniye, CO emisyonu 9755 gram, NOx emisyonu 1898 gram, VOC emisyonları 2261 gram ve yakıt tüketimi 140 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 9 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.184'te verilmiştir.



Şekil 5.184. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 197 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 9043 gram, NOx emisyonu 1759 gram, VOC emisyonları 2096 gram ve yakıt tüketimi 129 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.185'te verilmiştir.



Şekil 5.185. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 510 metre, ortalama gecikme 15 saniye, CO emisyonu 14363 gram, NOx emisyonu 2794 gram, VOC emisyonları 3329 gram ve yakıt tüketimi 205 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 15 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.186'da verilmiştir.



Şekil 5.186. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 61 metre, ortalama gecikme 14 saniye, CO emisyonu 6452 gram, NOx emisyonu 1255 gram, VOC emisyonları 1495 gram ve yakıt tüketimi 92 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 14 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü Şekil 5.187'de verilmiştir.



Şekil 5.187. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 105 metre, ortalama gecikme 15 saniye, CO emisyonu 7103 gram, NOx emisyonu 1382 gram, VOC emisyonları 1646 gram ve yakıt tüketimi 102 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 15 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.188'de verilmiştir.



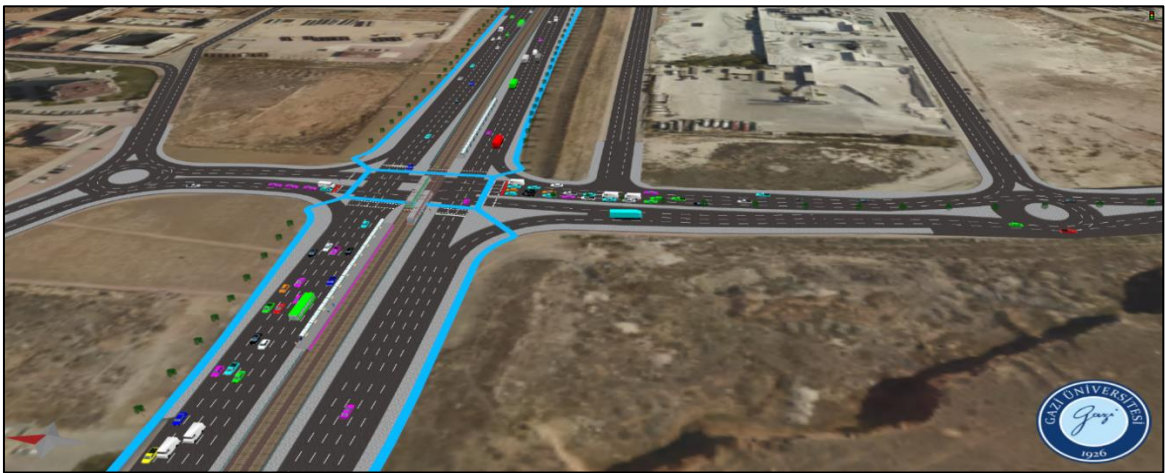
Şekil 5.188. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 202 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 7140 gram, NOx emisyonu 1389 gram, VOC emisyonları 1655 gram ve yakıt tüketimi 102 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.189'da verilmiştir.



Şekil 5.189. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 133 metre, ortalama gecikme 17 saniye, CO emisyonu 6744 gram, NOx emisyonu 1312 gram, VOC emisyonları 1563 gram ve yakıt tüketimi 96 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 17 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.190'da verilmiştir.



Şekil 5.190. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

5.5.2. Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %5 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.35'te %5 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.36'da verilmiştir.

Çizelge 5.35. Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 4 %5 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	123	353	224	73	361
Ortalama Gecikme (saniye)	21	5	4	13	23
CO Emisyonu (gram)	8218	6893	9529	6686	7758
NOx Emisyonu (gram)	1599	1341	1854	1301	1509
VOC Emisyonları (gram)	1905	1597	2209	1549	1798
Yakıt tüketimi (galon)	118	99	136	96	111

Çizelge 5.36. Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 4 %5 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	122	97	510	114	129
Ortalama Gecikme (saniye)	23	8	16	16	18
CO Emisyonu (gram)	9129	9785	15522	7493	7176
NOx Emisyonu (gram)	1776	1904	3020	1458	1396
VOC Emisyonları (gram)	2116	2268	3597	1737	1663
Yakıt tüketimi (galon)	131	140	222	107	103

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 123 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 8218 gram, NOx emisyonu 1599 gram, VOC emisyonları 1905 gram ve yakıt tüketimi 118 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.191'de verilmiştir.



Şekil 5.191. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 122 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9129 gram, NOx emisyonu 1776 gram, VOC emisyonları 2116 gram ve yakıt tüketimi 131 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.192'de verilmiştir.



Şekil 5.192. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 6893 gram, NOx emisyonu 1341 gram, VOC emisyonları 1597 gram ve yakıt tüketimi 99 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.193'te verilmiştir.



Şekil 5.193. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 97 metre, ortalama gecikme 8 saniye, CO emisyonu 9785 gram, NOx emisyonu 1904 gram, VOC emisyonları 2268 gram ve yakıt tüketimi 140 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 8 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.194'te verilmiştir.



Şekil 5.194. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 224 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 9529 gram, NOx emisyonu 1854 gram, VOC emisyonları 2209 gram ve yakıt tüketimi 136 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.195'te verilmiştir.



Şekil 5.195. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 510 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisyonu 15522 gram, NOx emisyonu 3020 gram, VOC emisyonları 3597 gram ve yakıt tüketimi 222 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.196'da verilmiştir.



Şekil 5.196. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 73 metre, ortalama gecikme 13 saniye, CO emisyonu 6686 gram, NOx emisyonu 1301 gram, VOC emisyonları 1549 gram ve yakıt tüketimi 96 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 13 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.197'de verilmiştir.



Şekil 5.197. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 114 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisyonu 7493 gram, NOx emisyonu 1458 gram, VOC emisyonları 1737 gram ve yakıt tüketimi 107 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.198'de verilmiştir.



Şekil 5.198. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 361 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 7758 gram, NOx emisyonu 1509 gram, VOC emisyonları 1798 gram ve yakıt tüketimi 111 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.199'da verilmiştir.



Şekil 5.199. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 129 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 7176 gram, NOx emisyonu 1396 gram, VOC emisyonları 1663 gram ve yakıt tüketimi 103 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.200'de verilmiştir.



Şekil 5.200. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.5.3. Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %10 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.37’de %10 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.38’de verilmiştir.

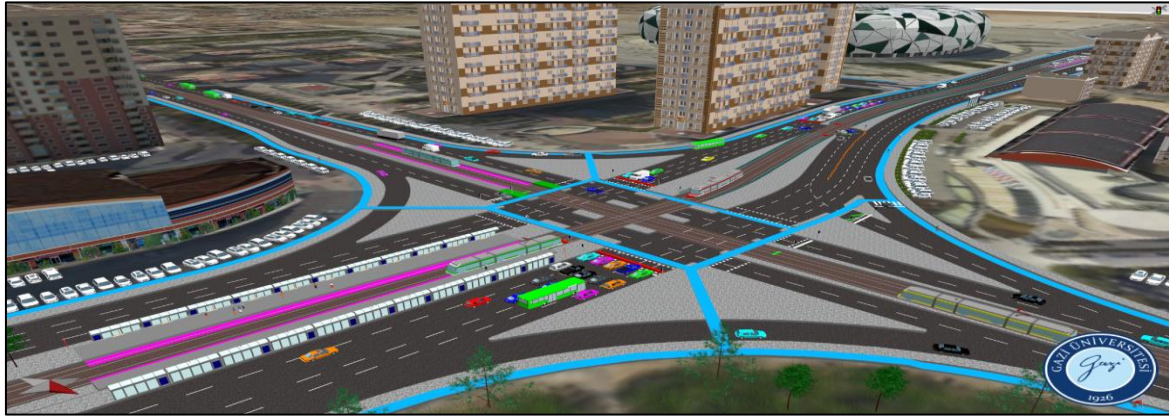
Çizelge 5.37. Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 4 %10 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	127	353	181	85	323
Ortalama Gecikme (saniye)	22	6	4	14	25
CO Emisyonu (gram)	8886	7258	9889	7021	8579
NOx Emisyonu (gram)	1729	1412	1924	1366	1669
VOC Emisyonları (gram)	2059	1682	2292	1627	1988
Yakıt tüketimi (galon)	127	104	141	100	123

Çizelge 5.38. Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 4 %10 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	91	105	511	129	140
Ortalama Gecikme (saniye)	22	8	19	16	18
CO Emisyonu (gram)	9029	9756	17043	7859	7523
NOx Emisyonu (gram)	1757	1898	3316	1529	1464
VOC Emisyonları (gram)	2093	2261	3950	1821	1743
Yakıt tüketimi (galon)	129	140	244	112	108

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 127 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 8886 gram, NOx emisyonu 1729 gram, VOC emisyonları 2059 gram ve yakıt tüketimi 127 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.201'de verilmiştir.



Şekil 5.201. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 91 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 9029 gram, NOx emisyonu 1757 gram, VOC emisyonları 2093 gram ve yakıt tüketimi 129 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.202'de verilmiştir.



Şekil 5.202. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 7258 gram, NOx emisyonu 1412 gram, VOC emisyonları 1682 gram ve yakıt tüketimi 104 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.203'te verilmiştir.



Şekil 5.203. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 105 metre, ortalama gecikme 8 saniye, CO emisyonu 9756 gram, NOx emisyonu 1898 gram, VOC emisyonları 2261 gram ve yakıt tüketimi 140 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 8 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.204'te verilmiştir.



Şekil 5.204. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 181 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 9889 gram, NOx emisyonu 1924 gram, VOC emisyonları 2292 gram ve yakıt tüketimi 141 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.205'te verilmiştir.



Şekil 5.205. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 17043 gram, NOx emisyonu 3316 gram, VOC emisyonları 3950 gram ve yakıt tüketimi 244 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.206'da verilmiştir.



Şekil 5.206. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 85 metre, ortalama gecikme 14 saniye, CO emisyonu 7021 gram, NOx emisyonu 1366 gram, VOC emisyonları 1627 gram ve yakıt tüketimi 100 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 14 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.207'de verilmiştir.



Şekil 5.207. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 129 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisyonu 7859 gram, NOx emisyonu 1529 gram, VOC emisyonları 1821 gram ve yakıt tüketimi 112 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.208'de verilmiştir.



Şekil 5.208. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 323 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 8579 gram, NOx emisyonu 1669 gram, VOC emisyonları 1988 gram ve yakıt tüketimi 123 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.209'da verilmiştir.



Şekil 5.209. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 140 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 7523 gram, NOx emisyonu 1464 gram, VOC emisyonları 1743 gram ve yakıt tüketimi 108 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.210'da verilmiştir.



Şekil 5.210. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.5.4. Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %15 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.39’da akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.40’ta verilmiştir.

Çizelge 5.39 .Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 4 %15 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	133	353	229	65	326
Ortalama Gecikme (saniye)	23	6	4	13	27
CO Emisyonu (gram)	9369	7541	10350	7294	9264
NOx Emisyonu (gram)	1823	1467	2014	1419	1802
VOC Emisyonları (gram)	2171	1748	2399	1690	2147
Yakıt tüketimi (galon)	134	108	148	104	133

Çizelge 5.40. Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 4 %15 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	127	304	511	139	176
Ortalama Gecikme (saniye)	23	12	19	16	19
CO Emisyonu (gram)	9723	11534	17818	8404	8011
NOx Emisyonu (gram)	1892	2244	3467	1635	1559
VOC Emisyonları (gram)	2253	2673	4129	1948	1857
Yakıt tüketimi (galon)	139	165	255	120	115

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 133 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9369 gram, NOx emisyonu 1823 gram, VOC emisyonları 2171 gram ve yakıt tüketimi 134 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.211'de verilmiştir.



Şekil 5.211. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 127 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9723 gram, NOx emisyonu 1892 gram, VOC emisyonları 2253 gram ve yakıt tüketimi 139 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.212'de verilmiştir.



Şekil 5.212. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 7541 gram, NOx emisyonu 1467 gram, VOC emisyonları 1748 gram ve yakıt tüketimi 108 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.213'te verilmiştir.



Şekil 5.213. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 304 metre, ortalama gecikme 12 saniye, CO emisyonu 11534 gram, NOx emisyonu 2244 gram, VOC emisyonları 2673 gram ve yakıt tüketimi 165 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 12 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.214'te verilmiştir.



Şekil 5.214. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 229 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 10350 gram, NOx emisyonu 2014 gram, VOC emisyonları 2399 gram ve yakıt tüketimi 148 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.215'te verilmiştir.



Şekil 5.215. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 17818 gram, NOx emisyonu 3467 gram, VOC emisyonları 4129 gram ve yakıt tüketimi 255 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.216'da verilmiştir.



Şekil 5.216. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 65 metre, ortalama gecikme 13 saniye, CO emisyonu 7294 gram, NOx emisyonu 1419 gram, VOC emisyonları 1690 gram ve yakıt tüketimi 104 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 13 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.217'de verilmiştir.



Şekil 5.217. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 139 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisyonu 8404 gram, NOx emisyonu 1635 gram, VOC emisyonları 1948 gram ve yakıt tüketimi 120 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.218'de verilmiştir.



Şekil 5.218. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 326 metre, ortalama gecikme 27 saniye, CO emisyonu 9264 gram, NOx emisyonu 1802 gram, VOC emisyonları 2147 gram ve yakıt tüketimi 133 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 27 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.219'da verilmiştir.



Şekil 5.219. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 176 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 8011 gram, NOx emisyonu 1559 gram, VOC emisyonları 1857 gram ve yakıt tüketimi 115 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.220'de verilmiştir.



Şekil 5.220. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.5.5. Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %20 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.41’de akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.42’de verilmiştir.

Çizelge 5.41. Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 4 %20 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	138	353	228	72	270
Ortalama Gecikme (saniye)	23	6	5	14	28
CO Emisyonu (gram)	9935	7885	10975	7672	9542
NOx Emisyonu (gram)	1933	1534	2135	1493	1856
VOC Emisyonları (gram)	2303	1827	2544	1778	2211
Yakıt tüketimi (galon)	142	113	157	110	137

Çizelge 5.42. Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 4 %20 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	112	439	510	173	151
Ortalama Gecikme (saniye)	24	16	19	17	19
CO Emisyonu (gram)	10045	12918	18023	8843	8474
NOx Emisyonu (gram)	1954	2513	3507	1721	1649
VOC Emisyonları (gram)	2328	2994	4177	2049	1964
Yakıt tüketimi (galon)	144	185	258	127	121

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 138 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9935 gram, NOx emisyonu 1933 gram, VOC emisyonları 2303 gram ve yakıt tüketimi 142 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.221'de verilmiştir.



Şekil 5.221. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 112 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 10045 gram, NOx emisyonu 1954 gram, VOC emisyonları 2328 gram ve yakıt tüketimi 144 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.222'de verilmiştir.



Şekil 5.222. 1 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 353 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 7885 gram, NOx emisyonu 1534 gram, VOC emisyonları 1827 gram ve yakıt tüketimi 113 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.223'te verilmiştir.



Şekil 5.223. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 439 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisyonu 12918 gram, NOx emisyonu 2513 gram, VOC emisyonları 2994 gram ve yakıt tüketimi 185 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.224'te verilmiştir.



Şekil 5.224. 2 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 228 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 10975 gram, NOx emisyonu 2135 gram, VOC emisyonları 2544 gram ve yakıt tüketimi 157 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.225'te verilmiştir.



Şekil 5.225. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 510 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 18023 gram, NOx emisyonu 3507 gram, VOC emisyonları 4177 gram ve yakıt tüketimi 258 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.226'da verilmiştir.



Şekil 5.226. 3 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 72 metre, ortalama gecikme 14 saniye, CO emisyonu 7672 gram, NOx emisyonu 1493 gram, VOC emisyonları 1778 gram ve yakıt tüketimi 110 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 14 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.227'de verilmiştir.



Şekil 5.227. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 173 metre, ortalama gecikme 17 saniye, CO emisyonu 8843 gram, NOx emisyonu 1721 gram, VOC emisyonları 2049 gram ve yakıt tüketimi 127 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 17 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.228'de verilmiştir.



Şekil 5.228. 4 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 270 metre, ortalama gecikme 28 saniye, CO emisyonu 9542 gram, NOx emisyonu 1856 gram, VOC emisyonları 2211 gram ve yakıt tüketimi 137 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 28 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.229'da verilmiştir.



Şekil 5.229. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 151 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 8474 gram, NOx emisyonu 1649 gram, VOC emisyonları 1964 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.230'da verilmiştir.



Şekil 5.230. 5 Numaralı kavşağın alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.6. Alternatif 5

Alternatif 5 projesinde 1, 2, 4 ve 5 numaralı kavşakların tasarımı ve çalışma prensibi Alternatif 1 projesindekiyle aynı olacak şekilde düşünülerek sadece 3 numaralı kavşağın tasarımında değişiklik yapılmıştır.

Mevcut durumda 4 kollu kuzey-güney aksında karayolu altgeçidi ve hemzemin olarak tramvayın geçtiği bir dönel kavşak olarak çalışmakta olan 3 numaralı kavşak 4 fazlı sinyalizasyon bir şekilde hizmet vermektedir. Mevcut tramvay ile planlanan tramvayın kesiştiği noktada mevcut tramvay istasyonu bulunmakta olup, mevcut arazi koşulları değerlendirilerek yeni tramvayın hemzemin olarak geçişinin uygun olmadığı belirlenmiştir. Alternatif 5 projesinde mevcut tramvay ile planlanan tramvay arasında aktarmaların kolay yapılabilmesi için yeni tramvayın doğu-batı aksında üst geçitle geçilmesinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. 3 numaralı kavşağın akım hareketleri analiz edilerek yoğun talebin doğu-batı yönünde olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda da 3 numaralı kavşağın iyileştirilmesinin fayda sağlayacağı düşünülerek doğu-batı aksında yeni tramvaya paralel olacak şekilde Alternatif 1 projesindekiyle aynı olacak fakat şerit sayısı 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli bir karayolu üst geçidi planlanmıştır.

Yoğun taşıt trafiğinin üst geçitle transit olarak geçmesinin sağladığı avantajdan faydalanılarak dönel kavşaktaki 4 fazlı sinyal sisteminden tramvay öncelikli sinyal sistemine geçilerek kavşaktaki bekleme zamanlarından kaynaklanan olumsuzlukların azaltılacağı öngörülmektedir. Bu öneri proje tasarımının çalışma prensibine ait simülasyon görüntüsüne karekod okutularak ulaşılabilmektedir.



Şekil 5.231. 3 Numaralı kavşağa ait alternatif 5 tasarımı

5.6.1. Alternatif 5 mevcut sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların mevcut sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.43'te mevcut akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.44'te verilmiştir.

Çizelge 5.43. Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 5 Mevcut Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	117	365	155	137	116
Ortalama Gecikme (saniye)	20	6	4	23	21
CO Emisyonu (gram)	8032	6966	8925	7069	6661
NOx Emisyonu (gram)	1563	1355	1736	1375	1296
VOC Emisyonları (gram)	1862	1614	2068	1638	1544
Yakıt tüketimi (galon)	115	100	128	101	95

Çizelge 5.44. Alternatif 1 mevcut sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 5 Mevcut Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	83	173	403	170	112
Ortalama Gecikme (saniye)	20	10	12	26	24
CO Emisyonu (gram)	8470	10187	13220	8080	7236
NOx Emisyonu (gram)	1648	1982	2572	1572	1408
VOC Emisyonları (gram)	1963	2361	3064	1873	1677
Yakıt tüketimi (galon)	121	146	189	116	104

Alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 117 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 8032 gram, NOx emisyonu 1563 gram, VOC emisyonları 1862 gram ve yakıt tüketimi 115 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 20 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.232'de verilmiştir.



Şekil 5.232. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 83 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 8470 gram, NOx emisyonu 1648 gram, VOC emisyonları 1963 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 20 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.233'te verilmiştir.



Şekil 5.233. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 365 metre, ortalama gecikme 6 saniye, CO emisyonu 6966 gram, NOx emisyonu 1355 gram, VOC emisyonları 1614 gram ve yakıt tüketimi 100 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 6 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.234'te verilmiştir.



Şekil 5.234. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 173 metre, ortalama gecikme 10 saniye, CO emisyonu 10187 gram, NOx emisyonu 1982 gram, VOC emisyonları 2361 gram ve yakıt tüketimi 146 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 10 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.235'te verilmiştir.



Şekil 5.235. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 155 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 8925 gram, NOx emisyonu 1736 gram, VOC emisyonları 2068 gram ve yakıt tüketimi 128 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.236'da verilmiştir.



Şekil 5.236. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 403 metre, ortalama gecikme 12 saniye, CO emisyonu 13220 gram, NOx emisyonu 2572 gram, VOC emisyonları 3064 gram ve yakıt tüketimi 189 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 12 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.237'de verilmiştir.



Şekil 5.237. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 137 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 7069 gram, NOx emisyonu 1375 gram, VOC emisyonları 1638 gram ve yakıt tüketimi 101 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.238'de verilmiştir.



Şekil 5.238. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 170 metre, ortalama gecikme 26 saniye, CO emisyonu 8080 gram, NOx emisyonu 1572 gram, VOC emisyonları 1873 gram ve yakıt tüketimi 116 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü Şekil 5.239'da verilmiştir.



Şekil 5.239. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 116 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 6661 gram, NOx emisyonu 1296 gram, VOC emisyonları 1544 gram ve yakıt tüketimi 95 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.240'ta verilmiştir.



Şekil 5.240. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 112 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 7236 gram, NOx emisyonu 1408 gram, VOC emisyonları 1677 gram ve yakıt tüketimi 104 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.241'de verilmiştir.



Şekil 5.241. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 mevcut sayımlar akşam simülasyonu

5.6.2. Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %5 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.45'te %5 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.46'da verilmiştir.

Çizelge 5.45. Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 5 %5 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	123	366	162	125	118
Ortalama Gecikme (saniye)	21	7	4	24	22
CO Emisyonu (gram)	8558	7336	9569	7469	7032
NOx Emisyonu (gram)	1665	1427	1862	1453	1368
VOC Emisyonları (gram)	1983	1700	2218	1731	1630
Yakıt tüketimi (galon)	122	105	137	107	101

Çizelge 5.46. Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 5 %5 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	150	405	511	173	134
Ortalama Gecikme (saniye)	21	15	18	27	24
CO Emisyonu (gram)	9111	11615	15968	8659	7626
NOx Emisyonu (gram)	1773	2260	3107	1685	1484
VOC Emisyonları (gram)	2112	2692	3701	2007	1767
Yakıt tüketimi (galon)	130	166	228	124	109

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 123 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 8558 gram, NOx emisyonu 1665 gram, VOC emisyonları 1983 gram ve yakıt tüketimi 122 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.242'de verilmiştir.



Şekil 5.242. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 150 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 9111 gram, NOx emisyonu 1773 gram, VOC emisyonları 2112 gram ve yakıt tüketimi 130 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.243'te verilmiştir.



Şekil 5.243. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 366 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7336 gram, NOx emisyonu 1427 gram, VOC emisyonları 1700 gram ve yakıt tüketimi 105 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.244'te verilmiştir.



Şekil 5.244. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 405 metre, ortalama gecikme 15 saniye, CO emisyonu 11615 gram, NOx emisyonu 2260 gram, VOC emisyonları 2692 gram ve yakıt tüketimi 157 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 15 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.245'te verilmiştir.



Şekil 5.245. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 162 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 9569 gram, NOx emisyonu 1862 gram, VOC emisyonları 2218 gram ve yakıt tüketimi 137 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.246'da verilmiştir.



Şekil 5.246. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 511 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 15968 gram, NOx emisyonu 3107 gram, VOC emisyonları 3701 gram ve yakıt tüketimi 228 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.247'de verilmiştir.



Şekil 5.247. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 125 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 7469 gram, NOx emisyonu 1453 gram, VOC emisyonları 1731 gram ve yakıt tüketimi 107 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.248'de verilmiştir.



Şekil 5.248. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 173 metre, ortalama gecikme 27 saniye, CO emisyonu 8659 gram, NOx emisyonu 1685 gram, VOC emisyonları 2007 gram ve yakıt tüketimi 124 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 27 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.249'da verilmiştir.



Şekil 5.249. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 118 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 7032 gram, NOx emisyonu 1368 gram, VOC emisyonları 1630 gram ve yakıt tüketimi 101 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.250'de verilmiştir.



Şekil 5.250. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 134 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 7626 gram, NOx emisyonu 1484 gram, VOC emisyonları 1767 gram ve yakıt tüketimi 109 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.251'de verilmiştir.



Şekil 5.251. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.6.3. Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %10 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.47’de %10 artırılmış akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.48’de verilmiştir.

Çizelge 5.47. Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 5 %10 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	139	366	208	145	136
Ortalama Gecikme (saniye)	22	7	4	25	24
CO Emisyonu (gram)	9178	7615	10122	7902	7561
NOx Emisyonu (gram)	1786	1482	1969	1537	1471
VOC Emisyonları (gram)	2127	1765	2346	1831	1752
Yakıt tüketimi (galon)	131	109	145	113	108

Çizelge 5.48. Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 5 %10 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	90	134	510	178	193
Ortalama Gecikme (saniye)	21	12	16	28	31
CO Emisyonu (gram)	9298	11276	16133	9203	8929
NOx Emisyonu (gram)	1809	2194	3139	1791	1737
VOC Emisyonları (gram)	2155	2613	3739	2133	2069
Yakıt tüketimi (galon)	133	161	231	132	128

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 139 metre, ortalama gecikme 22 saniye, CO emisyonu 9178 gram, NOx emisyonu 1786 gram, VOC emisyonları 2127 gram ve yakıt tüketimi 131 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 22 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.252'de verilmiştir.



Şekil 5.252. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 90 metre, ortalama gecikme 21 saniye, CO emisyonu 9298 gram, NOx emisyonu 1809 gram, VOC emisyonları 2155 gram ve yakıt tüketimi 133 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 21 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.253'te verilmiştir.



Şekil 5.253. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 366 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7615 gram, NOx emisyonu 1482 gram, VOC emisyonları 1765 gram ve yakıt tüketimi 109 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.254'te verilmiştir.



Şekil 5.254. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 134 metre, ortalama gecikme 12 saniye, CO emisyonu 11276 gram, NOx emisyonu 2194 gram, VOC emisyonları 2613 gram ve yakıt tüketimi 161 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 12 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.255'te verilmiştir.



Şekil 5.255. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 208 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 10122 gram, NOx emisyonu 1969 gram, VOC emisyonları 2346 gram ve yakıt tüketimi 145 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.256'da verilmiştir.



Şekil 5.256. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 510 metre, ortalama gecikme 16 saniye, CO emisyonu 16133 gram, NOx emisyonu 3139 gram, VOC emisyonları 3739 gram ve yakıt tüketimi 231 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 16 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.257'de verilmiştir.



Şekil 5.257. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 145 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 7902 gram, NOx emisyonu 1537 gram, VOC emisyonları 1831 gram ve yakıt tüketimi 113 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.258'de verilmiştir.



Şekil 5.258. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 178 metre, ortalama gecikme 28 saniye, CO emisyonu 9203 gram, NOx emisyonu 1791 gram, VOC emisyonları 2133 gram ve yakıt tüketimi 132 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 28 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.259'da verilmiştir.



Şekil 5.259. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 136 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 7561 gram, NOx emisyonu 1471 gram, VOC emisyonları 1752 gram ve yakıt tüketimi 108 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 28 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.260'ta verilmiştir.



Şekil 5.260. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 193 metre, ortalama gecikme 31 saniye, CO emisyonu 8929 gram, NOx emisyonu 1737 gram, VOC emisyonları 2069 gram ve yakıt tüketimi 128 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 31 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.261'de verilmiştir.



Şekil 5.261. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.6.4. Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %15 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.49’da akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.50’de verilmiştir.

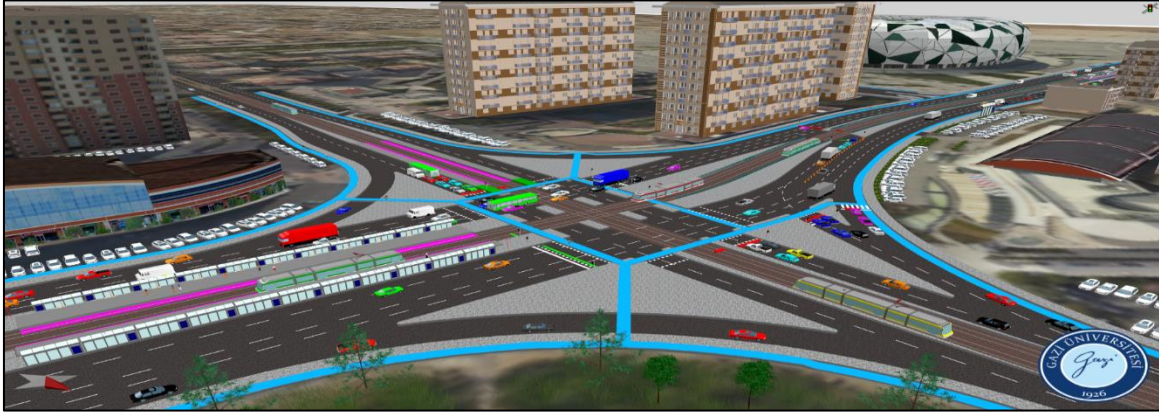
Çizelge 5.49. Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 5 %15 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	130	365	231	157	181
Ortalama Gecikme (saniye)	23	7	4	25	24
CO Emisyonu (gram)	9712	7915	10191	8410	7921
NOx Emisyonu (gram)	1890	1540	1983	1636	1541
VOC Emisyonları (gram)	2251	1834	2362	1949	1836
Yakıt tüketimi (galon)	139	113	146	120	113

Çizelge 5.50. Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 5 %15 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	159	505	506	187	176
Ortalama Gecikme (saniye)	23	18	19	27	32
CO Emisyonu (gram)	9939	13014	17986	9415	9214
NOx Emisyonu (gram)	1934	2532	3499	1832	1793
VOC Emisyonları (gram)	2303	3016	4168	2182	2136
Yakıt tüketimi (galon)	142	186	257	135	132

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 130 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9712 gram, NOx emisyonu 1890 gram, VOC emisyonları 2251 gram ve yakıt tüketimi 139 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.262'de verilmiştir.



Şekil 5.262. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 159 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 9939 gram, NOx emisyonu 1934 gram, VOC emisyonları 2303 gram ve yakıt tüketimi 142 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.263'te verilmiştir.



Şekil 5.263. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 365 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 7915 gram, NOx emisyonu 1540 gram, VOC emisyonları 1834 gram ve yakıt tüketimi 113 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.264'te verilmiştir.



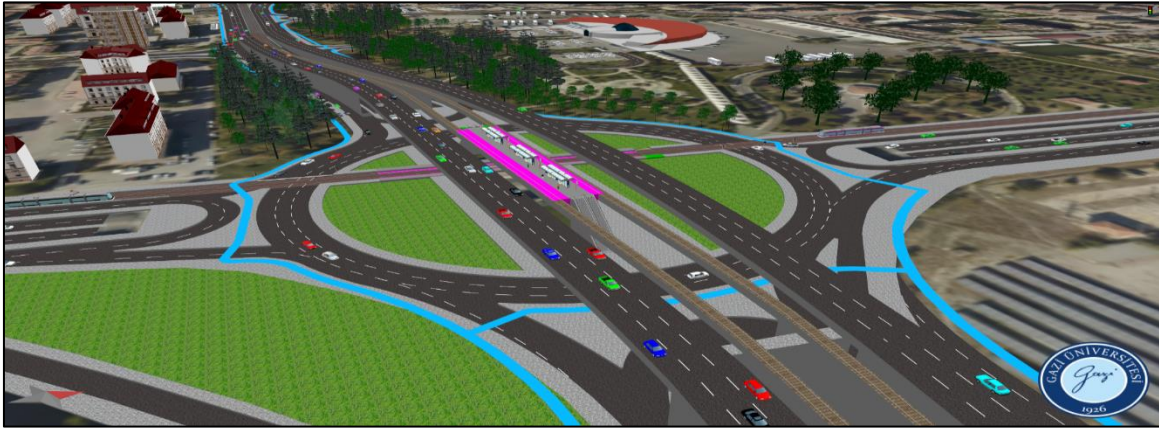
Şekil 5.264. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 505 metre, ortalama gecikme 18 saniye, CO emisyonu 13014 gram, NOx emisyonu 2532 gram, VOC emisyonları 3016 gram ve yakıt tüketimi 186 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 18 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.265'te verilmiştir.



Şekil 5.265. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 231 metre, ortalama gecikme 4 saniye, CO emisyonu 10191 gram, NOx emisyonu 1983 gram, VOC emisyonları 2362 gram ve yakıt tüketimi 146 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 4 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.266'da verilmiştir.



Şekil 5.266. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 506 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 17986 gram, NOx emisyonu 3499 gram, VOC emisyonları 4168 gram ve yakıt tüketimi 257 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.267'de verilmiştir.



Şekil 5.267. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 157 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 8410 gram, NOx emisyonu 1636 gram, VOC emisyonları 1949 gram ve yakıt tüketimi 120 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.268'de verilmiştir.



Şekil 5.268. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 187 metre, ortalama gecikme 27 saniye, CO emisyonu 9415 gram, NOx emisyonu 1832 gram, VOC emisyonları 2182 gram ve yakıt tüketimi 135 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 27 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.269'da verilmiştir.



Şekil 5.269. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 181 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 7921 gram, NOx emisyonu 1541 gram, VOC emisyonları 1836 gram ve yakıt tüketimi 113 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.270'te verilmiştir.



Şekil 5.270. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 176 metre, ortalama gecikme 32 saniye, CO emisyonu 9214 gram, NOx emisyonu 1793 gram, VOC emisyonları 2136 gram ve yakıt tüketimi 132 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 32 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.271'de verilmiştir.



Şekil 5.271. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.6.5. Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar simülasyonu

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda üzerinde çalışma yapılan kavşakların %20 artırılmış sabah sayımlarına göre performans analizleri çizelge 5.51’de akşam sayımlarına göre performans analizleri ise çizelge 5.52’de verilmiştir.

Çizelge 5.51. Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyon sonuçları

Alternatif 5 %20 Artırılmış Sayımlar Sabah Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	139	366	227	176	160
Ortalama Gecikme (saniye)	24	7	5	26	25
CO Emisyonu (gram)	10328	8437	11004	8872	8457
NOx Emisyonu (gram)	2009	1642	2141	1726	1645
VOC Emisyonları (gram)	2394	1955	2550	2056	1960
Yakıt tüketimi (galon)	148	121	157	127	121

Çizelge 5.52. Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyon sonuçları

Alternatif 5 %20 Artırılmış Sayımlar Akşam Simülasyonu					
Kavşak Numaraları	1	2	3	4	5
Parametreler	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak	Numaralı Kavşak
Maksimum Kuyruk Uzunluğu (metre)	112	419	512	214	216
Ortalama Gecikme (saniye)	23	19	20	31	34
CO Emisyonu (gram)	10396	14243	18736	10519	10088
NOx Emisyonu (gram)	2023	2771	3645	2047	1963
VOC Emisyonları (gram)	2409	3301	4342	2438	2338
Yakıt tüketimi (galon)	149	204	268	150	144

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 139 metre, ortalama gecikme 24 saniye, CO emisyonu 10328 gram, NOx emisyonu 2009 gram, VOC emisyonları 2394 gram ve yakıt tüketimi 148 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 24 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.272'de verilmiştir.



Şekil 5.272. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 1 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 112 metre, ortalama gecikme 23 saniye, CO emisyonu 10396 gram, NOx emisyonu 2023 gram, VOC emisyonları 2409 gram ve yakıt tüketimi 149 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 23 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 1 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.273'te verilmiştir.



Şekil 5.273. 1 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 366 metre, ortalama gecikme 7 saniye, CO emisyonu 8437 gram, NOx emisyonu 1642 gram, VOC emisyonları 1955 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 7 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.274'te verilmiştir.



Şekil 5.274. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 2 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 419 metre, ortalama gecikme 19 saniye, CO emisyonu 14243 gram, NOx emisyonu 2771 gram, VOC emisyonları 3301 gram ve yakıt tüketimi 204 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 19 sn ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.275'te verilmiştir.



Şekil 5.275. 2 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 227 metre, ortalama gecikme 5 saniye, CO emisyonu 11004 gram, NOx emisyonu 2141 gram, VOC emisyonları 2550 gram ve yakıt tüketimi 157 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 5 sn ortalama gecikme ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.276'da verilmiştir.



Şekil 5.276. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 3 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 512 metre, ortalama gecikme 20 saniye, CO emisyonu 18736 gram, NOx emisyonu 3645 gram, VOC emisyonları 4346 gram ve yakıt tüketimi 268 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 20 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.277'de verilmiştir.



Şekil 5.277. 3 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 176 metre, ortalama gecikme 26 saniye, CO emisyonu 8872 gram, NOx emisyonu 1726 gram, VOC emisyonları 2056 gram ve yakıt tüketimi 127 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 26 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.278'de verilmiştir.



Şekil 5.278. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 4 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 214 metre, ortalama gecikme 31 saniye, CO emisyonu 10519 gram, NOx emisyonu 2047 gram, VOC emisyonları 2438 gram ve yakıt tüketimi 150 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 31 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.279'da verilmiştir.



Şekil 5.279. 4 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 160 metre, ortalama gecikme 25 saniye, CO emisyonu 8457 gram, NOx emisyonu 1645 gram, VOC emisyonları 1960 gram ve yakıt tüketimi 121 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre sabah 25 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait sabah simülasyon görüntüsü şekil 5.280'de verilmiştir.



Şekil 5.280. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah simülasyonu

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu analiz sonuçları incelendiği zaman 5 numaralı kavşağın maksimum kuyruk uzunluğu 216 metre, ortalama gecikme 34 saniye, CO emisyonu 10088 gram, NOx emisyonu 1963 gram, VOC emisyonları 2338 gram ve yakıt tüketimi 144 litre olarak simülasyon programı sonuç vermiştir. HCM'ye göre akşam 34 sn ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşağa ait akşam simülasyon görüntüsü şekil 5.281'de verilmiştir.



Şekil 5.281. 5 Numaralı kavşağın alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar akşam simülasyonu

5.7. Simülasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışmanın bu bölümünde “Simülasyon Çalışması” adlı başlık altında verilen mevcut durum ve 5 Alternatif projenin simülasyon analiz sonuçlarından elde edilen veriler kullanılarak belirlenen kavşak hizmet düzeylerine, zararlı gaz emisyonlarına ve yakıt tüketimine göre karşılaştırılması yapılacaktır.

5.7.1. Mevcut sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması

Mevcut durum sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM (Highway Capacity Manual-Otoyol Kapasitesi Kılavuzu) dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.53’te verilmiştir.

Çizelge 5.53. Mevcut durum sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

MEVCUT DURUM				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	36	D	11	B
2 Numaralı Kavşak	13	B	9	A
3 Numaralı Kavşak	24	C	33	C
4 Numaralı Kavşak	22	C	27	C
5 Numaralı Kavşak	35	D	30	C

Alternatif 1 Mevcut Sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.54’te verilmiştir.

Çizelge 5.54. Alternatif 1 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-1 MEVCUT SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	21	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	10	A
3 Numaralı Kavşak	4	A	18	B
4 Numaralı Kavşak	22	C	23	C
5 Numaralı Kavşak	23	C	27	C

Alternatif 2 Mevcut Sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.55’te verilmiştir.

Çizelge 5.55. Alternatif 2 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-2 MEVCUT SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	20	C	22	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	9	A
3 Numaralı Kavşak	4	A	16	B
4 Numaralı Kavşak	28	C	23	C
5 Numaralı Kavşak	23	C	27	C

Alternatif 3 Mevcut Sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.56’da verilmiştir.

Çizelge 5.56. Alternatif 3 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-3 MEVCUT SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAHA		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	22	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	9	A
3 Numaralı Kavşak	4	A	17	B
4 Numaralı Kavşak	29	C	22	C
5 Numaralı Kavşak	20	B	17	B

Alternatif 4 Mevcut Sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.57’de verilmiştir.

Çizelge 5.57. Alternatif 4 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-4 MEVCUT SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAHA		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	20	C	21	C
2 Numaralı Kavşak	5	A	9	A
3 Numaralı Kavşak	4	A	15	B
4 Numaralı Kavşak	14	B	15	B
5 Numaralı Kavşak	21	C	17	B

Alternatif 5 Mevcut Sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.58’de verilmiştir.

Çizelge 5.58. Alternatif 5 mevcut sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-5 MEVCUT SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	20	C	20	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	10	A
3 Numaralı Kavşak	4	A	12	B
4 Numaralı Kavşak	23	C	26	C
5 Numaralı Kavşak	21	C	24	C

Kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının mevcut sayımlara göre sabah ve akşam olmak üzere kavşak hizmet düzeyleri çizelge 5.59’da görülmektedir. Analizler sonucunda mevcut sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın hizmet düzeyinde sonuçlar verdiği çizelgede görülmekte olup, kavşak hizmet düzeyine göre alternatif 3 ve alternatif 4 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.60’ta ise sabah ve akşam olmak üzere kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının mevcut sayımlar için emisyonlara ve yakıt tüketimine göre değerleri verilmektedir. Analizler sonucunda mevcut sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın değerler verdiği çizelgede görülmekte olup, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre alternatif 4 ve alternatif 5 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Mevcut sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.59. Mevcut sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri

SABAH (Mevcut Sayımlar)												
Kavşak Numaraları	Mevcut Durum		Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	36	D	21	C	20	C	21	C	20	C	20	C
2 Numaralı Kavşak	13	B	7	A	6	A	6	A	5	A	6	A
3 Numaralı Kavşak	24	C	4	A	4	A	4	A	4	A	4	A
4 Numaralı Kavşak	22	C	22	C	28	C	29	C	14	B	23	C
5 Numaralı Kavşak	35	D	23	C	23	C	20	B	21	C	21	C
AKŞAM (Mevcut Sayımlar)												
Kavşak Numaraları	Mevcut Durum		Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	11	B	21	C	22	C	22	C	21	C	20	C
2 Numaralı Kavşak	9	A	10	A	9	A	9	A	9	A	10	A
3 Numaralı Kavşak	33	C	18	B	16	B	17	B	15	B	12	B
4 Numaralı Kavşak	27	C	23	C	23	C	22	C	15	B	26	C
5 Numaralı Kavşak	30	C	27	C	27	C	17	B	17	B	24	C

Çizelge 5.60. Mevcut sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi

SABAH (Mevcut Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Mevcut Durum	47736	9288	57023	2585
Öneri Alternatif 1	37988	7391	45380	2057
Öneri Alternatif 2	39310	7648	46958	2129
Öneri Alternatif 3	39931	7769	47700	2162
Öneri Alternatif 4	36984	7196	44180	2003
Öneri Alternatif 5	37652	7326	44978	2039
AKŞAM (Mevcut Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Mevcut Durum	54559	10615	65175	2955
Öneri Alternatif 1	49282	9588	58870	2669
Öneri Alternatif 2	49015	9537	58552	2654
Öneri Alternatif 3	48225	9383	57607	2612
Öneri Alternatif 4	46455	9038	55493	2516
Öneri Alternatif 5	47194	9182	56376	2556

5.7.2. %5 Artırılmış sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması

Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.61’de verilmiştir.

Çizelge 5.61. Alternatif 1 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-1 %5 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	21	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	12	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	16	B
4 Numaralı Kavşak	23	C	24	C
5 Numaralı Kavşak	25	C	28	C

Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.62’de verilmiştir.

Çizelge 5.62. Alternatif 2 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-2 %5 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	22	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	10	A
3 Numaralı Kavşak	5	A	18	B
4 Numaralı Kavşak	30	C	23	C
5 Numaralı Kavşak	24	C	28	C

Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.63'te verilmiştir.

Çizelge 5.63. Alternatif 3 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-3 %5 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	22	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	20	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	18	B
4 Numaralı Kavşak	28	C	22	C
5 Numaralı Kavşak	21	C	17	B

Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.64'te verilmiştir.

Çizelge 5.64. Alternatif 4 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-4 %5 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	5	A	8	A
3 Numaralı Kavşak	4	A	16	B
4 Numaralı Kavşak	13	B	16	B
5 Numaralı Kavşak	23	C	18	B

Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.65’te verilmiştir.

Çizelge 5.65. Alternatif 5 %5 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-5 %5 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	21	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	15	B
3 Numaralı Kavşak	4	A	18	B
4 Numaralı Kavşak	24	C	27	C
5 Numaralı Kavşak	22	C	24	C

Kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının %5 artırılmış sayımlara göre sabah ve akşam olmak üzere kavşak hizmet düzeyleri çizelge 5.66’da görülmektedir. Analizler sonucunda %5 artırılmış sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın hizmet düzeyinde sonuçlar verdiği çizelgede görülmekte olup, kavşak hizmet düzeyine göre alternatif 3 ve alternatif 4 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.67’de ise sabah ve akşam olmak üzere kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının %5 artırılmış sayımlar için emisyonlara ve yakıt tüketimine göre değerleri verilmektedir. Analizler sonucunda %5 artırılmış sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın değerler verdiği çizelgede görülmekte olup, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre alternatif 4 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

%5 artırılmış sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.66. % 5 Artırılmış sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri

SABAH (%5 Artırılmış Sayımlar)										
Kavşak Numaraları	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	21	C	21	C	21	C	21	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	6	A	7	A	5	A	7	A
3 Numaralı Kavşak	5	A	5	A	5	A	4	A	4	A
4 Numaralı Kavşak	23	C	30	C	28	C	13	B	24	C
5 Numaralı Kavşak	25	C	24	C	21	C	23	C	22	C
AKŞAM (%5 Artırılmış Sayımlar)										
Kavşak Numaraları	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	21	C	22	C	22	C	23	C	21	C
2 Numaralı Kavşak	12	B	10	A	20	B	8	A	15	B
3 Numaralı Kavşak	16	B	18	B	18	B	16	B	18	B
4 Numaralı Kavşak	24	C	23	C	22	C	16	B	27	C
5 Numaralı Kavşak	28	C	28	C	17	B	18	B	24	C

Çizelge 5.67. % 5 Artırılmış sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi

SABAH (%5 Artırılmış Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Öneri Alternatif 1	40355	7852	48207	2185
Öneri Alternatif 2	42070	8185	50256	2278
Öneri Alternatif 3	41962	8164	50126	2272
Öneri Alternatif 4	39083	7604	46688	2117
Öneri Alternatif 5	39964	7775	47739	2164
AKŞAM (%5 Artırılmış Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Öneri Alternatif 1	51752	10069	61821	2803
Öneri Alternatif 2	52427	10200	62627	2839
Öneri Alternatif 3	54221	10549	64770	2936
Öneri Alternatif 4	49104	9554	58658	2659
Öneri Alternatif 5	52978	10308	63286	2869

5.7.3. %10 Artırılmış sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması

Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.68’de verilmiştir.

Çizelge 5.68. Alternatif 1 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-1 %10 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	14	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	17	B
4 Numaralı Kavşak	24	C	26	C
5 Numaralı Kavşak	26	C	31	C

Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.69’da verilmiştir.

Çizelge 5.69. Alternatif 2 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-2 %10 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	22	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	13	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	21	C
4 Numaralı Kavşak	30	C	24	C
5 Numaralı Kavşak	25	C	31	C

Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.70’te verilmiştir.

Çizelge 5.70. Alternatif 3 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-3 %10 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	22	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	11	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	18	B
4 Numaralı Kavşak	33	C	24	C
5 Numaralı Kavşak	23	C	18	B

Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.71’de verilmiştir.

Çizelge 5.71. Alternatif 4 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-4 %10 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	22	C	22	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	8	A
3 Numaralı Kavşak	4	A	19	B
4 Numaralı Kavşak	14	B	16	B
5 Numaralı Kavşak	25	C	18	B

Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.72’de verilmiştir.

Çizelge 5.72. Alternatif 5 %10 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-5 %10 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	22	C	21	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	12	B
3 Numaralı Kavşak	4	A	16	B
4 Numaralı Kavşak	25	C	28	C
5 Numaralı Kavşak	24	C	31	C

Kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının %10 artırılmış sayımlara göre sabah ve akşam olmak üzere kavşak hizmet düzeyleri çizelge 5.73’te görülmektedir. Analizler sonucunda %10 artırılmış sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın hizmet düzeyinde sonuçlar verdiği çizelgede görülmekte olup, kavşak hizmet düzeyine göre alternatif 4 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.74’te ise sabah ve akşam olmak üzere kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının %10 artırılmış sayımlar için emisyonlara ve yakıt tüketimine göre değerleri verilmektedir. Analizler sonucunda %10 artırılmış sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın değerler verdiği çizelgede görülmekte olup, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre sabah alternatif 4 ve alternatif 5, akşam ise alternatif 3 ve alternatif 4 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

%10 artırılmış sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.73. % 10 Artırılmış sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri

SABAH (%10 Artırılmış Sayımlar)										
Kavşak Numaraları	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	22	C	22	C	22	C	22	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	7	A	7	A	6	A	7	A
3 Numaralı Kavşak	5	A	5	A	5	A	4	A	4	A
4 Numaralı Kavşak	24	C	30	C	33	C	14	B	25	C
5 Numaralı Kavşak	26	C	25	C	23	C	25	C	24	C
AKŞAM (%10 Artırılmış Sayımlar)										
Kavşak Numaraları	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	23	C	23	C	22	C	21	C
2 Numaralı Kavşak	14	B	13	B	11	B	8	A	12	B
3 Numaralı Kavşak	17	B	21	C	18	B	19	B	16	B
4 Numaralı Kavşak	26	C	24	C	24	C	16	B	28	C
5 Numaralı Kavşak	31	C	31	C	18	B	18	B	31	C

Çizelge 5.74. % 10 Artırılmış sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi

SABAH (%10 Artırılmış Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Öneri Alternatif 1	42917	8350	51267	2324
Öneri Alternatif 2	44711	8699	53411	2421
Öneri Alternatif 3	45245	8803	54048	2450
Öneri Alternatif 4	41634	8100	49734	2255
Öneri Alternatif 5	42378	8245	50623	2295
AKŞAM (%10 Artırılmış Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Öneri Alternatif 1	55602	10818	66420	3011
Öneri Alternatif 2	57036	11097	68133	3089
Öneri Alternatif 3	54048	10516	64564	2927
Öneri Alternatif 4	51209	9963	61173	2773
Öneri Alternatif 5	54839	10670	65509	2970

5.7.4. %15 Artırılmış sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması

Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.75'te verilmiştir.

Çizelge 5.75. Alternatif 1 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-1 %15 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAHA		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	24	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	15	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	19	B
4 Numaralı Kavşak	24	C	29	C
5 Numaralı Kavşak	27	C	32	C

Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.76'da verilmiştir.

Çizelge 5.76. Alternatif 2 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-2 %15 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAHA		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	24	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	16	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	20	C
4 Numaralı Kavşak	49	D	25	C
5 Numaralı Kavşak	26	C	32	C

Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.77’de verilmiştir.

Çizelge 5.77. Alternatif 3 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-3 %15 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	24	C	25	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	15	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	22	C
4 Numaralı Kavşak	47	D	26	C
5 Numaralı Kavşak	24	C	19	B

Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.78’de verilmiştir.

Çizelge 5.78. Alternatif 4 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-4 %15 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	12	B
3 Numaralı Kavşak	4	A	19	B
4 Numaralı Kavşak	13	B	16	B
5 Numaralı Kavşak	27	C	19	B

Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.79’da verilmiştir.

Çizelge 5.79. Alternatif 5 %15 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-5 %15 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	18	B
3 Numaralı Kavşak	4	A	19	B
4 Numaralı Kavşak	25	C	27	C
5 Numaralı Kavşak	24	C	32	C

Kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının %15 artırılmış sayımlara göre sabah ve akşam olmak üzere kavşak hizmet düzeyleri çizelge 5.80’de görülmektedir. Analizler sonucunda %15 artırılmış sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın hizmet düzeyinde sonuçlar verdiği çizelgede görülmekte olup, kavşak hizmet düzeyine göre alternatif 4 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.81’de ise sabah ve akşam olmak üzere kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının %15 artırılmış sayımlar için emisyonlara ve yakıt tüketimine göre değerleri verilmektedir. Analizler sonucunda %15 artırılmış sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın değerler verdiği çizelgede görülmekte olup, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre sabah alternatif 4 ve alternatif 5, akşam ise alternatif 1 ve alternatif 4 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

%15 artırılmış sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.80. % 15 Artırılmış sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri

SABAH (%15 Artırılmış Sayımlar)										
Kavşak Numaraları	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	23	C	24	C	23	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	7	A	7	A	6	A	7	A
3 Numaralı Kavşak	5	A	5	A	5	A	4	A	4	A
4 Numaralı Kavşak	24	C	49	D	47	D	13	B	25	C
5 Numaralı Kavşak	27	C	26	C	24	C	27	C	24	C
AKŞAM (%15 Artırılmış Sayımlar)										
Kavşak Numaraları	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	24	C	24	C	25	C	23	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	15	B	16	B	15	B	12	B	18	B
3 Numaralı Kavşak	19	B	20	C	22	C	19	B	19	B
4 Numaralı Kavşak	29	C	25	C	26	C	16	B	27	C
5 Numaralı Kavşak	32	C	32	C	19	B	19	B	32	C

Çizelge 5.81. % 15 Artırılmış sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi

SABAH (%15 Artırılmış Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Öneri Alternatif 1	44924	8740	53664	2433
Öneri Alternatif 2	50037	9735	59772	2710
Öneri Alternatif 3	49549	9640	59189	2683
Öneri Alternatif 4	43817	8525	52342	2373
Öneri Alternatif 5	44149	8590	52739	2391
AKŞAM (%15 Artırılmış Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Öneri Alternatif 1	59394	11556	70950	3216
Öneri Alternatif 2	59934	11661	71595	3246
Öneri Alternatif 3	60383	11748	72131	3270
Öneri Alternatif 4	55490	10796	66286	3005
Öneri Alternatif 5	59569	11590	71158	3226

5.7.5. %20 Artırılmış sayımlara göre kavşak hizmet düzeylerinin karşılaştırılması

Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.82’de verilmiştir.

Çizelge 5.82. Alternatif 1 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-1 %20 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	24	C	28	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	26	C
3 Numaralı Kavşak	7	A	24	C
4 Numaralı Kavşak	26	C	30	C
5 Numaralı Kavşak	30	C	35	D

Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.83’te verilmiştir.

Çizelge 5.83. Alternatif 2 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-2 %20 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	24	C	25	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	20	C
3 Numaralı Kavşak	5	A	21	C
4 Numaralı Kavşak	52	D	26	C
5 Numaralı Kavşak	27	C	35	D

Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.84’te verilmiştir.

Çizelge 5.84. Alternatif 3 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-3 %20 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	24	C	24	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	20	C
3 Numaralı Kavşak	6	A	21	C
4 Numaralı Kavşak	51	D	25	C
5 Numaralı Kavşak	29	C	19	B

Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.85’te verilmiştir.

Çizelge 5.85. Alternatif 4 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-4 %20 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	23	C	24	C
2 Numaralı Kavşak	6	A	16	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	19	B
4 Numaralı Kavşak	14	B	17	B
5 Numaralı Kavşak	28	C	19	B

Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam simülasyonu analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda HCM dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kavşak hizmet düzeyleri detaylı bir şekilde çizelge 5.86’da verilmiştir.

Çizelge 5.86. Alternatif 5 %20 artırılmış sayımlar sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri

ALTERNATİF-5 %20 ARTIRILMIŞ SAYIMLAR				
Kavşak Numaraları	SABAH		AKŞAM	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	24	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	19	B
3 Numaralı Kavşak	5	A	20	C
4 Numaralı Kavşak	26	C	31	C
5 Numaralı Kavşak	25	C	34	C

Kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının %20 artırılmış sayımlara göre sabah ve akşam olmak üzere kavşak hizmet düzeyleri Çizelge 5.87’de görülmektedir. Analizler sonucunda %20 artırılmış sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın hizmet düzeyinde sonuçlar verdiği çizelgede görülmekte olup, kavşak hizmet düzeyine göre alternatif 4 ve alternatif 5 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.88’de ise sabah ve akşam olmak üzere kavşakların mevcut tasarımı ile alternatif tasarımlarının %20 artırılmış sayımlar için emisyonlara ve yakıt tüketimine göre değerleri verilmektedir. Analizler sonucunda %20 artırılmış sayımlara göre öneri alternatiflerin birbirine yakın değerler verdiği çizelgede görülmekte olup, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre sabah alternatif 4 ve alternatif 5, akşam ise alternatif 3 ve alternatif 4 diğer alternatiflere oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

%20 artırılmış sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.87. % 20 Artırılmış sayımlara göre kavşakların hizmet düzeyleri

SABAH (%20 Artırılmış Sayımlar)										
Kavşak Numaraları	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	24	C	24	C	24	C	23	C	24	C
2 Numaralı Kavşak	7	A	7	A	7	A	6	A	7	A
3 Numaralı Kavşak	7	A	5	A	6	A	5	A	5	A
4 Numaralı Kavşak	26	C	52	D	51	D	14	B	26	C
5 Numaralı Kavşak	30	C	27	C	29	C	28	C	25	C

AKŞAM (%20 Artırılmış Sayımlar)										
Kavşak Numaraları	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4		Alternatif 5	
	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi	Ortalama Gecikme Süresi	Kavşak Hizmet Düzeyi
1 Numaralı Kavşak	28	C	25	C	24	C	24	C	23	C
2 Numaralı Kavşak	26	C	20	C	20	C	16	B	19	B
3 Numaralı Kavşak	24	C	21	C	21	C	19	B	20	C
4 Numaralı Kavşak	30	C	26	C	25	C	17	B	31	C
5 Numaralı Kavşak	35	D	35	D	19	B	19	B	34	C

Çizelge 5.88. % 20 Artırılmış sayımlara göre kavşakların emisyon ve yakıt tüketimi

SABAH (%20 Artırılmış Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Öneri Alternatif 1	48815	9498	58313	2644
Öneri Alternatif 2	52425	10200	62625	2839
Öneri Alternatif 3	53145	10340	63485	2878
Öneri Alternatif 4	46009	8952	54960	2492
Öneri Alternatif 5	47098	9164	56262	2551
AKŞAM (%20 Artırılmış Sayımlar)	CO Emisyonu (gram)	NOx Emisyonu (gram)	VOC Emisyonları (gram)	Yakıt Tüketimi (litre)
Öneri Alternatif 1	67016	13039	80054	3629
Öneri Alternatif 2	63744	12402	76147	3452
Öneri Alternatif 3	61775	12019	73794	3345
Öneri Alternatif 4	58303	11344	69646	3157
Öneri Alternatif 5	63982	12449	76431	3465

6. SONULAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Tez çalışması kapsamında Konya ili, Selçuklu ilçesi sınırları içerisinde tramvay projesi güzergahı üzerinde bulunan trafik hacmi yüksek 5 adet karayolu kavşağı belirlenmiştir. Trafik hacmi yüksek olan bu 5 adet kavşak ile bu kavşaklar için Konya Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen taşıt sayım verilerinin analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda; kavşakların mevcut durumdaki kol sayıları, sabah ve akşam olmak üzere kavşakların akım hareketleri, kavşakta geçen taşıtların otomobil eşdeğer birim cinsinden toplam değeri ve taşıt türlerine göre dağılım yüzdeleri belirlenmiştir.

Belirlenen 5 adet kavşak için imar planları dikkate alınarak güvenli, sürdürülebilir ve konforlu ulaşım hizmeti vermek amacıyla kavşak performansını olumlu yönde etkileyecek alternatifli öneri trafik sirkülasyon ve geometrik düzenleme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan alternatif çalışmalar içerisinde en optimum tasarımı belirlemek amacıyla; PTV VISSIM, SUMO, PARAMICS, SIDRA, CORSIM, TRANSIMS, EMME, PTV VISUM, DYNEV, OREMS, TransCAD gibi simülasyon programları içerisinde PTV VISSIM mikro-simülasyon programı seçilerek simülasyon çalışmaları yapılmıştır.

1. aşamada mevcut durum olmak üzere PTV Vissim simülasyon programında mevcut durum modeli kurularak sabah ve akşam için ayrı ayrı simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Yapılan bu simülasyon çalışmalarında 5 adet kavşağın performanslarını değerlendirmek üzere; maksimum kuyruk uzunluğu, ortalama gecikme, CO emisyonu, NOx emisyonu, VOC emisyonları ve yakıt tüketimi olmak üzere 6 tane parametre dikkate alınarak her kavşağın performans analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda Highway Capacity Manual dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam mevcut durum kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir.

2. aşamada Konya Büyükşehir Belediye'nin yapmayı planladığı tramvay projesiyle entegre bir şekilde sürdürülebilir ulaşımı sağlamak amacıyla 5 adet kavşak bir bütün olarak düşünülmüş olup, kavşak performanslarını olumlu yönde etkileyecek 5 adet alternatif trafik sirkülasyon ve geometrik düzenleme çalışması yapılmıştır. Geliştirilen 5 farklı alternatif

projenin hepsi ayrı ayrı PTV Vissim programında modellenmiş olup mevcut sayımlar kullanılarak simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Her alternatif için PTV Vissim programında yapılan simülasyon çalışmaları tekrarlanarak ve kalibrasyon yapılarak kavşaklar için en optimum sinyal faz planı belirlenmiştir.

Belirlenen sinyal faz planlarına göre kavşakların çalışma prensibi açıklanarak yapılan simülasyonlardan görüntülere yer verilmiştir. Yapılan alternatif projelerin simülasyon çalışmalarında kavşakların performanslarını değerlendirmek üzere; maksimum kuyruk uzunluğu, ortalama gecikme, CO emisyonu, NOx emisyonu, VOC emisyonları ve yakıt tüketimi olmak üzere 6 tane parametre dikkate alınarak kavşakların sabah ve akşam ayrı ayrı performans analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen veriler sabah ve akşam olmak üzere çizelgeler halinde verilmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda Highway Capacity Manual dikkate alınarak ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam öneri alternatiflerin kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir.

Öneri olarak sunulan alternatiflerin sabah ve akşam olmak üzere ve Konya ili için Türkiye İstatistik Kurumu'ndan temin edilen "Taşıt Sahipliği Artış Oranı" verisi dikkate alınarak bütün alternatif çözüm önerileri için sayımlar her seferinde %5 olacak şekilde %5, %10, %15, %20 artırılarak simülasyonlar tekrarlanmış ve analiz yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda 5 farklı alternatif çözüm önerisi ve artırılan her sayım yüzdesi için elde edilen performans değerleri trafik mühendisliği etütlerine göre değerlendirilerek birbirleriyle karşılaştırılmış ve ortalama gecikme süreleri üzerinden sabah ve akşam kavşak hizmet düzeyleri belirlenmiştir. Aynı zamanda Alternatif trafik sirkülasyon ve geometrik düzenleme çalışmalarının farklılıklarından bahsedilmiştir.

Çalışmada mevcut durum ve öneri olarak geliştirilen 5 tane alternatif ile toplamda 6 tane farklı simülasyon modeli kurulmuş olup, sabah ve akşam ayrı ayrı olmak şartıyla ve öneri olarak geliştirilen alternatifler için sayımlar %5, %10, %15, %20 artırılmış senaryolarla birlikte bilgisayarda toplamda 52 adet PTV Vissim model dosyası oluşturulmuştur.

3. aşamada ise önceki bölümde verilen mevcut durum ve 5 Alternatif trafik sirkülasyon ve geometrik düzenleme çalışmalarının sırasıyla; mevcut sayımlar, %5 artırılmış sayımlar, %10 artırılmış sayımlar, %15 artırılmış sayımlar ve %20 artırılmış sayımlar için simülasyon analiz

sonuçlarından elde edilen veriler kullanılarak belirlenen kavşak hizmet düzeylerine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre karşılaştırılması yapılmıştır.

Alternatif 1’de;

Mevcut durumda sinyalsiz 4 kollu eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 1 numaralı kavşak tramvay projeleriyle entegre şekilde 2 fazlı sinyalize kavşak olarak tasarlanmıştır. 1 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 2 fazlı ve sinyal döngü süresinin 85 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda 4 fazlı sinyalize 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 2 numaralı kavşağın öncesinde ve sonrasında kuzey-güney aksındaki geçişler ve U dönüşleri için dönüşler açılarak kavşak içerisinde karşıdan karşıya geçişler kapatılmıştır. Öneri projede dönüş yapılacak iki noktaya tramvay öncelikli sinyal konulmuş olup, yayaların istasyona erişebilmesi için istasyon bölgesinde yaya üst geçidi planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu kuzey-güney aksında karayolu altgeçidi ve hemzemin olarak tramvayın geçtiği 4 fazlı sinyalize dönel kavşak olan 3 numaralı kavşak için yeni planlanan tramvay ve doğu-batı aksındaki karayolunun yeni tramvaya paralel olacak şekilde 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritli bir karayolu üst geçidi planlanarak hemzemin geçişlerinde tramvay öncelikli sisteme geçilmesi planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu sinyalsiz eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 4 numaralı kavşak hemzemin kavşak olarak tasarlanmış olup, 4 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 4 fazlı ve sinyal döngü süresinin 90 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcutta 4 kollu ve 4 fazlı sinyalize eşdüzey kavşak olarak çalışmakta olan 5 numaralı kavşak, tramvay ve doğu-batı aksındaki yoğun trafiğin aynı sinyal fazında geçecek şekilde tasarlanmıştır. 5 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 4 fazlı ve sinyal döngü süresinin sabah 96 saniye akşam ise 91 saniye olduğu tespit edilmiştir.

Alternatif 2’de;

Mevcut durumda sinyalsiz 4 kollu eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 1 numaralı kavşak tramvay projeleriyle entegre şekilde 2 fazlı sinyalize kavşak olarak tasarlanmıştır. 1 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 2 fazlı ve sinyal döngü süresinin 85 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda 4 fazlı sinyalize 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 2 numaralı

kavşağın öncesinde ve sonrasında kuzey-güney aksındaki geçişler ve U dönüşleri için dönüşler açılarak kavşak içerisinde karşıdan karşıya geçişler kapatılmıştır. Öneri projede dönüş yapılacak iki noktaya tramvay öncelikli sinyal konulmuş olup, yayaların istasyona erişebilmesi için istasyon bölgesinde yaya üst geçidi planlanmıştır.

Mevcut durumda 4 kollu kuzey-güney aksında karayolu altgeçidi ve hemzemin olarak tramvayın geçtiği 4 fazlı sinyalize dönel kavşak olan 3 numaralı kavşak için yeni planlanan tramvay ve doğu-batı aksındaki karayolunun yeni tramvaya paralel olacak şekilde 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritli bir karayolu üst geçidi planlanarak hemzemin geçişlerinde tramvay öncelikli sisteme geçilmesi planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu sinyalsiz eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 4 numaralı kavşak hemzemin kavşak olarak tasarlanmış olup, 4 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 2 fazlı ve sinyal döngü süresinin sabah 88 saniye akşam ise 90saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcutta 4 kollu ve 4 fazlı sinyalize eşdüzey kavşak olarak çalışmakta olan 5 numaralı kavşak, tramvay ve doğu-batı aksındaki yoğun trafiğin aynı sinyal fazında geçecek şekilde tasarlanmıştır. 5 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 4 fazlı ve sinyal döngü süresinin sabah 96 saniye akşam ise 91 saniye olduğu tespit edilmiştir.

Alternatif 3'de;

Mevcut durumda sinyalsiz 4 kollu eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 1 numaralı kavşak tramvay projeleriyle entegre şekilde 2 fazlı sinyalize kavşak olarak tasarlanmıştır. 1 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 2 fazlı ve sinyal döngü süresinin 85 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda 4 fazlı sinyalize 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 2 numaralı kavşağın öncesinde ve sonrasında kuzey-güney aksındaki geçişler ve U dönüşleri için dönüşler açılarak kavşak içerisinde karşıdan karşıya geçişler kapatılmıştır. Öneri projede dönüş yapılacak iki noktaya tramvay öncelikli sinyal konulmuş olup, yayaların istasyona erişebilmesi için istasyon bölgesinde yaya üst geçidi planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu kuzey-güney aksında karayolu altgeçidi ve hemzemin olarak tramvayın geçtiği 4 fazlı sinyalize dönel kavşak olan 3 numaralı kavşak için yeni planlanan tramvay ve doğu-batı aksındaki karayolunun yeni tramvaya paralel olacak şekilde 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritli bir karayolu üst geçidi planlanarak hemzemin geçişlerinde tramvay öncelikli sisteme geçilmesi

planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu sinyalsiz eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 4 numaralı kavşak hemzemin kavşak olarak tasarlanmış olup, 4 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 2 fazlı ve sinyal döngü süresinin sabah 88 saniye akşam ise 90 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcutta 4 kollu ve 4 fazlı sinyalize eşdüzey kavşak olarak çalışmakta olan 5 numaralı kavşak, tramvay ve doğu-batı aksındaki yoğun trafiğin aynı sinyal fazında geçecek şekilde tasarlanmıştır. 5 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 3 fazlı ve sinyal döngü süresinin sabah 91 saniye akşam ise 80 saniye olduğu tespit edilmiştir.

Alternatif 4'de;

Mevcut durumda sinyalsiz 4 kollu eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 1 numaralı kavşak tramvay projeleriyle entegre şekilde 2 fazlı sinyalize kavşak olarak tasarlanmıştır. 1 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 2 fazlı ve sinyal döngü süresinin 85 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda 4 fazlı sinyalize 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 2 numaralı kavşağın öncesinde ve sonrasında kuzey-güney aksındaki geçişler ve U dönüşleri için dönüşler açılarak kavşak içerisinde karşıdan karşıya geçişler kapatılmıştır. Öneri projede dönüş yapılacak iki noktaya tramvay öncelikli sinyal konulmuş olup, yayaların istasyona erişebilmesi için istasyon bölgesinde yaya üst geçidi planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu kuzey-güney aksında karayolu altgeçidi ve hemzemin olarak tramvayın geçtiği 4 fazlı sinyalize dönel kavşak olan 3 numaralı kavşak için yeni planlanan tramvay ve doğu-batı aksındaki karayolunun yeni tramvaya paralel olacak şekilde 2 gidiş 2 geliş olmak üzere 4 şeritli bir karayolu üst geçidi planlanarak hemzemin geçişlerinde tramvay öncelikli sisteme geçilmesi planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu sinyalsiz eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 4 numaralı kavşak 2 fazlı hemzemin kavşak olarak tasarlanmış olup, yoğun akımlardan olan kuzeyden doğuya gidecek taşıtlar için karayolu üst geçiti yapılarak bağlantı sağlanmıştır. 4 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 2 fazlı ve sinyal döngü süresinin 85 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcutta 4 kollu ve 4 fazlı sinyalize eşdüzey kavşak olarak çalışmakta olan 5 numaralı kavşak, tramvay ve doğu-batı aksındaki yoğun trafiğin aynı sinyal fazında geçecek şekilde tasarlanmıştır. 5 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz

planının 3 fazlı ve sinyal döngü süresinin sabah 91 saniye akşam ise 80 saniye olduğu tespit edilmiştir.

Alternatif 5’de;

Mevcut durumda sinyalsiz 4 kollu eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 1 numaralı kavşak tramvay projeleriyle entegre şekilde 2 fazlı sinyalizasyon kavşak olarak tasarlanmıştır. 1 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 2 fazlı ve sinyal döngü süresinin 85 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda 4 fazlı sinyalizasyon 4 kollu bir eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 2 numaralı kavşağın öncesinde ve sonrasında kuzey-güney aksındaki geçişler ve U dönüşleri için dönüşler açılarak kavşak içerisinde karşıdan karşıya geçişler kapatılmıştır. Öneri projede dönüş yapılacak iki noktaya tramvay öncelikli sinyal konulmuş olup, yayaların istasyona erişebilmesi için istasyon bölgesinde yaya üst geçidi planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu kuzey-güney aksında karayolu altgeçidi ve hemzemin olarak tramvayın geçtiği 4 fazlı sinyalizasyon dönel kavşak olan 3 numaralı kavşak için yeni planlanan tramvay ve doğu-batı aksındaki karayolunun yeni tramvaya paralel olacak şekilde 3 gidiş 3 geliş olmak üzere 6 şeritli bir karayolu üst geçidi planlanarak hemzemin geçişlerinde tramvay öncelikli sisteme geçilmesi planlanmıştır. Mevcut durumda 4 kollu sinyalsiz eşdüzey dönel kavşak olarak çalışmakta olan 4 numaralı kavşak hemzemin kavşak olarak tasarlanmış olup, 4 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 4 fazlı ve sinyal döngü süresinin 90 saniye olduğu tespit edilmiştir. Mevcutta 4 kollu ve 4 fazlı sinyalizasyon eşdüzey kavşak olarak çalışmakta olan 5 numaralı kavşak, tramvay ve doğu-batı aksındaki yoğun trafiğin aynı sinyal fazında geçecek şekilde tasarlanmıştır. 5 numaralı kavşak için PTV Vissim programında kalibrasyon yapılarak en optimum sinyal faz planının 4 fazlı ve sinyal döngü süresinin sabah 96 saniye akşam ise 91 saniye olduğu tespit edilmiştir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah mevcut sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için mevcut durumda 36 saniye ile D hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 20 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 20 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 20 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için mevcut durumda 13 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelirken,

alternatif 1’de 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 6 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 6 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 6 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için mevcut durumda 24 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 4 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 4 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için mevcut durumda 22 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 28 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 29 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 14 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için mevcut durumda 35 saniye ile D hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 20 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam mevcut sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için mevcut durumda 11 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 20 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için mevcut durumda 9 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 10 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 9 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 9 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 9 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 10 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için mevcut durumda 33 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 18 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 2’de 16 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 3’te 17 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 15 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 12 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için mevcut durumda 27 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 15 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 26 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı

kavşak için mevcut durumda 30 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelirken, alternatif 1’de 27 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 27 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 17 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 17 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah mevcut sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Mevcut durumda 47.736 gram CO emisyonu, 9.288 gram NO_x emisyonu, 57.023 gram VOC emisyonu ve 2.585 litre yakıt tüketimi olurken, alternatif 1’de 37.988 gram CO emisyonu, 7.391 gram NO_x emisyonu, 45.380 gram VOC emisyonu ve 2.057 litre yakıt tüketimi, alternatif 2’de 39.310 gram CO emisyonu, 7.648 gram NO_x emisyonu, 45.958 gram VOC emisyonu ve 2.129 litre yakıt tüketimi, alternatif 3’de, 39.931 gram CO emisyonu, 7.769 gram NO_x emisyonu, 47.700 gram VOC emisyonu ve 2.162 litre yakıt tüketimi, alternatif 4’de, 36.984 gram CO emisyonu, 7.196 gram NO_x emisyonu, 44.180 gram VOC emisyonu ve 2.003 litre yakıt tüketimi, alternatif 5’de, 37.652 gram CO emisyonu, 7.326 gram NO_x emisyonu, 44.978 gram VOC emisyonu ve 2.039 litre yakıt tüketimi olmuştur.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam mevcut sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Mevcut durumda 54.559 gram CO emisyonu, 10.615 gram NO_x emisyonu, 65.175 gram VOC emisyonu ve 2.955 litre yakıt tüketimi olurken, alternatif 1’de 49.282 gram CO emisyonu, 9.588 gram NO_x emisyonu, 58.870 gram VOC emisyonu ve 2.669 litre yakıt tüketimi, alternatif 2’de 49.015 gram CO emisyonu, 9.537 gram NO_x emisyonu, 58.552 gram VOC emisyonu ve 2.654 litre yakıt tüketimi, alternatif 3’de, 48.225 gram CO emisyonu, 9.383 gram NO_x emisyonu, 57.607 gram VOC emisyonu ve 2.612 litre yakıt tüketimi, alternatif 4’de, 46.455 gram CO emisyonu, 9.038 gram NO_x emisyonu, 55.493 gram VOC emisyonu ve 2.516 litre yakıt tüketimi, alternatif 5’de, 47.194 gram CO emisyonu, 9.182 gram NO_x emisyonu, 56.376 gram VOC emisyonu ve 2.556 litre yakıt tüketimi olmuştur. Mevcut sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah %5 artırılmış sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için alternatif 1’de 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için alternatif 1’de 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 6 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 7 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için alternatif 1’de 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için alternatif 1’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 30 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 28 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 13 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için alternatif 1’de 25 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 22 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam %5 artırılmış sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için alternatif 1’de 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için alternatif 1’de 12 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 2’de 10 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 20 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 8 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 15 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için alternatif 1’de 16 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 2’de 18 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 3’te 18 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 16 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 18 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için alternatif 1’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 22 saniye ile

C hizmet düzeyine, alternatif 4'te 16 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5'te 27 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için alternatif 1'de 28 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2'de 28 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3'te 17 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4'te 18 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5'te 24 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah %5 artırılmış sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Alternatif 1'de 40.355 gram CO emisyonu, 7.852 gram NO_x emisyonu, 48.207 gram VOC emisyonu ve 2.185 litre yakıt tüketimi, alternatif 2'de 42.070 gram CO emisyonu, 8.185 gram NO_x emisyonu, 50.256 gram VOC emisyonu ve 2.278 litre yakıt tüketimi, alternatif 3'de, 41.962 gram CO emisyonu, 8.164 gram NO_x emisyonu, 50.126 gram VOC emisyonu ve 2.272 litre yakıt tüketimi, alternatif 4'de, 39.083 gram CO emisyonu, 7.604 gram NO_x emisyonu, 46.688 gram VOC emisyonu ve 2.117 litre yakıt tüketimi, alternatif 5'de, 39.964 gram CO emisyonu, 7.775 gram NO_x emisyonu, 47.739 gram VOC emisyonu ve 2.164 litre yakıt tüketimi olmuştur.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam %5 artırılmış sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Alternatif 1'de 51.752 gram CO emisyonu, 10.069 gram NO_x emisyonu, 61.821 gram VOC emisyonu ve 2.803 litre yakıt tüketimi, alternatif 2'de 52.427 gram CO emisyonu, 10.200 gram NO_x emisyonu, 62.627 gram VOC emisyonu ve 2.839 litre yakıt tüketimi, alternatif 3'de, 54.221 gram CO emisyonu, 10.549 gram NO_x emisyonu, 64.770 gram VOC emisyonu ve 2.936 litre yakıt tüketimi, alternatif 4'de, 49.104 gram CO emisyonu, 9.554 gram NO_x emisyonu, 58.658 gram VOC emisyonu ve 2.659 litre yakıt tüketimi, alternatif 5'de, 52.978 gram CO emisyonu, 10.308 gram NO_x emisyonu, 63.286 gram VOC emisyonu ve 2.869 litre yakıt tüketimi olmuştur. %5 artırılmış sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah %10 artırılmış sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için alternatif 1’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 22 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için alternatif 1’de 6 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 6 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 7 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için alternatif 1’de 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için alternatif 1’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 30 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 33 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 14 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 25 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için alternatif 1’de 26 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 25 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 25 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam %10 artırılmış sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için alternatif 1’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için alternatif 1’de 14 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 2’de 13 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 3’te 11 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 8 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 12 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için alternatif 1’de 17 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 2’de 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 11 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 19 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 16 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için alternatif 1’de 26 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 24 saniye ile

C hizmet düzeyine, alternatif 4'te 16 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5'te 28 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için alternatif 1'de 31 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2'de 31 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3'te 18 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4'te 18 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5'te 31 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah %10 artırılmış sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Alternatif 1'de 42.917 gram CO emisyonu, 8.350 gram NO_x emisyonu, 51.267 gram VOC emisyonu ve 2.324 litre yakıt tüketimi, alternatif 2'de 44.711 gram CO emisyonu, 8.699 gram NO_x emisyonu, 53.411 gram VOC emisyonu ve 2.421 litre yakıt tüketimi, alternatif 3'de, 45.245 gram CO emisyonu, 8.803 gram NO_x emisyonu, 54.048 gram VOC emisyonu ve 2.450 litre yakıt tüketimi, alternatif 4'de, 41.634 gram CO emisyonu, 8.100 gram NO_x emisyonu, 49.734 gram VOC emisyonu ve 2.255 litre yakıt tüketimi, alternatif 5'de, 42.378 gram CO emisyonu, 8.245 gram NO_x emisyonu, 50.623 gram VOC emisyonu ve 2.295 litre yakıt tüketimi olmuştur.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam %10 artırılmış sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Alternatif 1'de 55.602 gram CO emisyonu, 10.818 gram NO_x emisyonu, 66.420 gram VOC emisyonu ve 3.011 litre yakıt tüketimi, alternatif 2'de 57.036 gram CO emisyonu, 11.097 gram NO_x emisyonu, 68.133 gram VOC emisyonu ve 3.089 litre yakıt tüketimi, alternatif 3'de, 54.048 gram CO emisyonu, 10.516 gram NO_x emisyonu, 64.564 gram VOC emisyonu ve 2.927 litre yakıt tüketimi, alternatif 4'de, 51.209 gram CO emisyonu, 9.963 gram NO_x emisyonu, 61.173 gram VOC emisyonu ve 2.773 litre yakıt tüketimi, alternatif 5'de, 54.839 gram CO emisyonu, 10.670 gram NO_x emisyonu, 65.509 gram VOC emisyonu ve 2.970 litre yakıt tüketimi olmuştur. %10 artırılmış sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah %15 artırılmış sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için alternatif 1’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için alternatif 1’de 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 6 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 7 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için alternatif 1’de 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 4 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için alternatif 1’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 49 saniye ile D hizmet düzeyine, alternatif 3’te 47 saniye ile D hizmet düzeyine, alternatif 4’te 13 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 25 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için alternatif 1’de 27 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 26 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 27 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam %15 artırılmış sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için alternatif 1’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 25 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için alternatif 1’de 15 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 2’de 16 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 3’te 15 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 12 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 18 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için alternatif 1’de 19 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 2’de 20 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 22 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 19 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 19 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için alternatif 1’de 29 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 25 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 26 saniye ile

C hizmet düzeyine, alternatif 4'te 16 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5'te 27 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için alternatif 1'de 32 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2'de 32 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3'te 19 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4'te 19 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5'te 32 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah %15 artırılmış sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Alternatif 1'de 44.924 gram CO emisyonu, 8.740 gram NO_x emisyonu, 53.664 gram VOC emisyonu ve 2.433 litre yakıt tüketimi, alternatif 2'de 50.037 gram CO emisyonu, 9.735 gram NO_x emisyonu, 59.772 gram VOC emisyonu ve 2.710 litre yakıt tüketimi, alternatif 3'de, 49.549 gram CO emisyonu, 9.640 gram NO_x emisyonu, 59.189 gram VOC emisyonu ve 2.683 litre yakıt tüketimi, alternatif 4'de, 43.817 gram CO emisyonu, 8.525 gram NO_x emisyonu, 52.342 gram VOC emisyonu ve 2.373 litre yakıt tüketimi, alternatif 5'de, 44.149 gram CO emisyonu, 8.590 gram NO_x emisyonu, 52.739 gram VOC emisyonu ve 2.391 litre yakıt tüketimi olmuştur.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam %15 artırılmış sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Alternatif 1'de 59.394 gram CO emisyonu, 11.556 gram NO_x emisyonu, 70.950 gram VOC emisyonu ve 3.216 litre yakıt tüketimi, alternatif 2'de 59.934 gram CO emisyonu, 11.661 gram NO_x emisyonu, 71.595 gram VOC emisyonu ve 3.246 litre yakıt tüketimi, alternatif 3'de, 60.383 gram CO emisyonu, 11.748 gram NO_x emisyonu, 72.131 gram VOC emisyonu ve 3.270 litre yakıt tüketimi, alternatif 4'de, 55.490 gram CO emisyonu, 10.796 gram NO_x emisyonu, 66.286 gram VOC emisyonu ve 3.005 litre yakıt tüketimi, alternatif 5'de, 59.569 gram CO emisyonu, 11.590 gram NO_x emisyonu, 71.158 gram VOC emisyonu ve 3.226 litre yakıt tüketimi olmuştur. %15 artırılmış sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah %20 artırılmış sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için alternatif 1’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için alternatif 1’de 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 6 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 7 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için alternatif 1’de 7 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 2’de 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 3’te 6 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 4’te 5 saniye ile A hizmet düzeyine, alternatif 5’te 5 saniye ile A hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 4 numaralı kavşak için alternatif 1’de 26 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 52 saniye ile D hizmet düzeyine, alternatif 3’te 51 saniye ile D hizmet düzeyine, alternatif 4’te 14 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 26 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için alternatif 1’de 30 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 27 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 29 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 28 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 25 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam %20 artırılmış sayımlara göre ortalama gecikme süresi;

1 numaralı kavşak için alternatif 1’de 28 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 25 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 5’te 23 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 2 numaralı kavşak için alternatif 1’de 26 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 20 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 20 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 16 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 19 saniye ile B hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 3 numaralı kavşak için alternatif 1’de 24 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 21 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 19 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 20 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

4 numaralı kavşak için alternatif 1’de 30 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 2’de 26 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 3’te 25 saniye ile C hizmet düzeyine, alternatif 4’te 17 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 31 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. 5 numaralı kavşak için alternatif 1’de 35 saniye ile D hizmet düzeyine, alternatif 2’de 35 saniye ile D hizmet düzeyine, alternatif 3’te 19 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 4’te 19 saniye ile B hizmet düzeyine, alternatif 5’te 34 saniye ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir.

Analiz sonuçlarından elde edilen sabah %20 artırılmış sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Alternatif 1’de 48.815 gram CO emisyonu, 9.498 gram NO_x emisyonu, 58.313 gram VOC emisyonu ve 2.644 litre yakıt tüketimi, alternatif 2’de 52.425 gram CO emisyonu, 10.200 gram NO_x emisyonu, 62.625 gram VOC emisyonu ve 2.839 litre yakıt tüketimi, alternatif 3’de, 53.145 gram CO emisyonu, 10.340 gram NO_x emisyonu, 63.485 gram VOC emisyonu ve 2.878 litre yakıt tüketimi, alternatif 4’de, 46.009 gram CO emisyonu, 8.952 gram NO_x emisyonu, 54.960 gram VOC emisyonu ve 2.492 litre yakıt tüketimi, alternatif 5’de, 47.098 gram CO emisyonu, 9.164 gram NO_x emisyonu, 56.262 gram VOC emisyonu ve 2.551 litre yakıt tüketimi olmuştur.

Analiz sonuçlarından elde edilen akşam %20 artırılmış sayımlara göre emisyon ve yakıt tüketimi;

Alternatif 1’de 67.016 gram CO emisyonu, 13.039 gram NO_x emisyonu, 80.054 gram VOC emisyonu ve 3.629 litre yakıt tüketimi, alternatif 2’de 63.744 gram CO emisyonu, 12.402 gram NO_x emisyonu, 76.147 gram VOC emisyonu ve 3.452 litre yakıt tüketimi, alternatif 3’de, 61.775 gram CO emisyonu, 12.019 gram NO_x emisyonu, 73.794 gram VOC emisyonu ve 3.345 litre yakıt tüketimi, alternatif 4’de, 58.303 gram CO emisyonu, 11.344 gram NO_x emisyonu, 69.646 gram VOC emisyonu ve 3.157 litre yakıt tüketimi, alternatif 5’de, 63.982 gram CO emisyonu, 12.449 gram NO_x emisyonu, 76.431 gram VOC emisyonu ve 3.465 litre yakıt tüketimi olmuştur. %20 artırılmış sayımlar için; kavşak hizmet düzeyine, emisyonlara ve yakıt tüketimine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda kavşaklar için yapılan alternatif tasarımlar içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu görülmektedir.

Gelecek projeksiyonunda trafikteki taşıt sayılarının artacağı düşünülerek yapılan bütün karşılaştırmalar sonucunda Alternatif trafik sirkülasyon ve geometrik düzenleme çalışmaları içerisinde en uygun çözüm önerisinin alternatif 4 olduğu belirlenmiştir.

En iyi sonuç veren alternatif ile mevcut durumu kıyaslayacak olursak; mevcut durumda sabah 36 saniye ortalama gecikme ile D hizmet düzeyine karşılık gelirken alternatif 4'te 20 saniye ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir, mevcut durumda akşam 11 saniye ortalama gecikme ile B hizmet düzeyine karşılık gelirken alternatif 4'te 21 saniye ortalama gecikme ile C hizmet düzeyine karşılık gelmektedir. Öneri projeye göre sabah ortalama gecikme süresinde yaklaşık olarak %55,5 iyileşme olduğu, akşam ise ortalama gecikme süresinde yaklaşık olarak %52,3 artış olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut durumda sabah 47.736 gram CO emisyonu, 9.288 gram NOx emisyonu, 57.023 gram VOC emisyonu ve 2.585 litre yakıt tüketimi olurken, alternatif 4'te, 36.984 gram CO emisyonu, 7.196 gram NOx emisyonu, 44.180 gram VOC emisyonu ve 2.003 litre yakıt tüketimi olmuştur. Öneri projeye göre sabah CO emisyonunda, NOx emisyonunda, VOC emisyonunda ve yakıt tüketiminde %22,5 oranında iyileşme olmuştur. Mevcut durumda akşam 54.559 gram CO emisyonu, 10.615 gram NOx emisyonu, 65.175 gram VOC emisyonu ve 2.955 litre yakıt tüketimi olurken, alternatif 4'de, 46.455 gram CO emisyonu, 9.038 gram NOx emisyonu, 55.493 gram VOC emisyonu ve 2.516 litre yakıt tüketimi olmuştur. Öneri projeye göre akşam CO emisyonunda, NOx emisyonunda, VOC emisyonunda ve yakıt tüketiminde %14,8 oranında iyileşme olmuştur. Burada önemli noktalardan bir tanesi de mevcut durumda tramvay yok iken öneri durumda tramvay eklenmiş olmasıdır.

Çizelge 6.1. Emisyon kaynaklı kazanımlar

Sabah	Emisyonlar (g)	CO	Nox	VOC
	Mevcut Durum	47.736	9.288	57.023
	Alternatif 4	36.984	7.196	44.180
	Saatlik Kazanç	10.752	2.092	12.844
Akşam	Emisyonlar (g)	CO	Nox	VOC
	Mevcut Durum	54.559	10.615	65.175
	Alternatif 4	46.455	9.038	55.493
	Saatlik Kazanç	8.105	1.577	9.682

Çizelge 6.2. Akaryakıt kaynaklı kazanımlar

Yakıt Tüketimi (litre)	SABAH	AKŞAM
Mevcut Durum	2.585	2.955
Alternatif 4	2.003	2.516
Saatlik Fark	582	439
Saatlik Parasal Kazanç	₺24.548,76	₺18.517,02

Simülasyon sonuçlarına göre, sabah mevcut durumda saatlik yakıt sarfıyatı 2.585 litre iken alternatif 4'te 2.003 litreye düşmekte olup, saatlik 582 litre yakıt tasarrufu sağlanmıştır. Akşam ise mevcut durumda saatlik yakıt sarfıyatı 2.955 litre iken alternatif 4'te 2.516 litreye düşmekte olup, saatlik 439 litre yakıt tasarrufu sağlanmıştır. Akaryakıtın litre fiyatı 42,18 TL olarak hesaplanmıştır. Gün içerisinde sadece mesai saatleri (8 saatlik dilim) üzerinden

düşük olan akşam yakıt tasarrufu dikkate alınarak hesaplayacak olursak günlük 3.512 litre yakıt tasarrufu sağlanacağı sonucuna ulaşılmaktadır.

Çizelge 6.3. Yakıt tüketimi ve yıllık tasarruf

BİRİM	MEVCUT	ALTERNATİF 4	FARK
Lt/gün	23.640	20.128	3.512
Lt/yıl	8.628.600	7.346.720	1.281.880
TL/yıl	363.954.348	309.884.650	54.069.698

Sisteme giren tüm taşıtların yakıt tasarrufunun yıllık mali değeri hesaplandığında 54.069.698 TL/yıl tasarruf sağlanacağı öngörülmektedir (Çizelge 6.3). Öngörülen yakıt tasarrufunu güncel kur üzerinden (1 \$ = 32,41 TL) hesaplayacak olursak yıllık mali değeri 1.668.302 \$ olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, simülasyon programları, alternatif senaryo durumlarını çok kısa sürede analiz ederek süre ve maliyet açılarından tasarımcılara en iyi seçeneğin bulunması konusunda yardımcı olmaktadır. Simülasyon programları, ulaştırma sektöründe çalışan teknik insanlara ürettikleri projelerini test edebilme ve alternatif projeleri karşılaştırarak en uygun çözümün bulunması imkanı sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında söz konusu bölge için simülasyon programıyla yapılan analizde alternatif 4 tasarımı en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Bu alternatifin tespiti konusunda programdan faydalanılması ile kullanıcılar ve ülke ekonomisi için büyük tasarruf sağlayacağı tespit edilmiştir.

6.2. Öneriler

- Bu çalışmada çalışma hacminin oldukça kapsamlı olduğundan dolayı yaya hareketlilikleri ve parklanma etkisi göz önünde bulundurulamamıştır. Gelecekte yapılması planlanan çalışmalarda karayoluna park eden taşıtların ve yayaların etkisinin araştırılması önerilmektedir.
- Sinyal faz planları sabit zamanlı sinyal faz planına göre olarak çalışılmış olup yeni çalışmalarda adaptif sinyal yönetim sistemlerinin uygulandığı durumların araştırılması önerilmektedir.

- Vissim simülasyon yazılımı ile elde edilen parametrelerin farklı bir yazılım programından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması önerilmektedir.
- Vissim programındaki ile ülkemizdeki sürücü davranışları farklılıklar gösterdiğinden dolayı Türkiye'deki sürücü davranışları ve trafik özellikleri için özgün bir yazılımın geliştirilmesi önerilmektedir.
- Hem yerel yönetimlerin hem de merkezi yönetimlerin trafik sorunu yaşanan bölgeye maliyeti yüksek ekonomik bakımdan fizibil olamayan farklı seviyeli kavşak yapmak yerine öncelikli olarak sorunların iyi analiz etmeleri ve optimum çözüm üretmeleri konusunda teknolojik yazılımlardan faydalanılması önerilmektedir.
- Yapılacak öneri projeler için simülasyon yazılımları ile taşıtların dur-kalk sürelerinin optimizasyonu sağlanarak yakıt tasarrufu ile ülkenin petrol türevlerine olan ihtiyacının azaltılarak ülke ekonomisine katkılarının detaylı bir şekilde araştırılması önerilmektedir.
- Bu çalışma, yetkili karar verme mercileri açısından karayolu ve raylı sistem kesişimlerinin alternatif kavşak seçimlerinin simülasyon programlarından analizinin yapılarak ekonomik, çevreci ve sürdürülebilir tasarımların yapılmasında tavsiye niteliğinde rehber olma görevi üstlenebilecektir.
- Çalışmanın farklı bölgelerde yapılacak geometrik düzenlemelere örnek olabilmesi açısından;
 - Raylı sistem ve karayolu kesişimlerinin alt geçit veya üst geçit olarak geçilmesinden ziyade toplu taşıma taşıtları için gerekli alanın teşkil edilerek optimum hemzemin olarak geçilebilecek şekilde tasarlanması,
 - Kavşaktaki taşıt hareketlerinin simülasyon programları ile analizinin yapılarak talebin az olduğu kesimde transit geçişlerin engellenerek sinyal fazlarının düşürülmesi,
 - Kavşaklarda sola ve sağa dönüş talebinin yoğun olduğu kesimlerde ceplerin açılarak ana yol ve dönüşler için ayrı sinyal fazlarının uygulanması,
Önerilerek söz konusu kavşak kesişimlerinin ciddi yatırım maliyeti gerektirmeden trafik sıkışıklıklarının önüne geçilerek fayda getiren tasarımların hayata geçirilmesi önem arz etmektedir.
- Söz konusu çalışmada kullanılan PTV Vissim vb. yazılımların belediyelerin ulaşım ile ilgili birimleri tarafından aktif bir şekilde kullanılarak sahada uygulanmadan önce analizler yapılarak yüksek finansman gerektiren projelerin uygunluklarının değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Alemdar, K. D. (2019). *Kavşak tasarımlarının karar verme teknikleri ile değerlendirilmesi* Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 6-8.
- Alp, G. ve Özdemir, Ş. (2022). Arnavutköy’de raylı sistem yatırımlarının bölgeye etkisi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 14-17.
- Atmaca, İ. (2009). *Demiryolu ulaşımının kentsel gelişim üzerindeki etkileri ve Isparta kenti örneklemesi* (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 20-23.
- Baş, F. İ., Çolak, M. A., Demiriz, A. O., Bayata, H. F., Bayrak, O. Ü., Keleş, Ö. F., Demircioğlu, M. S. (2020). Kentiçi kavşakların mikrosimülasyon yöntemiyle modellenmesi: Erzurum İli Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 444-451.
- Başkan, F. (2014). *Kent makroformunun dönüşümünde ulaşımın rolü; Pendik örneği* Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 40-45.
- Belek, M. (2022). *Trafik ışıklarında tramvay öncelikli sistemin modellenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 9-12.
- Camcı, A. A. (2019). *Kavşak tasarımında trafik simülasyon tekniklerinin kullanımı ve Sakarya için uygulamalar* Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 10-33.
- Dündar, M. T. ve Öztürk, Z. (2016). Metro sistemlerinin yapım ve işletme maliyetleri optimizasyonu için bir çalışma. *Teknik Dergi*, 27(4), 7659-7668.
- Erol, D. ve Başkan, Ö. (2017). Şehiriçi ışıklı ve dönel kavşak uygulamalarının performans kriterlerine etkisinin incelenmesi. *12.Ulaştırma Kongresi*.
- Evren, G. (1999). Türkiye’de Kentsel Ulaştırma Politikalarının Gereği. *TMMOB MMO Kentiçi Ulaşımında Raylı Sistemler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 85-92.
- Farkas, A. (2009, June). Route/site selection of urban transportation facilities: an integrated GIS/MCDM approach. In *Proceedings-7th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking (MEB 2009)* (pp. 169-184). Obuda University, Keleti Faculty of Business and Management.
- Fraszczyk, A., Magalhaes Da Silva, J., Gwozdz, A. ve Vasileva, G. (2014). Metro as an example of an urban rail system. Four case studies from Europe. *Transport Problems*, 9, 101-108.
- Gülhan, G. (2018). Raylı sistem yatırımlarının emlak vergilerine etkisi ve mekânsal değişim potansiyellerinin değerlendirilmesi: Kazlıçeşme – Söğütlüçeşme Metro Hattı örneği. *International Journal of Human Sciences*.
- Güneş, S. (2012). Türk toplumu ve otomobil. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (25), 213-230.

Hamurcu, M. ve Eren, T. (2016). Kentsel ulaşımda güzergâh belirleme için kullanılan kriterler: Literatür araştırması. *Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*.

Hamurcu, M., Alagaş, H. A. ve Eren, T. (2016). Raylı sistem projelerinin seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımı. *Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*.

Manual, H. C. (2010). Highway Capacity Manual. Washington, DC, 2(1)

İmrak, C. E. ve Salman, Ö. (2010). Füniküler Sistemler ve Türkiye'de Kullanımı. *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Mühendis ve Makina Dergisi*, 337-51.

İnternet: Bizim Konya. (2020). URL: <http://www.bizimkonya.com/konyacografyasi.html>. Son Erişim Tarihi: 23.03.2024.

İnternet: Akarsoy Altay, T. (2014). *Türkiye raylı sistem taşıt araçları imalat sanayi*. URL: <https://docplayer.biz.tr/462844-Tulay-akarsoy-altay-haziran-2014.html>. Son Erişim Tarihi: 08.03.2024.

İnternet: PTV VISSIM – Mikro ölçekli trafik simülasyonu. URL: <https://www.asrteknoloji.com.tr/ptv-vissim-mikro-olcekli-trafik-simulasyonu>. Son Erişim Tarihi: 23.03.2024.

İnternet: Konya Nüfusu. (2022). *Konya Nüfusu*. URL: <https://www.nufusu.com/il/konya-nufusu#nufus-grafigi>. Son Erişim Tarihi: 23.03.2024.

İnternet: Vikipedi. (2024). *Konya*. URL: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Konya>. Son Erişim Tarihi: 23.03.2024.

İnternet: Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2023). URL: https://www.konyakultur.gov.tr/index.php?route=pages/pages&page_id=2. Son Erişim Tarihi: 23.03.2024.

İnternet: Mevlana Kalkınma Ajansı. (2022). *Mevlana Kalkınma Ajansı*. URL: <https://www.konyadayatirim.gov.tr/sektorler/tarim-ve-hayvancilik>. Son Erişim Tarihi: 23.03.2024.

Kam, A. ve Ulusay Alpay, B. (2023). Raylı sistemlerin kent makroformuna etkisi: İstanbul - Başakşehir örneği. *Mekansal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 91-108.

Karayolu Güvenliği Yüksek Kurulu. (2001). *Karayolu Tasarımı Raporu*. Ankara: Türkiye İçin Ulusal Trafik Güvenliği Programı.

KGM. (2022). *Karayolu Tasarım El Kitabı*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü.

- Kırlangıçoğlu, C. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile kent içi raylı sistem koridor planlaması. *Coğrafya Dergisi*, (33), 53-71.
- Koç, H. (2010). *Eşdüşey kavşaklardan katlı kavşaklara geçiş örnekleri ve uygunlukların değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 31-39.
- Konya Ticaret Odası. (2023). *Konya Ekonomi Raporu*. Konya: Konyato.
- Konya, E. (2018). *Konya tramvay hatlarının çok yönlü incelenmesi, balastlı ve balastsız tramvay üstyapı tiplerinin yapım ve bakım maliyetlerinin karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-11.
- Lusby, R. M., Larsen, J., Ehrgott, M. ve Ryan, D. (2009). Railway track allocation: models and methods. *OR spectrum*, 33, 843-883.
- Massachusetts Highway Department. (2006). *Project Development and Design*. ABD: Massachusetts Highway Department.
- Murteza, M. (2010). *Raylı sistem yatırımları fizibilite etütleri ve yapım yöntemleri*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-9.
- Öğüt, K. S. ve Evren, G. (2006). Türkiye'de kentsel raylı sistemlerin gerekliliği ve uygulamada dikkat edilecek konular. *Uluslararası Demiryolu Sempozyumu, Türkiye*, 1(10).
- Önder, H. G. ve Akdemir, F. (2019). Türkiye'deki kentiçi raylı toplu taşıma sistemlerinin ulaşım ana planları bağlamında değerlendirilmesi. *Demiryolu Mühendisliği*, (10), 31-45.
- Rao, D. ve Choudhary, A. (2018). History of rail transportation and importance of indian railways (ir) transportation. *International Journal of Engineering Development and Research*, 6(3), 73-77.
- Sünbül, Ş. (2019). *Hafif raylı sistemlerin Erzurum ili için incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 6-9.
- Şeker Murat, M. (2022). *Kent içi karayolu ulaşım projelerinin mikrosimülasyon yöntemi ile analiz edilmesi İstanbul Esenyurt örneği*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 26-30.
- Turan, C. (2019). *Sinyalize dönel kavşakların trafik mikrosimülasyon yöntemi ile modellenmesi ve iyileştirme önerilerinin analizi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 10-12.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2023). *Karayolu Ulaşım Sistemleri*. Ankara: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.
- Yahşi, K. (2022). *Raylı sistemlerin kentsel gelişmeye etkisi: Ankara örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 22-26.

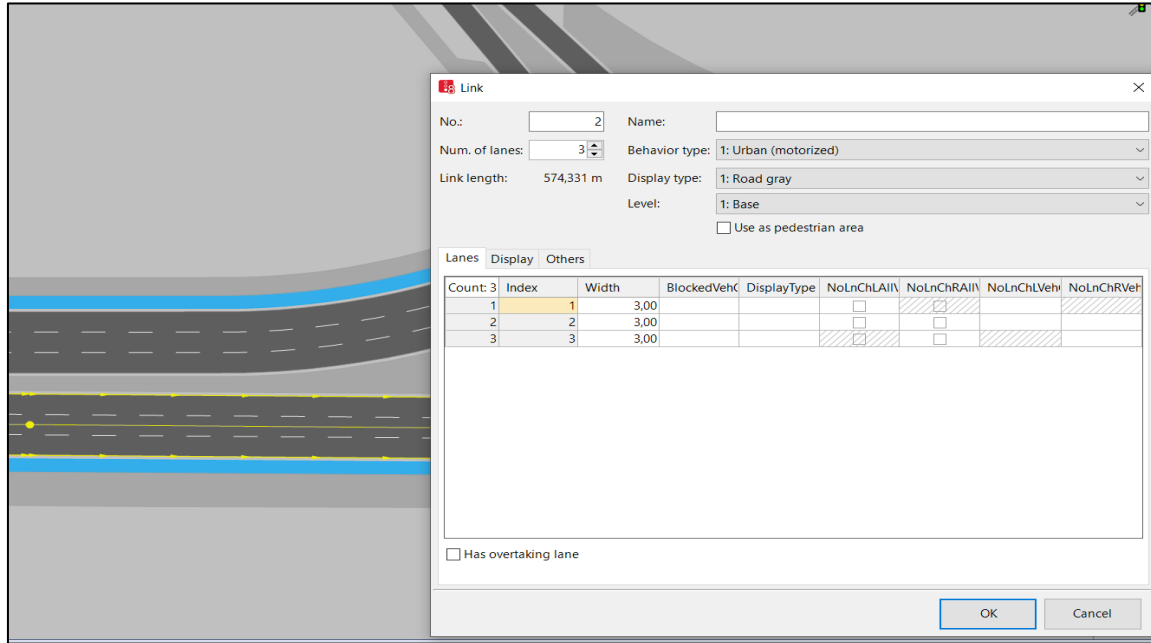
Yayla, N. (2011). *Karayolu Mühendisliği*. Birsen Yayınevi.

Yiğit, H. İ. (2019). *Koordine sinyalize kavşaklarda gecikme modellemesi: Ulus Bulvarı örneği*, Denizli Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 30-32.

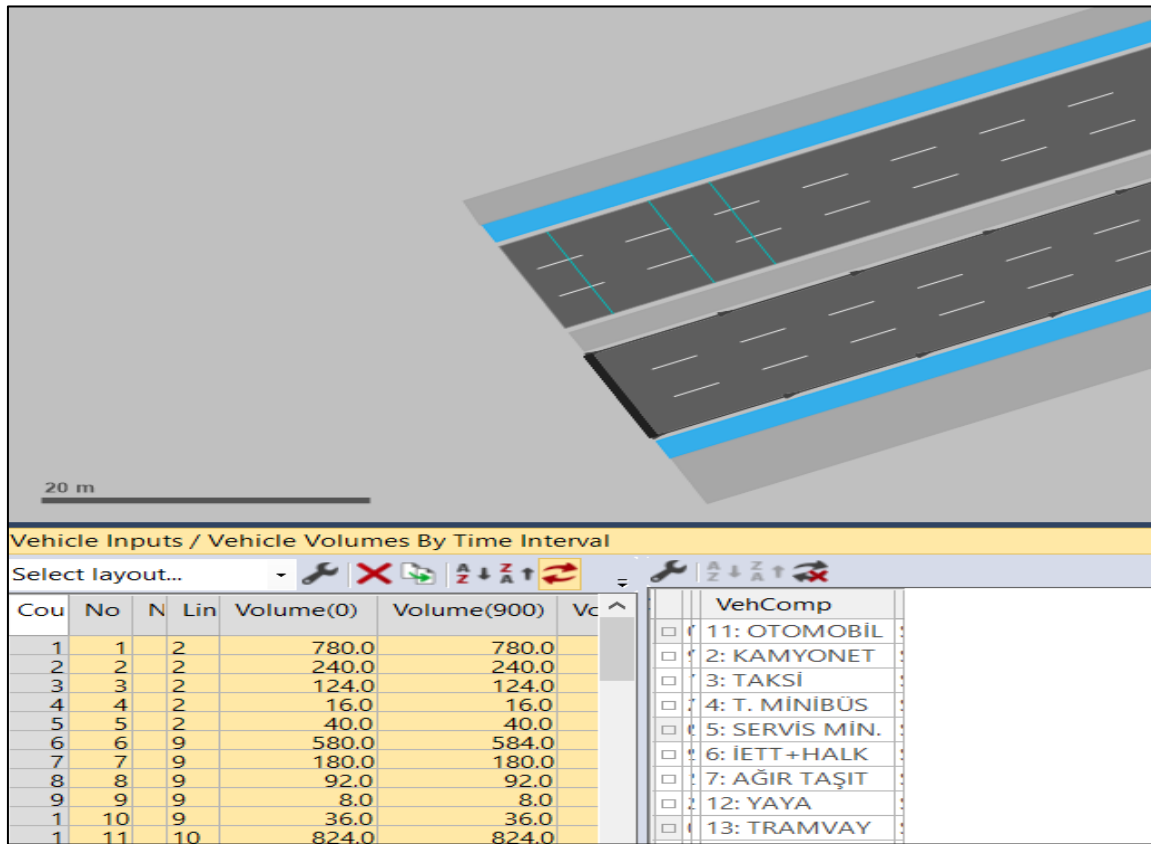
Yıldırım, E. (2013). *Kentsel raylı sistemlerin planlanması Bursa örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 23-24.

EKLER

EK-1. PTV Vissim programına model kurulumu

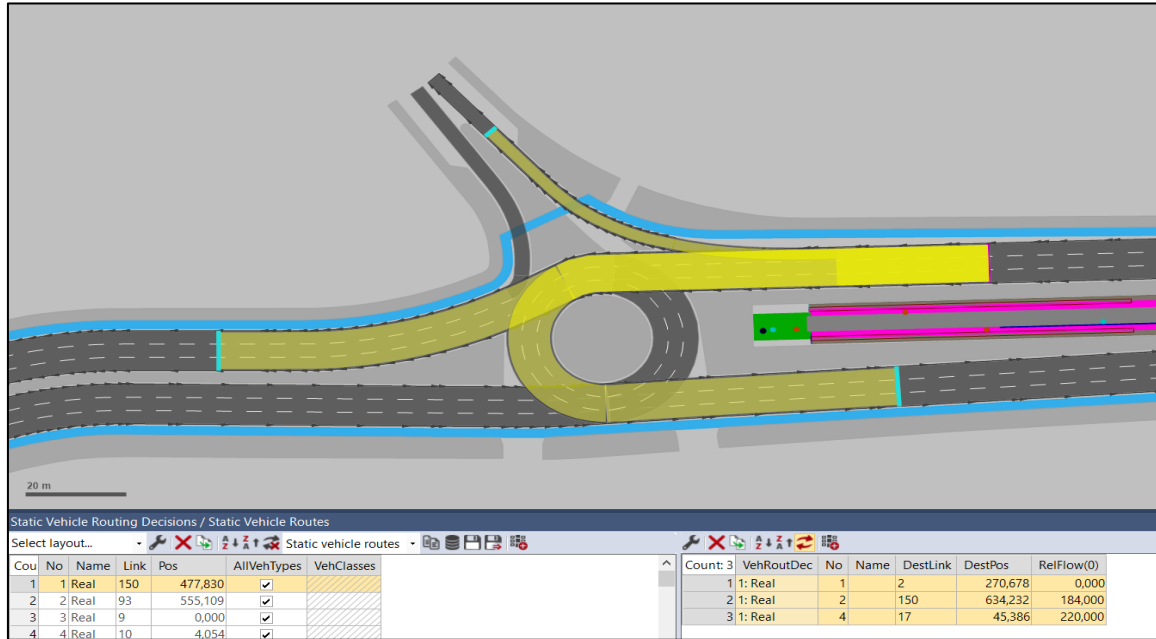


Şekil 6.1 Programa şerit sayısı ve şerit genişliklerin girildiği bölüm

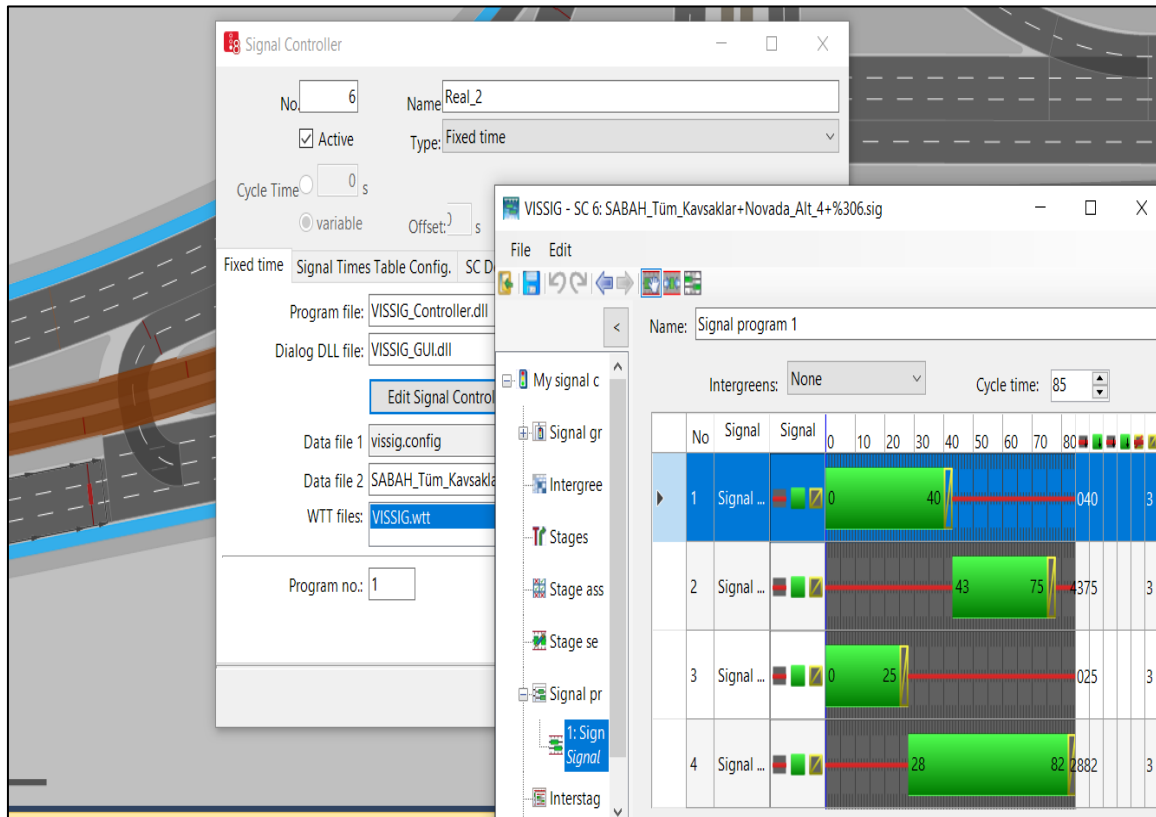


Şekil 6.2 Programa taşıt sayısı ve türlerinin girildiği bölüm

EK-1. (devam) PTV Vissim programına model kurulumu

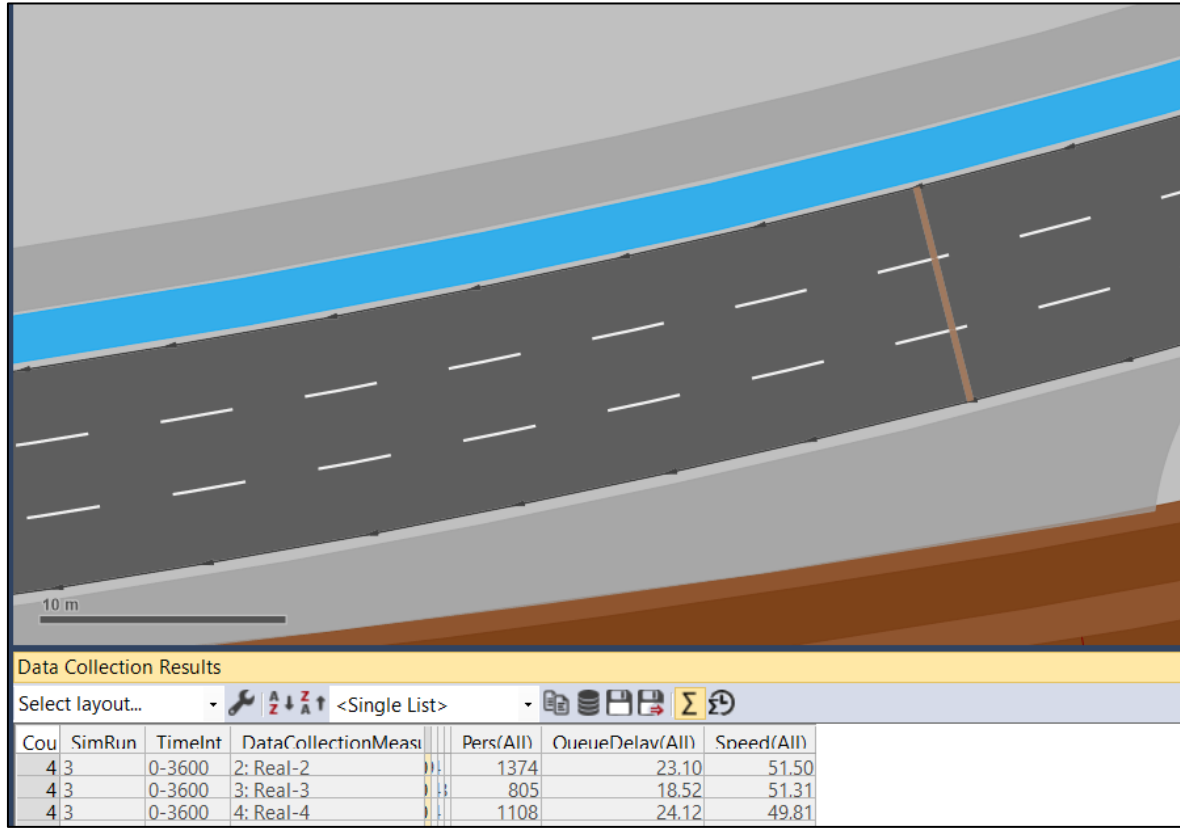


Şekil 6.3 Programa taşıt rotaları ve yüzdelik dağılımlarının girildiği bölüm



Şekil 6.4 Programda sinyal faz planları ve sinyal sürelerinin girildiği bölüm

EK-1. (devam) PTV Vissim programına model kurulumu



Şekil 6.5 Programda sisteme dahil olan taşıtların kontrolünün yapıldığı bölüm



Gazili olmak ayrıcalıktır