

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YOL YENİLEME ÇALIŞMALARININ KENTİÇİ
YOL AĞLARININ KAPASİTE VE BAŞARIMI
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Namık YALTAY

Ekim 2023

İZMİR

YOL YENİLEME ÇALIŞMALARININ KENTİÇİ YOL AĞLARININ KAPASİTE VE BAŞARIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği, Anabilim Dalı Ulaştırma Programı

Namık YALTAY

Ekim 2023

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NAMIK YALTAY tarafından **PROF.DR. SERHAN TANYEL** yönetiminde hazırlanan **“YOL YENİLEME ÇALIŞMALARININ KENTİÇİ YOL AĞLARININ KAPASİTE VE BAŞARIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Serhan TANYEL.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Oruç ALTINTAŞI

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Mustafa ÖZUYSAL

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sũresince bana yol gũsteren ve her konuda destek olan tez danıőmanım sayın Prof. Dr. Serhan TANYEL'e sonsuz teőekkũrlerimi sunarım. Ayrıca analizlerim sırasında kullandığım programlar ile ilgili olarak yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Mustafa Özuysal'a ve Dokuz Eylũl Őniversitesi İnaaat Mũhendisliđi Bũlũmũ Ulaştırma Anabilim Dalının Kıymetli Őđretim Őyelerine teőekkũrũ bir borç bilirim.

Namık YALTAY

YOL YENİLEME ÇALIŞMALARININ KENTİÇİ YOL AĞLARININ KAPASİTE VE BAŞARIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

ÖZ

Yol bakım ve yenileme çalışmalarında yolun belirli kesimlerinin kapatılması gerekmektedir. Bu durumda, trafik farklı arterlere yönlenebilmektedir. Diğer yandan mevcut sinyalizasyon faz planları yetersiz kalabilmektedir. Bunun hem trafik yükü hem de çevresel etkileri açısından incelenmesi ve uygun stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada yol yapım çalışmaları sırasında, kapatılan yol nedeniyle ağ üzerinde trafik sıkışıklığından kaynaklanan gecikme ve CO₂ emisyonlarının azaltılması amacıyla ağ üzerinde bulunan sinyalize kavşaklarda faz planlarının yeniden düzenlenmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda Van Şehir Merkezi'nin yol ağının bir bölümü kullanılmıştır. Ağ üzerinde yoğun trafik yüküne sahip bir cadde olan Cumhuriyet Caddesi'nin trafiğe açık ve kapalı olduğu iki senaryo oluşturulmuştur. Bu iki senaryo için oluşan gecikme, yoğunluk, CO₂ ve NO_x değerleri, ağ üzerindeki sinyalize kavşakların mevcut faz planları ile, SIDRA Intersection programı ile optimize edilen yeni faz planları şeklinde iki durum için karşılaştırılmıştır. Yol ağına ait mevcut faz planları ve hacimlerin bir kısmı Van Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilmiştir. Ağ üzerindeki trafik atamaları için Aimsun Programı kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: CO₂ emisyonu, sinyalizasyon, yol bakım çalışması, SIDRA, Aimsun

THE EFFECTS OF ROAD MAINTENANCE WORKS ON THE CAPACITY AND PERFORMANCE OF URBAN ROAD NETWORKS

ABSTRACT

During road maintenance and renovation work, certain sections of road may need to be closed. In this case, traffic may be diverted to alternative routes. On the other hand, existing signal phasing plans may be inadequate. This needs to be analysed in terms of both traffic load and environmental impact and appropriate strategies need to be developed. The aim of this study is to redesign the phasing of signalised intersections on the network in order to reduce delays and CO₂ emissions caused by traffic congestion on the network due to road closures during road works. In this context, part of the Van City Centre road network was used. The delay and CO₂ values of Cumhuriyet Street, a street with a high traffic load in the network, are compared for two scenarios in which Cumhuriyet Street is open and closed to traffic as a result of rearranging the phase plans of the signalised intersections in the network. Existing phase plans and volumes of the road network were obtained from Van Metropolitan Municipality. SIDRA Intersection and Aimsun Programs were used for signal optimization at intersections and traffic assignment respectively.

Keywords: CO₂ emission, signalling, road maintenance, SIDRA, Aimsun

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
BÖLÜM BİR GİRİŞ.....	1
1.1 Genel bilgiler.....	1
1.2 Amaç ve Kapsam	2
BÖLÜM İKİ KAVŞAKLAR	3
2.1 Denetimsiz (Kontrolsüz) Kavşaklar.....	3
2.2 Işıklı Kavşaklar	4
2.2.1 İzole Işıklı Kavşaklar	4
2.2.1.1 Sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi	4
2.2.2 Koordine Işıklı Kavşaklar	5
BÖLÜM ÜÇ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
BÖLÜM DÖRT YÖNTEM VE VERİ ANALİZİ.....	10
4.1 İncelenen Alan	10
4.2 Kavşak Özellikleri.....	14
4.2.1 Beşyol Kavşağı	14
4.2.2. Soydan Kavşağı.....	15
4.2.3. Eski Vali Konağı Kavşağı.....	16
4.2.4. Lokman hekim Hastanesi Kavşağı.....	17
4.2.5. Yeni Yol Kavşağı.....	19
4.2.6. Özalp Duracağı Kavşağı.....	20

4.2.7 Kız Meslek Lisesi Kavşağı	21
4.3 Model Kurgusu.....	23
4.3.1. SIDRA Intersection Programı	23
4.3.2 Yolculuk Yaratım ve dağılım Modelleri (Aimsun Programı).....	24
4.3.3 Yolculuk Dağıtım Modelleri ve Algoritmaları	25
4.3.4 Büyüme Faktörü Yöntemleri (Furnessing)	27
4.3.5 Aimsun Programının kalibrasyonu ve validasyonu	29
4.3.6. Atama Model Kurgusu.....	31
4.4 Analizler.....	31
4.4.1. Senaryolar	31
4.4.1.1 Aşama I.....	31
4.4.1.2 Aşama II.....	32
BÖLÜM BEŞ ANALİZ BULGULARI.....	35
5.1 Senaryo Sonuçlarının Karşılaştırılması (Aşama I).....	35
5.1.1 Gecikme(kontrol)	35
5.1.2 Doygunluk Derecesi.....	35
5.1.3 CO ₂ Emisyonu (Toplam).....	36
5.2 Senaryo Sonuçlarının Karşılaştırılması (Aşama II)	37
5.2.1 link 274 için hız yoğunluk dağılımları	37
5.2.2 link 275 için hız yoğunluk dağılımları	39
5.2.3 Link 271 için hız yoğunluk dağılımları.....	41
5.2.4 link 283 için hız yoğunluk dağılımları	43
5.2.5 Link 284 için hız yoğunluk dağılımları.....	45
5.2.6 link 272 için hız yoğunluk dağılımları	47
5.2.7 link 273 için hız yoğunluk dağılımları	49
5.2.8 link 281 için hız yoğunluk dağılımları	51
5.2.9 link 282 için hız yoğunluk dağılımları	53
5.2.10 link 279 için hız yoğunluk dağılımları	55
5.2.11 link 280 için hız yoğunluk dağılımları	57
5.2.12 link 277 için hız yoğunluk dağılımları	59
5.2.13 link 278 için hız yoğunluk dağılımları	61

5.2.14 Ağ genelinde gecikme.....	63
5.2.15 Ağ genelinde ortalama yoğunluk	64
5.2.16 Ağ genelinde ortalama CO ₂ emisyonu.....	65
5.2.17 Ağ genelinde ortalama NO _x emisyonu.....	65
5.2.18 Ağ genelinde Aimsun Simülasyonundan elde edilen sonuçlar	66
5.3 Sonuç ve Öneriler.....	68
KAYNAKLAR	69



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 Van Şehir İçi tüm kavşak noktaları.....	12
Şekil 4.2 Van Şehir İçi yol ağının bir bölümü (İncelenen Alan) Google haritalar Görüntüsü	13
Şekil 4.3 Van Şehir İçi yol ağının bir bölümü (İncelenen Alan) SIDRA (Yaltay ve Tanyel, 2022).....	13
Şekil 4.4 Beşyol Kavşağı	14
Şekil 4.5 Beşyol Kavşağı (SIDRA).....	15
Şekil 4.6 Soydan Kavşağı	15
Şekil 4.7 Soydan Kavşağı (SIDRA).....	16
Şekil 4.8 Eski Vali Konağı Kavşağı.....	16
Şekil 4.9 Eski Vali Konağı Kavşağı (SIDRA).....	17
Şekil 4.10 Lokman Hekim Hastanesi Kavşağı.....	18
Şekil 4.11 Lokman Hekim Hastanesi Kavşağı (SIDRA Programında)	18
Şekil 4.12 Yeni Yol Kavşağı.....	19
Şekil 4.13 Yeni Yol Kavşağı.....	19
Şekil 4.14 Yeni Yol Kavşağı.....	20
Şekil 4.15 Yeni Yol Kavşağı.....	21
Şekil 4.16 Kız Meslek Lisesi Kavşağı	22
Şekil 4.17 Kız Meslek Lisesi Kavşağı (SIDRA).....	22
Şekil 4.19 Aimsun Programı arayüz görüntüsü	27

Şekil 4.20 Gerçek trafik hacim değerleri ile Aimsun sonuçlarının karşılaştırılması (Giriş noktaları)	30
Şekil 4.21 Gerçek trafik hacim değerleri ile Aimsun sonuçlarının karşılaştırılması (Çıkış noktaları).....	31
Şekil 4.22 İşlem Adımları	33
Şekil 5.1 Yol I açık (a) ve kapalı (b) olduğu için kavşak I gecikmesi (Yaltay ve Tanyel, 2022)	35
Şekil 5.2 Yol I açık (a) ve kapalı (b) olduğundan kavşak I doygunluk derecesi (Yaltay ve Tanyel, 2022)	36
Şekil 5.3 CO2 Emisyonu (Toplam) yol I olarak kavşak I açık (a) ve kapalı (b) (Yaltay ve Tanyel, 2022)	36
Şekil 5.4 Ağdaki Linklere ait numara ve yönler	37
Şekil 5.5 Link 274 Hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	38
Şekil 5.6 Link 274 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	38
Şekil 5.7 Link 274 Hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası).....	39
Şekil 5.8 Link 275 Hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	40
Şekil 5.9 Link 275 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta)	40
Şekil 5.10 Link 275 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	41
Şekil 5.11 Link 271 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	42
Şekil 5.12 Link 275 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	42
Şekil 5.13 Link 275 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	43
Şekil 5.14 Link 283 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	44
Şekil 5.15 Link 283 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	44
Şekil 5.16 Link 283 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	45

Şekil 5.17 Link 284 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	46
Şekil 5.18 Link 284 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	46
Şekil 5.19 Link 284 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	47
Şekil 5.20 Link 272 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	48
Şekil 5.21 Link 272 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	48
Şekil 5.22 Link 272 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	49
Şekil 5.23 Link 273 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	50
Şekil 5.24 Link 273 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	50
Şekil 5.25 Link 273 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	51
Şekil 5.26 Link 281 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	52
Şekil 5.27 Link 281 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	52
Şekil 5.28 Link 281 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	53
Şekil 5.29 Link 282 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	54
Şekil 5.30 Link 282 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	54
Şekil 5.31 Link 282 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	55
Şekil 5.32 Link 279 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	56
Şekil 5.33 Link 279 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	56
Şekil 5.34 Link 279 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	57
Şekil 5.35 Link 280 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	58
Şekil 5.36 Link 280 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	58
Şekil 5.37 Link 280 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	59
Şekil 5.38 Link 277 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	60

Şekil 5.39 Link 277 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	60
Şekil 5.40 Link 277 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	61
Şekil 5.41 Link 278 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)	62
Şekil 5.42 Link 278 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta).....	62
Şekil 5.43 Link 278 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)	63
Şekil 5.44 Ortalama gecikme değerleri (Ağ geneli).....	64
Şekil 5.45 Ortalama yoğunluk değerleri (Ağ geneli).....	64
Şekil 5.46 Ortalama CO2 emisyonu (Ağ geneli)	65
Şekil 5.47 Ortalama CO2 emisyonu (Ağ geneli)	66
Şekil 5.48 Cumhuriyet Caddesinin açık (a) kapalı (b) (mevcut sinyal süreleri) ve kapalı (c) (SIDRA ile düzenlenmiş yeni sinyal süreleri) olduğu durum	67

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1 Kavşak Kolları Pik Saat Trafik Hacimleri (taşıt/saat)	11
Tablo 4.2 Kavşak Sinyal Süreleri (Yaltay ve Tanyel, 2022)	12
Tablo 4. 3 Gerçek ve Aimsun Programından elde edilen trafik hacimleri ve GEH sonuçları	30
Tablo 4. 4 Dengeleme sonucunda elde edilen OD matrisi.....	34
Tablo 5. 1 Ortalama Gecikme (Ağ Geneli).....	63
Tablo 5. 2 Ortalama yoğunluk (Ağ Geneli)	64
Tablo 5. 3 Ortalama CO ₂ emisyonu (Ağ Geneli).....	65
Tablo 5. 4 Ortalama NO _x emisyonu (Ağ Geneli)	66

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Genel bilgiler

Küresel ısınma, başta karbondioksit olmak üzere sera gazlarından kaynaklanan en acil çevre sorunu olarak ortaya çıkmıştır. Ulaşım sektöründen kaynaklanan CO₂ emisyonları, 2020'de dünyadaki toplam enerjiyle ilgili emisyonların %24'ünden fazlasını oluşturmuştur. Dünya ulaşım sektöründe CO₂ emisyonları arasında karayolu taşımacılığı, %74'lük payla en yüksek değeri alan kısımdır. (Liu ve ark. 2022)

Trafikle ilgili hava kirliliği kentsel alanlarda ve özellikle büyük trafik hacimlerinin ve sıklığının genellikle bu alanlarda hava kalitesinin önemli ölçüde bozulmasına neden olduğu şehir merkezlerinde en şiddetlidir.(Oduyemi ve Davidson, 1998).

Kentlerin gelişmesiyle birlikte, kentsel trafik ağı giderek daha karmaşık hale gelmekte ve kentsel trafik ağının ölçeği de büyümektedir. Kentsel trafik ağı, çok sayıda seyahat talebi ve trafik kullanıcısı için günlük hizmetler sunmaktadır. Bu nedenle, makul olmayan bir yol bakım planı, büyük ölçekli trafik sıklığına neden olabilir ve trafik ağı kullanıcılarına büyük kayıplar getirebilir. Ek olarak, yol bakımının bütçesi, yol bakımının ilerlemesini sınırlamanın önemli bir yönüdür. Kentsel trafik ağı yöneticilerinin genellikle sınırlı bütçeye göre en uygun bakım planlarını geliştirmesi ve dolayısıyla daha esnek bir optimizasyon modeline ihtiyacı vardır (Ma ve ark. 2018).

Yol bakımı ile ilgili bazı çalışmalar, kaplama yapılarının inşasının, bir yoldan kaynaklanan toplam enerji tüketiminin veya emisyonlarının yalnızca küçük bir kısmına (örneğin %10'dan az) katkıda bulunduğunu göstermiştir. Bu tür çevresel yüklerin çoğu, yolun ömrü boyunca trafik araçlarından kaynaklanmaktadır (Hakkinen ve Makela, 1996; Inamura, 1999). Bu oran, bazı son Avrupa araştırmaları tarafından %1-7 aralığında (ECRPD, 2010) veya daha da düşük olarak (Milachowski ve diğerleri, 2011) olarak ölçülmüştür. Kaplama bakımı yalnızca ek yapım faaliyetlerine değil, aynı zamanda yol işlerinde kuyruk oluşmasına veya trafiğin yönünün değiştirilmesine de yol açar Galatioto vd., (2015).

Geçmişte yapılan çalışmalar incelendiğinde trafik yönetiminin kullanıldığı çalışmalar sınırlı sayıdadır (Huang vd., 2009; Santero ve diğerleri, 2011; AL-Bayati vd.,2023). Ayrıca Galatioto vd. (2015) yaptıkları çalışmada yol kaplaması yenileme faaliyetlerinde, farklı Trafik yönetim önlemleri altında trafikten kaynaklanan emisyonları değerlendirmek için mikro simülasyon modeli AIMSUN kullanarak karşılaştırmalar yapmışlardır. Bununla birlikte geçmişte yapılan kaplama yenileme çalışmaları genellikle, yaşam döngüsü analizi (life cycle assessment) kapsamında olmuştur Wang vd, 2023; Chong vd, 2023; Liu vd., 2023)

Bu çalışmada yol bakım ve yenileme çalışması yapılan durumda yolun belirli bölümünün veya tamamının kapatılması durumu için trafiğin farklı arterlere yönlendirilmesi sonucunda meydana gelebilecek olumsuzluklar araştırılmıştır. Böyle bir durumda meydana gelecek trafik sıkışıklığı nedeniyle ortaya çıkacak trafik yükü ve çevresel etkiler araştırılmıştır.

1.2 Amaç ve Kapsam

Karayolu üst yapısının güvenlik konfor ve hizmet seviyesinin belirli bir düzeyde tutulabilmesi için periyodik olarak bakım ve yenileme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalar esnasında yolun kapatılması özellikle şehir merkezlerinde yolun bağlı olduğu ağ üzerindeki diğer yollarda kuyruklanmalara, gecikmelere ve fazladan CO₂ salınımına neden olmaktadır.

Bu tez çalışmasında Van Şehir Merkezi Ağı'ndan bir bölüm alınarak, ağ üzerinde bulunan Cumhuriyet Caddesi'nin trafiğe açık ve kapalı olduğu iki senaryo için ortaya çıkan gecikme ve CO₂ salınımı değerleri incelenmiştir. Ağ üzerinde mevcut sinyal sürelerinin SIDRA Paket Programı ile optimizasyonu sonucunda elde edilen devre sürelerinin yolun kapalı olduğu duruma etkileri, Aimsun Programı ile her bir yol üzerinde yapılan ölçüm sonuçlarına göre elde edilen hız yoğunluk değerleri bağlamında karşılaştırılmıştır. Bu sayede şehir içi yol ağlarında benzer yenileme ve çalışmalarından kaynaklanan gecikmelerin ve CO₂ salınımının azaltılması amaçlanmaktadır.

BÖLÜM İKİ

KAVŞAKLAR

Karayolu üzerinde, gerek şehiriçi ve gerekse şehirdışı trafiğin (araç-araç, araç-yaya) kesiştiği (iki üç veya daha fazla yol) alanlarda inşaa edilen mühendislik yapılarıdır. Bir yol elemanı olan kavşak aşağıdaki olumsuz durumların ortadan kaldırılması için yapılır.

Trafik sürekliliğinin kesintiye uğraması

Güvenliğin azalması

Hızın düşmesi

Durmalar ve gecikmelerin artması

Araç işletme maliyetinin artması

Kapasitenin düşmesi (Tunç, 2003)

Genel bir sınıflandırma yapıldığında kavşaklar eşdüzey ve farklı düzeyli olarak iki grupta incelenir. Eşdüzey kavşaklar ise bir alt grup olarak denetimsiz ve dönel olmak üzere üç gruba ayrılabilir (Ozan vd., 2020)

Kavşaklar İşletme şekline göre ;

- Kontrolsüz
- Kontrolü (yol ver, dur, dönüş kısıtlaması)
- Sinyalizasyonlu(Işıklı) olarak sınıflanırılır (Tunç, 2003)

2.1 Denetimsiz (Kontrolsüz) Kavşaklar

Bu tür kavşaklarda araç hareketleri için işaret levhaları kullanılır. Kavşağa bağlı yollardan trafik hacmine veya geometrik özelliklerine göre “ana yol” adını alır ve geçiş hakkı önceliğine sahip olur. Kavşağa bağlı diğer yol veya yollar “yan yol” adını alır . “Ana yol” olarak adlandırılan yol üzerine kavşağa yaklaşıldığını gösteren işaret yerleştirilirken, “yan yol” yaklaşımlarına “dur” ya da “yol ver” gibi işaretler koyulur (Ozan vd., 2020).

2.2 Işıklı Kavşaklar

Trafik sinyalleri, her bir yaklaşıma ve harekete geçiş hakkı vererek karayolu kullanıcılarının seyahatlerini ilerletmeleri için gösterge sağlayan elektrikle çalışan trafik kontrol cihazlarıdır. Trafik sinyalleri, karayolu operasyonlarını ve güvenlik sorunlarını ele almak için Devlet ve yerel kurumlar tarafından kullanılan yaygın bir trafik kontrol şeklidir. Zaman içinde çakışan hareketleri ayırarak ve gecikmeyi tahsis ederek yol alanının ortak kullanımına izin verirler ve bazı akımların hareketliliğini ve güvenliğini artırmak için kullanılabilirler (FHWA,2013)

2.2.1 İzole Işıklı Kavşaklar

Diğer komşu kavşaklarla kurulan sinyal sistemleriyle bağlantısı olmayan ve diğer sinyal sistemlerinden etkilenmeyen bir sistemdir. İzole edilmiş sinyalizasyon sistemleri dört farklı biçimde olabilir.

2.2.1.1 Sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi

Bu sistemler önceden tanımlanmış bir zaman çizelgesine göre çalışır. Her yönden gelen trafiğin öncelik süresi (yeşil süre), kavşağa farklı yönlerden yaklaşan trafiğin değerine göre hesaplanır. Öncelik aralığının tam olarak belirlenebilmesi ve dolayısıyla sistemin sağlıklı çalışabilmesi için trafik sayımının çok sayıda ve ayrıntılı olarak yapılması gerekmektedir. Bu sinyalizasyon sistemleri sayesinde günlük ve saatlik trafik gelişmelerine göre düzenleme yapılabilmektedir. Zamanlayıcı sinyal sisteminin mevsimsel ve değişen trafik koşullarında daima doğru çalışması için sürekli izlenmesi gerekir.

2.2.1.2 Trafik Uyarımalı sinyalizasyon sistemi

Trafik uyarı sisteminde sensörler tarafından tespit edilen trafik yoğunluğu dengelenerek öncelikli hatlar ve tarifeler belirlenmektedir. Trafik uyarı sinyal sistemi, yarı trafik uyarı sistemi ve tüm araç uyarı sistemi olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. Yarı sinyal sisteminde ana hattan gelen akım sürekli yeşil olup, tali hatlardan birinden uyarı talebi gelmediği sürece ışıklı sinyalde değişiklik yapılmayacaktır. Tam güçle çalışan bir sinyalizasyon sisteminde, geçiş talebi uyarıları tüm yaklaşma kollarından toplanır. Trafik yoğunluğuna göre zamanlama ve

öncelik sırası belirlenerek sinyalizasyon sistemi devreye alınır. Yeterli trafik uyarılarına sahip sistemler, trafik yoğunluğu ve hacim verilerini gerçek değere yakın toplayıp öncelikleri grafiklere göre ayarladıkları için toplam gecikmeyi en aza indirmek için en uygun olanlardır.

2.2.1.3 Yaya Uyarmalı sinyalizasyon sistemi

Yaya güvenliği önceliğini sağlayacak şekilde tasarlanan Yaya uyarı sistemi, yarı uyarılı veya tam uyarılı sistemlerde kullanılabilceği gibi kavşaklarda da sabit bir sürede çalışır. Özellikle bazı planlı kavşaklarda zaman kaybının önlenmesi ve trafik sıkışıklığının azaltılması amacıyla yaya sinyali yaya tarafından talep edilmediği sürece sürekli olarak kırmızı renkte yanmaktadır.

2.2.1.4 El Kumandalı sinyalizasyon sistemi

Her kavşaktaki tüm ışık cephe grupları kontrol kartına bağlanarak dışarıdan gelen ışık sinyallerinin yönetilmesine olanak sağlanır. Bu sistem özellikle sabit zamanlı olarak kurulan ancak belirli zamanlarda trafik akışında ortalama değere göre büyük sapmalar ve dalgalanmalar görülen kavşaklarda kullanılmaktadır. Bu sistem, araç ve yaya uyarı sistemine benzer ancak gereksinimler dışarıdan gözlemlenerek belirlenir.

2.2.2 Koordine Işıklı Kavşaklar

- a) Senkronize (Eş Zamanlı) Sistem,
- b) Alternatif Sistem,
- c) Progresif (Kesintisiz) Sistem,
- d) Bölge Trafik Kontrol Sistemi (Çevik 2011)

BÖLÜM ÜÇ

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yue Huang vd.(2009) yaptıkları çalışmada yaşam döngüsü değerlendirme çalışmalarını derlemiş ve üstyapı inşaatı ve bakımı için metodoloji ve veri kaynaklarını detaylandırarak bir modelin geliştirilmesi tanımlanmışlardır. Modeli Birleşik Krallık'ta bir asfalt kaplama rehabilitasyon projesine uygulamış ve mikro simülasyon programı VISSIM'ı, yol bölümündeki trafiği modellemek için kullanmışlardır. Çalışmada simülasyon sonuçları bir trafik emisyon modeline aktarılmış ve yol çalışmasından ve trafikten kaynaklanan emisyonlar karşılaştırılmıştır. Yol çalışması ve yol bakım projelerinde trafik yönetiminin bu tür çalışmaların yaşam döngüsü değerlendirme analizine dahil edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Galatioto vd., (2015) yaptıkları çalışmada yol kaplaması yaşam döngüsü değerlendirmesinin (LCA) sistem sınırlarının bakım sırasındaki gecikmelerden dolayı artan trafik emisyonlarını içerecek şekilde genişletilmesinin etkisini araştırmak için Birleşik Krallık'ta şehirler arası bir karayoluna ait bir vaka çalışmasını kullanmışlardır. Daha önceki bazı çalışmalarda bunun denendiğini, ancak varsayımsal senaryolar veya novalidasyon veya duyarlılık analizi ile basitleştirilmiş trafik modellemesi ile sınırlandırıldığını, kendi çalışmalarında ise, çeşitli trafik yönetimi seçenekleri için yol çalışmalarında gecikmelerden kaynaklanan emisyonları tahmin etmek için trafiğin mikro simülasyon modellemesi kullandıklarını ifade etmişlerdir. Çalışmada Emisyonlar, bir LCA modeli kullanılarak tahmin edilen bakım işlemi tarafından oluşturulanlarla karşılaştırılmıştır. Vaka çalışmasında, hidrokarbon emisyonları hariç, bakım sürecinden kaynaklanana kıyasla, yol çalışmalarında gecikmelerin neden olduğu ekstra trafik emisyonlarının nispeten küçük olduğunu, Bununla birlikte, genellikle karbon ayak izini tahmin etmek için PAS2050'de önerilen maddesellik eşiğine yakın veya üzerinde ve trafik akış seviyeleri arttığında (varsayımsal olarak) veya trafik yönetimi en düşük trafik akışının zamanları dışında uygulandığında %5-10'a ulaştığını rapor etmişlerdir. Bu nedenle, yol çalışmalarında trafik kesintisinden kaynaklanan emisyonların, yol kaplaması LCA ve karbon ayak izi çalışmalarının sistem sınırlarına dahil edilmesi ve

yol kaplama bakım ürünleri ve hizmetlerinin çevresel ürün beyanları için kılavuzların geliştirilmesi olarak değerlendirilmesini tavsiye etmişlerdir.

Başkan ve Ceylan (2014) araştırmalarında ulaşım ağı tasarım problemlerini çözmek için diferansiyel geliştirme algoritmasını uygulamışlar ve çözüme yönelik etkinliğini test etmişlerdir. Bu bağlamda kentsel birleşik trafik ağı tasarlama ve yol kenarı otoparklarının yol ağına konumunu belirleme problemini çözmek için iki seviyeli programlama yöntemine göre DG algoritmasına dayalı modeller geliştirilmiştir. Bu modellerde optimal park etme ve yatırım stratejileri daha üst düzeyde çalışılırken, deterministik trafik tahsisi problemi daha düşük düzeyde sürücünün tepkisini temsil etmektedir. Frank-Wolfe algoritması ve VISUM trafik modelleme yazılımının yanı sıra sayısal uygulamalarla da çözülmüştür. Önerilen modellerin etkinliğini belirlemek için Sioux-Falls test ağına. Sonuç olarak, diferansiyel geliştirme algoritmalarının ulaşım ağı tasarım problemlerini çözmek için etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Cao vd., (2013) yaptıkları çalışmada, her bir çıkış-varış noktası çifti arasında oluşturulan yolculuk deterministik iken, talep ve maliyet belirsizlikleri ile sürekli ulaşım ağı tasarım problemi incelemişlerdir. Çalışmalarında sağlam optimizasyonlara sahip iki seviyeli belirsiz bir model önermiş ve üst düzey problemde, maliyet fonksiyonu katsayılarına rastgele değişkenler ekleyerek genişleme maliyetlerini belirsiz olarak ele almışlardır. Her rastgele değişken $[0, 1]$ 'e ait olup Alt düzey problemde, her bir başlangıç-varış noktası çifti arasındaki talep belirsiz ve sınırlı bir aralığa ve bir elipsoide ait olarak düzenlenmiştir. Modeli çözmek için Frank-Wolfe algoritmasıyla birleştirilmiş bir genetik algoritma uygulamış ve Sayısal örneklerin , sonuç olarak belirsiz verilere sahip sağlam modelin, deterministik modele göre işlerlik ve kararlılık avantajına sahip olduğunu gösterdiğini ifade etmişlerdir[4]

Sai ve wang, (2021) yaptıkları çalışmada büyük verilere dayalı kentsel trafik planlamasının optimizasyon tasarımını incelemiş ve geliştirilmiş regresyon ağacı algoritmasını kullanarak trafik sinyali kalite tahmin modelini oluşturmuşlardır. Çalışmalarında Aynı zamanda, uzamsal dağıtım model ve kapsamına göre, baz istasyonunun optimal dağıtımının mevcut durumuna uyum sağlamak için K - Centroids dağıtılmış kümeleme algoritması kullanmışlardır. Deneysel analiz,

dinamik kümelemenin yinelemeli sonlandırma hatasının 0.0001'e ayarlandığını ve optimal projeksiyon yönü vektörünün (0.0163, 0.0098, 0.617, 0.5123, 0.6701) olduğunu göstermiştir. Sonuçların, eğitim örnek veri setinin dengesiz dağılımı sorunu için, dengeyi sağlamak amacıyla örnek veri setini yeniden yapılandırmak için smote yönteminin kullanıldığını ve deneysel verilerin de tasarlanan yöntemin etkinliğini doğruladığını gösterdiğini ve bu modeli çözmek için Frank-Wolfe algoritmasıyla birleştirilmiş bir genetik algoritma uyguladıklarını ifade etmişlerdir. Sayısal örnekler, belirsiz verilere sahip sağlam modelin, deterministik modele göre işlerlik ve kararlılık avantajına sahip olduğunu gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Sun (2016) yaptığı çalışmada Sürekli ulaşım ağı tasarım problemini tanımlamak için iki seviyeli bir programlama modeli kullanmıştır. Üst düzey modeldeki Amaç fonksiyonu, trafik ağında toplam empedans ve toplam yatırım bütçesinin toplamını minimum yapma, Alt düzey modelde ise sabit talepli bir kullanıcı dengesi atama modeli uygulamıştır. Sonuçları daha gerçekçi hale getirmek için stokastik ulaşım ağı tasarımı ile geliştirilmiş bir model önererek ve optimal çözümü bulmak için genetik algoritma ve Frank-Wolfe (FW) algoritması sunmuştur. Ardından, modelin etkinliğini kanıtlamak için belirli bir ağ örneği vermiştir. Sonuçta, formülasyon için mevcut bağlantı kapasitelerinin optimal değerinin elde edilebileceğini ve karar vericiler için makul bir referans sağlayabilecek toplam empedans ve yatırım bütçesinin toplamını en aza indirebileceğini gösterdiğini ifade etmiştir.

Passacantando ve Raciti, (2021) yaptıkları çalışmada yol bakım işlerine ihtiyaç duyduğu, rastgele talepleri olan bir trafik ağını ele aldıkları çalışmalarında, ağ akışlarının Wardrop denge ilkesine göre dağıtıldığı varsayarak, optimal yol bakım problemi, amaç fonksiyonu değerlendirmesinin stokastik varyasyonel eşitsizliğin çözümüne dayandığı bir tamsayı doğrusal olmayan program olarak modellemişlerdir. Hesaplamalar için bir düzenleme ve yaklaşım prosedürü önermiş ve yakınsamasını kanıtlamış ve bazı test ağları üzerinde ön sayısal deneylerin sonuçlarını rapor etmişlerdir.

Ma vd., (2018) yaptıkları çalışmalarında kent içi yol bakımının, kentsel trafik yönetiminin önemli bir parçası olduğunu, bununla birlikte, modern şehirlerde, yol bakım çalışmalarının bazı trafik kaynaklarını işgal etmesi gerektiğini ve bu nedenle,

makul olmayan yol bakım planlarının, trafik ağlarını genellikle beklenmedik büyük ölçekli tıkanıklıklara yönlendirdiğini belirtmişlerdir. Yol bakım şemasından kaynaklanan gecikmeyi en aza indirmek için dinamik bir programlama modeli önermiş ve model ile bakımın her aşaması için kararları ve sıralamayı içeren optimal bir bakım planı elde edebildiğini, modelin her aşamasının ayrı bir ağ tasarım problemine indirgenebileceğini ve bakım şemasından kaynaklanan gecikmenin en aza indirilmesi talebiyle trafik yöneticilerine önerilerde bulunmaya yardımcı olacağını ifade etmişlerdir. Önerdikleri yöntemi açıklamak biri küçük ölçekli bir Nguyen-Dupuis ağı ve diğeri daha büyük ölçekli bir Sioux-Falls ağı olmak üzere iki örnek kullanmışlardır.

Al-Bayati vd. (2023) yaptıkları çalışmada Irak'ta Bağdat şehrinin yaklaşık 30 km güneydoğusundaki AlMada'an şehrinde yolun bakım ve güvenlik ya da dini törenlerde kapatılması gibi nedenlerde yaşanan trafik sıkışıklığının analiz etmişlerdir. Veri toplama için coğrafi bilgi sistemlerini, analiz için de Geomedia Ulaştırma Analiz Yazılımı'nı kullanmışlardır. Sonuç olarak coğrafi bilgi sistemleri tekniğinin, yol ağının yeterliliğini değerlendirmek ve bloke olan sokaklara alternatif sokakların değiştirilmesini önermek için kullanılabilceğini, yöntemin basit ve uygulanabilir olduğunu ve trafik sıkışıklığını engellemek için herhangi bir yolu kapatmadan önce yerel yönetimin alternatifler bulmasına yardımcı olmak için uygulamanın kullanılabilir olduğunu ifade etmişlerdir.

BÖLÜM DÖRT

YÖNTEM VE VERİ ANALİZİ

4.1 İncelenen Alan

Yol ağı olarak Van Şehir Merkezinden bir bölüm seçilmiştir. Seçilen ağ kesitinde 2 adet dur kontrollü, 4 adet ışıklı ve 1 adet dönel olmak üzere toplam 7 kavşak bulunmaktadır. Yol ağının geometrik özellikleri (Şekil 4.1) üzerinde, Google Harita görüntüsü (Şekil 4.2) ve ağın SIDRA Programındaki görüntüsü (Şekil 4.3'te) gösterilmiştir.

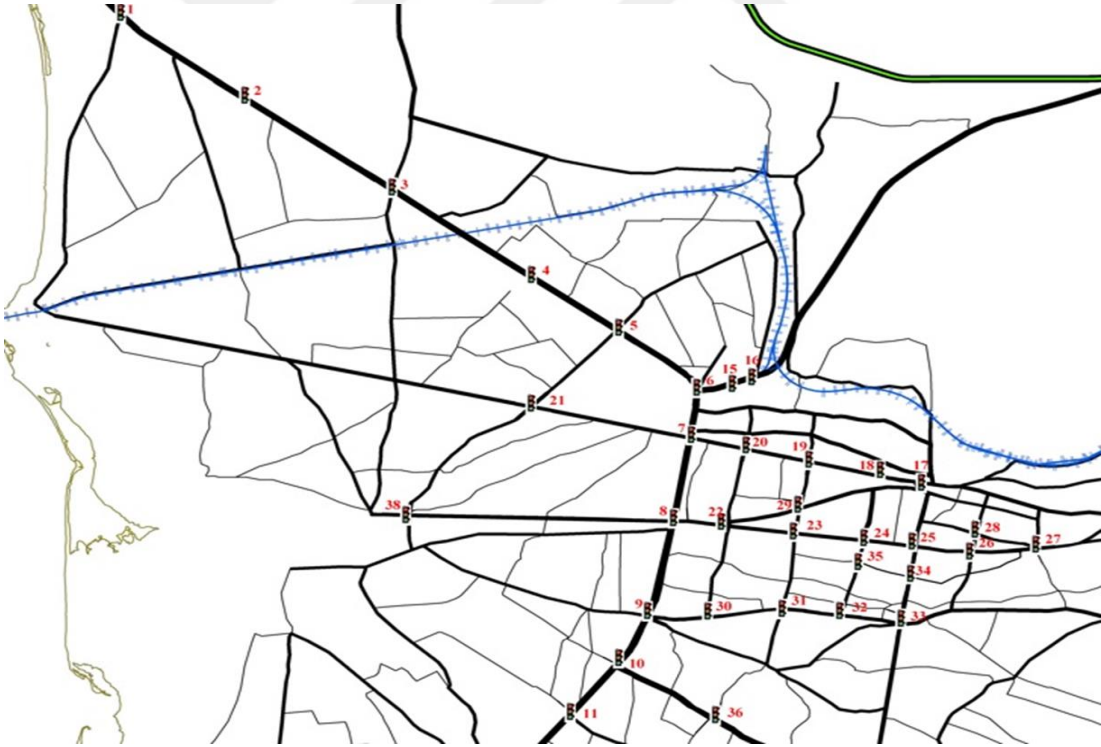
Ağ üzerindeki kavşaklara ait pik saat trafik hacimleri Tablo 4.1'de görülmektedir. Sinyal süreleri bilgisi Van Büyük Şehir Belediyesi Ulaştırma Daire Başkanlığından temin edilmiştir. (Tablo 4.2)

Tablo 4.1 Kavşak Kolları Pik Saat Trafik Hacimleri (taşıt/saat)

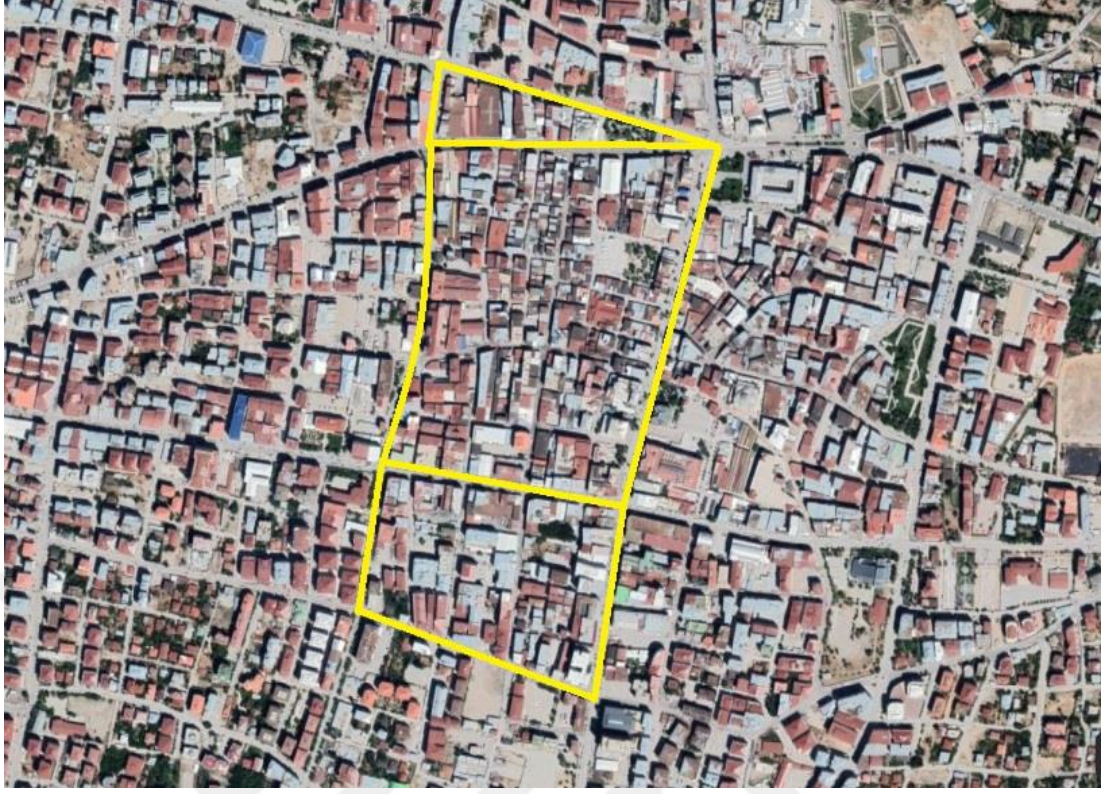
Kavşak Adı	Yaklaşım	Doğru geçiş (tş/saat)	Sağa Dönüş (tş/saat)	Sola Dönüş (tş/saat)
K. Meslek Lisesi	Doğu-Batı	476	116	
	Kuzey-Güney	340	80	
	Batı -Doğu	516	108	
	Güney-Kuzey	300	84	
Lokman Hekim Hastanesi	Doğu-Batı	316	96	84
	Kuzey-Güney	32	80	104
	Batı -Doğu	224	48	88
	Güney-Kuzey	228	52	68
Eski Vali Konağı	Doğu-Batı	220	36	60
	Kuzey-Güney	240	36	152
	Batı -Doğu	312	72	66
	Güney-Kuzey	244	48	108
Soydan	Doğu-Batı	450	650	2
	Kuzey-Güney	380	300	1
	Batı -Doğu	220	250	
	Güney-Kuzey	500	750	
Beşyol	Doğu-Batı	120*	70	150
	Kuzey-Güney	160	50	50
	Batı -Doğu	180	100	140
	Güney-Kuzey	100	100	380*
Özalp Durağı	Doğu-Batı	400	180	150
	Kuzey-Güney	150	60	
	Batı -Doğu	-	250	
	Güney-Kuzey	-	-	
Yeni Yol	Doğu-Batı	-	-	
	Kuzey-Güney	150	100	150
	Batı -Doğu	320	80	
	Güney-Kuzey		120	150

Tablo 4.2 Kavşak Sinyal Süreleri (Yaltay ve Tanyel, 2022)

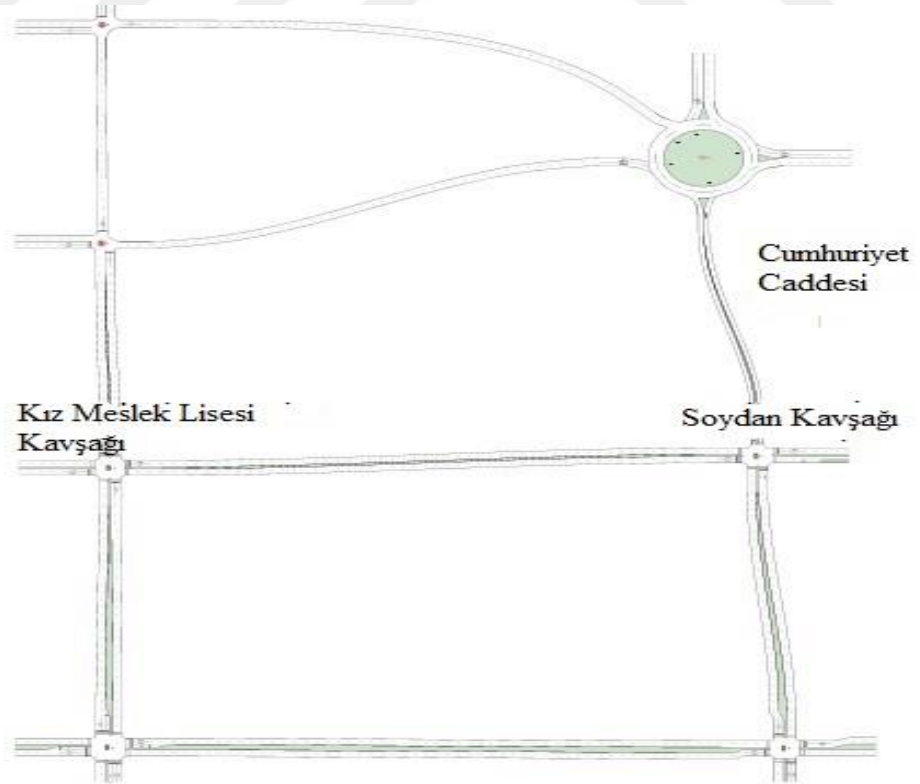
Kavşak Adı	Yaklaşım	Faz Numarası	Faz Sırası	Yeşil Süre	Sarı Süre	Kırmızı Süre	KS Süresi	Kırmızı Koruma	Periyot
K. Meslek Lisesi	Doğu-Batı	2	1	15	4	25			44
	Kuzey-Güney		2	15	1	28			44
Lokman Hekim Hastanesi	Kuzey	3	2	19		63			82
	Güney		1	19		63			82
	Doğu-Batı		3	27		55			82
Eski Vali Konağı	Kuzey	3	2	20	3	44	1		68
	Güney		1	14	1	52	1		68
	Doğu-Batı		3	14	1	52	1		68
Soydan	Doğu-Batı	2	2	27	2	20	1		50
	Kuzey-Güney		1	13	1	35	1		50



Şekil 4.1 Van Şehir İçi tüm kavşak noktaları



Şekil 4.2 Van Şehir İçi yol ağının bir bölümü (İncelenen Alan) Google haritalar Görüntüsü



Şekil 4.3 Van Şehir İçi yol ağının bir bölümü (İncelenen Alan) SIDRA (Yaltay ve Tanyel, 2022)

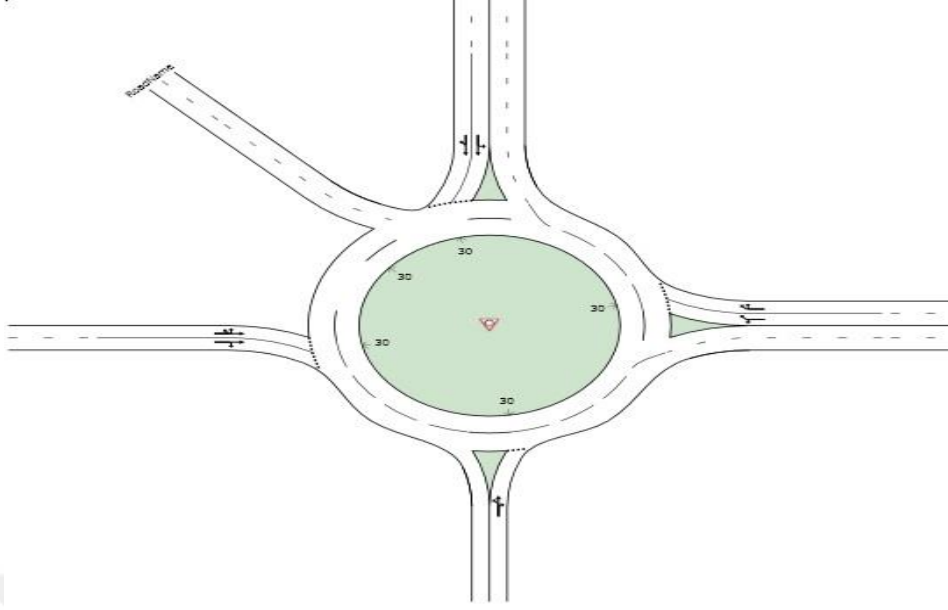
4.2 Kavşak Özellikleri

4.2.1 Beşyol Kavşağı

5 kollu bir kavşak olup kuzey batı yönü tek yön çıkış, batı yönü tek yön giriş ve diğer kollar bölünmüş iki şeritli, ışıklı dönel kavşaktır. Birleştiği bütün yollarda parklanma vardır ve kavşak girişinden itibaren her kol üzerinde parklanmanın 60 m den itibaren başladığı kabul edilmiştir. (Şekil 4.4, Şekil 4.5)



Şekil 4.4 Beşyol Kavşağı



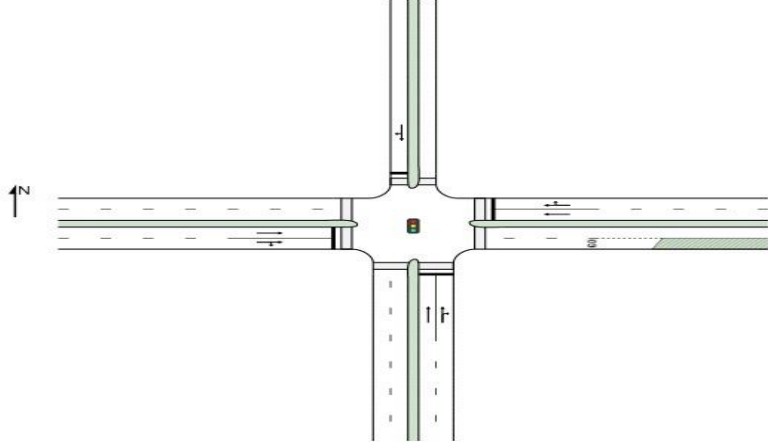
Şekil 4.5 Beşyol Kavşağı (SIDRA)

4.2.2. Soydan Kavşağı

4 kollu ışıklı bir kavşak olup her yönden sola dönüş yasağı vardır. Her dört kavşak kolu bölünmüş yol şeklinde iki şeritlidir. Kavşakta her koldan sola dönüşler kapalıdır. Birleştiği bütün yollarda parklanma vardır ve kavşak girişinden itibaren her kol üzerinde parklanmanın 60 m den itibaren başladığı kabul edilmiştir. (Şekil 4.6, Şekil 4.7)



Şekil 4.6 Soydan Kavşağı



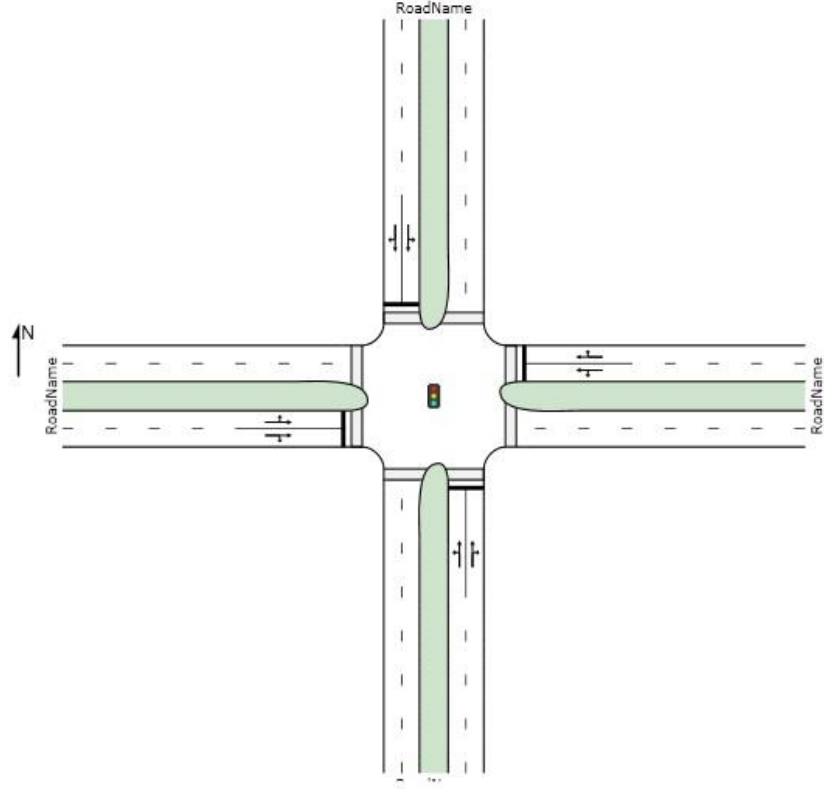
Şekil 4.7 Soydan Kavşağı (SIDRA)

4.2.3. Eski Vali Konağı Kavşağı

4 kollu ışıklı bir kavşak olup, kuzey güney doğrultusu bölünmüş, doğu batı doğrultusu bölünmemiş şeklinde iki şeritlidir. Birleştiği bütün yollarda parklanma vardır ve kavşak girişinden itibaren her kol üzerinde parklanmanın 60 m den itibaren başladığı kabul edilmiştir (Şekil 4.8, Şekil 4.9)



Şekil 4.8 Eski Vali Konağı Kavşağı



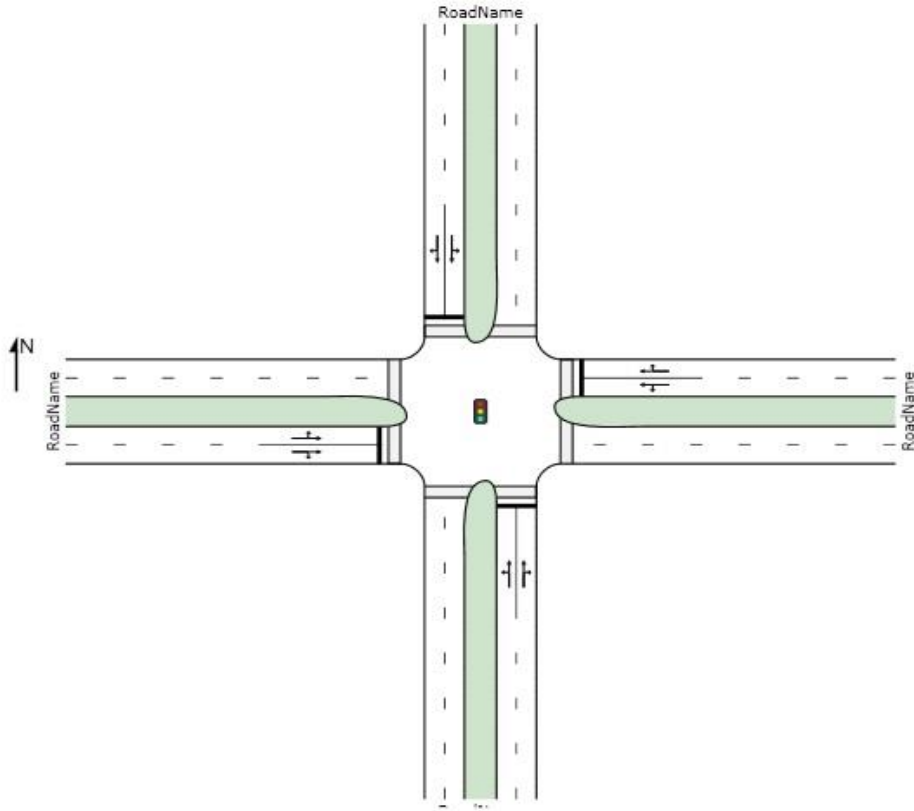
Şekil 4.9 Eski Vali Konağı Kavşağı (SIDRA)

4.2.4. Lokman hekim Hastanesi Kavşağı

4 kollu ışıklı kavşağın kuzey-güney doğrultusu bölünmüş iki şeritli, doğu batı doğrultusu ise bölünmemiş 2 şeritli kollardan oluşmaktadır. Birleştiği bütün yollarda parklanma vardır ve kavşak girişinden itibaren her kol üzerinde parklanmanın 60 m den itibaren başladığı kabul edilmiştir(Şekil 4.10, Şekil 4.11)



Şekil 4.10 Lokman Hekim Hastanesi Kavşağı



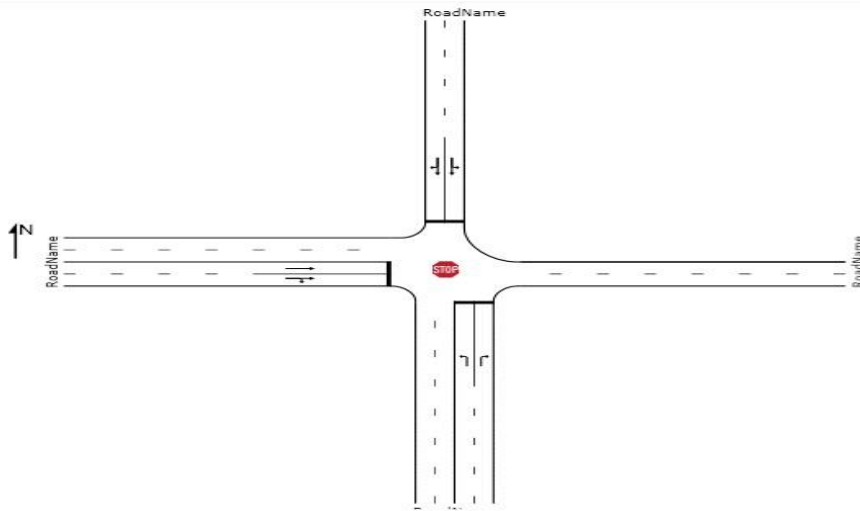
Şekil 4.11 Lokman Hekim Hastanesi Kavşağı (SIDRA Programında)

4.2.5. Yeni Yol Kavşağı

Dur kontrollü olan bu kavşak, doğu doğrultusu tek yönlü yol (çıkış) ile Beşyol Kavşağı'na birleşmektedir. Kuzey kolu tek yönlü yol (giriş) ile Özalp Durağı Kavşağ'ına birleşmektedir. Batı ve güney kolları bölünmüş ve iki şeritli yollardan oluşmaktadır. Birleştiği bütün yollarda parklanma vardır ve kavşak girişinden itibaren her kol üzerinde parklanmanın 60 m den itibaren başladığı kabul edilmiştir (Şekil 4.12, Şekil 4.13).



Şekil 4.12 Yeni Yol Kavşağı



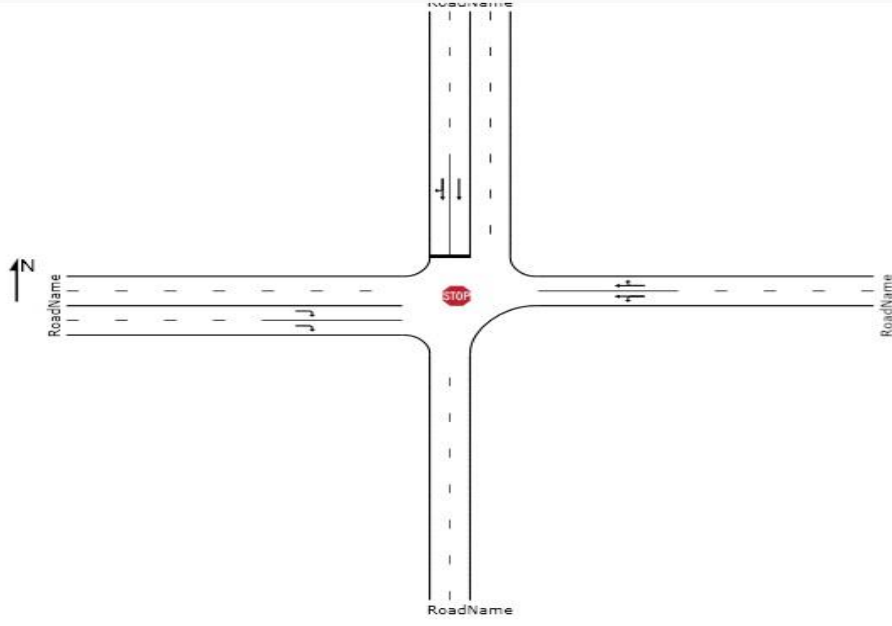
Şekil 4.13 Yeni Yol Kavşağı

4.2.6. *Özalp Durağı Kavşağı*

Dur kontrollü olan bu kavşak doğu doğrultusu tek yönlü yol (giriş) ile Beşyol Kavşağı'na birleşmektedir. Güney kolu tek yönlü yol (çıkış) ile Yeni Yol Kavşağı'na birleşmektedir. Batı ve kuzey kolları bölünmüş ve iki şeritli yollardan oluşmaktadır. Birleştiği bütün yollarda parklanma vardır ve kavşak girişinden itibaren her kol üzerinde parklanmanın 60 m den itibaren başladığı kabul edilmiştir (Şekil 4.14, Şekil 4.15)



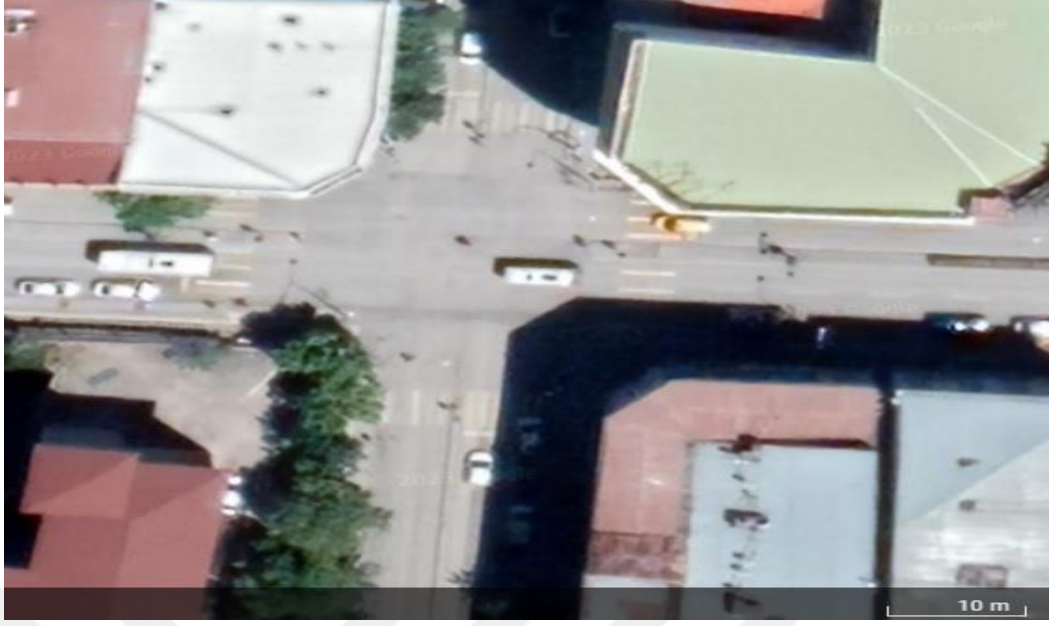
Şekil 4.14 Yeni Yol Kavşağı



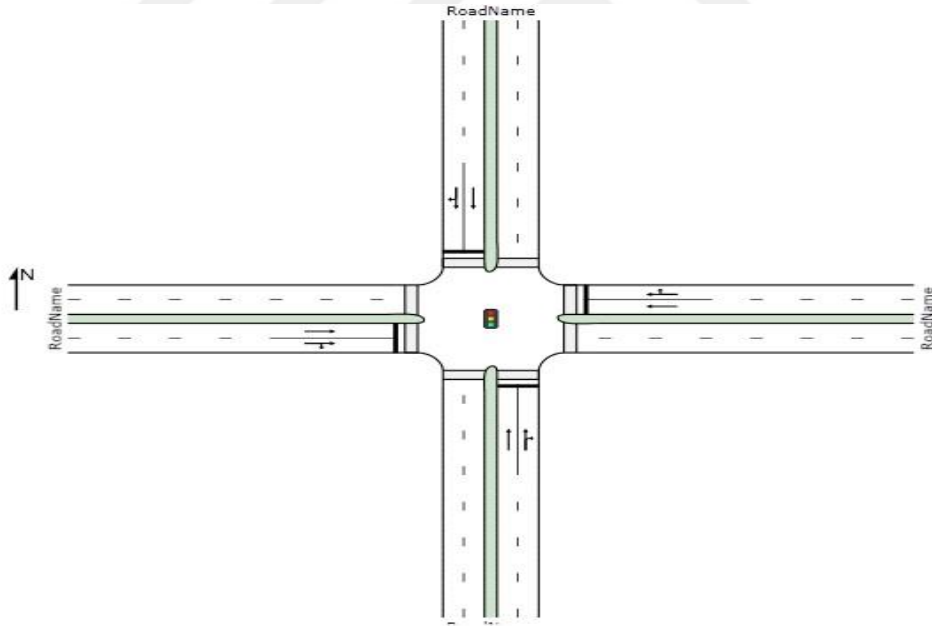
Şekil 4.15 Yeni Yol Kavşağı

4.2.7 Kız Meslek Lisesi Kavşağı

4 kollu ışıklı kavşağın kuzey-güney ve doğu batı doğrultusu bölünmüş iki şeritli, 2 şeritli kollardan oluşmaktadır. Her dört kavşak kolu bölünmüş yol şeklinde iki şeritlidir. Kavşakta her koldan sola dönüşler kapalıdır Birleştiği bütün yollarda parklanma vardır ve kavşak girişinden itibaren her kol üzerinde parklanmanın 60 m den itibaren başladığı kabul edilmiştir (Şekil 4.16, Şekil 4.17).



Şekil 4.16 Kız Meslek Lisesi Kavşağı



Şekil 4.17 Kız Meslek Lisesi Kavşağı (SIDRA)

4.3 Model Kurgusu

4.3.1. SIDRA Intersection Programı

SIDRA Intersection programı aşağıda verilen türdeki kavşakların modellenmesi ve değerlendirilmesi için kullanılmakta ve kavşak performanslarını işletim şekli kavşak geometrisi hizmet seviyesi ve trafik hacmi gibi parametrelere bağlı olarak ölçmektedir: Işıklı, dönel, dur kontrollü (iki yönlü), yol ver kontrollü, tüm yönler dur, ana-tali yol kontrollü ve ışıklı yaya geçidi kavşakları (Akçelik, 2011; Berktaş 2018; Kayacan, 2022).

SIDRA programında modelleme yapılırken kavşak geometrisi doğru oluşturulmalıdır. Modelleme yapılırken programda menülere veriler girilir. Bu veriler arasında taşıt türleri, yaklaşımlar ve kullandıkları şeritler de bulunmaktadır. Bu sayede trafik akımlarının her bir şeritteki hareketleri ve farklı taşıt kompozisyonlarını şeritlere göre inceleme imkanı sağlanmaktadır. Bunlara ek olarak şerit bazında ideal doymuş akım değeri ve şerit kullanım değerleri de belirlenebilmektedir.

SIDRA Intersection Programı ile şerit bazlı trafik ağı modeli de oluşturulabilmektedir. Bu ağ modelinin iki temel unsuru bulunmaktadır:

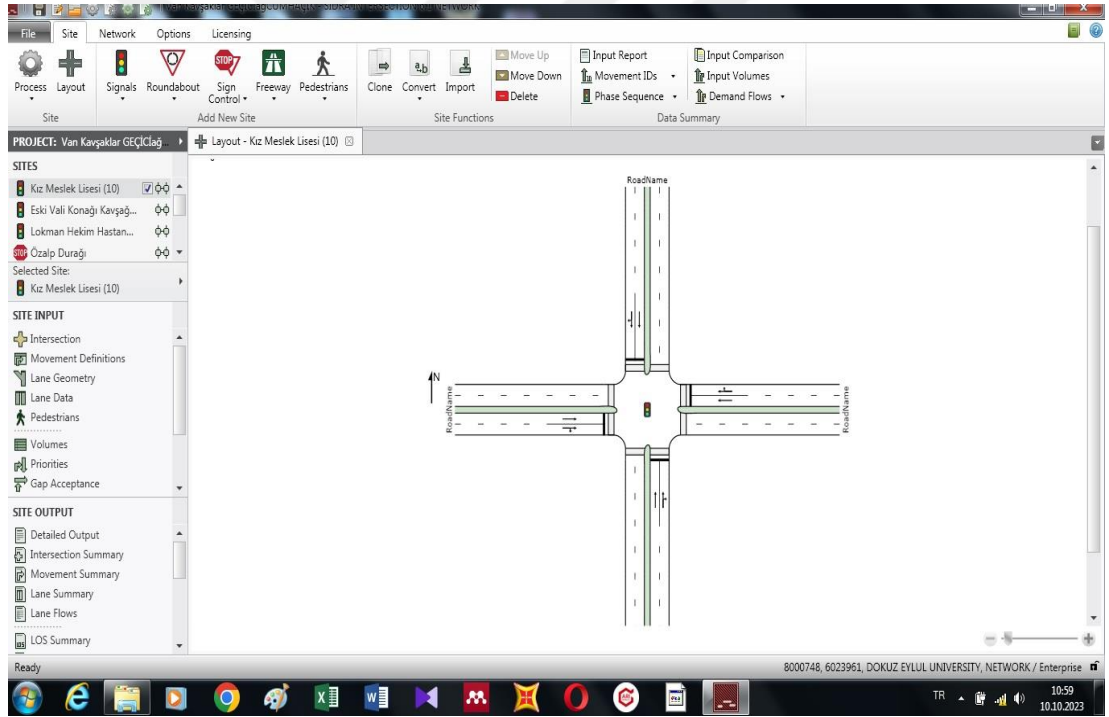
- a) alt şeritlerdeki kuyrukların yukarı akış şeritlerini bloke etmesi nedeniyle sıkışıklığın geriye doğru yayılmasının belirlenmesi ve
- b) çıkışı belirlemek için aşırı doymuş yukarı akış şeritlerine kapasite kısıtlamasının uygulanmasıdır.

Akım hızları, dolayısıyla mansap şeritlerine giren akımları sınırlandırır. Bu iki unsur, karşıt etkilerle oldukça etkileşimlidir. Bu karşıt etkileri dengeleyen bir çözüm bulmak için ağ çapında yinelenen bir süreç kullanılır.

Tıkanıklığın geriye doğru yayılması, SIDRA yüzdelik kuyruk modeli kullanılarak kuyruk tıkanma olasılığı hesaplamalarına dayanmaktadır. Bu bağlamda yüzdelik sıra, yukarı yönde bir kavşağa ulaşmadan önce yeterli depolama alanı varsa (veya yukarı yönde bir kavşak yoksa) gözlemlenecek kuyruk uzunluğunu temsil eden "olasılıksal bir ölçüdür". Modele göre kuyruk uzunluğu depolama alanını aştığında araçlar yukarı akış şeritlerinde sıraya girecektir (sıra yayılımı). Daha sonra bunlar, yukarı yöndeki

şeritlerdeki diğer hareketlerle karışacak (örneğin, aşağı yönde hareket etmeyen, dönen araçlarla şerit paylaşıyor olabilirler) ve kavşak geometrisi de dahil olmak üzere, yukarı yöndeki kavşağın koşullarına tabi olacaklar (örneğin, sıraya giriyor olabilirler) kısa şerit), şerit kullanımı, talep hacimleri, boşluk kabulü, sinyal zamanlaması vb. Bu nedenle bu araçlar akış yukarı kavşakta modellenmiştir.

Yukarı yöndeki ve aşağı yöndeki kesişme koşulları arasındaki trafik etkileşimlerinin, yukarı yöndeki kuyrukların neden olduğu tıkanmadan kaynaklanan yukarı yöndeki şeritlerdeki kapasite azalmalarına (aynı zamanda ortaya çıkabilecek kapasite kısıtlaması etkilerine) izin verecek şekilde modellenmesi, karmaşık bir matematik problemi sunar. SIDRA , bu ağ modelleme problemine bir denge çözümü bulmak için yinelemeli bir yaklaşım yöntemi kullanır (SIDRA Intersection,2020). SIDRA Intersection Programının ara yüz görüntüsü Şekil 4.18’de görülmektedir.



Şekil 4.18 SIDRA Programı arayüz görüntüsü

4.3.2 Yolculuk Yaratım ve dağılım Modelleri (Aimsun Programı)

Dört adımlı modeldeki ilk aşama, her bölgede başlayan ve/veya biten yolculukların sayısını tahmin etmeye yönelik bir yolculuk oluşturma ve gezi çekme sürecidir. Seyahat talebi tahmin sürecinin bu aşaması, seyahat sayısının bölgesel

özelliklerin bir fonksiyonu olduğu varsayıldığında, ya hane halkı düzeyinde ayrık düzeyde ya da bölgelerin toplam düzeyinde gerçekleştirilebilir. Her orijin bölgesi, sosyo ekonomik özelliklerine (arazi kullanımı, gelir düzeyi, ev sahibi olma, araba sahipliği, istihdam vb.) göre aşağıdaki fonksiyona göre modellenebilecek bir yolculuk üretme kapasitesine sahip olacaktır.

$$O_i = f(V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{ik}, \dots, V_{im}) \quad (4.1)$$

Benzer şekilde, bir destinasyon olarak her bölge, toplam düzeyde, sosyo ekonomik özelliklerinin bir fonksiyonu olarak modellenebilecek bir gezi çekim kapasitesine sahip olacaktır.

OD Matrisi: $T = [t_{ij}]$ t_{ij} = Başlangıç noktası i ve varış noktası j arasındaki yolculuk sayısı (4.2)

Toplu bölgesel düzeyde, gezi oluşturma ve çekim için en sık kullanılan teknikler çoklu regresyon analizine ve ardından işlevler için ortak bir forma dayanmaktadır.

$$T_i = a_{i0} + \sum_{k=1}^m a_{ik} V_{ik} \forall \begin{cases} T_i = O_i \text{ bir orijin ise} \\ T_i = D_j \text{ bir destinasyon ise} \end{cases} \quad (4.3)$$

4.3.3 Yolculuk Dağıtım Modelleri ve Algoritmaları

Yolculuk dağıtımı, dört Adımlı metodolojinin bir sonraki adımındır ve gezi oluşturma/çekim tamamlandıktan sonra gerçekleştirilir. Oı seyahatlerinin her birinin çeşitli destinasyonlara dağıtılmasından oluşur. Ağırlık merkezleri seti tanımlandıktan sonra, karayolu ağı üzerinde istenen hareketler, girişleri her başlangıç merkezi arasındaki akışı (araştırmanın zaman periyodu boyunca yolculuk sayısı) belirten bir "başlangıç-varış" matrisi cinsinden ifade edilebilir. ve ağıdaki her hedef merkez:

OD matrisi: $T = [t_{ij}]$ t_{ij} = i başlangıç noktasıyla j varış noktası arasındaki yolculuk sayısı (4.4)

Her bir bölgenin seyahat üretimi/cazibesini dikkate alarak, seyahat matrisi ve Başlangıç-Varış noktası, OD matrisi olarak da adlandırılan hareketlilik matrisi, çalışma alanındaki ulaşım talebini, dağıtım problemini modeller (Erlander ve

Stewart, 1990) ve marjinal kısıtlamaları karşılayan negatif olmayan bir matrisi $\{t_{ij}\}$ belirlenir:

$$\sum_j t_{ij} = O_i \quad \forall i \in I = \{\text{Orijin Kümesi}\} \quad (4.5)$$

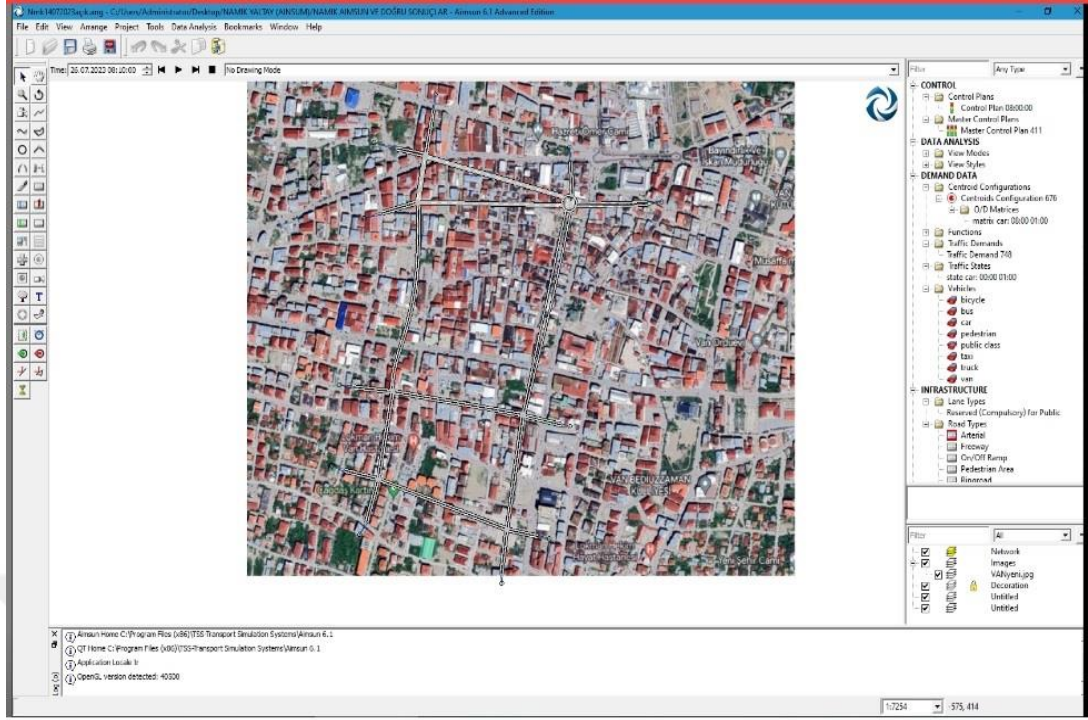
$$\sum_j t_{ij} = D_i \quad \forall j \in J = \{\text{Destinasyon Kümesi}\} \quad (4.6)$$

ve çıkış yolculuklarının toplamının varış toplamının aynı olması gibi diğer koşullar sağlanır:

$$\sum_i O_i = \sum_j D_j \quad (4.7)$$

Bu tüm destinasyonlar boyunca her bir başlangıç noktasında üretilen yolculukların toplamının, her bir başlangıç noktasının yolculuk üretme kapasitesine eşit olması gerektiği ve tüm başlangıç noktalarından her bir varış noktasına gelen tüm yolculukların toplamının, her bir başlangıç noktasının gezi çekim kapasitesine eşit olması gerektiği anlamına gelir.

Yolculuk dağılımlarını gerçekleştirmenin üç yöntemi mevcuttur; Furnessing tekniklerinin başlangıç ve varış matrislerindeki büyümenin faktörleştirilmesi, yerçekimi modeli veya destinasyon seçimi modeli ve talep modellenmesidir. (Aimsun, 2023). Aimsun Programının ara yüz görüntüsü Şekil 4.19'da görülmektedir.



Şekil 4.19 Aimsun Programı arayüz görüntüsü

4.3.4 Büyüme Faktörü Yöntemleri (Furnessing)

Önceki bir çalışmadan veya yeni bir anketten elde edilen temel veya referans gezi matrisinin $\{t_{ij}\}$ mevcut olduğunu varsayalım. Amaç, referans matris yılı ile tasarım yılı arasındaki çalışma alanının büyüme oranı hakkındaki mevcut bilgileri kullanarak bir tasarım yılı için bir yolculuk matrisini $\{T_{ij}\}$ tahmin etmektir.

Bu durumda, her bölgede başlayan ve biten yolculukların gelecekteki sayısı hakkında bilgi mevcuttur. Bu nedenle her bölgeye giriş ve çıkışlarda iki grup büyüme faktörü mevcuttur:

sırasıyla a_i ve b_j , öyle ki:

$$T_{ij} = a_i b_j t_{ij} \quad \forall i \in I \text{ and } \forall j \in J \quad (4.8)$$

Çifte kısıtlanmış büyüme faktörü olarak bilinen bir model; (2.3) ile tanımlandığı gibi, koşulları sağlayan $\{T_{ij}\}$ 'nin hesaplanması:

$$\sum_j T_{ij} = \bar{O}_i, \forall i \in I \quad (4.9)$$

$$\sum_j T_{ij} = \bar{D}_j, \forall j \in J \quad (4.10)$$

$$\sum_j \bar{O}_i = \sum_j \bar{D}_j \quad (4.11)$$

Bu, Furness dengeleme prosedürüyle yapılan a_i ve b_j büyüme katsayılarının hesaplanmasını gerektirir (Furness, 1965, Fratar 1954, Bregman, 1967). Furness dengeleme prosedürü aşağıdaki gibi formüle edilir:

Adım 0. Başlatma Seti $l=0$ (yineleme sayısı)

$$a_i^0 = b_j^0 = 1 \forall i \forall j \quad (4.12)$$

Adım 1. Satırları dengeleme

$$a_i^{l+1} = \frac{\bar{O}_i}{\sum_j b_j^l t_{ij}} \forall i \quad (4.13)$$

Adım 2. Sütunların dengelenmesi

$$b_j^{l+1} = \frac{\bar{D}_j}{\sum_i a_i^l t_{ij}} \forall j \quad (4.14)$$

Adım 3. Testi Durdurma

Süreç için yakınsama testi:

$$\max \left\{ \max_i \left(\frac{a_i^{l+1} + a_i^l}{a_i^{l+1}} \right), \max_j \left(\frac{b_j^{l+1} + b_j^l}{b_j^{l+1}} \right) \right\} \leq \epsilon \quad (4.15)$$

Kabul edilebilir hata ϵ karşılanırsa veya $l+1 = l_{\max}$ (maksimum yineleme sayısına ulaşırsa), dur.

Aksi halde $l:=l+1$ olarak ayarla ve Adım 1'e dön.

(Ortúzar ve Willumsen, 1990), büyüme faktörü yöntemlerinin anlaşılmasının basit olduğuna ve gözlemlenen yolculuk matrislerinden ve yolculuk sonu büyüme tahminlerinden doğrudan yararlandığına işaret etmektedir. Bu aynı zamanda yöntemlerin ağdaki değişikliklerden dolayı ulaşım maliyetlerindeki değişiklikleri hesaba katmamasından dolayı onları kısa vadeli tahminlerle sınırlamaktadır. Ayrıca "yapısal sıfırları" koruduklarını da belirtmek önemlidir; Temel yıl OD matrisinde sıfıra eşit olan herhangi bir hücre t_{ij} , tahmin edilen T_{ij} OD matrisinde sıfıra eşit olacaktır.

4.3.5 Aimsun Programının kalibrasyonu ve validasyonu

Aimsun programının validasyonu için yol ağına her giriş ve çıkış noktasında gerçekteki hacim değerleri ile, aynı noktalara programda yerleştirilen detektör sayımları karşılaştırılmıştır. Bu işlem için GEH (Geoffrey E. Havers) istatistiği kullanılmıştır. Trafik mühendisliğinde, trafik tahmininde ve trafik modellemede iki trafik hacmi kümesini karşılaştırmak için kullanılan bir formül olan GEH istatistiği, Geoffrey E. Havers'dan 1970'lerde Londra, İngiltere'de ulaşım planlayıcısı olarak çalışırken bulduğu bir yöntemdir. GEH istatistiği gerçek bir istatistiksel test değildir. Daha ziyade, çeşitli trafik analizi amaçları için yararlı olduğu kanıtlanmış ampirik bir formüldür. GEH formülü:

$$GEH = \sqrt{\frac{(M - C)^2}{0.5(M + C)}} \quad (4.16)$$

Burada M, trafik modelinden (veya yeni sayımdan) gelen trafik hacmidir ve C, gerçek trafik sayım değeridir (veya eski sayımdır)

Çeşitli GEH değerleri, aşağıda özetlendiği gibi uyumun bir göstergesidir:

GEH<5 Akımlar birbiriyle uyumlu

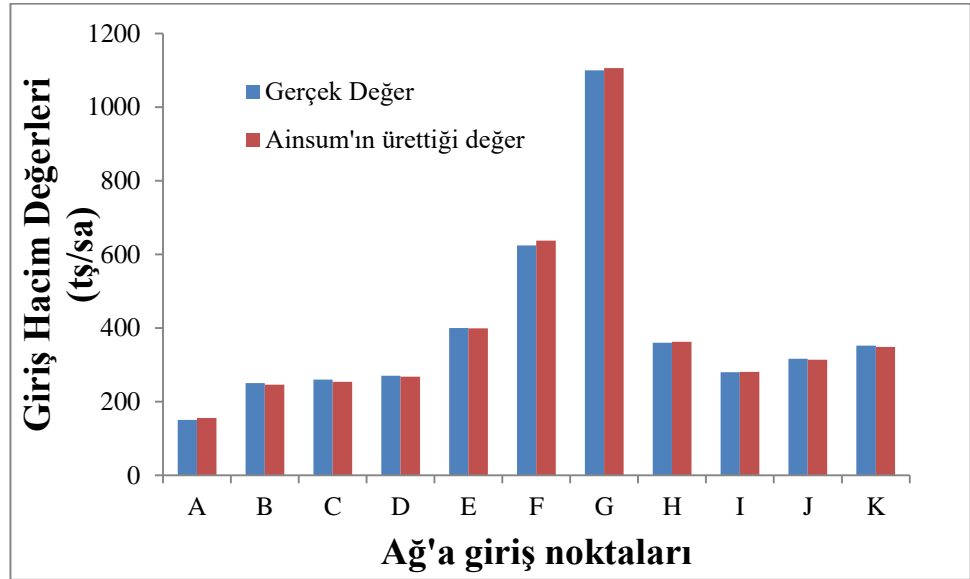
5<GEH<10 Akımların daha iyi incelenmesi gerekli

10<GEH Akımlar birbiriyle uyumsuz. Columbia River Crossing (CRC) Project, (2006)

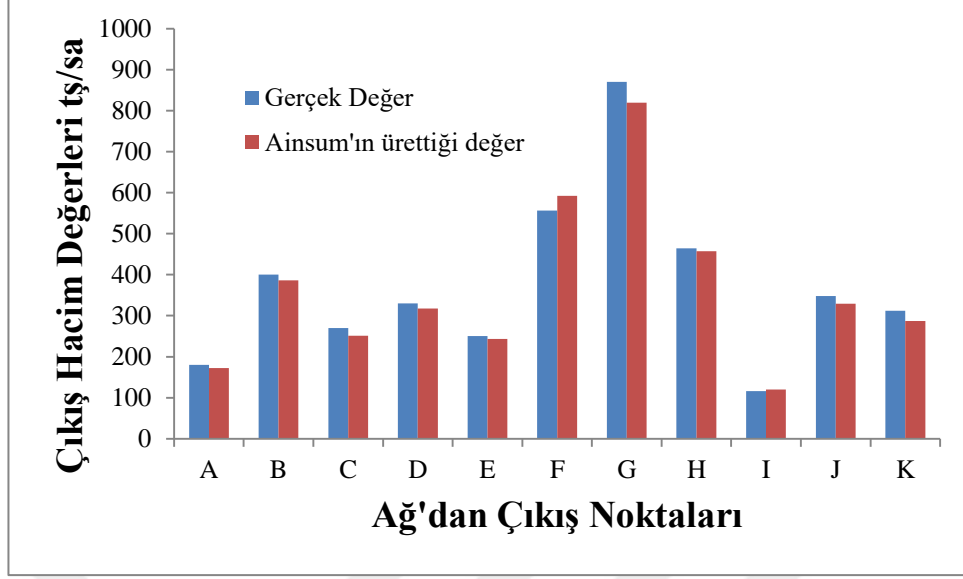
Yapılan hesaplamalar sonucunda Aimsun Programında bulunan bütün trafik hacimlerinin gerçek trafik hacimlerine yakın olduğu ve hesaplanan GEH değerlerinin hepsinin “5” ten küçük olduğu görülmüştür. (Tablo 4.3, Şekil 4.20, 4.21)

Tablo 4. 1 Gerçek ve Aimsun Programından elde edilen trafik hacimleri ve GEH sonuçları

Yol ağı giriş-çıkış noktası	Giriş (Gerçek değer)(tş/sa)	Giriş (Aimsun Değeri) (tş/sa)	GEH	Çıkış (Gerçek değer) (tş/sa)	Çıkış (Aimsun değeri) (tş/sa)	GEH
A	150	155.3	0.428971	180	172.6	0.557321
B	250	245.7	0.273133	400	386.2	0.696029
C	260	254.1	0.367996	270	251.5	1.14567
D	270	268	0.121942	330	317.5	0.694713
E	400	398.7	0.065053	250	243.5	0.413795
F	624	637.1	0.521689	556	592	1.502611
G	1100	1106	0.180661	870	819.1	1.75148
H	360	362.6	0.136785	464	457	0.326199
I	280	280.3	0.017924	116	120.3	0.395596
J	316	314.1	0.107044	348	329.5	1.005153
K	352	348.1	0.208449	312	287	1.44458



Şekil 4.20 Gerçek trafik hacim değerleri ile Aimsun sonuçlarının karşılaştırılması (Giriş noktaları)



Şekil 4.21 Gerçek trafik hacim değerleri ile Ainsun sonuçlarının karşılaştırılması (Çıkış noktaları)

4.3.6. Atama Model Kurgusu

Yolculuk dağıtım fonksiyonu olarak üstel bir dağıtım fonksiyonu olan

$$F_{ij_m}(C_{ij_m}) = C_{ij_m}^{-\alpha_m} \quad (4.17)$$

kullanılmıştır. (α değeri 0.1 alınmıştır)

Bu fonksiyonun büyük seyahat mesafeleri veya maliyetleri için nispeten doğru olduğu, küçük mesafeler için ise daha az doğru olduğu kabul edilmektedir. Pratikte nadiren kullanılır. $\alpha=2$ ise Newton modeli elde edilir. Adı farklı önerilse de, ulaşım planlamasında 'yerçekimi modeli' adı, Newtonian denklemi de dahil olmak üzere çok çeşitli dağıtım fonksiyonlarını kullanan yolculuk oluşturma modelleri için kullanılır. Yolculuk Matris dengelemesi için Furness iterasyonu uygulanmıştır.

4.4 Analizler

4.4.1. Senaryolar

4.4.1.1 Aşama I

Çalışmada Van İl merkezi yol ağının bir bölümü kullanılmıştır. Ağ üzerindeki kavşak noktaları SIDRA (akçelik & ortakları Signalized & unsignalized Kavşak

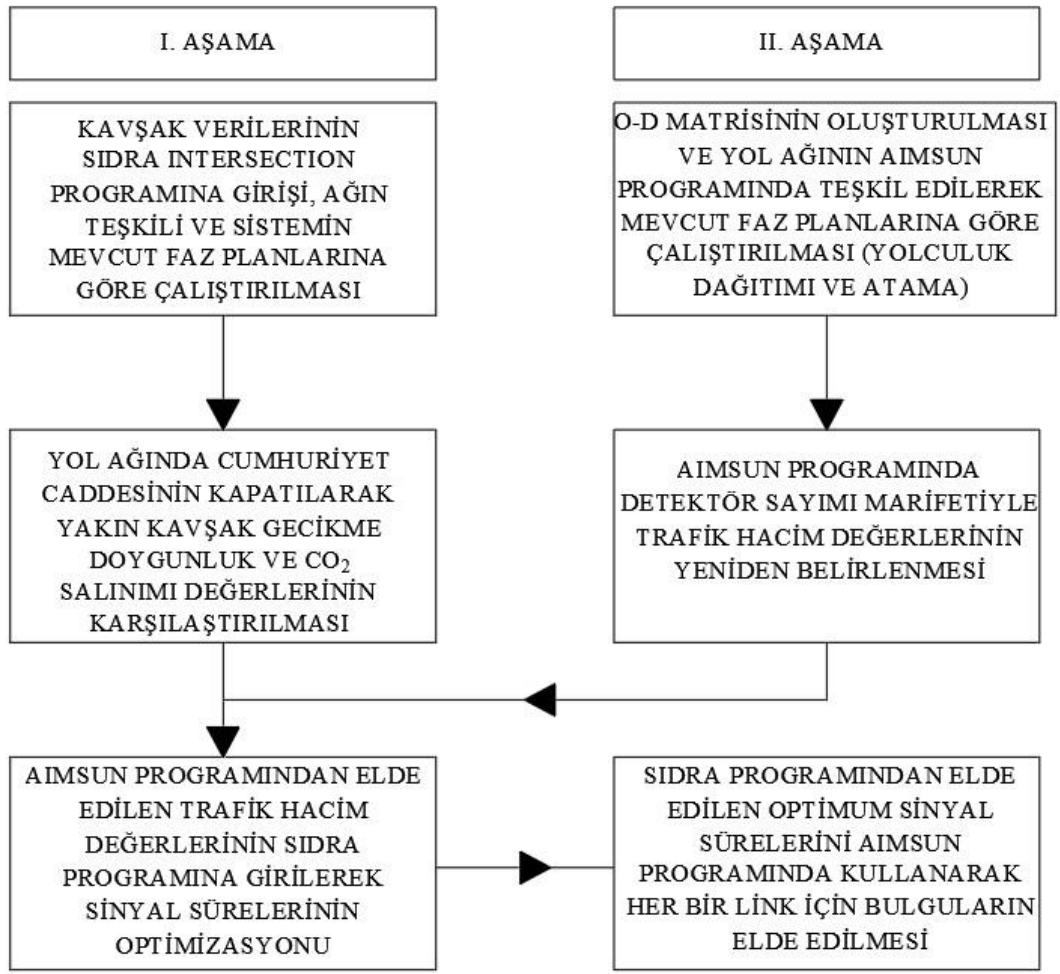
Tasarım ve Araştırma Yardımı) Kavşak analiz programı ile tasarlanmış ve yol ağı oluşturulmuştur. Yol ağında bulunan sinyalize kavşaklara Van Büyükşehir Belediyesinden temin edilen trafik hacimleri, sinyal devre süreleri ve faz programı herhangi bir değişiklik yapılmadan uygulanmıştır ve sistem çalıştırılmıştır.

Seçilen yol ağı üzerinde yer alan Cumhuriyet Caddesi (yol I) ilk durumda trafiğe açıkken, yol yenileme çalışmaları kapsamında tamamen trafiğe kapatılmıştır. Bu durumda bağlı yollarda kuyruk uzunluklarının arttığı ve sistemde tıkanmaların meydana geldiği görülmüştür. Yapılan ilk çalışmada Soydan Kavşağının doğusunda bulunan Kız Meslek Lisesi Kavşağı üzerindeki gecikme, doyumluk derecesi ve CO₂ emisyonu parametreleri karşılaştırılmıştır.

4.4.1.2 Aşama II

Aşama I'de verilen iki senaryo için oluşturulan ağ geometrisi, Aimsun Programında oluşturularak, mevcut verilere göre her giriş ve çıkış noktası için toplam yolculuk talep değerleri kullanılarak yolculuk talep matrisi oluşturulmuştur. Talep matrisindeki her yöndeki toplam değerler rastgele dağıtılarak Aimsun Programına eklenmiştir. Tablo 4.4 mevcut talep matrisi, sinyal süreleri ve yol geometrisinde Aimsun Programında sistem çalıştırılmış, bu çalıştırma sonucunun, talep matrisinde rastgele dağıtım yapılması nedeniyle SIDRA Programında elde edilen sonuçlar ile uyumlu olmadığı gözlenmiştir. SIDRA Programıyla uyumun sağlanabilmesi için Aimsun Programında her yola yerleştirilen detektörler ile yeniden trafik sayımı yapılarak, trafik hacim değerleri SIDRA Programına girilmiş ve sistem çalıştırılarak optimum sinyal süreleri elde edilmiştir. Son olarak, Aimsun Programında, mevcut durum, Cumhuriyet Caddesi'nin kapalı olduğu ve sinyal sürelerinin değiştirilmediği durum ve SIDRA Programından elde edilen optimum sinyal sürelerinin uygulanması ile elde edilen durumlar karşılaştırılmıştır.

Yukarıda bahsi geçen aşamalar için işlem adımları şekil 4.22'de görülmektedir.



Şekil 4.22 İşlem Adımları

Tablo 4. 2 Dengeleme sonucunda elde edilen OD matrisi

Tablo 4.4 Dengeleme sonucunda elde edilen OD matrisi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Top
A	0	8.14	15.57	17.25	11.03	8.61	4.2	14.16	5.78	45.03	20.22	150
B	9.06	0	19.66	17.5	17.91	39.16	6.26	15.32	5.63	81.22	38.3	250
C	19.36	22.46	0	47.59	18.55	16.3	3.31	44.64	18.23	15.78	63.77	260
D	28.86	19.14	56.95	0	3.46	40.51	13.18	5.55	5.44	23.33	63.39	270
E	5.82	35.38	60.14	7.49	0	29.95	19.49	36.91	24.12	86.97	93.73	400
F	7.27	30.95	26.31	56.2	14.38	0	3.04	10.25	22.61	130.4	58.57	624
G	5.42	21.76	10.09	29.33	22.87	26.79	0	11.46	15.73	97.24	39.3	1100
H	10.85	28.27	52.86	5.99	8.17	52.64	7.79	0	19.27	83.38	46.8	360
I	12.6	22.97	14.64	6.08	22.82	29.17	3.95	13.31	0	169.4	57.05	280
J	73.47	167.47	28.47	35.48	96.81	170.1	51.89	194.1	171.2	0	110.9	316
K	19.09	69.63	66.59	64.54	50.32	81.05	10.49	25.23	44.5	192.6	0	352
Topl.	191.7	426	287.5	351.4	266.2	592.1	926	494.1	123.5	370.6	332.3	

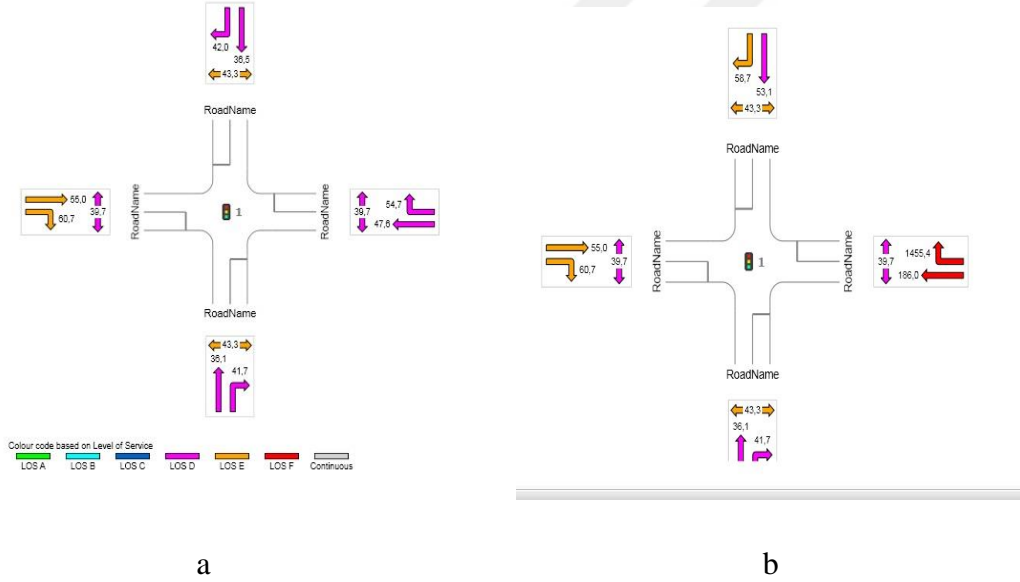
BÖLÜM BEŞ

ANALİZ BULGULARI

5.1 Senaryo Sonuçlarının Karşılaştırılması (Aşama I)

5.1.1 Gecikme(kontrol)

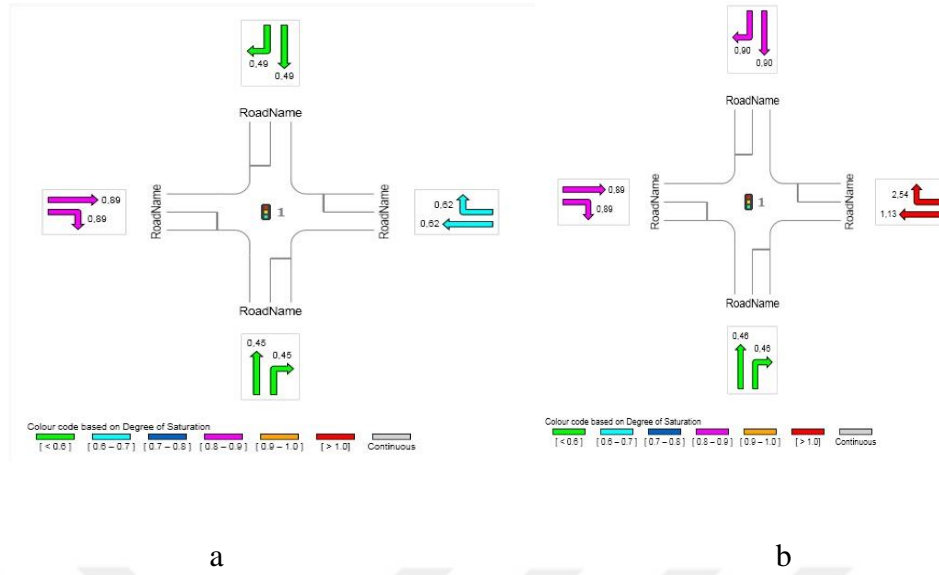
Şekil 5.1, Kavşak I'de (Kız Meslek Lisesi Kavşağı) meydana gelen gecikme farkını göstermektedir. Doğu yaklaşımında, gecikme çok büyük miktarda artmış ve hizmet seviyesi "D"den "F"ye değişmiştir. Kavşak I ile Kavşak II arasındaki yol kapalı. Kuzey yaklaşımında gecikme bir miktar artarken, direkt geçişte servis seviyesi ("D") değişmezken, sağa dönüşlerde hizmet seviyesi "E" ye düşmüştür.. Diğer yaklaşımlarda herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir.



Şekil 5.1 Yol I açık (a) ve kapalı (b) olduğu için kavşak I gecikmesi (Yaltay ve Tanyel, 2022)

5.1.2 Doğunluk Derecesi

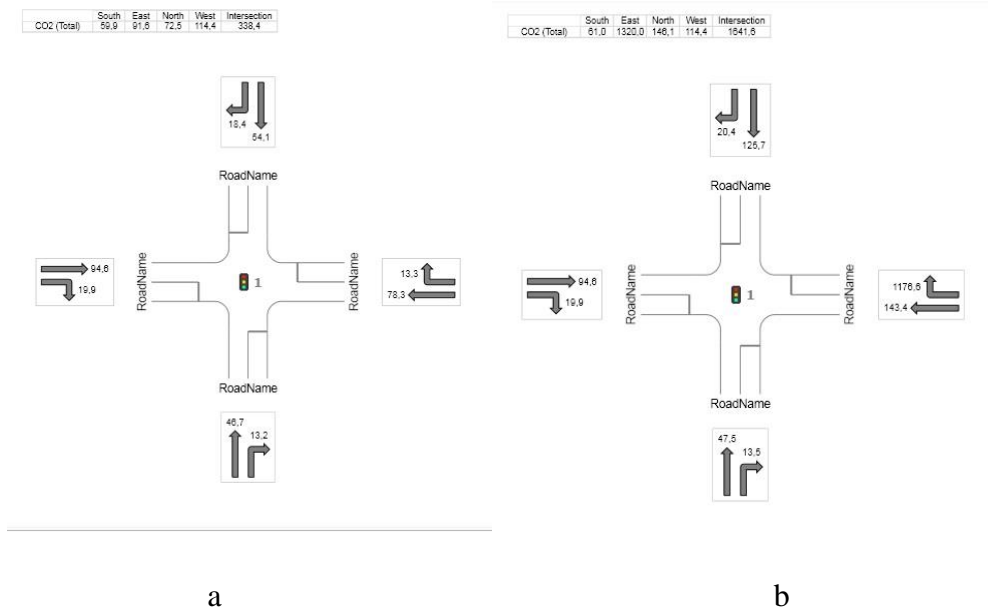
Kuzey ve doğu yaklaşımlarda, doğunluk derecesi artmış ve Kavşak I ile Kavşak II arasındaki yolda hacim/kapasite "1" değerini aşmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Yol I açık (a) ve kapalı (b) olduğundan kavşak I doygunluk derecesi (Yaltay ve Tanyel, 2022)

5.1.3 CO₂ Emisyonu (Toplam)

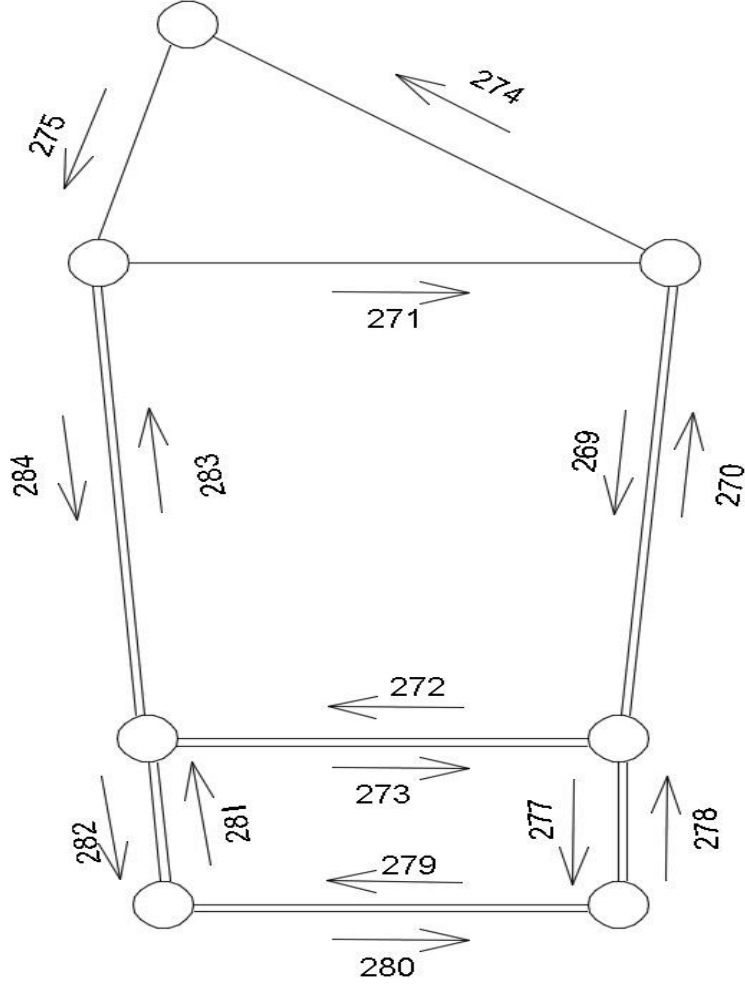
Gecikme ve doygunluk derecelerine bağlı olarak doğu ve kuzey yönünden gelen araçlarda CO₂ emisyonları artmış ve bu oran özellikle doğu yönünden gelen araçlarda çok yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil 5.3)



Şekil 5.3 CO₂ Emisyonu (Toplam) yol I olarak kavşak I açık (a) ve kapalı (b) (Yaltay ve Tanyel, 2022)

5.2 Senaryo Sonuçlarının Karşılaştırılması (Aşama II)

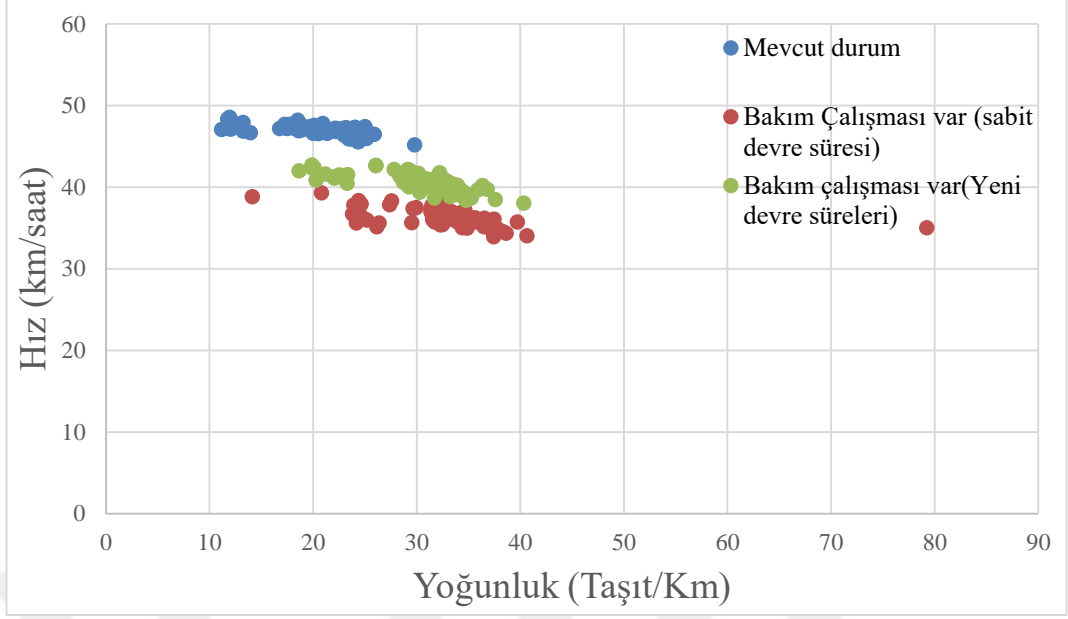
Ağ üzerindeki linklerin numaraları ve yönleri şekil 5.4’de gösterilmiştir.



Şekil 5.4 Ağdaki Linklere ait numara ve yönler

5.2.1 link 274 için hız yoğunluk dağılımları

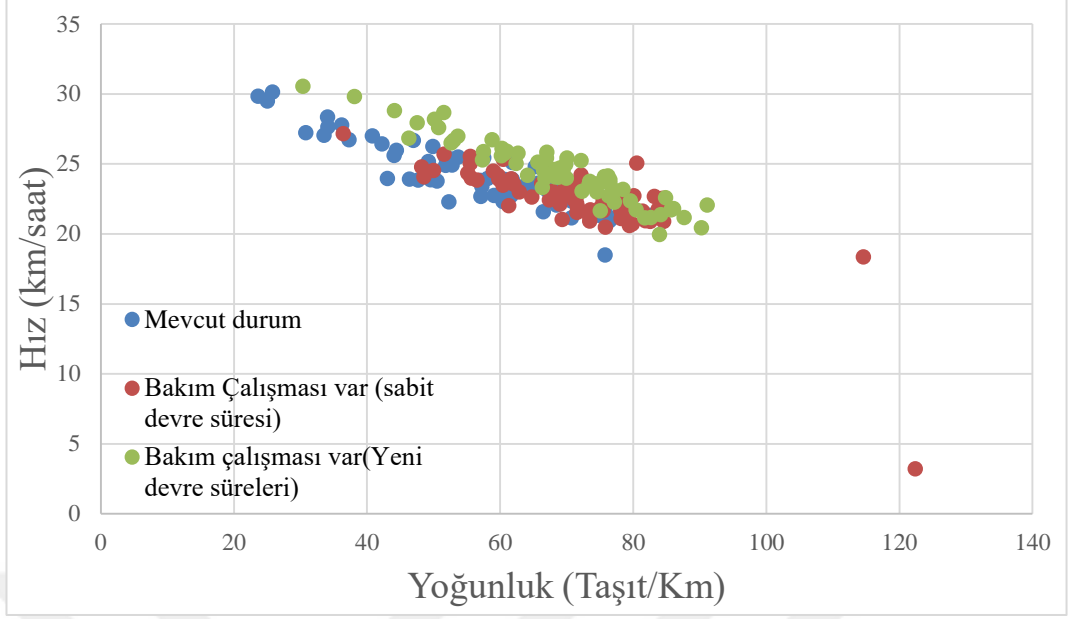
Link 274 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı dönel kavşağa (Beşyol Kavşağı), bitişi ise dur kontrollü Özalp Durağı Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun bitiş noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.5, şekil 5.6 Şekil 5.7) mevcut durumda 45-50 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 30-40 km/saat aralığına düşmekte ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda 35-45 km/saat aralığına artarak iyileşmektedir.



Şekil 5.7 Link 274 Hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.2 link 275 için hız yoğunluk dağılımları

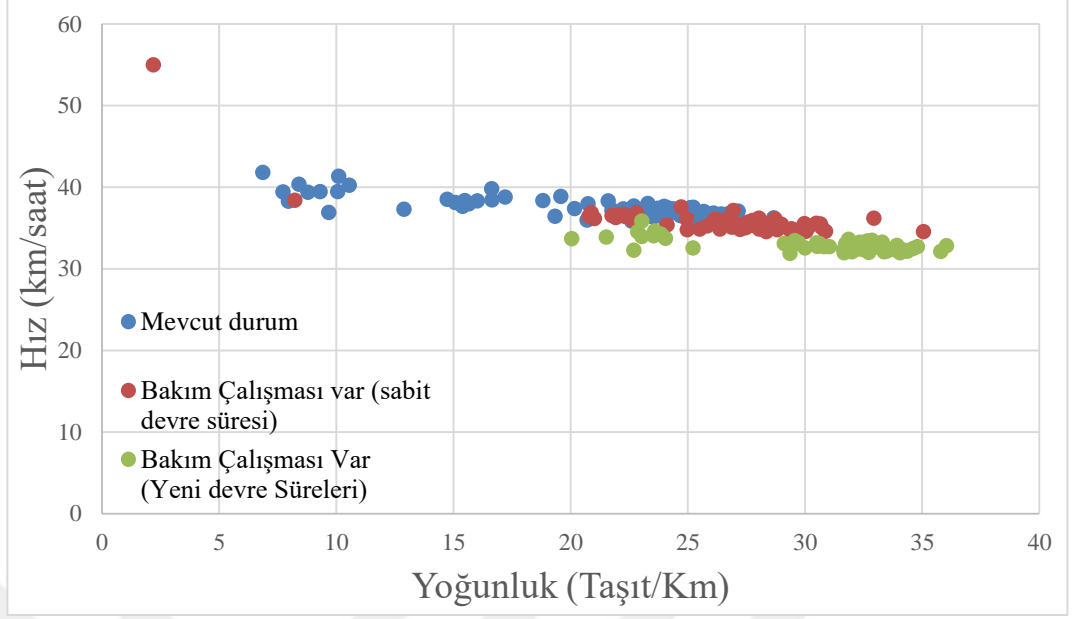
Link 275 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitiş dur kontrollü olan kavşaklardan sırasıyla Özalp Durağı ve Yeni Yol Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun başlangıç noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.8, şekil 5.9 Şekil 5.10)mevcut durumda yaklaşık 15-25 taşıt/km aralığında bulunan yoğunluk, bakım çalışması sırasında 20-40 tş/km aralığına yükselmekteve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda bu değer yaklaşık olarak aynı kalmaktadır. Hız değerinde ise iyileşmeler gözlenmektedir.



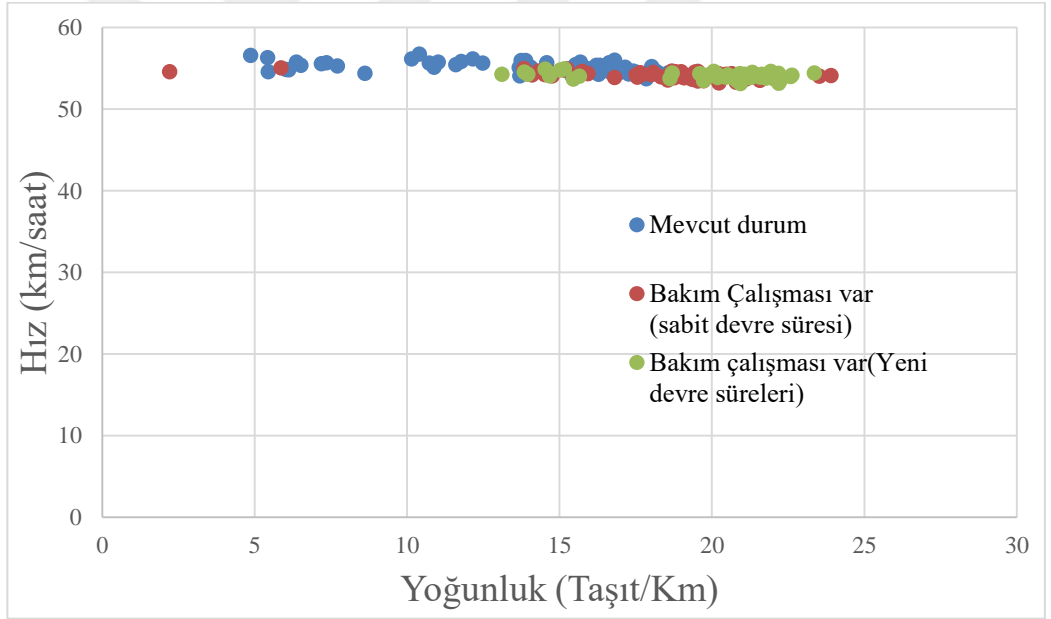
Şekil 5.10 Link 275 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.3 Link 271 için hız yoğunluk dağılımları

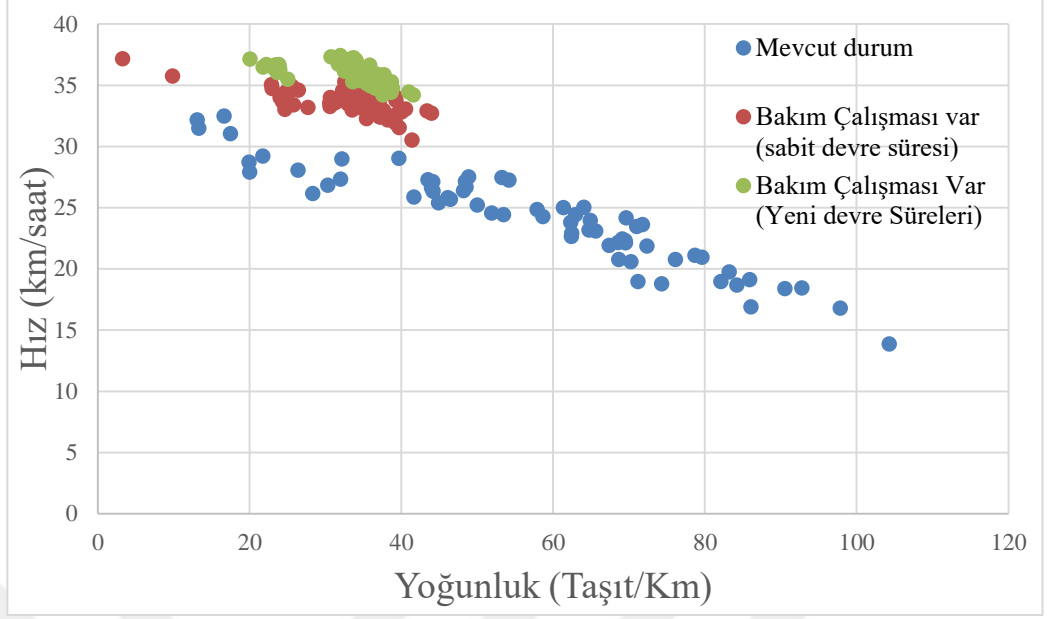
Link 271 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitiş dur kontrollü ve dönel kavşak olan sırasıyla Yeni Yol ve Beşyol Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun bitiş noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.11, şekil 5.12 Şekil 5.13) mevcut durumda 15-110 tş/km aralığında bulunan yoğunluk dağılımı, bakım çalışması sırasında 20-40 tş/km aralığına düşmekte ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda bu değer yaklaşık aynı kalmaktadır. Hız değerlerinde iyileşmeler gözlenmektedir.



Şekil 5.11 Link 271 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)



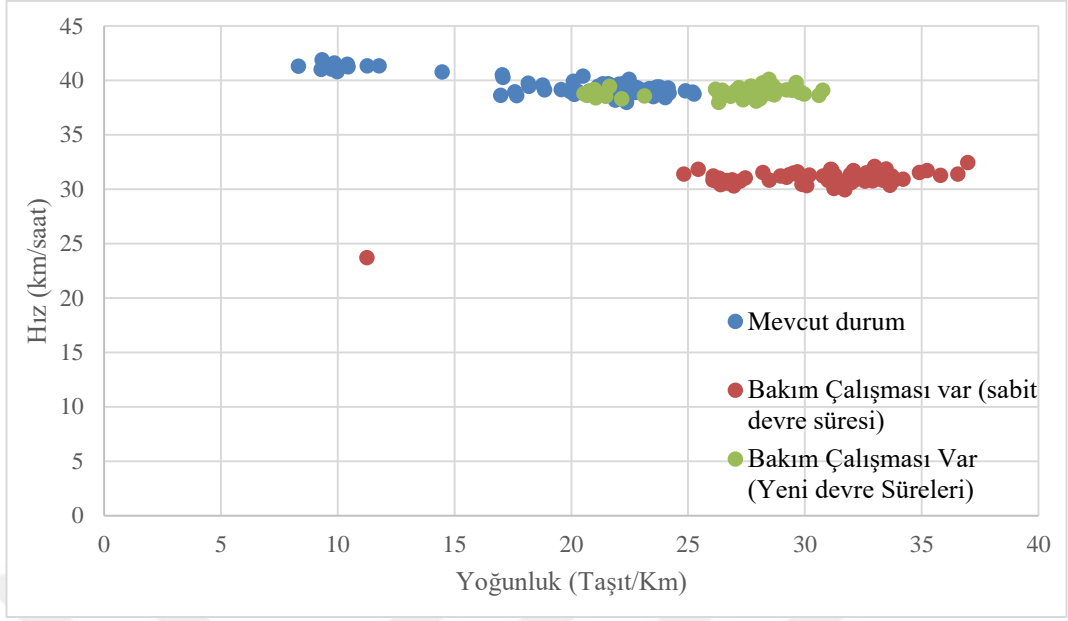
Şekil 5.12 Link 275 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta)



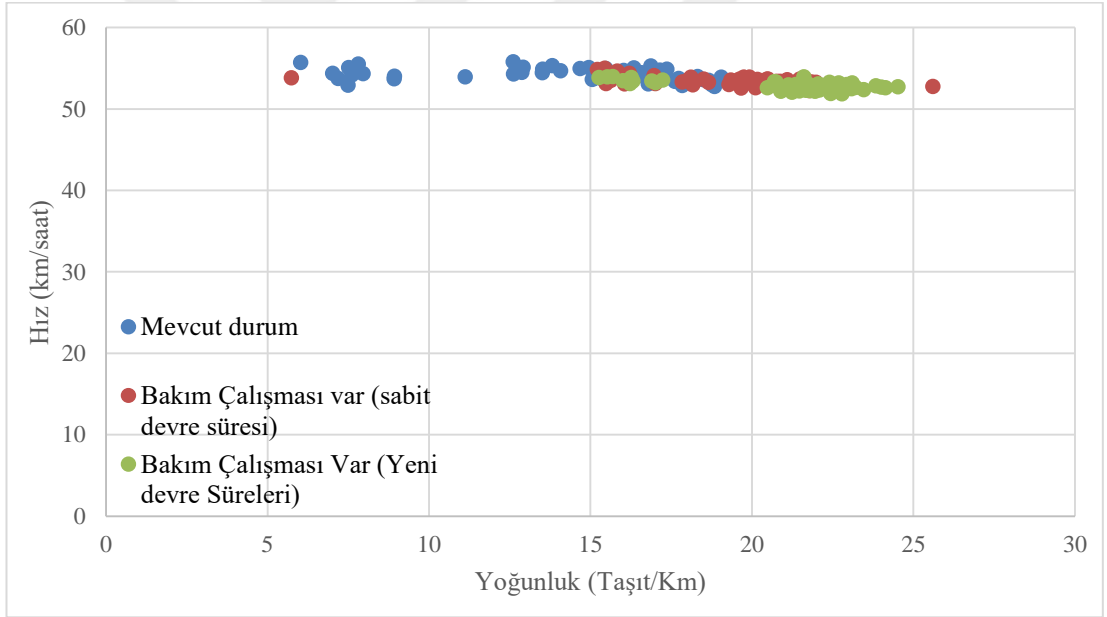
Şekil 5.13 Link 275 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.4 link 283 için hız yoğunluk dağılımları

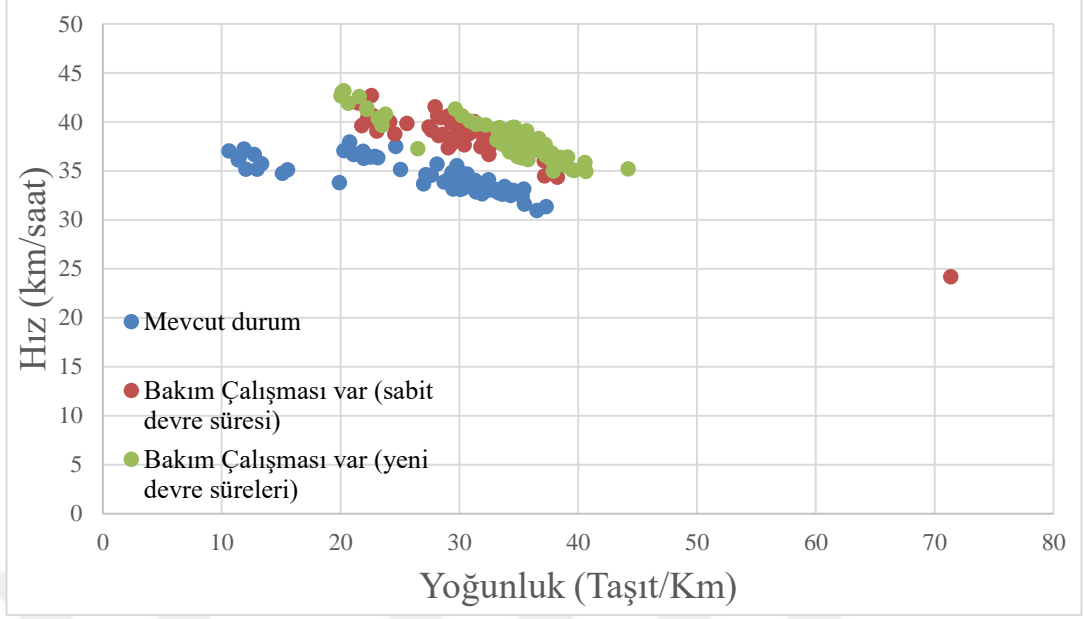
Link 283 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişi sinyalize ve dur kontrollü olan kavşaklardan sırasıyla Kız meslek lisesi ve Yeni Yol Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun başlangıç noktasında yapılan sayımlara göre (şekil 5.14, şekil 5.15 Şekil 5.16) mevcut durumda 38-43 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 30-33 km/saat aralığına düşmekte ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda tekrar 38-40 km/saat aralığına artarak iyileşmektedir. Ayrıca bakım çalışması durumunda yoğunluk değeri , 8-25 tş/km den 25-38 tş /km'ye yükselmiş, yeni devre süreleri uygulandığında bu değer 20-30 tş/km 'ye kadar iyileşmiştir.



Şekil 5.14 Link 283 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)



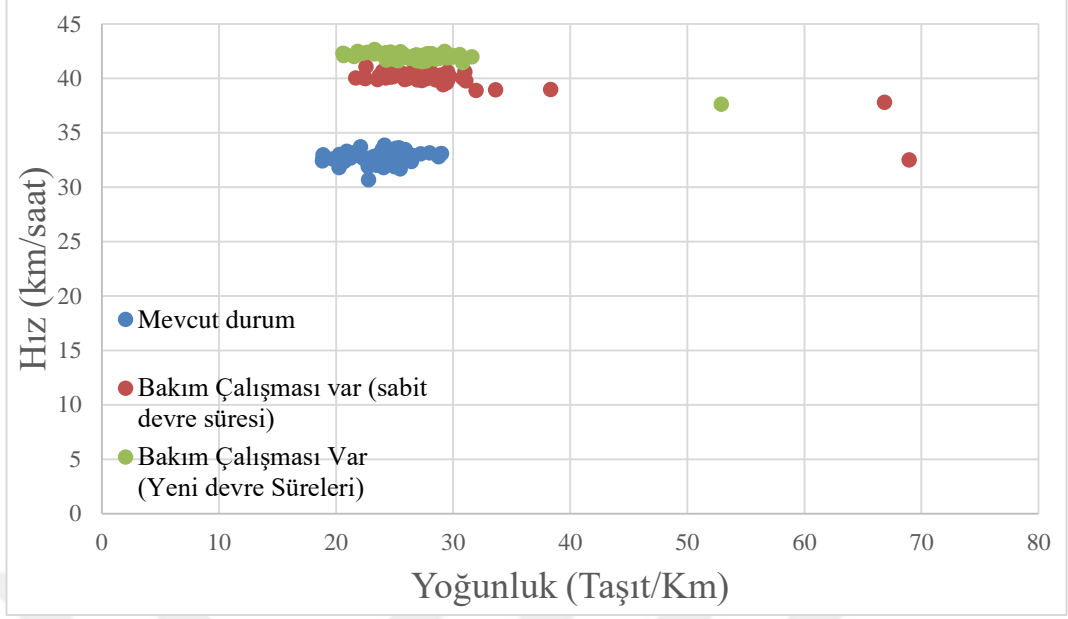
Şekil 5.15 Link 283 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta)



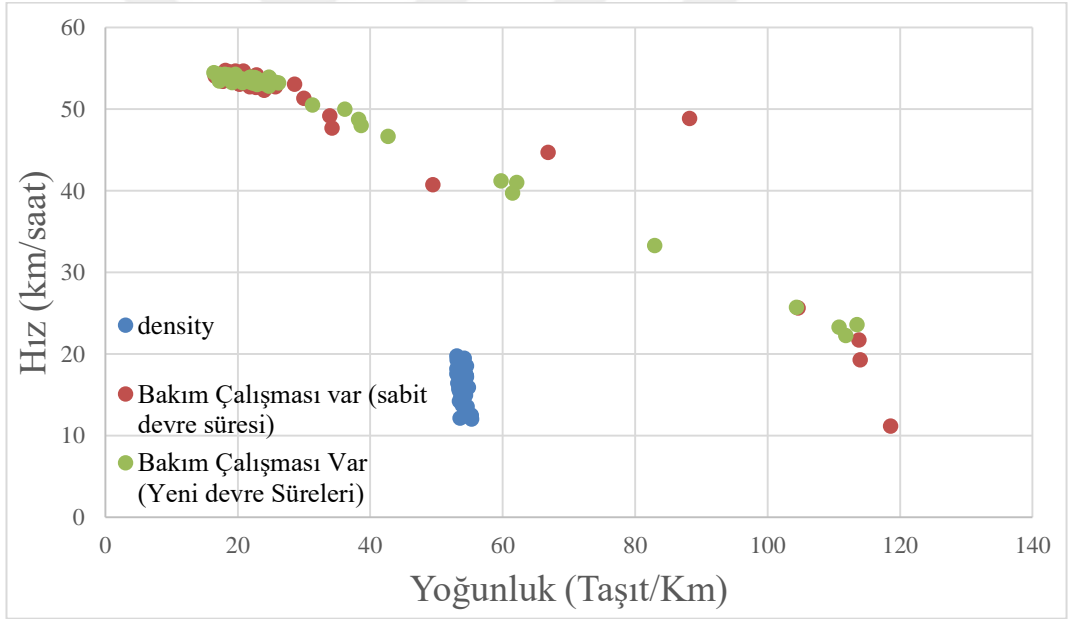
Şekil 5.16 Link 283 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.5 Link 284 için hız yoğunluk dağılımları

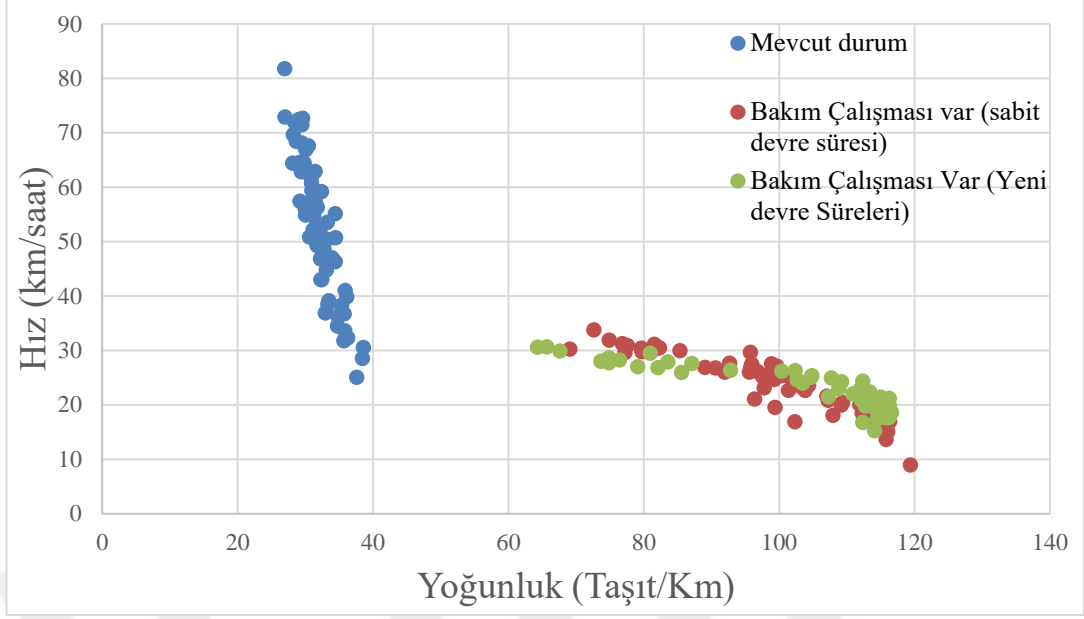
Link 284 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişi dur kontrollü ve sinyalizasyon kavşaklarından sırasıyla Yeni Yol Kavşağı ve Kız Meslek Lisei Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun başlangıç noktasında sayımlara göre (Şekil 5.17, Şekil 5.18 Şekil 5.19) mevcut durumda 30-35 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 38-40 km/saat aralığına yükselmiş ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda 42-45 km/saat aralığına artarak iyileşmektedir.



Şekil 5.17 Link 284 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)



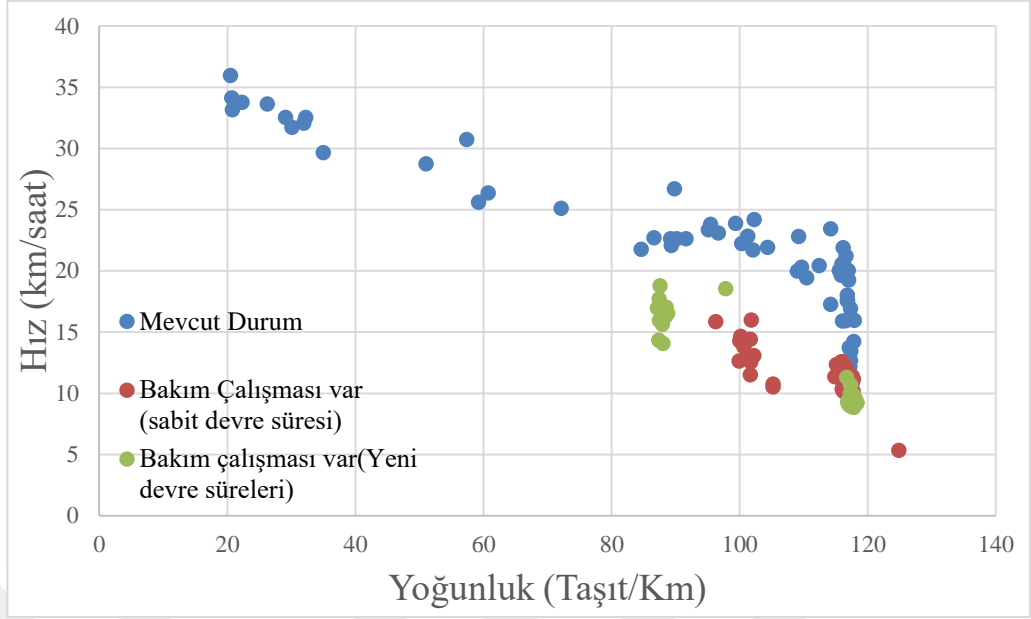
Şekil 5.18 Link 284 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta)



Şekil 5.19 Link 284 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.6 link 272 için hız yoğunluk dağılımları

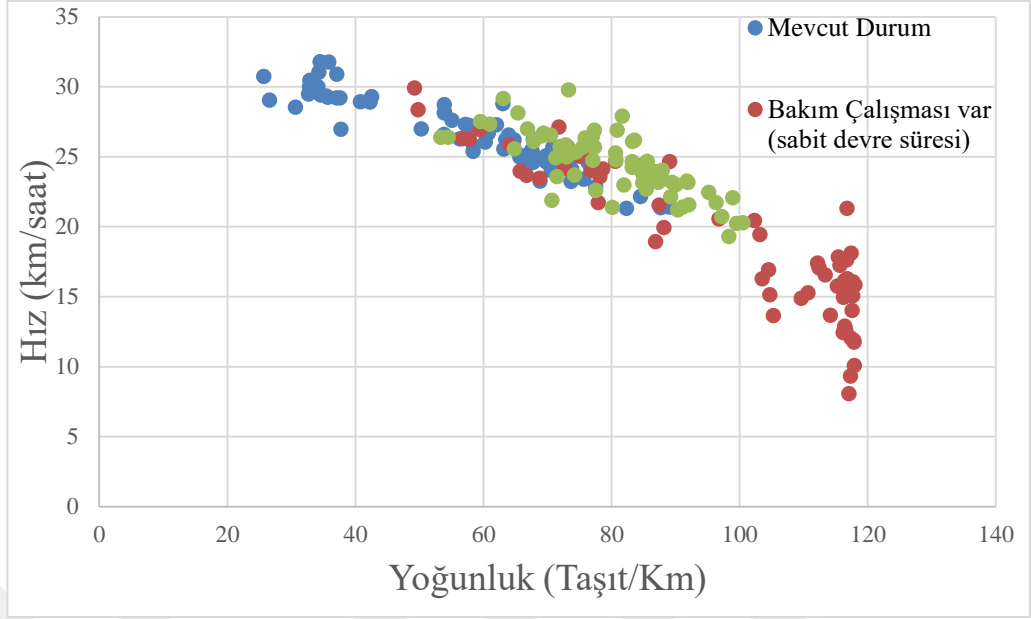
Link 272 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişini sinyalizasyon kavşaklarından sırasıyla Soydan ve Kız Meslek Lisesi Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun bitiş noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.20, şekil 5.21 Şekil 5.22) mevcut durumda 32-36 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 20-40 tş/km yoğunluklarında 30-35 km/saat, 90-120 tş/km yoğunlukları arasında 15-28 km/saat değerlerini almıştır.yoğunluk değerleri benzer sonuçlar verirken hız değerlerinde iyileşmeler görülmüştür.



Şekil 5.22 Link 272 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.7 link 273 için hız yoğunluk dağılımları

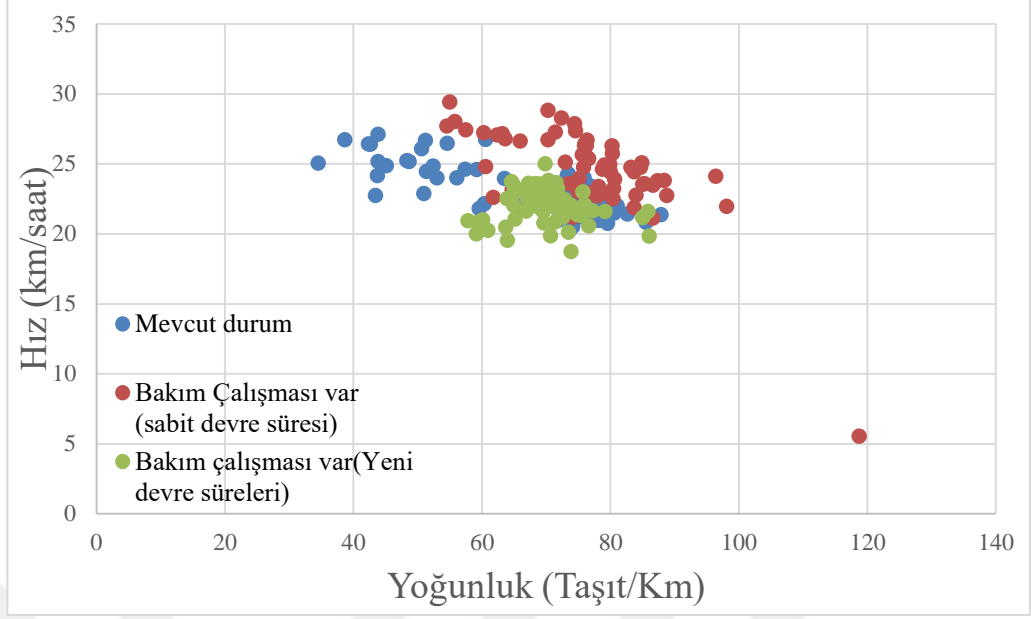
Link 273 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişi sinyalize kavşaklardan sırasıyla Kız Meslek Lisesi ve Soydan Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun Başlangıç noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.23, şekil 5.24 Şekil 5.25) mevcut durumda 40-45 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 35-45 km/saat aralığına düşmekte ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda 45-55 km/saat aralığına artarak iyileşmektedir.



Şekil 5.25 Link 273 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.8 link 281 için hız yoğunluk dağılımları

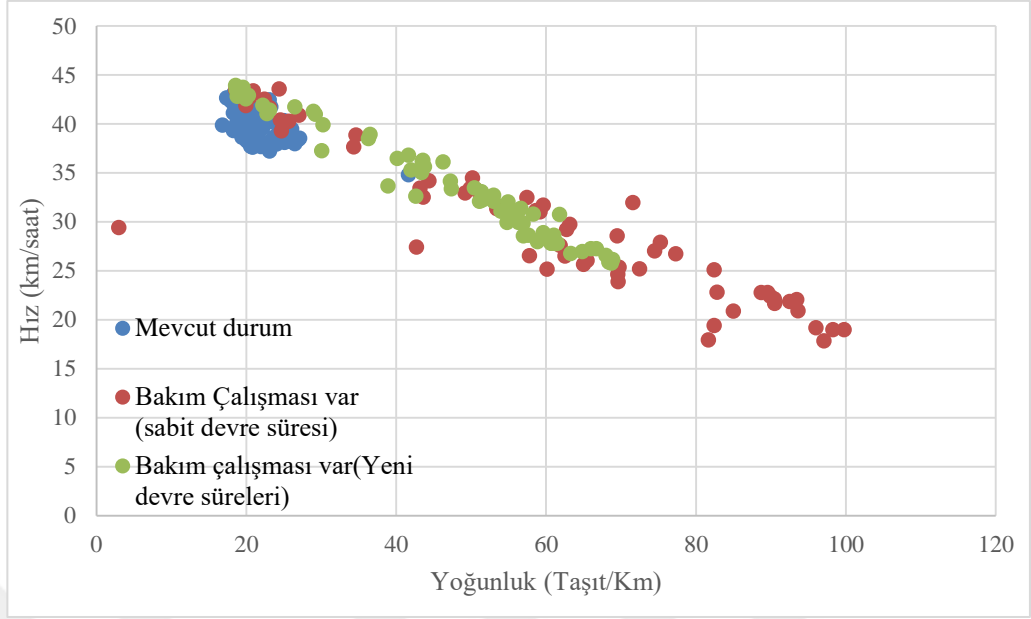
Link 281 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişi sinyalizasyonla olan kavşaklardan sırasıyla Lokman Hekim Hastanesi ve Kız Meslek Lisesi Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun başlangıç noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.26, şekil 5.27 Şekil 5.28) mevcut durumda 35-38 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 28-32 km/saat aralığına düşmekte ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda 37-40 km/saat aralığına artarak iyileşmektedir.



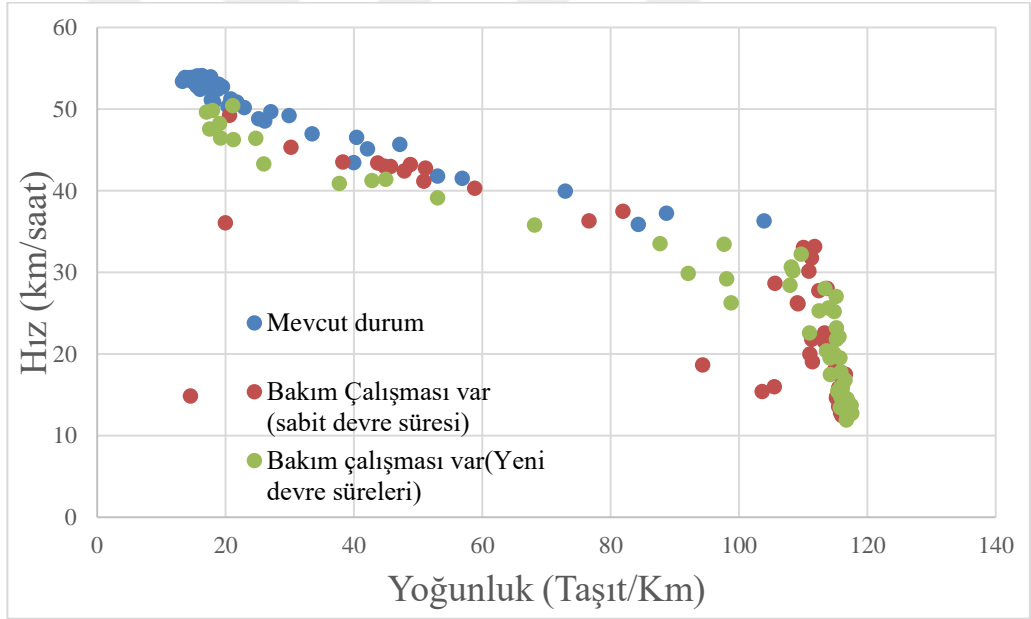
Şekil 5.28 Link 281 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.9 link 282 için hız yoğunluk dağılımları

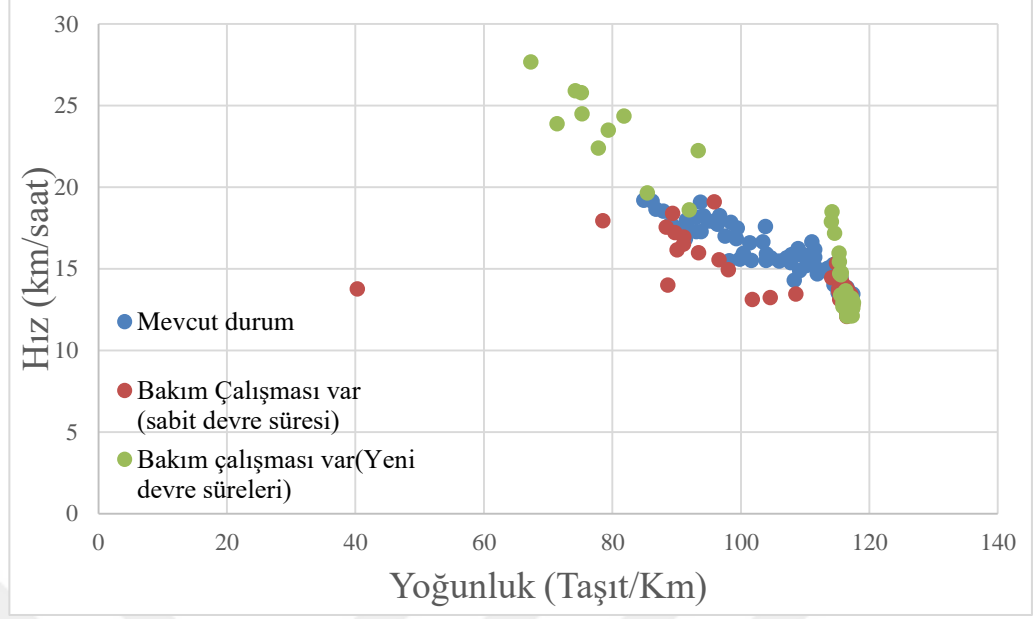
Link 282tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişi sinyalize olan kavşaklardan sırasıyla Kız Meslek Lisesi ve Lokman Hekim Hastanesi Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun başlangıç noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.29, şekil 5.30 Şekil 5.31) mevcut durumda 15-25 tş/km yoğunluk aralığında hız değerleri 38-45 km/saat aralığındayken, bakım çalışması sırasında yoğunluğun arttığı ve hız değerlerinin 18 km/saat'e kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda hız değerleri 25 km/saat üstüne çıkmış ve bu arada yoğunluk değeri de maksimum 70 tş/saat olmuştur.



Şekil 5.29 Link 282 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)



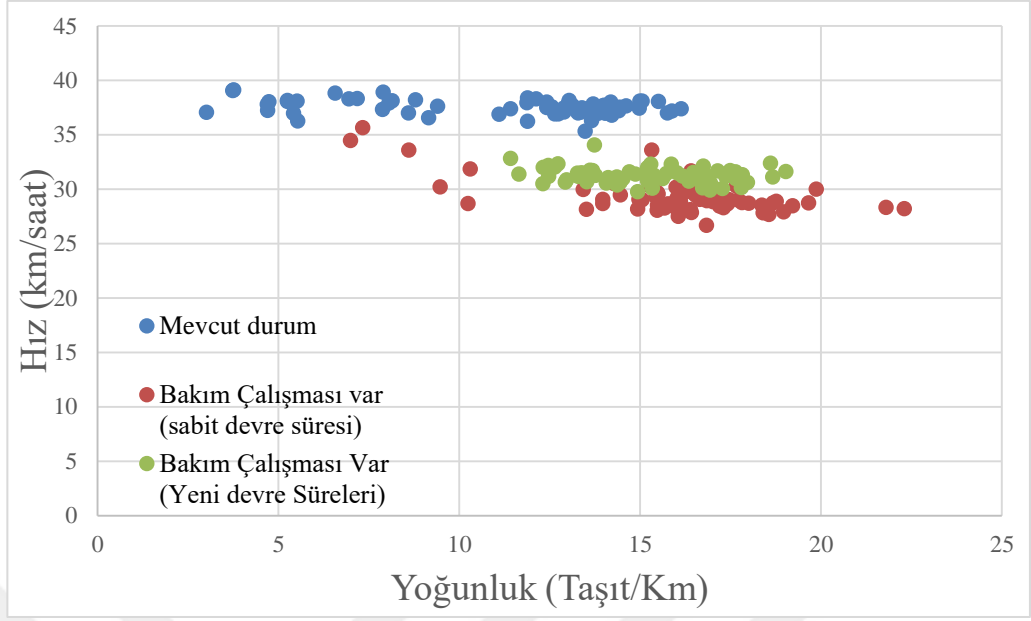
Şekil 5.30 Link 282 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta)



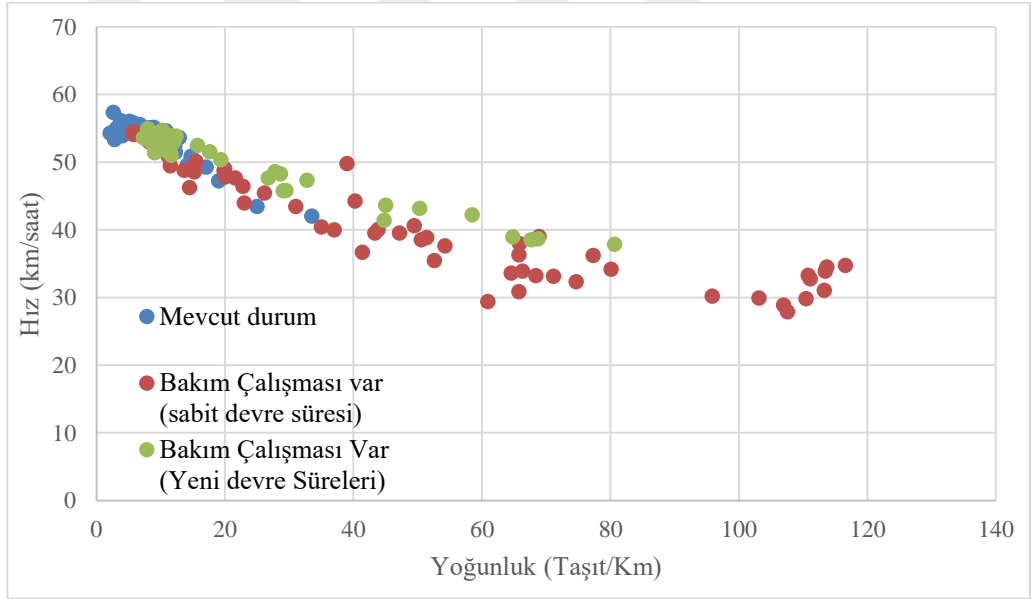
Şekil 5.31 Link 282 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.10 link 279 için hız yoğunluk dağılımları

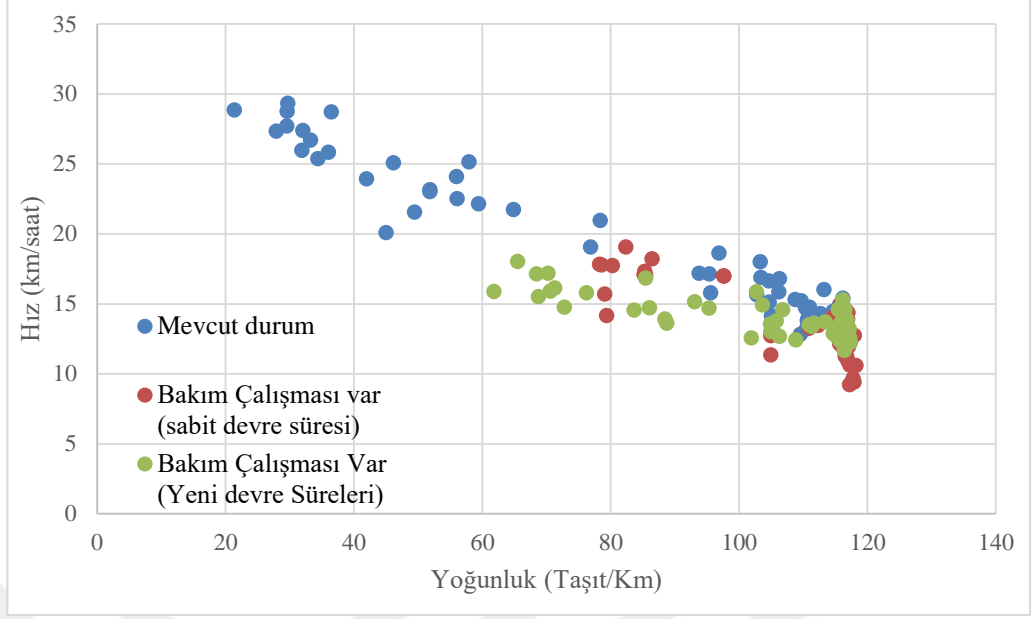
Link 279 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişi sinyalize olan kavşaklardan sırasıyla Eski Vali Konağı ve Lokman Hekim Hastanesi Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun başlangıç noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.32, şekil 5.33 Şekil 5.34) mevcut durumda 35-40 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 28-30 km/saat aralığına düşmekte ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda 28-35 km/saat aralığına artarak iyileşmektedir.



Şekil 5.32 Link 279 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)



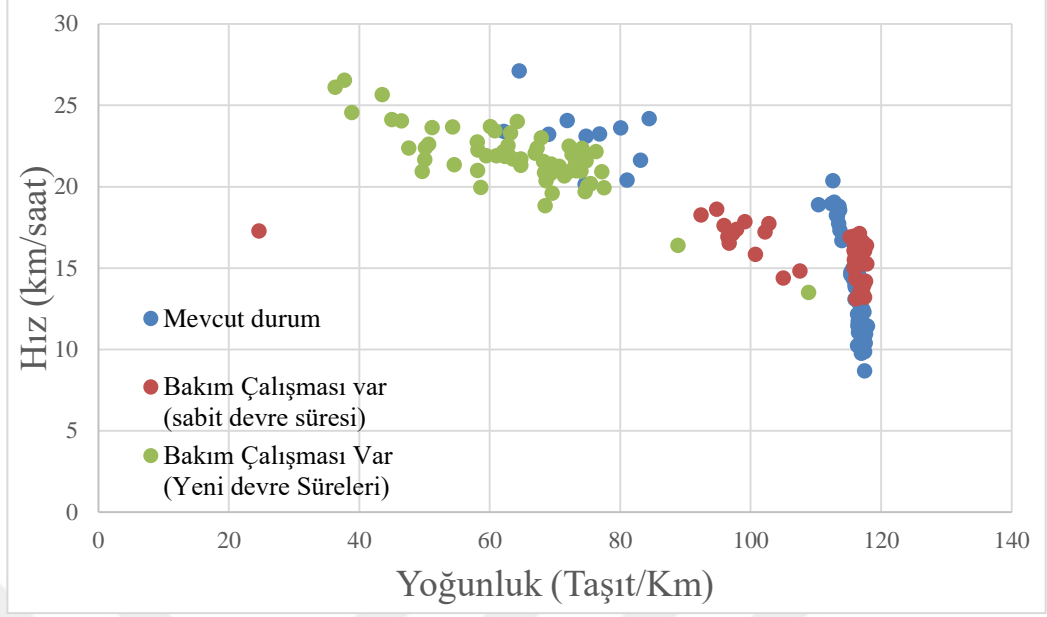
Şekil 5.33 Link 279 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta)



Şekil 5.34 Link 279 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.11 link 280 için hız yoğunluk dağılımları

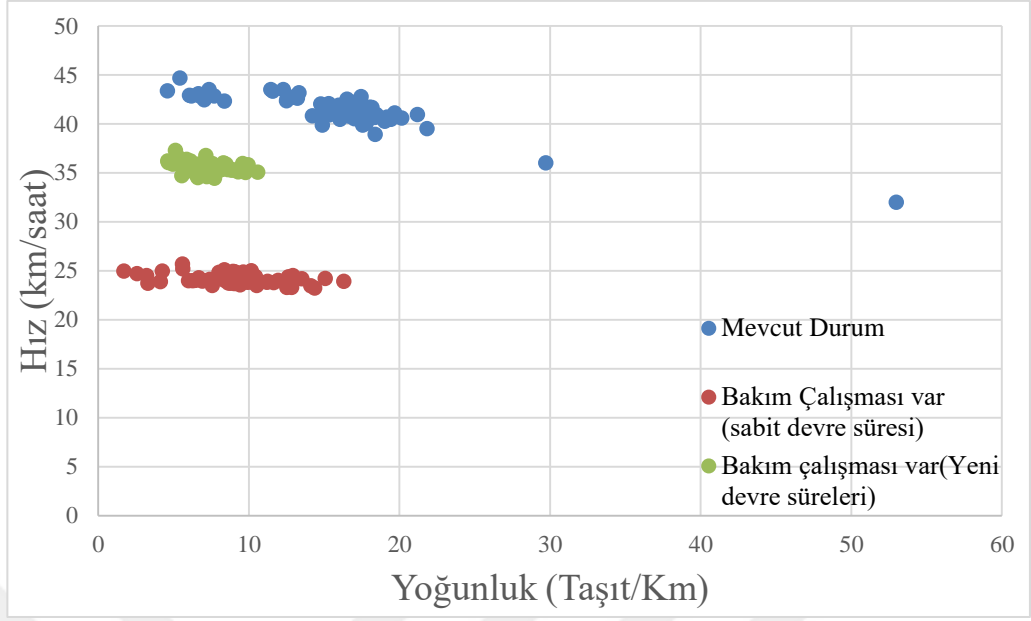
Link 280 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişi sinyalize olan kavşaklardan sırasıyla Lokman Hekim Hastanesi ve Eski Vali Konağı kavşağı'na bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun bitiş noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.35, şekil 5.36 Şekil 5.37) mevcut durumda 30-33 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 28-32 km/saat aralığına düşmekte ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda 30-34 km/saat aralığına artarak iyileşmektedir.



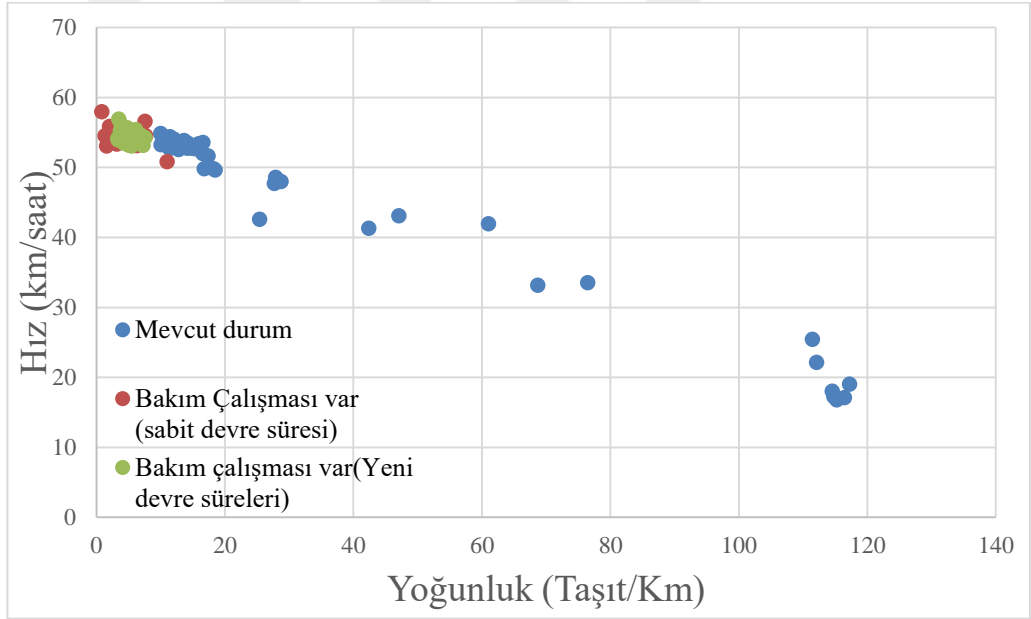
Şekil 5.37 Link 280 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.12 link 277 için hız yoğunluk dağılımları

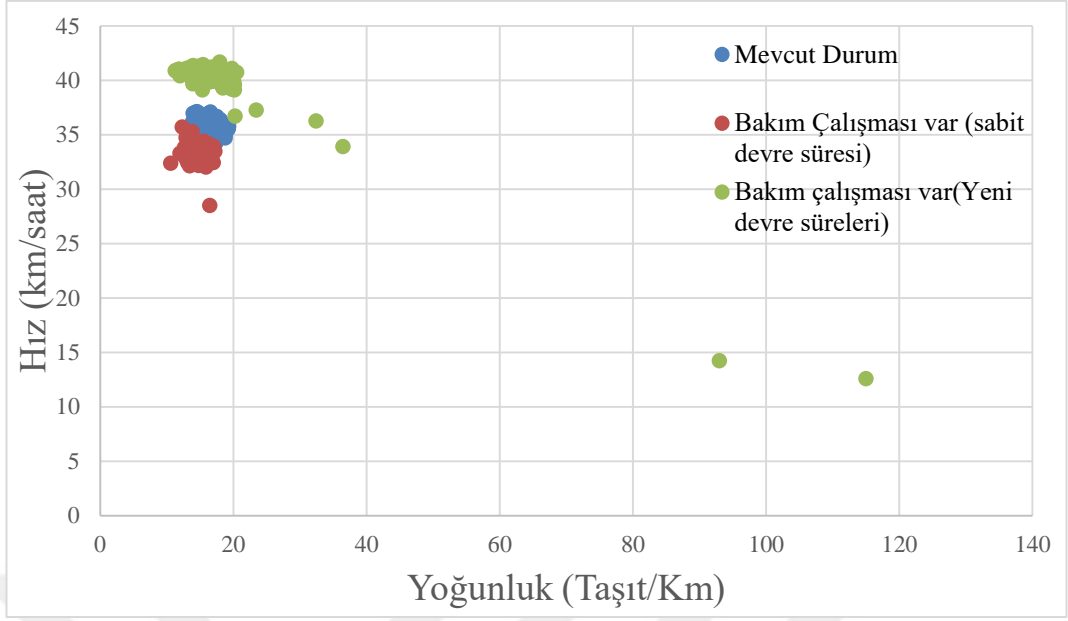
Link 277 tek yönlü olarak kullanılmaktadır. Başlangıcı ve bitişi sinyalize olan kavşaklardan sırasıyla Soydan ve Eski Vali Konağı Kavşağına bağlıdır. Başlangıç orta ve bitiş noktalarındaki detektör sayımlarından elde edilen hız yoğunluk grafikleri incelendiğinde yolun başlangıç noktasından yapılan sayımlara göre (şekil 5.38, şekil 5.39 Şekil 5.40) mevcut durumda 40-45 km/saat aralığında bulunan hız dağılımı, bakım çalışması sırasında 23-26 km/saat aralığına düşmekte ve yapılan sinyal düzenlemesi sonucunda 33-37 km/saat aralığına artarak iyileşmektedir



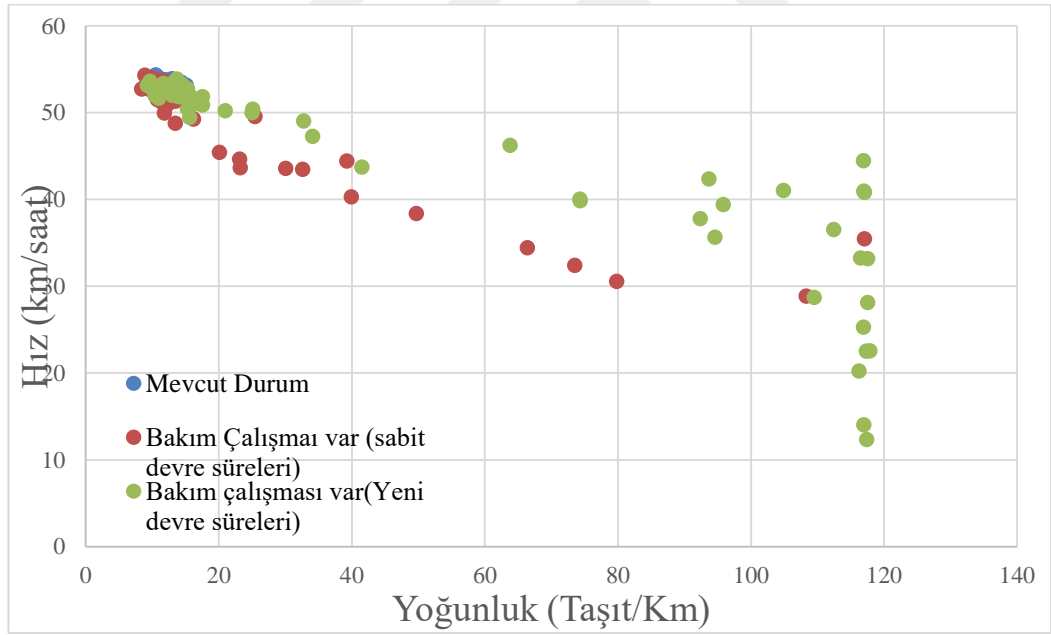
Şekil 5.38 Link 277 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)



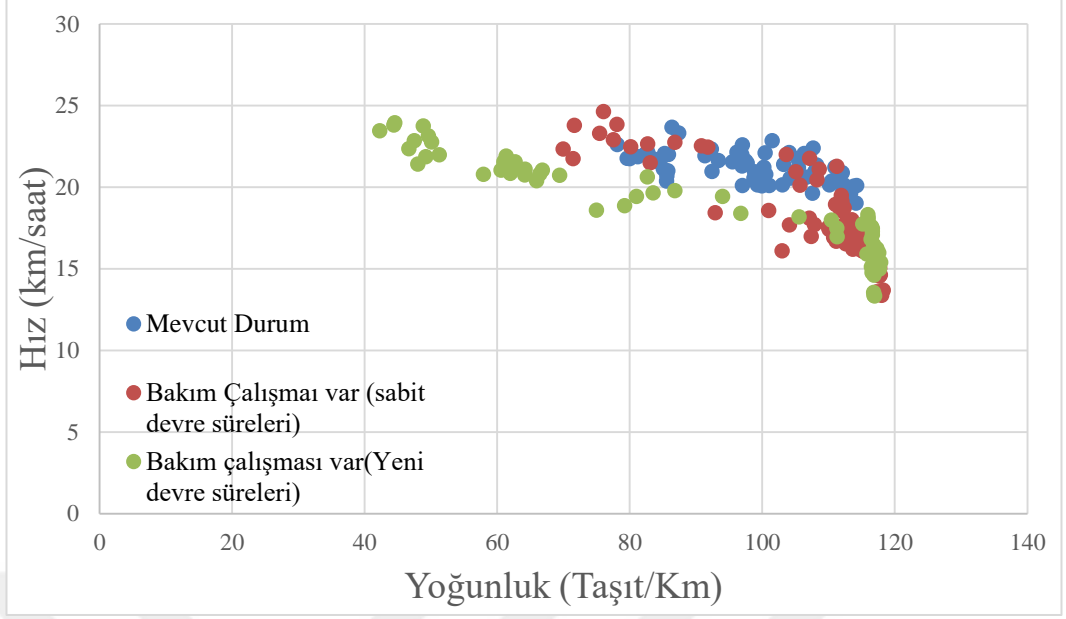
Şekil 5.39 Link 277 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta)



Şekil 5.41 Link 278 hız yoğunluk dağılımı (başlangıç noktası)



Şekil 5.42 Link 278 hız yoğunluk dağılımı (orta nokta)



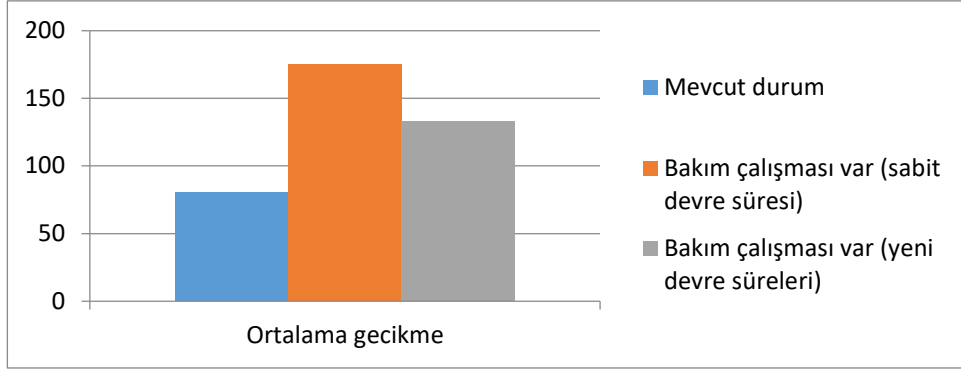
Şekil 5.43 Link 278 hız yoğunluk dağılımı (bitiş noktası)

5.2.14 Ağ genelinde gecikme

Mevcut faz planı, bakım çalışması sırasında uygulandığında ortalama gecikme yaklaşık % 118 artmıştır. Yeni devre süreleri uygulandığında bu değer %65.67 ye düşmüştür. Ayrıca bakım çalışması sırasında mevcut devre süreleri yerine yeni devre süreleri kullanıldığında ortalama gecikme %31.59 oranında azalmıştır (Şekil 5.44, Tablo 5.1)

Tablo 5. 1 Ortalama Gecikme (Ağ Geneli)

	Mevcut Durum	Bakım Çalışması var (sabit devre süresi)	Bakım Çalışması var (yeni devre süreleri)
Ortalama gecikme (sn/km)	80.138	174.704	132.768



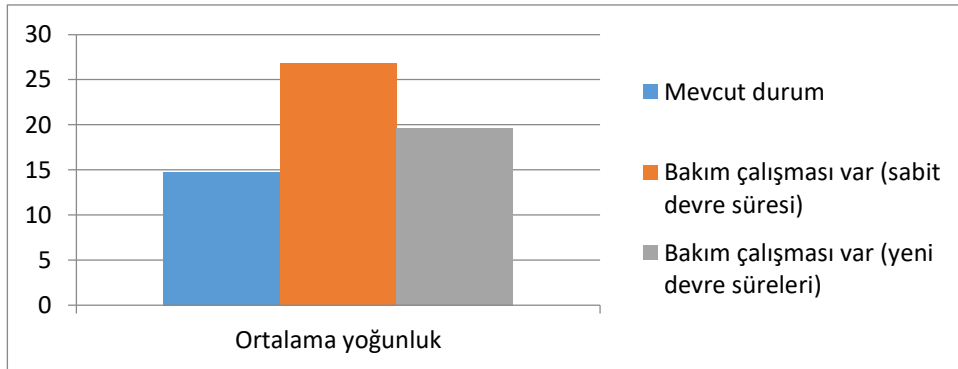
Şekil 5.44 Ortalama gecikme değerleri (Ağ geneli)

5.2.15 Ağ genelinde ortalama yoğunluk

Mevcut faz planı, bakım çalışması sırasında uygulandığında ortalama yoğunluk yaklaşık % 81.59 artmıştır. Yeni devre süreleri uygulandığında bu değer %33.14'e düşmüştür. Ayrıca bakım çalışması sırasında mevcut devre süreleri yerine yeni devre süreleri kullanıldığında ortalama yoğunluk %36.39 oranında azalmıştır (Şekil 5.45, Tablo 5.2)

Tablo 5. 2 Ortalama yoğunluk (Ağ Geneli)

	Mevcut durum	Bakım çalışması var (sabit devre süresi)	Bakım çalışması var (yeni devre süreleri)
Ortalama yoğunluk (tş/km)	14.7732	26.8277	19.6694



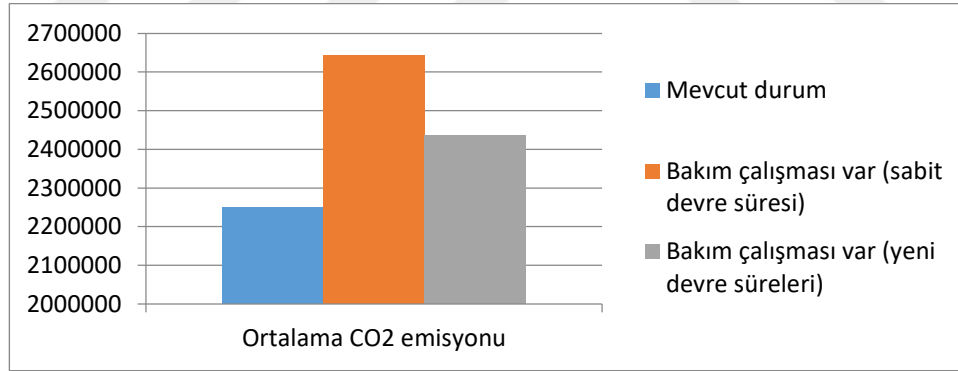
Şekil 5.45 Ortalama yoğunluk değerleri (Ağ geneli)

5.2.16 Ağ genelinde ortalama CO₂ emisyonu

Mevcut faz planı, bakım çalışması sırasında uygulandığında ortalama yoğunluk yaklaşık % 17.35 artmıştır. Yeni devre süreleri uygulandığında bu değer %8.24'e düşmüştür. Ayrıca bakım çalışması sırasında mevcut devre süreleri yerine yeni devre süreleri kullanıldığında CO₂ emisyonu %8.41 oranında azalmıştır (Şekil 5.46, Tablo 5.3)

Tablo 5. 3 Ortalama CO₂ emisyonu (Ağ Geneli)

	Mevcut durum	Bakım çalışması var (sabit devre süresi)	Bakım çalışması var (yeni devre süreleri)
Ortalama CO ₂ emisyonu	2.25x10 ⁶	2.64 x10 ⁶	2.44 x10 ⁶



Şekil 5.46 Ortalama CO₂ emisyonu (Ağ geneli)

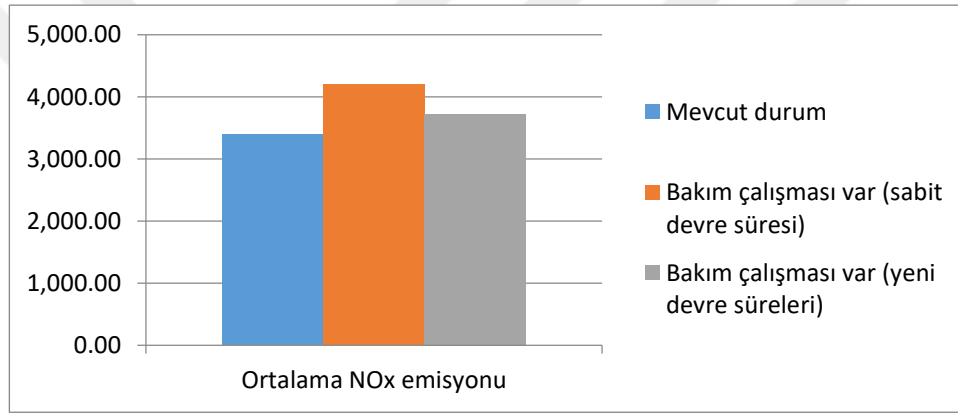
5.2.17 Ağ genelinde ortalama NO_x emisyonu

Mevcut faz planı, bakım çalışması sırasında uygulandığında ortalama NO_x emisyonu yaklaşık % 23.83 artmıştır. Yeni devre süreleri uygulandığında bu değer %9,76'ya düşmüştür. Ayrıca bakım çalışması sırasında mevcut devre süreleri yerine

yeni devre süreleri kullanıldığında NOx emisyonu %12.8 oranında azalmıştır (Şekil 5.47, Tablo 5.4).

Tablo 5. 4 Ortalama NOx emisyonu (Ağ Geneli)

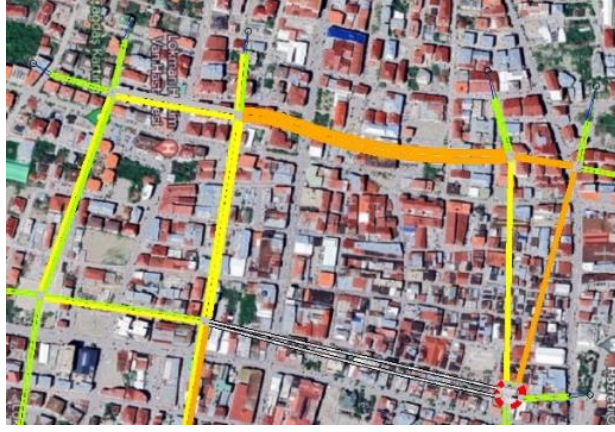
	Mevcut durum	Bakım çalışması var (sabit devre süresi)	Bakım çalışması var (yeni devre süreleri)
Ortalama NO _x emisyonu	3,387.74	4,194.88	3,718.33



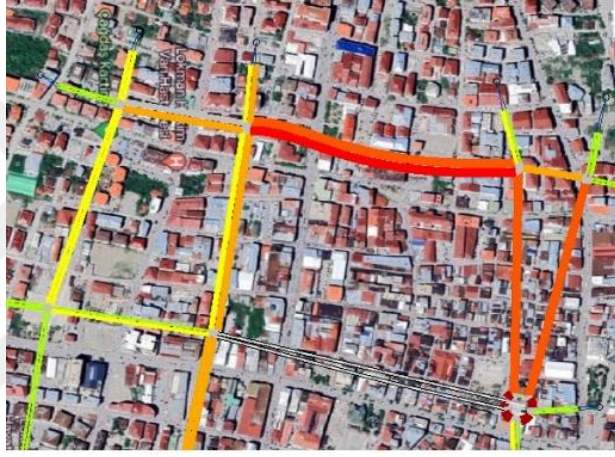
Şekil 5.47 Ortalama CO2 emisyonu (Ağ geneli)

5.2.18 Ağ genelinde Aimsun Simülasyonundan elde edilen sonuçlar

Aşağıda verilen şekillerde ağ üzerinde mevcut sinyal süreleri (Cumhuriyet Caddesi Açık) Şekil 4.48 (a), mevcut sinyal süreleri (Cumhuriyet Caddesi kapalı) şekil 4.48 (b) ve SIDRA ile optimize edilmiş yeni sinyal süreleri (Cumhuriyet Caddesi kapalı) (Şekil 4.48 (c)) durumları için ağ üzerindeki linklerin renkleri görülmektedir. Üç durum da incelendiğinde, ağ üzerindeki yolun kapatılması ile yeşil ve sarı renkten turuncu ve kırmızıya dönen yollar üzerinde SIDRA ile sinyal sürelerinin düzenlenmesi sonucu iyileşmeler olmuş ve tekrar sarı renge dönmüştür. (Kırmızı en yoğun durumu, turuncu ve sarı orta yoğun durumları ve yeşil en düşük yoğun durumu temsil etmektedir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 5.48 Cumhuriyet Caddesinin açık (a) kapalı (b) (mevcut sinyal süreleri) ve kapalı (c) (SIDRA ile düzenlenmiş yeni sinyal süreleri) olduğu durum

5.3 Sonuç ve Öneriler

Yol bakım ve yenileme çalışmaları nedeniyle zaruri olarak kapatılan şehir içi ağındaki herhangi bir yol, trafik sıkışıklığına, kuyruklanmalara ve dolayısıyla hizmet düzeyinin düşmesine neden olmaktadır. Bu durum mevcut sinyal faz planlarının yetersiz olduğunu göstermektedir.

Yapılan çalışma mevcut Sinyal sürelerinin yol bakım ve yenileme çalışmaları yapılırken düzenlenmesi trafik yoğunluğu ve akım hızını olumlu yönde değiştirebileceğini ve bu sayede olumsuz çevresel etkilere neden olan CO₂ ve NOx emisyonun da azalabileceğini göstermektedir.

Sonraki çalışmalar için çeşitli bilgilendirme sistemleri kullanılarak yol ağını kullanacak sürücülerin bilgilendirilmesi ile yol ağı trafik durumu ve çevresel etkilerin incelenmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

Aimsun.(5 Eylül 2023). Transport Planning and Demand Analysis Models and Algorithms in Aimsun Next. https://docs.aimsun.com/next/23.0.0/UsersManual/TransportPlanningAndDemandAnalysisModelsAndAlgorithms.html#trip_distribution

Al-Bayati, M. M. A., Mohammed, H. R., & Fattah, M. Y. (2023). Minimizing the environmental impacts of traffic in Al-Mada'an city using rerouting technique. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1129, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.

Akçelik, R. ve Associates. (2011). SIDRA INTERSECTION User Guide (for Version 5.1), Akçelik and Associates Pty. Ltd, Melbourne, Australia.

Berктаş, Ş. E. (2018). Birbiriyle iletişimli çevresel ortamlardaki trafik akım karakteristiklerinin modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

Chong, D., Wang, N., Su, S., & Li, L. (2023). Global warming impact assessment of asphalt pavement by integrating temporal aspects: A dynamic life cycle assessment perspective. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 117, 103663.

Columbia River Crossing (CRC) Project, (2006), "Vissim Calibration and Validation Technical Report".

Çevik O., 2011. Sinyalize Kavşak Yaklaşımlarındaki Şerit Seçim Davranışlarının Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir

(FHWA)US. Department of Transportation Federal Highway Administration(2013). Signalized Intersections Informational Guide. Publication No. FHWA-SA-13-027

F. Galatioto, Y. Huang, T. Parry, R. Bird, and M. Bell, "Traffic modelling in system boundary expansion of road pavement life cycle assessment," Transp. Res. Part D Transp. Environ., vol. 36, pp. 65–75, 2015

- Jie Ma, J., Cheng, L., Dawei, L., Road Maintenance Optimization Model Based on Dynamic Programming in Urban Traffic Network
- J. X. Cao, X. X. Li, Z. Y. Wang, and J. Wu, "The Robust Model of Continuous Transportation Network Design Problem with Demand and Cost Uncertainties," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 96, no. Cictp, pp. 970–980, 2013
- K.P. Furness, Time function iteration, *Traffic Engineering and Control*, 7 pp. 458-460 (1965)
- Kayacan, C., (2022). İzmir'deki Dönel Kavşaklarda Geometrik Gecikme Tayini Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
- Liu, G., Zhang, X., Qian, Z., Chen, L., & Bi, Y. (2023). Life cycle assessment of road network infrastructure maintenance phase while considering traffic operation and environmental impact. *Journal of Cleaner Production*, 422, 138607.
- Liu, N., Wang, Y., Bai, Q., Liu, Y., Wang, P. S., Xue, S., ... & Li, Q. (2022). Road life-cycle carbon dioxide emissions and emission reduction technologies: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*.
- L.M. Bregman, The relaxation method of finding the common point of convex sets and its application to the solutions of problems in convex programming, *USSR Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 7(1), pp.191-204 (1967)
- M. Frank and Wolfe P., An Algorithm for Quadratic Programming, *Naval Researches Logistic Quarterly* 3 pp 95-110 (1956). T. J. Fratar, Vehicular trip distribution by successive approximations, *Traffic Quarterly*, 8, pp. 53-65 (1954)
- Oduyemi, K. O., & Davidson, B. (1998). The impacts of road traffic management on urban air quality. *Science of the total environment*, 218(1), 59-66.
- Ortuzar and Willumsen (2011). *Modelling Transport*. New Delhi, India A John Wiley and Sons, Ltd., Publication

- Ozan C., Başkan, Ö., & Metin, M. (2020). Denetimsiz eşdüzey kavşakların performans analizi: Aydın örneği. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 637-648.
- Ö. Başkan and H. Ceylan, “Differential Evolution Algorithm Based Solution Approaches for Solving Transportation Network Design Problems,” *Pamukkale Univ. J. Eng. Sci.*, vol. 20, no. 9, pp. 324–331, 2014.
- Passacantando, M., Raciti, F., Optimal road maintenance investment in traffic networks with random demands *Optimization Letters* (2021) 15:1799–1819 <https://doi.org/10.1007/s11590-019-01493-y>
- S. Erlander and N.F. Stewart, *The Gravity Model in Transportation Analysis: Theory and Extensions*, VSP (1990).
- SIDRA INTERSECTION (22 Ekim 2023). About SIDRA Network Model. <https://support.SIDRASolutions.com/support/solutions/articles/1000289134-about-SIDRA-network-model>
- S. S. Kim and J. H. Lee, “Study on design of dynamic route guidance system using forecasted travel time based on GPS data and modified shortest path algorithm,” *IEEE Conf. Intell. Transp. Syst. Proceedings, ITSC*, pp. 44–48, 1999
- Tunç, A. (2003) Trafik Mühendisliği ve Uygulamaları, *Asil Yayın Dağıtım*, Ankara, 790.
- Wang, F., Li, X., Wu, S., Zheng, L., Luo, Q., Zhang, J., & Barbieri, D. M. (2023). Comparative study for global warming potentials of Chinese and Norwegian roads with life cycle assessment. *Process Safety and Environmental Protection*, 177, 1168-1180.
- W. Sai and H. Wang, “Optimal design of urban transportation planning based on big data,” *Environ. Technol. Innov.*, vol. 23, 2021.
- Yaltay, N., Tanyel S., “The Effects Of Road Maintenance Works On The Capacity And Performance Of Urban Road Networks” *DEUISGR22 EngineeringScience*, November 17-18, 2022, p:112-118 Izmir-TÜRKİYE

Y. Huang, R. Bird, and M. Bell, “A comparative study of the emissions by road maintenance works and the disrupted traffic using life cycle assessment and micro-simulation,” *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 14, no. 3, pp. 197–204, 2009.<https://doi.org/10.1037/ppm0000185>

Z. Sun, “Continuous Transportation Network Design Problem Based on Bi-level Programming Model,” vol. 137, pp. 277–282, 2016.

|

