

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**SAMSUN İLİ HAFİF RAYLI SİSTEM
HEMZEMİN GEÇİTLERİNDE MİKROSİMÜLASYON
MODELLEME ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

F.İŞİK BEŞİROĞLU

İSTANBUL, 2017

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

SAMSUN İLİ HAFİF RAYLI SİSTEM HEMZEMİN
GEÇİTLERİNDE MİKROSİMÜLASYON
MODELLEME ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

F.İŞİK BEŞİROĞLU

Tez Danışmanı: Prof.Dr.Tuncer TOPRAK

İSTANBUL, 2017

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Tezin Adı: Samsun İli Hafif Raylı Sistem Hemzemin Geçitlerinde Mikrosimülasyon
Modelleme Analizi

Öğrencinin Adı Soyadı: F.İşık Beşiroğlu

Tez Savunma Tarihi: 05 Ocak 2017

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri
Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr.Nafiz ARICA
Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. İrem ŞANAL ÖZYURT
Program Koordinatörü

Bu Tez tarafımda okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak
yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı

Prof.Dr.Tuncer TOPRAK

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Aybike ÖNGEL

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN

.....

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Eğitimime katkılarından dolayı İsmail BEŞİROĞLU'na, eski Daire Başkanım Dursun Ali ÖMÜR'e, çalışma arkadaşım Otobüs İşletme Şube Müdürü Veysel Yılmaz'a; tez konusunda beni yönlendirerek teşvik eden çalışma arkadaşım Ulaşım ve Trafik Şube Müdürü Taner TOLGAY'a, tez boyunca sorularımı yanıtsız bırakmayan Yrd.Doç.Dr Ufuk KIRBAŞ'a; tez çalışmamı yöneten saygıdeğer hocam Prof. Dr. Tuncer TOPRAK'a ve çalışma boyunca beni desteğiyle sürekli motive eden değerli annem Nurdane BEŞİROĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Samsun, 2017

F.İŞİK BEŞİROĞLU

ÖZET

SAMSUN İLİ HAFİF RAYLI SİSTEM HEMZEMİN GEÇİTLERİNDE MİKROSİMÜLASYON MODELLEME ANALİZİ

F.İşık Beşiroğlu

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı: Prof.Dr.Tuncer TOPRAK

Ocak, 2017, 201 Sayfa

Özel araç kullanımının yüksek olması durumunda, trafik sıkışıklığı, gürültü, hava kirliliği gibi olumsuz etkilerin önlenmesi için kent içindeki yolcu talebinin büyük bir kısmının toplu taşıma araçları ile karşılanması gerekir. Birçok ülkede ve büyük şehirlerde pahalı yatırımlar olmasına rağmen demiryolu ağırlıklı toplu taşıma sistemleri yoğun trafik ve hava kirliliği ile baş edebilmenin tek yolu olduğu düşünülerek, tercih edilmektedir. Hafif raylı sistem araçlarının toplu taşımada yer alması; taşınan yolcu sayısının fazla olması, modern, hızlı ve konforluluğundan dolayı şehir içi trafik sıkışıklığını önemli ölçüde azaltmaktadır.

Ancak toplu taşıma içinde yer alan hafif raylı sistemin şehir içi trafiğinin içinde hareket etmesi bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Şehir içi trafiği içinde özel otoların, diğer toplu taşıma araçlarının ve hafif raylı sistemin hareketinin kesişmek zorunda kaldığı kavşaklarda sinyalizasyon uygulamaları yapılmaktadır. Bu kavşaklarda, çeşitli yönlerden gelen trafik akımlarının yönetilmesi ve kavşaktaki sinyalizasyonun düzenlenmesi zorlaşmakta, dolayısıyla artan gecikmeler, işgücü hacmindeki kayıplara, araçların beklemesinden dolayı yakıt ve işletme maliyetlerindeki artışlara, çevre kirliliğine, araç sahipleri üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Samsun Hafif Raylı Sistem güzergahı üzerinde yer alan Atakum Belediyesi, Mimar Sinan, Türkiş, Ömürevleri, Atakent, Yenimahalle, Körfez hemzemin geçitleri incelenerek; gecikmeleri minimize edecek, kapasite ve hizmet düzeylerini artıracak yeni devre süreleri veya kavşak geometrilerinin düzenlenmesi hedeflenmiştir.

Kavşaklar, “Vissim” bilgisayar programıyla incelenmiştir. Vissim programı üzerinde simülasyon yaparak simülasyon sonucunda araç başına düşen gecikme ve kavşak hizmet düzeyinin öğrenilmesi amacıyla, önce kavşaklarda kamera çekimi yapılarak trafik sayımı sonuçları elde edilmiştir. Daha sonra sinyalizasyon sistemindeki faz planı,

yeşil süreler, devre süreleri ile, kavşakların düzeni ile ilgili geometrik bilgiler temin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Avustralya Yöntemi, Amerikan Yöntemi, Vissim, Sinyalizasyon, Mikrosimülasyon

ABSTRACT

MICROSIMULATION MODELING ANALYSIS AT INTERSECTIONS ON LIGHT RAIL SYSTEM ROUTE IN SAMSUN

F.İşık Beşiroğlu

Urban Systems and Transport Management

Thesis Supervisor: Prof.Dr.Tuncer TOPRAK

January, 2017, 201 Pages

If the use of private vehicles is high, a large part of the passenger demand in the city must be covered by public transportation vehicles in order to avoid adverse effects such as traffic congestion, noise and air pollution. Although there are expensive investments in many countries and large cities, rail-based public transport systems are preferred, given that they are the only way to deal with heavy traffic and air pollution. The use of light rail vehicles in public transport; Due to the fact that the number of passengers being transported is high, modern, fast and comfortable, the traffic volume of the city is reduced considerably.

However, the movement of the light rail system within the city traffic within the public transportation brings with it some problems as well. Within city traffic, signaling applications are being made at intersections where private cars, other public transport vehicles and the movement of the light rail system have to intersect. In these junctions, the management of traffic flows from various directions and the regulation of signaling at junctions becomes more difficult, thus causing increased delays, loss of labor volume, increases in fuel and operating costs due to the wait of vehicles, environmental pollution, negative effects on vehicle owners.

In this thesis study, the intersections of Atakum Municipality, Mimar Sinan, Türkiye, Ömürevleri, Atakent, Yenimahalle and Körfez on the Samsun Light Rail System route were examined; The aim is to regulate new circuit times or intersection geometries that will increase latency, capacity and service levels.

The intersections were examined by computer program "Vissim". In order to learn the latency and intersection service level per vehicle as a result of simulation by simulating on Vissim program, the traffic count results were obtained by shooting camera at intersections first. Then, the phase plan in the signaling system, the green periods, the

period of the circuit, and the geometrical information about the alignment of the intersections are provided.

Keywords: Australian Method, American Method, Vissim, Signalization, Microsimulation

İÇİNDEKİLER

TABLolar	XIII
ŞEKİLLER	XVIII
SEMBOLLER	XX
KISALTMALAR	XXII
1. GİRİŞ	1
1.1 GENEL	1
1.2 AMAÇ	2
1.3 ÇALIŞMA ALANI	3
2. TEORİK ESASLAR	4
2.1 KAVŞAKLAR	4
2.1.1 Eş Düzey (Hemzemin) Kavşaklar	6
2.1.1.1 Kol Sayısına Göre Eş Düzey Kavşaklar	7
2.1.1.1.1 Üç Kollu Kavşaklar	7
2.1.1.1.2 Dört Kollu Kavşaklar	8
2.1.1.1.3 Çok Kollu Kavşaklar	10
2.1.1.2 Trafik Kontrol Sistemine Göre Eş Düzey Kavşaklar	10
2.1.1.2.1 Sinyalize Olmayan (Denetimsiz) Kavşaklar	10
2.1.1.2.2 Sinyalize (Denetimli) Kavşaklar	11
2.1.1.2.3 Yuvarlakada (Dönel) Kavşaklar	11
2.1.1.3 Kanalize Durumuna Göre Eş Düzey Kavşaklar	15
2.1.2 Farklı Seviyeli (Düzeyle) Kavşaklar	16
3. IŞIKLI KAVŞAK DÜZENLEME YÖNTEMLERİ	17
3.1 TRAFİK SİNYALİZASYONU	17
3.1.1 Sinyalizasyon Sistemleri	18
3.1.1.1 İzole Sistemler	18
3.1.1.2 Koordine Sistemler	19
3.2 SİNYALİZASYON ANALİZ YÖNTEMLERİ	20
3.2.1 Amerikan Yöntemi	20
3.2.1.1 Giriş	20
3.2.1.2 Girdi Parametreleri	21

3.2.1.3 Akım	23
3.2.1.4 Doygun Akım	24
3.2.1.5 Kapasite ve Hacim.....	26
3.2.1.5.1 Kapasite.....	26
3.2.1.5.2 Hacim/kapasite Oranı	26
3.2.1.5.3 Kritik Akım.....	27
3.2.1.5.4 Gecikme.....	27
3.2.1.5.5 Hizmet Düzeyi(LOS)	29
3.2.2 Avustralya Yöntemi	31
3.2.2.1 Giriş	31
3.2.2.2 Kavşak ve Trafik Akımlarının Özellikleri	31
3.2.2.2.1 Akım ve Fazlar	31
3.2.2.2.2 Sinyal Devresi	32
3.2.2.2.3. Etkin Yeşil Süre	32
3.2.2.3 Kapasite ve Doygunluk Derecesi.....	33
3.2.2.4 Doygun Akım	34
3.2.2.4.1 Düzeltme Katsayıları.....	35
3.2.2.5 Kavşak Sinyalizasyon Performans Ölçümü.....	36
3.2.2.5.1 Taşkın Kuyruk.....	36
3.2.2.5.2 Gecikme.....	37
3.3 SİMÜLASYON YÖNTEMİ	37
3.4.1 Simülasyon Nedir	37
3.4.2 Vissim Simülasyon Programı	39
3.4 YÖNTEM KARŞILAŞTIRMASI	40
4. ARAZİ ÇALIŞMALARI VE ANALİZLER	41
4.1 ATAĞUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ	41
4.1.1 Atakum B. Hemzemin Geçidi Hak. Genel Bilgiler	41
4.1.1.1 Atakum B. H.Geçidi Trafik Sayımları	41
4.1.1.2 Atakum B. H.Geçidi Sinyalizasyon Durumu	46
4.1.2 Atakum B. Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi	47
4.1.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)	48
4.1.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama	54

4.1.2.3 Vissim ile Benzetim Analizinin Yapılması	58
4.2 MİMAR SİNAN HEMZEMİN GEÇİDİ	61
4.2.1 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Hak.Genel Bilgiler	61
4.2.1.1 Mimar Sinan H.Geçidi Trafik Sayımları	61
4.2.1.2 Mimar Sinan H.Geçidi Sinyalizasyon Durumu	66
4.2.2 Mimar Sinan Hemz.Geçidi Mevcut Durum Analizi	67
4.2.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)	68
4.2.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama	73
4.2.2.3 Vissim ile Benzetim Analizinin Yapılması	76
4.3 TÜRKİŞ HEMZEMİN GEÇİDİ	79
4.3.1 Türkış Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler	79
4.3.1.1 Türkış H.Geçidi Trafik Sayımları	79
4.3.1.2 Türkış H.Geçidi Sinyalizasyon Durumu	84
4.3.2 Türkış Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi	85
4.3.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)	86
4.3.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama	91
4.3.2.3 Vissim ile Benzetim Analizinin Yapılması	94
4.4 ÖMÜREVLERİ HEMZEMİN GEÇİDİ	97
4.4.1Ömürevleri Hemzemin Geçidi Hak. Genel Bilgiler	97
4.4.1.1 Ömürevleri H.Geçidi Trafik Sayımları	97
4.4.1.2 Ömürevleri H.Geçidi Sinyalizasyon Durumu	102
4.4.2 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi	103
4.4.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)	104
4.4.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama	110
4.4.2.3 Vissim ile Benzetim Analizinin Yapılması	112
4.5 ATAĞENT HEMZEMİN GEÇİDİ	115
4.5.1 Atakent Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler	115
4.5.1.1 Atakent H.Geçidi Trafik Sayımları	116
4.5.1.2 Atakent H.Geçidi Sinyalizasyon Durumu	121
4.5.2 Atakent Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi	122
4.5.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)	123
4.5.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama	129

4.5.2.3 Vissim ile Benzetim Analizinin Yapılması	131
4.6 YENİMAHALLE HEMZEMİN GEÇİDİ	134
4.6.1 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Hak.Genel Bilgiler	134
4.6.1.1 Yenimahalle H.Geçidi Trafik Sayımları	134
4.6.1.2 Yenimahalle H.Geçidi Sinyalizasyon Durumu	139
4.6.2 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi	140
4.6.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)	141
4.6.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama	147
4.6.2.3 Vissim ile Benzetim Analizinin Yapılması	149
4.7 KÖRFEZ HEMZEMİN GEÇİDİ	152
4.7.1 Körfez Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler	152
4.7.1.1 Körfez H.Geçidi Trafik Sayımları	152
4.7.1.2 Körfez H.Geçidi Sinyalizasyon Durumu	157
4.7.2 Körfez Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi	158
4.7.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)	159
4.7.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama	165
4.7.2.3 Vissim ile Benzetim Analizinin Yapılması	167
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	170
5.1. SONUÇLAR	170
5.1.1 Atakum Belediyesi Hemz.Geçidi Analiz Sonuçları	170
5.1.2 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları	171
5.1.3 Türkîş Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları	173
5.1.4 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları	174
5.1.5 Atakent Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları	175
5.1.6 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları	176
5.1.7 Körfez Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları	177
5.2. ÖNERİLER	178
5.2.1 Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidi Önerileri	178
5.2.2 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Önerileri.....	180
5.2.3 Türkîş Hemzemin Geçidi Önerileri	183
5.2.4 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Önerileri	188
5.2.5 Atakent Hemzemin Geçidi Önerileri	191

5.2.6 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Önerileri	195
5.2.7 Körfez Hemzemin Geçidi Önerileri	197
KAYNAKÇA	200

TABLÖLAR

Tablo 2.1: Kavşak kollarına göre karışıklık noktaları	5
Tablo 2.2: Modern dönel kavşakların temel özellikleri karşılaştırması	15
Tablo 3.1: Amerikan (HCM) yöntemi girdi parametreleri	22
Tablo 3.2: Doygun akım için düzeltme faktörleri	24
Tablo 3.3: Şerit genişliği için düzeltme faktörü (fw)	26
Tablo 3.4: Sinyalize kavşaklar için hizmet düzeyi kriterleri	29
Tablo 3.4: Etkin yeşil süre	33
Tablo 3.5: Temel doymuş akımlar (birim otomobil/saat)	34
Tablo 3.6: Şerit genişliği düzeltme katsayısı	35
Tablo 3.7: Trafik kompozisyonu katsayısı tablosu	36
Tablo 4.1: Atakum belediyesi hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı	44
Tablo 4.2: Atakum belediyesi hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı	45
Tablo 4.3: Atakum belediyesi hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi	46
Tablo 4.4: Atakum belediyesi hemzemin geçidi sinyal süreleri	47
Tablo 4.5: Atakum belediyesi hemzemin geçidi sinyal faz planı	47
Tablo 4.6: Atakum belediyesi hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları	49
Tablo 4.7: Atakum belediyesi hemzemin geçidi trafik akımları	50
Tablo 4.8: Zirve saat faktörü	50
Tablo 4.9: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları	60
Tablo 4.10: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları	60
Tablo 4.11: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri	61
Tablo 4.12: Atakum belediyesi hemzemin geçidi network sonuçları	61
Tablo 4.13: Mimar Sinan hemzemin geçidi maksimum saatlik trafik	64
Tablo 4.14: Mimar Sinan hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı	65
Tablo 4.15: Mimar Sinan hemzemin geçidi zirve saatteki trafik hacmi	66
Tablo 4.16: Mimar Sinan hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri	67
Tablo 4.17: Mimar Sinan hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı	67
Tablo 4.18: Mimar Sinan hemzemin geçidi maksimum 1 saatlik trafik akımları	69
Tablo 4.19: Mimar Sinan hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları	70

Tablo 4.20: Zirve saat faktörü	70
Tablo.4.21: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları	77
Tablo 4.22: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları	77
Tablo 4.23: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri	78
Tablo 4.24: Mimar Sinan hemzemin geçidi network sonuçları	78
Tablo 4.25: Türkış hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı	81
Tablo 4.26: Türkış hemzemin geçidi maksimum 15 dakikalık trafik hacmi	82
Tablo 4.27: Türkış hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi	83
Tablo 4.28: Türkış hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri	84
Tablo 4.29: Türkış hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı	84
Tablo 4.30: Türkış hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları	86
Tablo 4.31: Türkış hemzemin geçidi trafik akımları	87
Tablo 4.32: Zirve saat faktörü	87
Tablo.4.33: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları	95
Tablo 4.34: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları	95
Tablo 4.35: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri	96
Tablo 4.36: Türkış hemzemin geçidi network sonuçları	96
Tablo 4.37: Ömürevleri hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı	99
Tablo 4.38: Ömürevleri hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı	100
Tablo 4.39: Ömürevleri hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi	101
Tablo 4.40: Ömürevleri Hemzemin Geçidi Mevcut Sinyal Süreleri	102
Tablo 4.41: Ömürevleri hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı	102
Tablo 4.42: Ömürevleri hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları	104
Tablo 4.43: Ömürevleri hemzemin geçidi trafik akımları	105
Tablo 4.44: Zirve saat faktörü	105
Tablo.4.45: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları	113
Tablo 4.46: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları	114
Tablo 4.47 Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri	114
Tablo 4.48: Ömürevleri hemzemin geçidi network sonuçları	115
Tablo 4.49: Atakent hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı	118
Tablo 4.50: Atakent hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı	119
Tablo 4.51: Atakent hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi	120

Tablo 4.52: Atakent hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri	121
Tablo 4.53: Atakent hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı	121
Tablo 4.54: Atakent hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları	123
Tablo 4.55: Atakent hemzemin geçidi trafik akımları	124
Tablo 4.56: Zirve saat faktörü	124
Tablo.4.57: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları	132
Tablo 4.58: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları	132
Tablo 4.59: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri	133
Tablo 4.60: Atakent hemzemin geçidi network sonuçları	133
Tablo 4.61: Yenimahalle hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı	136
Tablo 4.62: Yenimahalle hemzemin geçidi maksimum 15 dakikalık trafik	137
Tablo 4.63: Yenimahalle hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi	138
Tablo 4.64: Yenimahalle hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri	139
Tablo 4.65: Yenimahalle hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı	139
Tablo 4.66: Yenimahalle Hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları	141
Tablo 4.67: Yenimahalle hemzemin geçidi trafik akımları	142
Tablo 4.68: Zirve saat faktörü	142
Tablo.4.69: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları	150
Tablo 4.70: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları	150
Tablo 4.71: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri	151
Tablo 4.72: Yenimahalle hemzemin geçidi network sonuçları	151
Tablo 4.73: Körfez hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı	154
Tablo 4.74: Körfez hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı	155
Tablo 4.75: Körfez hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi	156
Tablo 4.76: Körfez hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri	157
Tablo 4.77: Körfez hemzemin geçidi sinyal faz planı	157
Tablo 4.78: Körfez hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları	159
Tablo 4.79: Körfez hemzemin geçidi trafik akımları	160
Tablo 4.80: Zirve saat faktörü	160
Tablo.4.81: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları	168
Tablo 4.82: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları	168
Tablo 4.83: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri	169

Tablo 4.84: Körfez hemzemin geçidi network sonuçları	169
Tablo 5.1: Devre süresine göre Atakum bel. hemzemin geçidi analiz sonuçları	170
Tablo 5.2: Devre süresine göre Mimar Sinan hemzemin geçidi analiz sonuçları	172
Tablo 5.3: Devre süresine göre türkîş hemzemin geçidi analiz sonuçları	173
Tablo 5.4: Devre süresine göre ömürevleri hemzemin geçidi analiz sonuçları	174
Tablo 5.5: Devre süresine göre atakent hemzemin geçidi analiz sonuçları	175
Tablo 5.6: Devre süresine göre yenimahalle hemzemin geçidi analiz sonuçları	176
Tablo 5.7: Devre süresine (60 sn.) göre körfez hemzemin geçidi analiz sonuçları	177
Tablo 5.8: Atakum belediyesi hemzemin geçidi gecikme değerleri	178
Tablo 5.9: Atakum belediyesi hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı	179
Tablo 5.10: Atakum belediyesi h.g.önerilen faz planına göre gecikme değerleri	179
Tablo 5.11: Atakum belediyesi h.g. faz planına göre hizmet düzeyleri	180
Tablo 5.12: Mimar Sinan hemzemin geçidi gecikme değerleri	181
Tablo 5.13: Mimar Sinan hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı	181
Tablo 5.14: Mimar Sinan h.geçidi önerilen faz planına göre gecikme değerleri	182
Tablo 5.15: Mimar Sinan h.g. faz planına göre hizmet düzeyleri	182
Tablo 5.16: Türkîş hemzemin geçidi gecikme değerleri	183
Tablo 5.17: Türkîş hemzemin geçidi uygulanan sinyal faz planı	183
Tablo 5.18: Türkîş hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı	186
Tablo 5.19: Türkîş h. g. önerilen faz planına göre gecikme değerleri	186
Tablo 5.20: Türkîş h.g. faz planına göre hizmet düzeyleri	187
Tablo 5.21: Türkîş h.g. parklanma olmaması durumunda göre gecikme değerleri	187
Tablo 5.22: Ömürevleri hemzemin geçidi gecikme değerleri	188
Tablo 5.23: Ömürevleri hemzemin geçidi uygulanan sinyal faz planı	188
Tablo 5.24: Ömürevleri hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı	190
Tablo 5.25: Ömürevleri h.g.önerilen faz planına göre gecikme değerleri	190
Tablo 5.26: Ömürevleri h. g. faz planına göre hizmet düzeyleri	191
Tablo 5.27: Ömürevleri hemzemin geçidi gecikme değerleri	191
Tablo 5.28: Atakent hemzemin geçidi uygulanan sinyal faz planı	192
Tablo 5.29: Atakent hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı	193
Tablo 5.30: Atakent h. g. önerilen faz planına göre gecikme değerleri	194
Tablo 5.31: Atakent h.g. faz planına göre hizmet düzeyleri	194

Tablo 5.32: Yenimahalle hemzemin geçidi gecikme değerleri	195
Tablo 5.33: Yenimahalle hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı	195
Tablo 5.34: Yenimahalle h.g. önerilen faz planına göre gecikme değerleri	196
Tablo 5.35: Yenimahalle h.g. sinyal faz planına göre hizmet düzeyleri	196
Tablo 5.36: Körfez hemzemin geçidi gecikme değerleri	197
Tablo 5.37: Körfez hemzemin geçidi uygulanan sinyal faz planı	197
Tablo 5.38: Körfez hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı	198
Tablo 5.39: Körfez h. g.önerilen faz planına göre gecikme değerleri	198
Tablo 5.40: Körfez h.g.sinyal faz planına göre hizmet düzeyleri	199

ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Samsun 1.etap hafif raylı sistem güzergahı	3
Şekil 1.2: Samsun hafif raylı sistem güzergahı üzerindeki hemzemin geçitler	3
Şekil 2.1: Sinyalize olmayan kavşaklarda çatışma noktaları	5
Şekil 2.2: 3 kollu hemzemin kavşaklar	7
Şekil 2.3: Yönlendirilmiş 3 kollu hemzemin kavşaklar	7
Şekil 2.4: 4 kollu hemzemin kavşaklar	8
Şekil 2.5: Düşük standartlı 4 kollu hemzemin kavşaklar	9
Şekil 2.6: Yüksek standartlı 4 kollu hemzemin kavşaklar	9
Şekil 2.7: Yüksek standartlı 4 kollu hemzemin kavşaklar	9
Şekil 2.8: Çok kollu hemzemin kavşaklar	10
Şekil 2.9: Denetimsiz eş düzey ve dönel kavşaklarda çatışma noktaları	12
Şekil 2.10: Modern bir dönel kavşak	13
Şekil 2.11: Modern bir dönel kavşakların geometrik elemanları	14
Şekil 3.1: Amerikan (HCM) yöntemi hesap adımları	21
Şekil 3.2: Etkin yeşil süre	33
Şekil 4.1: Atakum belediyesi hemzemin geçidi kamera çekim noktası	41
Şekil 4.2: Atakum belediyesi hemzemin geçidi kamera görüntüsü	42
Şekil 4.3: Atakum belediyesi hemzemin geçidi kavşak kolları	42
Şekil 4.4: Atakum belediyesi hemzemin geçidi akım durumları	48
Şekil 4.5: Atakum belediyesi hemzemin geçidi simülasyon modellemesi	58
Şekil 4.6: Mimar Sinan hemzemin geçidi kamera çekim noktası	61
Şekil 4.7: Mimar Sinan hemzemin geçidi kamera görüntüsü	62
Şekil 4.8: Mimar Sinan hemzemin geçidi kavşak kolları	62
Şekil 4.9: Mimar Sinan hemzemin geçidi akım durumları	68
Şekil 4.10: Mimar Sinan istasyonu hemzemin geçidi simülasyon modellemesi	76
Şekil 4.11: Türkîş hemzemin geçidi kamera çekim noktası	79
Şekil 4.12: Türkîş hemzemin geçidi kamera görüntüsü	80
Şekil 4.13: Türkîş hemzemin geçidi kavşak kolları	80

Şekil 4.14: Türkîş hemzemin geçidi akım durumları	86
Şekil 4.15: Türkîş hemzemin geçidi simülasyon modellemesi	94
Şekil 4.16: Ömürevleri hemzemin geçidi kamera çekim noktası	97
Şekil 4.17: Ömürevleri hemzemin geçidi kamera görüntüsü	99
Şekil 4.18: Ömürevleri hemzemin geçidi kavşak kolları	99
Şekil 4.19: Ömürevleri hemzemin geçidi akım durumları	104
Şekil 4.20: Ömürevleri hemzemin geçidi simülasyon modellemesi	113
Şekil 4.21: Atakent hemzemin geçidi kamera çekim noktası	116
Şekil 4.22: Atakent hemzemin geçidi kamera görüntüsü	117
Şekil 4.23: Atakent hemzemin geçidi kavşak kolları	117
Şekil 4.24: Atakent hemzemin geçidi akım durumları	123
Şekil 4.25: Atakent hemzemin geçidi simülasyon modellemesi	131
Şekil 4.26: Yenimahalle hemzemin geçidi kamera çekim noktası	134
Şekil 4.27: Yenimahalle hemzemin geçidi kamera görüntüsü	135
Şekil 4.28: Yenimahalle hemzemin geçidi kavşak kolları	135
Şekil 4.29: Yenimahalle hemzemin geçidi akım durumları	141
Şekil 4.30: Yenimahalle hemzemin geçidi simülasyon modellemesi	149
Şekil 4.31: Körfez hemzemin geçidi kamera çekim noktası	152
Şekil 4.32: Körfez hemzemin geçidi kamera görüntüsü	153
Şekil 4.33: Körfez hemzemin geçidi kavşak kolları	153
Şekil 4.34: Körfez hemzemin geçidi akım durumları	159
Şekil 4.35: Körfez hemzemin geçidi simülasyon modellemesi	167
Şekil 5.1: Türkîş hemzemin geçidi kavşak geometrisi	184
Şekil 5.2: Türkîş hemzemin geçidi önerilen kavşak geometrisi	185
Şekil 5.3: Türkîş hemzemin geçidi önerilen kavşak geometrisi	185
Şekil 5.4: Ömürevleri hemzemin geçidi kavşak geometrisi	189
Şekil 5.5: Ömürevleri hemzemin geçidi önerilen kavşak geometrisi	189
Şekil 5.6: Atakent hemzemin geçidi kavşak geometrisi	192
Şekil 5.7: Atakent hemzemin geçidi önerilen kavşak geometrisi	193

SEMBOLLER

Devre süresi	: C
“i” olan akımın kapasitesi (Amerikan yöntemine göre)	: ci
Toplam gecikme	: D
Tekdüze gelenleri varsayarak üniform kontrol gecikmesi	: d1
Doygun kuyruklar ve rastgele gelenlerin etkisi için hesaplanan, sinyal kontrol tipi ve analiz periyodu süresi için düzeltilen artırılmış gecikme	: d2
Başlangıç kuyruklanma gecikmesi	: d3
Kavşağın bulunduğu bölgeden dolayı düzeltme faktörü	: fa
Kavşak alanı içinde duran beld. otobüsü düzeltme faktörü	: fbb
Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü	: fg
Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü	: f _{HV}
Sola dönen araçlar için düzeltme faktörü	: f _{LT}
Şerit kullanımı için düzeltme faktörü	: f _{LU}
Park şeridi düzeltme faktörü	: fp
Yeşil süresince gelen araçlar için tamamlayıcı düzeltme faktörü	: f _{PA}
Sağa dönen araçlarla çakışan yaya ve bisiklet düz. faktörü	: f _{Rpb}
Sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü	: f _{RT}
Şerit genişliği için doygun akım düzeltme faktörü	: f _w
Etkin yeşil süre	: G
Eğim	: G (%)
Ağır araç	: HV
Yeşiller arası süre	: I
Artan gecikme faktörü	: K
Akım kayıp zamanı	: L
Hafif araç	: LV
Şerit sayısı	: N
Park eden araç sayısı	: Nm
Ortalama kuyruk uzunluğu	: No
Yeşil süre boyunca geçen araçların oranı	: P
Otomobil birimi eşdeğeri (passenger car unit)	: Pcu
Üniform gecikme ilerleme düzeltme faktörü	: PF

İncelenen akımda sola dönen araçların oranı	: PLT
İncelenen akımda sağa dönen araçların oranı	: PRT
Kapasite	: Q
Belirlenen “Tf” süresince geçebilecek max. araç sayısı	: $Q * T_f$
Doygun akım	: S
Temel doymuş akım	: S_0
Toplam gerekli akım zamanı	: T
Akım periyodu	: T_f
Akım yeşil zaman oranı	: U
Saatlik akım hacmi	: V
Zirve 15 dakika boyunca akım hacmi	: V_p
Şerit genişliği	: W
Akım doymuşluk derecesi	: X
Kuyruğun yaklaşık “0 (sıfır)” olduğu doymuşluk derecesi	: x_0
Akım oranı	: Y
“ $x - 1$ ” (x: doymuşluk derecesi)	: Z

KISALTMALAR

CBD	:	Merkezi iş bölgeleri (central business district)
LOS	:	Hizmet düzeyi (level of service)
HCM	:	Highway capacity manual (karayolu kapasite kılavuzu)
PHF	:	Zirve saat faktörü (peak hour factor)

1. GİRİŞ

1.1 GENEL

Ulaştırma toplum yaşantısında bireyleri doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen çok önemli bir hizmet türüdür. Bu nedenle ulaştırma hizmeti güvenli, hızlı, konforlu ve ekonomik olduğu sürece ülke kalkınmasına da katkıda bulunmaktadır.

Ulaştırma ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilecek bir hizmet türü olmayıp, depolama imkanı olmayan oldukça pahalı yatırımlardır. Sanayileşme süreci ile başlayan nüfus artışı kent makroformundaki değişimlere neden olmuş, kentlerin fiziksel gelişimi, ulaşım alanındaki sorunları da etkilemiştir. Genellikle karayolu ulaşımlarına yatırım yapılmış ancak trafik kazaları, trafik tıkanıklıkları, hava kirliliği, gürültü, ve çevre kirliliğine yol açması gibi olumsuzluklar nedeniyle diğer taşıma türlerine talep artmaya başlamıştır.

Karayolu haricinde diğer taşıma sistemlerinin de ulaşım hizmetine eklenmesi ile birçok yönden gelen taşıma sistemlerinin kesiştiği alanlar olan kavşaklarda oluşan trafik sıkışıklıklarına bağlı olarak araç başına düşen gecikme süresi artmaktadır. Araçların gecikme sürelerinin artmasıyla birlikte yakıt tüketimi artmakta, bunun sonucu olarak çevre ve gürültü kirliliği, işletme maliyetlerinde artış gözlenmektedir. Araç sahiplerinin üzerinde olumsuz etkisinin yanı sıra iş gücü hacminde de azalmalar görülmektedir. Trafik kazaları en çok kavşaklarda meydana gelmekte, maddi hasar ve can kayıpları ile ülke ekonomisini de olumsuz etkilemektedir. Tasarımı hatalı, standartlara uygun olmayan kavşaklar karayolları üzerinde önemli kaza noktalarıdır. Bu sebeplerden dolayı; mevcut durumun iyi irdelenmesi, kavşak tasarımı ve işletimi açısından gerekli kriterleri sağlayacak kavşak altyapısının oluşturulması gerekmektedir.

Metro, hafif raylı sistem, otobüs, minibüs gibi toplu taşıma araçları, otomobil, bisiklet gibi araçlar ve yayalar gibi birçok farklı ulaşım sistemleri ile şehir içi ulaşımı bir bütündür. Trafiğin düzenlenmesi ve yönetilmesi açısından kavşakların geometrisi kadar sinyalizasyon da önemli bir yere sahiptir. Bu yüzden sinyalizasyon, tek başına düşünülmemeli ve genel bir sisteminin parçası olarak görülmelidir.

1.2 AMAÇ

Kavşak kapasitesi analizi, sinyalizasyon sistemi analizlerinde genellikle matematiksel hesaplamalar kullanılmaktadır. Ulaşım sisteminde modların çeşitlenmesi ve taşıma modlarının boyutlarının büyümesi saha çalışmaları ve saha çalışmalarının matematiksel modellemesi uygulamalarını zorlaştırmaktadır. Ancak simülasyon teknikleri ayrıntılı modellerin oluşturulmasının yanı sıra sahada yapılması gereken denemelerin daha emniyetli, daha ucuz ve daha hızlı bir şekilde yapılabilmesine de imkan sağlamaktadır.

Simülasyon programlarının kullanımı günümüzde bilgisayar teknolojileri ve programlama tekniklerindeki gelişmelere bağlı olarak yaygınlaşmaktadır. Ulaşım performansları, yoğun saha çalışmalarına gerek kalmadan bu yolla kolay bir şekilde test edilebilmektedir.

Araç hareketlerini inceleyen trafik modellemesi yardımıyla kavşak ve sinyalizasyon sistemlerinin modellenmesi, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yardımıyla kentin tüm ulaşım alt yapı bilgilerinin yer aldığı ulaşım bilgi sistemi modelleri oluşturulmaktadır.

TRANSIMS, TRANSYT, NETSIM, URTRAN, TRACSS, MITRAM, SIDRA, CORSIM, VISSIM gibi simülasyon programları yardımıyla trafik mevcut yol ağı durumu animasyon desteği ile görselleştirilmesi sağlanabilmektedir. Mevcut ve tasarlanan trafik durumları bilgisayar üzerinde risk almaksızın simüle edilebilmektedir.

Bu çalışmada Samsun Hafif Raylı Sistem güzergahı üzerinde yer alan Atakum Belediyesi, Mimar Sinan, Türkîş, Ömürevleri, Atakent, Yenimahalle, Körfez hemzemin geçitlerinde video kaydı yapılmak suretiyle trafik hacim verileri elde edilmiştir. Elde edilen trafik hacimleri, her bir hemzemin geçit için uygulanan sinyal faz planları ve kavşakların geometrik özellikleri VISSIM simülasyon programı üzerine işlenerek kavşak gecikmelerini minimize edecek; kavşaklarda maksimum kapasiteyi, en iyi hizmet düzeyini ve minimum gecikmeyi sağlayacak kavşak tasarımları ve sinyal faz programları vb. konularda öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

1.3 ÇALIŞMA ALANI

Samsun 1.Etap Hafif Raylı Sistem güzergâhı, Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi bölgesinde bulunan Üniversite İstasyonundan başlayarak Gar istasyonunda sonlanmaktadır (Şekil.1.1). 10.10.2010 tarihinde yolcu taşımaya başlayan projenin ana hat uzunluğu 15.695 metre olup, 21 adet yolcu istasyonu bulunmaktadır.

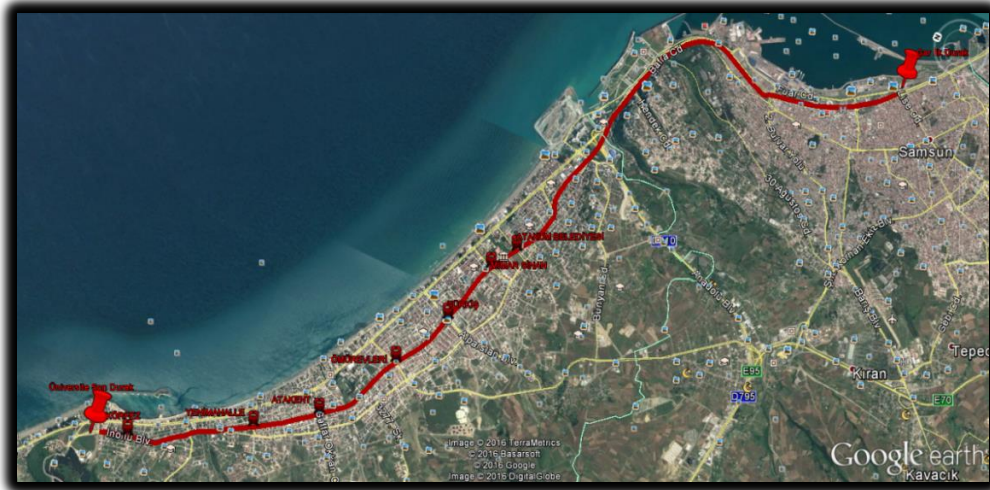
Üniversite - Denizevleri istasyonları arasında karayolu ile bağlantı sağlayan 8 adet hemzemin geçit bulunmaktadır. Bu hemzemin geçitler: Atakum Belediyesi, Mimar Sinan, Türkîş, Ömürevleri, Atakent, Yenimahalle, Körfez hemzemin geçitleridir (Şekil 1.2.). Bu hemzemin geçitler yaşanan trafik sıkışıklıklarına çözüm getirilmesi amacı ile çalışma alanı olarak tespit edilmiştir.

Şekil 1.1: Samsun 1.etap hafif raylı sistem güzergahı



Kaynak: <http://www.rayhaber.com>

Şekil 1.2: Samsun 1.etap hafif raylı sistem güzergahı üzerindeki hemzemin geçitler



2. TEORİK ESASLAR

2.1 KAVŞAKLAR

Kavşaklar, iki veya daha fazla karayolunun kesişmesi, birleşmesi ve ayrılması ile oluşan ortak alanlardır. Kavşağa giren ve çıkan kavşak kollarındaki geometrik veya fiziki değişikliğin başladığı noktaların birleştirilmesi ile oluşan bölge ise kavşak alanını teşkil eder. Kavşaklar, ana ve tali yollardaki kesişen trafik akımlarının sürekliliğinin sağlanması, güvenliğin artırılması, hızın kontrol altına alınması, yavaşlama ve durma nedeniyle oluşan gecikmelerin azaltılması, yeterli hizmet seviyesinin sağlanması, taşıt işletme maliyetlerinin azaltılması amacıyla arazi şartları, trafik hacmi ve trafik güvenliği dikkate alınarak yolun bir parçası olarak görev yapan mühendislik yapılarıdır (Anonim, 2005)

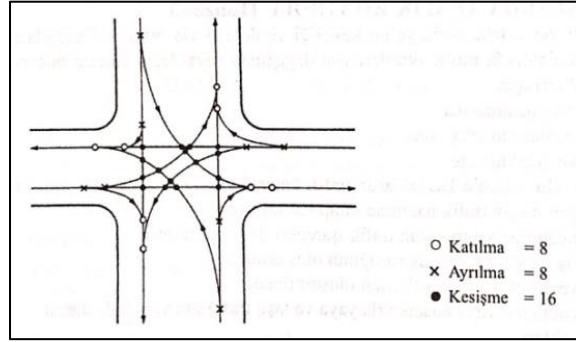
Kavşakların düzenlemesi söz konusu olunca, aşağıdaki hususların göz önüne alınması gereklidir.

- a. Farklı yönden gelen taşıtların çarpışmasını önlemek,
- b. Kavşağı kullanacak farklı yöndeki trafiğin birbirini engellemelerini en aza indirmek, yani hızlanma ve frenlemeden doğacak yakıt ve zaman kaybının toplamını en aza düşürmek,
- c. Farklı yöndeki trafiklere güvenlik ve yeterli debi sağlamaktır. (Sonuç, 1975)

Genel olarak kavşaklarda rastlanılan trafik hareketleri 3 şekilde sınıflandırılır:

- 1)Ayrılma hali, aynı yönde giden taşıtların ortak şeritten ayrılarak çeşitli yönlere gitmesidir.
- 2)Yaklaşma hali ise, taşıtların aynı yönde gitmek üzere yaklaşmalarını ifade eder.
- 3)Kesişme hali de, taşıtların birbirinin yolunu kesecek şekilde seyretmeleri halidir. Ayrılma, diğer manevra şekillerine göre en basit ve en kolay yapılabildir. (Kutlu, 1993).

Şekil 2.1: Sinyalize olmayan kavşaklarda çatışma noktaları



Kaynak: (Tunç, 2003)

Ayrılma, yaklaşma ve kesişme manevraları bazı gecikmeleri ve çatışmaları ortaya çıkarmaktadır. Böylece, sadece bu manevraları yapan taşıtlar için değil, bu taşıtları takip eden taşıtlar için de karışıklık ve kaza ihtimalleri oluşmaktadır. Bu sebeple kaza ihtimalinin bulunduğu nokta etrafında, diğer taşıtların hız düşürmek, yavaşlamak v.b. nedenlerle etkilendiği bir “karışıklık sahası” meydana gelir. Kaza olması muhtemel olan saha da “kaza sahasıdır”. Karışıklık ve kaza ihtimalleri kavşağa ulaşan yol sayısına (kavşak kollarına) bağlıdır. kavşağa ulaşan yol sayısı arttıkça, artan karışıklık noktalarının sayısı gözükmemektedir (Kutlu, 1993).

Tablo 2.1: Kavşak kollarına göre karışıklık noktaları

Kavşağa ulaşan çift yönlü yol sayısı	Karışıklık noktası			
	Kesişme	Yaklaşma	Ayrılma	Toplam
3	3	3	3	9
4	16	8	8	32
5	49	15	15	79
6	124	24	24	172

Kaynak: (Kutlu, 1993).

Kavşağın kol sayısına, sol ve sağ dönüş kısıtlarına, şerit sayısına, kavşak geometrisine vb. hususlara bağlı olarak çakışma nokta sayısı değişebilmektedir. Trafik kontrolünde amaç bu çakışma noktalarının en aza indirgenmesini sağlamaktır.

Genel olarak trafik yoğunluğu az olan trafik akımlarının kesiştiği kavşaklar “hemzemin (eş düzey) kavşaklar”, trafik yoğunluğu fazla olan kavşaklar trafik akımlarının kesişmelerini önlemek için “farklı düzeyli (seviyeli) kavşaklar” olarak düzenlenirler.

2.1.1 Eş Düzey (Hemzemin) Kavşaklar

Farklı yönlerdeki trafik akımlarının ortaklaşa kullandıkları yol alanına “eş düzey kavşak” denir. Bir yol üzerindeki kavşakların farklı düzeyli tipten planlanıp yapılması, maddi olanakları çok yüksek olan ülkelerde bile zordur ve ekonomik de olmayabilir. Dolayısıyla gerek kent içi ve gerekse kırsal yollarda kavşakların çoğunun eş düzey tipten planlanmasında zorunluluk vardır. Eş düzey kavşaklar, kavşağı oluşturan yolların sayısı ile bu yolların birleşme şekillerine yani geometrik durumlarına, ayrıca kavşaktaki denetim tarzına göre çeşitli tiplere ayrılırlar (Yayla, 2002).

Eş düzey kavşakların sınıflandırılması; faaliyet alanı, şekil ve kanalize durumuna bağlı olarak değişkenlik gösterir. Eş düzey kavşaklar;

❖ Kol sayısına (geometrik durumlarına) göre:

- a) Üç kollu eş düzey kavşaklar (T veya Y kavşaklar)
- b) Dört kollu eş düzey kavşaklar
- c) Çok kollu eş düzey kavşaklar

❖ Trafik kontrol sistemine (denetim tarzına, işletme özelliğine) göre:

- a) Sinyalize (denetimli) kavşaklar
- b) Sinyalize olmayan (denetimsiz) kavşaklar
- c) Yuvarlak ada (dönel) kavşaklar

❖ Kapasiteyi artırmak amacıyla, işaretleme veya adalar ile yapılan yönlendirmeye (kanalize veya tesis durumuna) göre:

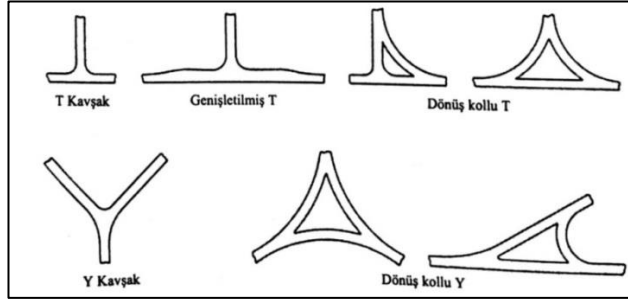
- a) Kanalize edilmiş kavşaklar
- b) Kanalize edilmemiş kavşaklar olarak sınıflandırılırlar (Anonim, 2005).

2.1.1.1 Kol Sayısına Göre Eş Düzey Kavşaklar

2.1.1.1.1 Üç Kollu Kavşaklar

Bu grupta yer alan T tipi kavşaklarda tali yolun anayol ile kesişme açısı 60° ile 120° arasında olmalıdır. Kanalize edilmeden, düşük trafik hacimli 2x1 şeritli kırsal yollarda kullanılabildiği gibi, şehir içlerinde 2x2 şeritli yollarda da uygulanabilir. Daha yüksek trafik hacimli anayol - tali yol kesişmelerinde, dönen trafiği kontrol altına almak ve yeterli dönüş yarıçaplarını sağlamak amacıyla kanalize edilerek uygulanır (Anonim, 2005).

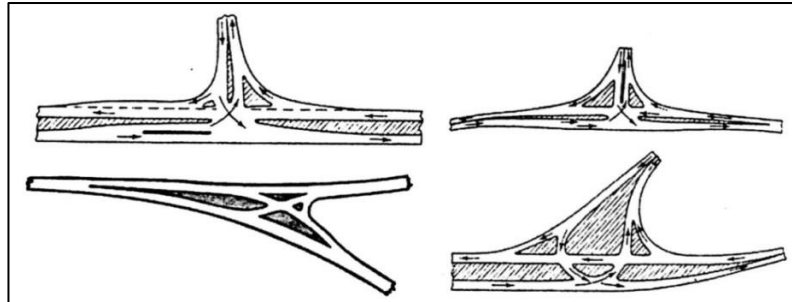
Şekil 2.2: 3 kollu hemzemin kavşaklar



Kaynak: (Tunç, 2003)

Kanalize edilmiş kavşaklarda adalar, fonksiyonel olabilmeleri için yeterli kesit alanına sahip olmalıdır. Özellikle, dönüş hareketlerini kanalize ederek ayıran adaların alanı en az $5m^2$ tasarlanmalıdır. Kanalize edilmiş kavşaklar, kapasite analizi sonuçlarına göre gerekli görüldüğünde, özellikle şehir geçişlerinde, sinyalizasyonla uygulanır (Anonim, 2005).

Şekil 2.3: Yönlendirilmiş 3 kollu hemzemin kavşaklar



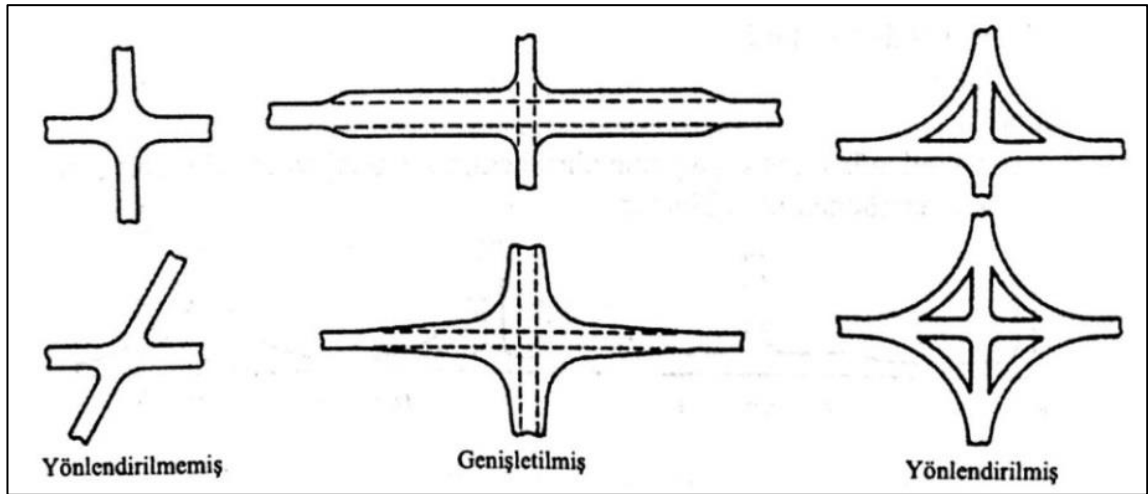
Kaynak: (Tunç, 2003)

Y tipi kavşaklar ise, anayol - tali yol kesişmesinin dar açılı olduğu, tali yolda dik veya dike yakın eksen düzenlemesinin imar, kamulaştırma, vb. nedenlerle yapılamadığı durumlarda tasarlanırlar. Anayoldan sol dönüş yapacak taşıtlar ile karşı yönden direk gelen taşıtların çakışma noktasında (trafik hacminin artması söz konusu olduğunda) ışıklı ikaz sisteminin uygulanması gerekir (Anonim, 2005).

2.1.1.1.2. Dört Kollu Kavşaklar

Üç kollu eş düzey kavşaklarda olduğu gibi, dört kollu eş düzey kavşaklarda da anayol - tali yol kesişme açısı 60° ile 120° arasında olmalıdır. Bu kavşaklarda, anayolda kesintisiz trafik akış kapasitesini sağlamak amacıyla hız değiştirme şeritleri tasarlanır. Bu şeritlerin paralel bölümleri anayoldan ayrılmalarda minimum 45 m, anayola katılmalarda ise minimum 60 m uygulanmalıdır. Anayola katılmalarda hızlanma şeritleri yeterli mesafede (min.50 m) kama olarak tasarlanabilir (Anonim, 2005).

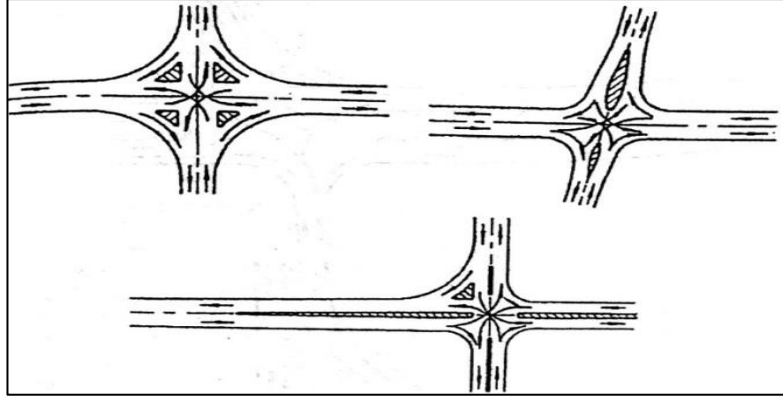
Şekil 2.4: 4 kollu hemzemin kavşaklar



Kaynak: (Tunç, 2003)

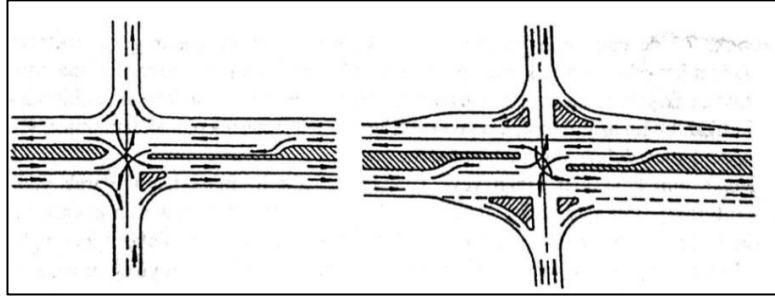
Yüksek trafik hacmine sahip veya sağ/sol dönüş trafiği fazla olan 4 kollu hemzemin kavşaklarda değişik tiplerde adalar yapılarak yönlendirilmiş kavşaklar düzenlenmelidir. Yönlendirilmiş 4 kollu hemzemin kavşaklar Şekil 2.5’de görüldüğü gibi düşük standartlı olabildiği gibi Şekil 2.6 ve Şekil 2.7’de görüldüğü gibi yüksek standartlı olarak da düzenlenebilmektedir.

Şekil 2.5: Düşük standarth 4 kollu hemzemin kavşaklar



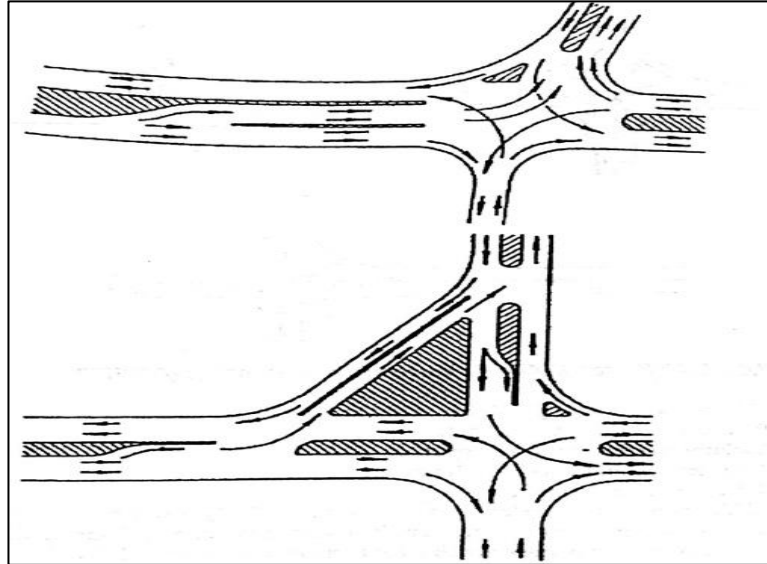
Kaynak: (Tunç, 2003)

Şekil 2.6: Yüksek standarth 4 kollu hemzemin kavşaklar



Kaynak: (Tunç, 2003)

Şekil 2.7: Yüksek standarth 4 kollu hemzemin kavşaklar

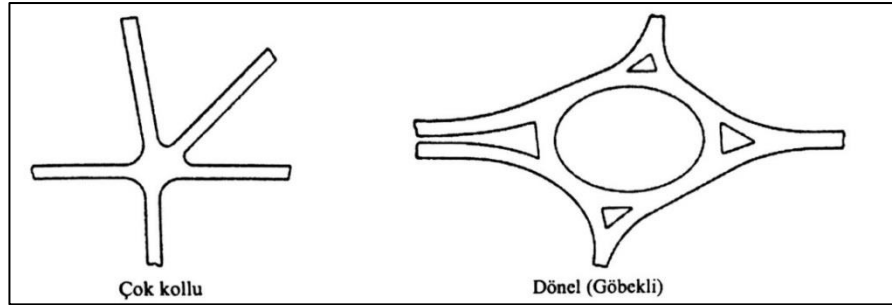


Kaynak: (Tunç, 2003)

2.2.1.1.3 Çok Kollu Kavşaklar

Eş düzey kavşaklarda, normalde dörtten fazla kol olmasından kaçınılır. Ancak tasarlanmak durumunda kalınırsa, trafiğin az olduğu ve DUR kontrolünün uygulandığı yerler olması tercih edilmelidir. Beş veya daha fazla kollu kavşakların, bir veya daha fazla kol eksenlerinin tekrar düzenlenerek oluşturulacak ikinci bir kavşakla kesişmeler azaltılabilir. Bazı durumlarda ise bir veya daha fazla kolu tek yönlü çalıştırmak uygun çözüm olabilir (Anonim, 2005).

Şekil 2.8: Çok kollu hemzemin kavşaklar



Kaynak: (Tunç, 2003)

2.1.1.2 Trafik Kontrol Sistemine Göre Eş Düzey Kavşaklar

Denetim şekillerine göre eş düzey kavşaklar; denetimsiz, denetimli ve dönel kavşaklar olarak üç gruba ayrılırlar.

2.1.1.2.1 Sinyalize Olmayan (Denetimsiz) Eş Düzey Kavşaklar

Denetimsiz kavşaklardaki taşıt hareketleri burada bulunan ışısız trafik işaretleri ile düzenlenmiştir. Kavşağı oluşturan yollardan biri taşıdığı trafik miktarı veya geometrik standartları itibariyle anayol durumundadır ve bu yolda seyreden taşıtlar, diğer yol veya yollarda seyredenlere göre kavşakta ilk geçiş hakkına sahiptir. Trafik güvenliği yönünden tali yol durumunda bulunanlarda kavşağa girişte “DUR”, “YOL VER” mesajlı trafik işaretleri bulunur (Yayla, 2002). Denetimsiz kavşaklar, trafik işaret levhalarının bulunması veya bulunmaması ve bu kontrollerin durumuna bağlı olarak değişik şekillerde çalışırlar (Yalgın, 1975).

2.1.1.2.2 Sinyalize (Denetimli) Eş Düzey Kavşaklar

Denetimli eş düzey kavşaklarda taşıt hareketleri polis veya otomatik veya zamana bağlı ışıklı işaret tesisleri aracılığıyla yönetilmektedir.

El ile kumanda: Bir yetkili veya trafik polisi tarafından idare edilen denetim yöntemidir.

Otomatik ışıkla kumanda: Kavşağa yaklaşma yönünde belli bir uzaklığa yerleştirilen, trafik sayımlarında kullanılan sayaçlara benzer dedektörlerle kumanda sağlanır. Taşıt kavşağa gelirken, tekerleğin dedektöre yapacağı basınç ya da çökme etkisi bir kondansatörü şarj eder ve araç, taşıtın hızına göre kavşağı geçme süresince o yöndeki yeşil ışığı açık tutar. Bununla beraber, diğer yönlerdeki taşıtların gereğinden fazla beklememeleri için yeşil ışık süresi sınırlıdır.

Zamana bağlı ışıkla kumanda: Denetimli kavşaklarda en sık kullanılan denetim şekli olup, yeşil, sarı ve kırmızı sürelerin kavşağı kullanan taşıt hacmi değerlerine bağlı olarak ayarlanmasıyla gerçekleştirilir (Kutlu, 1993)

Sinyalizasyon sistemleri olarak da adlandırılan ışıklı işaret tesislerinin amacı, kavşak noktasında kontrolü sağlayarak kaza ihtimalini azaltmak ve amaçlanan kapasiteyi elde etmek için trafik akımlarının birbirini kesmeden ya da birbirlerini takiben geçmelerini minimum gecikme ile sağlamaktır.

2.1.1.2.3 Yuvarlakada (Dönel) Kavşaklar

Denetimsiz veya denetimli kavşaklara kıyasla geometri ve trafik kontrolü açısından farklılık gösteren ve dairesel veya buna benzer orta adası bulunan dönel kavşaklarda, hareket sürekliliği vardır. Aynı anda bütün yollardan kavşağa taşıt girebilir ve kavşaktan bu yollara ayrılımlar olabilir. Bu tip kavşaklarda kavşak içinde hareket halinde bulunan trafiğin, ayaklardan kavşağa girecek olan trafiğe göre geçiş önceliği vardır. Ayaklardan gelen taşıtlar, yavaş ve kontrollü bir hareketle tam olarak durmaya gerek kalmadan orta ada etrafında hareket etmekte olan akıma katılabilir ve belli bir örülme uzunluğu içinde istedikleri şeride geçebilirler (Yayla, 2002).

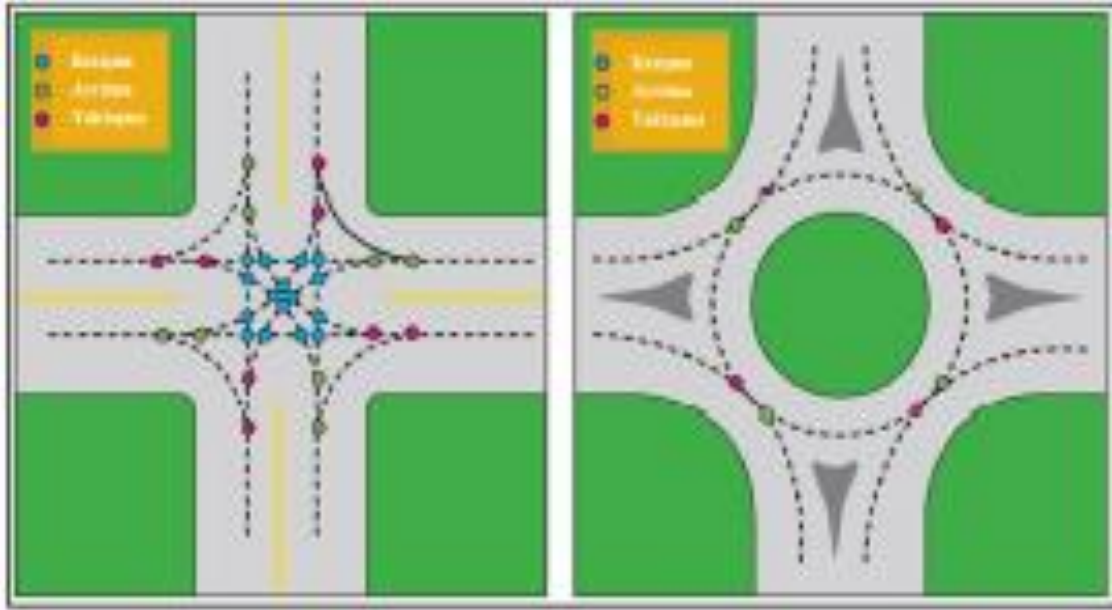
Dönel kavşaklar gerek kent içi gerekse kent dışı yollarda hızın kontrol altına alınması, çakışma nokta sayısının azaltılarak emniyetin artırılması, kavşak kollarındaki

tıkanıklığın azaltılması, kavşakta araçların depolanmasına olanak tanınması v.b. nedenlerden dolayı tercih edilmektedir (Tunç, 2003).

Dönel kavşaklar; genellikle dairesel bir ada etrafında, trafiğin saat yönünün tersine (eğer trafik sağdan akıyorsa) veya saat yönünde (eğer trafik soldan akıyorsa) hareket ettiği yönlendirilmiş kavşaklardır.

Dönel kavşakların trafik güvenliği ve kapasite bakımından da birçok avantajı bulunmaktadır. Dört yaklaşım koluna sahip (tüm yaklaşım kolları bir giriş, bir çıkış şeridinden oluşan) bir kavşak için, kavşağın denetimsiz olması durumunda çakışma noktası sayısı otuz iki iken, kavşağın dönel kavşak olarak tasarlanması durumunda çakışma noktası sayısı yalnızca sekizdir. Bu durum dönel kavşakların trafik güvenliği açısından oldukça etkin bir kavşak tipi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Şekil 2.9: Denetimsiz eşdüzey ve dönel kavşaklarda çakışma noktaları



Kaynak: <https://en.wikipedia.org>

Modern dönel kavşaklarda taşıt trafiğini yönlendirmek için herhangi bir sinyalizasyon sistemi bulunmamaktadır. Bu, dönel kavşaktaki taşıt sürücülerinin, diğer taşıtların hareketlerini ve kavşaktaki yayaların hareketlerini daha dikkatli bir şekilde analiz edebilmesine yardımcı olmaktadır. Kısacası sürücülerin dikkati, herhangi bir dış unsur (sinyalizasyon sistemi) tarafından engellenmemektedir.

Şekil 2.10: Modern bir dönel kavşak



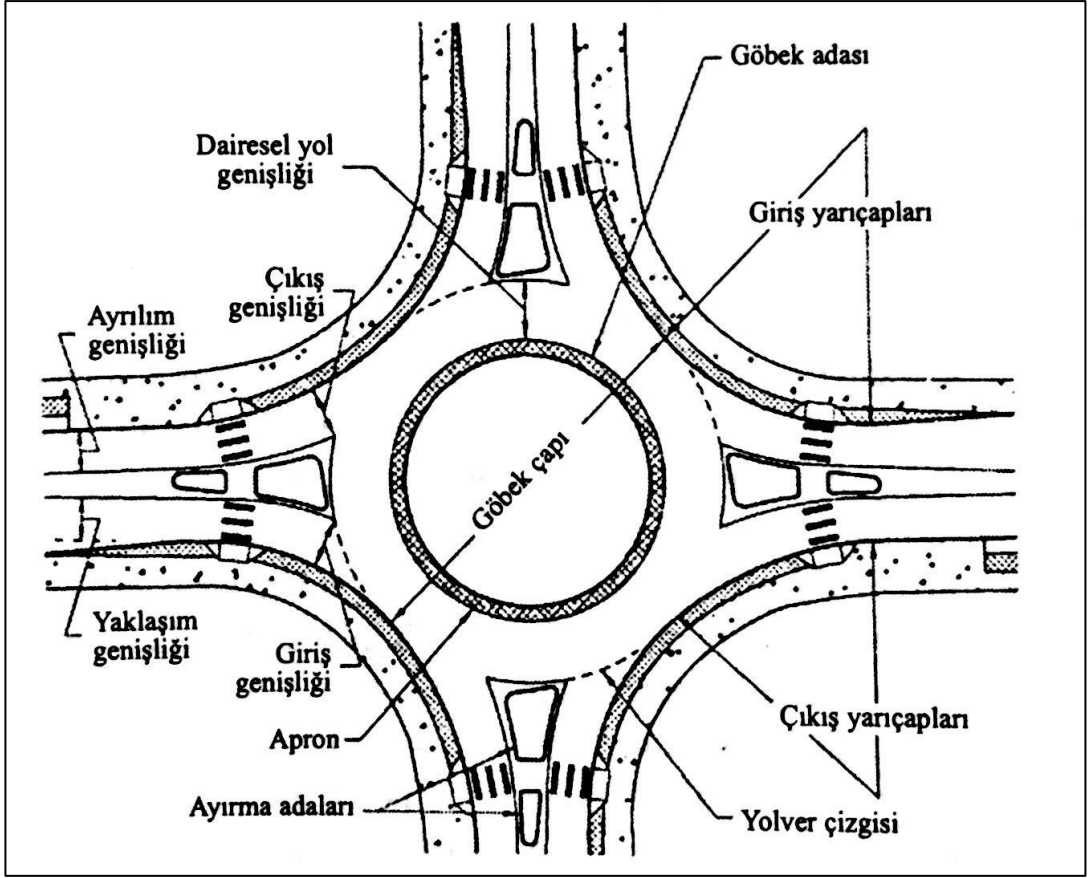
Kaynak: <https://en.wikipedia.org>

Modern dönel kavşaklar, trafik akımlarını düzenlemelerinin yanı sıra, geometrik olarak doğru bir şekilde tasarlanmaları durumunda, kavşağı kullanan sürücülerin çok iyi görüş açısına sahip olduğu kavşak türleridir.

Dönel kavşaktan istenilen ve beklenen performansın sağlanması için, kavşağın geometrik elemanlarının standartlara uygun olarak tasarlanması gerekmektedir. Standartlara uygun olarak yapılan tasarım, kavşak performansını arttırdığı gibi, kavşakta meydana gelecek trafik kazası olasılığını da büyük oranda azaltmaktadır. Bu yüzden, modern dönel kavşakların projelendirilme aşamaları oldukça önemlidir ve bu aşamada proje tip aracı ve hızı, görüş uzunluğu, sapma derecesi, orta ada çapı, dönüş şeridi genişliği, giriş ve çıkış şeritleri, ayırıcı ada, kaplama işaretleri, işaretleme ve aydınlatma, çevre düzenlemesi gibi hususlar kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır.

Modern dönel kavşakların geometrik elemanları Şekil 2.10'da detaylı olarak gösterilmektedir.

Şekil 2.11: Modern dönel kavşakların geometrik elemanları



Kaynak: (Tunç, 2003)

Modern dönel kavşaklar bulundukları çevre, şerit sayısı ve boyutlarına göre altı ana grupta incelenmektedir:

- Mini modern dönel kavşaklar
- Şehir içi kompakt modern dönel kavşaklar
- Şehir içi tek şeritli modern dönel kavşaklar
- Şehir içi çift şeritli modern dönel kavşaklar
- Kırsal tek şeritli modern dönel kavşaklar
- Kırsal çift şeritli modern dönel kavşaklar (KGM 2009).

Modern dönel kavşakların temel özelliklerine ait karşılaştırma Tablo 2.2' de verilmektedir.

Tablo 2.2: Modern dönel kavşakların temel özellikleri karşılaştırması

Tasarım Elemanı	Mini Dönel Kavşak	Şehiriçi Kompak	Şehiriçi Tek Şeritli	Şehiriçi Çift Şeritli	Kırsal Tek Şeritli	Kırsal Çift Şeritli
Tavsiye edilen maksimum tasarım giriş hızı (km/sa)	25	25	35	40	40	50
Yaklaşım başına maksimum giriş şeridi sayısı	1	1	1	2	1	2
Tipik iç çember çapı (m)	13 - 25	25 - 30	30 - 40	45 - 55	35 - 40	55 - 60
4-kollu modern dönel kavşaklardaki günlük hizmet hacimleri (taşıt/gün)	10000	15000	20000	Trafik talebine göre değişir.	20000	Trafik talebine göre değişir.

Kaynak: (Tunç, 2003)

2.1.1.3. Kanalize Durumuna Göre Eşdüzey Kavşaklar

Eş düzey kavşakların gerekli görülen ara noktalarında, yol veya kavşağın kapasitesini artırmak ve trafik güvenliğini sağlamak amacı ile taşıt ve yaya hareketlerinin hız, yörünge v.b. yönlerden kontrol altına alınmasına “trafiğin yönlendirilmesi” veya “kanallama” denir (Yayla, 2002).

Hemzemin kavşaklardaki yönlendirmenin amacı, kavşak alanı içinde değişik tip adalar, yatay işaretlemeli alanlar veya uyarıcı butonlar vasıtasıyla kavşak içindeki trafiğin çakışma noktalarının ayrılması veya azaltılması, araçların veya yayaların belirli bir rota takip etmesi ve güvenli trafik seyrinin sağlanmasıdır. Böylece trafik kanalize edilerek trafik akımı kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır.

Hemzemin kavşaklar; kontrolsüz, kontrollü, basit yönlendirilmiş (sağ/sol dönüş şeritli, basit adalı), tam kontrollü yönlendirilmiş (ilave şeritler ve adalar ile trafiğin kesin olarak yönlendirilmesi ve/veya kontrol altına alınması) ve en nihayetinde trafik sinyalizasyonu ile tam kontrol altına alınmış olarak en basit kavşak tipinden en ideal kavşak tipine kadar iyileştirilebilir. Bu iyileştirmelerin her biri belli bir maliyet gerektirmektedir. Dolayısıyla iyileştirmeler, kavşağın sahip olduğu trafik hacmi, sağ/sol dönüş yapan trafik hacmi, kaza sayısı ve/veya potansiyeli, gecikme süresi, servis seviyesi v.b. hususlar dikkate alınarak kademeli olarak yapılabilir. (Tunç, 2003).

2.1.2 Farklı Seviyeli (Düzeyle) Kavşaklar

Farklı seviyeli kavşaklar, iki veya daha fazla karayolunun bir veya daha çok sayıda farklı düzeyde kesişme ve birleşmesiyle teşkil edilirler (Anonim, 2005).

Otoyollar gibi giriş kontrollü hız yollarında, alınan çeşitli önlemlere rağmen kazaların veya trafik sıkışıklığının azaltılamadığı eş düzey kavşaklarda, taşıt ve yolcu gecikmeleri ile kazaların sebep olduğu ekonomik kayıpların büyük olduğu yerlerde ve topoğrafik koşullar nedeniyle eş düzey kavşağın daha zor ve pahalı olacağı yerlerde farklı düzeyli kavşak kullanımı zorunlu ve uygun olmaktadır (Yayla, 2002).

Farklı seviyeli kavşaklar; yonca (tam veya yarım), rotari (dönel), trompet, diamond (baklava tipi), yönsel ve tek nokta şehir içi olarak sınıflandırılmaktadır. Farklı seviyeli kavşakların tasarımında en önemli husus kavşak tipinin seçimidir. Kavşak tipinin seçimi trafik mühendisinin deneyimi ve yargısına dayansa da;

- a) Kesişen yolların önemi ve fonksiyonu,
- b) Trafiğin hacmi, kompozisyonu ve karakteri,
- c) Tasarım hızı, kapasite ve servis seviyesi, erişme kontrol derecesi,
- d) Topografya ve zemin koşulları, arazi kullanımı ve nüfus yoğunluğu,
- e) Kamulaştırma, yapım maliyeti ve bütçe,
- f) Kesişen kollar üzerindeki mevcut veya planlanan kavşak tipleri ile uyum,
- g) Kamu beklentileri veya belirli grupların baskıları,
- h) Aciliyet, kademeli inşaat, çevre uyumu, estetik vb. zorunluluklar,
- i) Fayda/maliyet, geri kazanım süresi, iç karlılık oranı v.b. göstergeler,
- j) Konfor, zaman kazancı, kazaların azalması, vb. girdiler gibi hususların detaylı olarak etüt edilmesi gerekir(Tunç, 2003).

Farklı düzeyli kavşaklarda, taşıt trafiğinin kavşaktan kesişmeden rahatça geçmesinin temin edilmesinin yanı sıra yaya trafiğinin de iyice etüt edilerek emniyete alınması ve yeteri kadar park yerlerinin ayrılması, kavşak planlamasında önemli diğer hususlardandır (Kutlu,1993).

3. IŞIKLI KAVŞAK DÜZENLEME YÖNTEMLERİ

3.1. TRAFİK SİNYALİZASYONU

Trafik akımlarının kontrol altına alınması, sürücü ve yayalara gerekli bilgilerin verilmesi, ikazların yapılması için diğer trafik işaretleri ile birlikte kullanılan ve genel olarak elektrik ve çeşitli renkli ışıklar ile çalışan trafik işaretlerine “ışıklı işaret” veya “sinyal” denilmektedir (Kutlu, 1993).

Bir sinyalize kavşağın başarılı olabilmesi için şu 3 koşula uyulmalıdır:

- a) Kavşağın adalarla düzenlenmesi (tasarlanması), trafik akımlarına uygun olarak yapılmış olmalıdır.
- b) Doğru sinyal düzeni (faz diyagramları) hazırlanmalıdır.
- c) Doğru devre süresi (akım hacimlerine uygun) hesaplanmalıdır.

Herhangi bir yerde sinyalizasyon tesisi kurulması, aşağıdaki maddelerden en az birinin gerçekleştirilmesi amacını güder; Kesişen akımlardan veya geometrik özelliklerden dolayı oluşan gecikmeleri, sıkışmaları ve tıkanıklıkları önlemek, Taşıtların diğer taşıtlarla veya yaya akımları ile kesiştikleri noktalarda güvenli bir geçiş düzeni sağlamak ve kaza ihtimalini azaltmak,

Taşıtların ve yaya yoğunluklarını göz önünde tutarak, akım yönlerine geçiş hakkı veya önceliği verirken uyumlu bir zaman dağıtımı yapmak, yüklü trafik yoğunluğu olan bir yol üzerindeki taşıtları zaman zaman durdurarak tali yollardaki trafiğe ve yayalara da geçiş olanağı sağlamak.

Trafik güvenliği ve kontrolü için kullanılan yatay ve düşey işaretlemelerde (yol çizgilerinde ve trafik levhalarında) olduğu gibi, ışıklı işaretlerin de aşağıdaki dört niteliğe sahip olmaları gereklidir:

- a) Sürücü ve yayaların dikkati çekilmelidir.
- b) Basit ve kesin anlamları olmalıdır.
- c) Sürücü ve yayaların saygı göstermeleri ve uymaları sağlanmalıdır.
- d) Özellikle sürücülere intikal ve reaksiyon için yeterli zaman tanınmalıdır.

3.1.1. Sinyalizasyon Sistemleri

Sinyalizasyon sistemleri, “izole” ve “koordine” sinyalizasyon sistemleri olmak üzere iki sınıfta incelenir.

3.1.1.1 İzole Sinyalizasyon Sistemleri

İzole sinyalizasyon sistemleri yakınındaki diğer kavşaklarda kurulmuş bulunan başka sinyalizasyon sistemleri ile herhangi bir bağıntısı olmayan ve diğer sinyalizasyon tesislerinin etkilemediği sistemdir. İzole sinyalizasyon sistemleri dört değişik biçimde gerçekleştirilebilir (Başkan, 2004)

- a) Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi
- b) Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi
- c) Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi
- d) El ile Kumandalı Sinyalizasyon Sistemi

a) **Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi:** Bu sistemde sinyalizasyon tesisine değişik yönlerden yaklaşan taşıt ve yaya trafiğine, önceden hazırlanmış zaman programlarına uygun olarak sıra ile geçiş hakkı verilir. Trafiğe verilecek geçiş hakkı süreleri (yeşil süreler) ve bu sürelerin birbirlerine olan oranları, ortalama trafik yükü değerlerine göre belirlenir. Dolayısıyla, bu sistemin başarılı olabilmesi için mümkün mertebe çok sayıda ve dikkatli trafik sayımlarının yapılması gerekir (Başkan, 2004).

b) **Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi:** Bu sistemde taşıtların geçiş hakkı sıra ve süreleri, uyarıcılar (detektörler) tarafından saptanan trafik talep ve yoğunluklarına göre düzenlenir. 2 farklı şekilde uygulanması mümkündür.

Bu uygulamalardan birincisi olan “yarı–trafik uyarmalı sistemde”, kavşak yaklaşım kollarının bazılarında uyarı kabul edilir. Genellikle “ana yol” niteliğinde olan yol üzerindeki akım yönlerine sürekli olarak yeşil ışıklı sinyal verilir ve tali yol veya yolların herhangi birinden geçiş talebi uyarısı alınmadıkça cephe gruplarının ışıklı sinyallerinde bir değişiklik olmaz. Uygulamalardan diğeri olan “tam–trafik uyarmalı sistemde” ise, kavşak yaklaşım kollarının hepsinden sürekli olarak uyarı alınır ve geçiş

hakkı sıra ve süreleri uyarı alınan yaklaşım kollarındaki trafik yoğunluklarına göre değiştirilerek otomatik olarak düzenlenir (Başkan, 2004).

c) **Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi:** Sinyalizasyon tesisleri genellikle kavşaklarda, bazı bağlantı yollarının giriş çıkışlarında ve kavşak olmayan yaya geçitlerinde kurulur. Yaya akımının az olduğu yer ve saatlerde, taşıtlara verilen sürekli geçiş hakkı yayaların butonlara basmaları ile kesilir (Başkan, 2004).

d) **El İle Kumandalı Sinyalizasyon Sistemi:** Herhangi bir kavşaktaki bütün ışıklı cephe grupları bir kumanda tablosuna bağlanarak ışıklı sinyallerin dışarıdan yönetilmesi sağlanabilir. Bu sistem, özellikle sabit zamanlı olarak tesis edilmiş fakat bazı zamanlardaki trafik akımlarının ortalama değerlerden büyük sapmalar ve sık dalgalanmalar gösterdiği kavşaklarda kullanılır (Başkan, 2004).

3.1.1.2 Koordine Sinyalizasyon Sistemleri

Ana yolların birbirine çok yakın iki veya daha fazla sayıdaki kavşaklarında, gecikmeleri azaltmak ve sık sık duruş-kalkışları engellemek amacıyla, kavşaklardaki sinyalizasyon tesislerinin birbirine bağlanması gerekmektedir. Koordine sistemler genellikle anayol üzerindeki kavşaklardan, tali yol trafiğine de yeterli geçiş hakkı tanıyarak, birim zaman içinde mümkün olan en yüksek sayıda taşıtın durmadan geçirilmesi için düzenlenmektedir. Ayrıca birbirine çok yakın olan sinyalize kavşaklarda biriken taşıt kuyruklarının kavşak alanlarına taşmamaları için de bir koordinasyon tesis edilebilir. Koordine sistemler öncelikle anayol trafiği için uygulanmakla birlikte, bazı durumlarda bütün yönlerdeki toplam gecikmenin minimuma indirilmesi olanakları da araştırılır. Koordine sistemler ayrıca birbirine yakın sinyalize kavşakları bulunan bir yol şebekesinin bütün akımları için bilgisayar kontrollü olarak düzenlenebilir. Koordine sistemler çalışma düzenlerine göre;

- a) Senkronize Sistem
- b) Alternatif Sistem
- c) Progresif Sistem
- d) Arazi Trafik Kontrolü Sistemi olarak ayrılır (Başkan, 2004).

3.2. SİNYALİZASYON ANALİZ YÖNTEMLERİ

Sinyalizasyon hesap yöntemleri arasında en yaygın olarak kullanılan yöntemler:

- Avustralya Yöntemi
- Amerikan (HCM) Yöntemi
- İngiliz (Webster) Yöntemi'dir.

İncelenen kavşakların kapasite analizleri “Vissim” bilgisayar programıyla yapılmıştır. Kapasite analiz yöntemlerinin matematiksel analizlerinde ise “Avustralya” ve “Amerikan (HCM)” yöntemleri kullanıldığı için bu yöntemler anlatılmıştır.. Yöntemlere göre kapasite, gecikme gibi performans ölçüm değerleri, devre süresi ve faz süreleri gibi sinyalizasyonla ilgili bilgilerin nasıl belirlendiği ve ilgili formüllerle hesapların nasıl yapıldığı anlatılmaya çalışılmıştır.

3.2.1. Amerikan Yöntemi (HCM 2000)

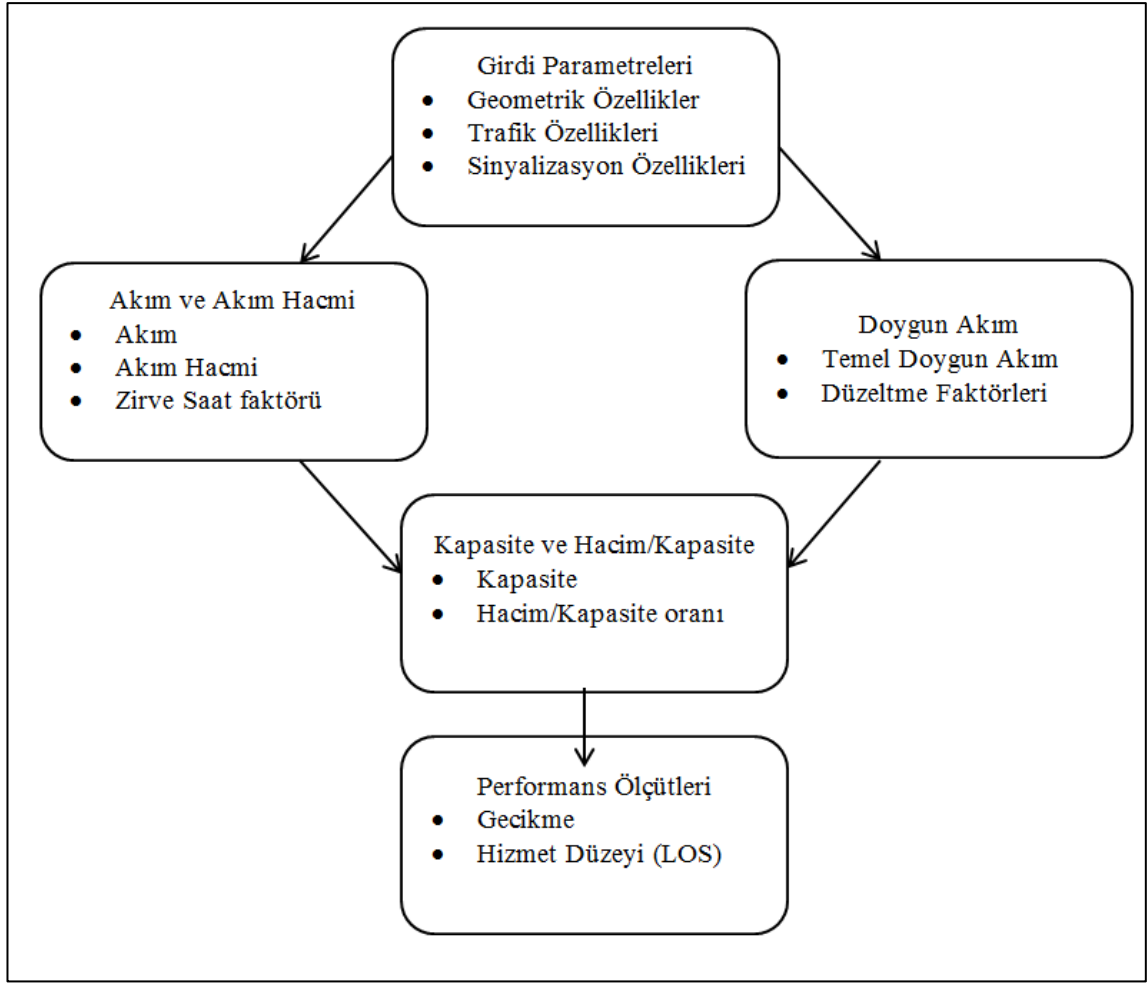
3.2.1.1. Giriş

Highway Capacity Manual (HCM) Karayolları Kapasite Kılavuzu Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilim Akademileri Ulaştırma Araştırma Kurulunun yayınıdır. Çeşitli otoyol tesisleri, otoyollar, karayolları, roundaboutlar , sinyalizasyon ve sinyalizasyon olmayan kavşaklar, kırsal karayolları performansları üzerine kavramlar, kurallar ve bu sistemlerin kapasiteleri üzerinde sinyalizasyon, toplu taşıma, yaya ve bisiklet etkileri gibi hesaplama prosedürleri içeren bir kılavuzdur.

Karayolları Kapasite Kılavuzunun ilk baskısı Ulaştırma Araştırma Kurulu tarafından basılmıştır. 1965, 1985, 2000, 2010 ve 2016 yıllarında güncellenerek basımı yapılmıştır. 1950'den 2016 ya kadar dünya çapında trafik mühendisliği bilim adamları ve uygulayıcılar ve aynı zamanda çeşitli ülkelere özgü kapasite kılavuzlarının referans kitabı olmuştur.

Şekil 3.1'de Amerikan yöntemin girdi ve çıktı parametreleri ile temel hesaplama adımları gösterilmektedir

Şekil 3.1: Amerikan (HCM) yöntemi hesap adımları



Kaynak: (Eraslan, 2008)

Bu yöntem; trafik akımların miktarı ve dağılımı, trafik kompozisyonu, geometrik özellikler ve kavşak sinyalizasyonunun detayları yani mevcut koşullar değerlendirilerek, LOS'un (Level of Service: Hizmet Düzeyi) belirlenmesi üzerine kuruludur.

3.2.1.2. Girdi parametreleri

Sinyalize kavşakların analizi için gerekli olan giriş bilgileri Tablo 3.1'de özet olarak gösterilmektedir. Gerekli olan girdi parametreleri ayrıntılıdır ve çeşitlidir. Geometrik, trafik ve sinyalizasyon özellikleri olmak üzere üç ana kategoriye ayrılır.

Tablo 3.1 Amerikan (HCM) yöntemi girdi parametreleri

GENEL ÖZELLİKLER	PARAMETRE
Geometrik Özellikler	Kavşak tipi
	Şerit sayısı, N
	Ortalama şerit genişliği, W
	Eğim, G (%)
	Özel sola (LT) veya sağa (RT) dönüş şeridinin varlığı
	LT veya RT şeritlerinin uzunluğu, Ls
	Park şeridi
Trafik Özellikleri	Her bir akım için trafik hacimleri, V (araç/saat)
	Temel doymuş akım, s_0 (birim otomobil/saat/şerit)
	Zirve saat faktörü (PHF)
	Ağır araç yüzdesi, HV (%)
	Yaya hacmi, V_{ped} (yaya/saat)
	Kavşakta duran yerel otobüs sayısı, NB (otobüs/saat)
	Park eden araç sayısı, N_m
	Yeşil süre boyunca geçen araçların oranı, P
	Kavşak yaklaşım hızı, SA
Sinyalizasyon Özellikleri	Devre süresi, C (saniye)
	Yeşil süre, G (saniye)
	Yeşiller arası süre, Y (saniye)
	Kumandalı veya zamana bağlı işletme durumu
	Yaya butonu
	Minimum yaya yeşil süresi, G_p (s)
	Faz planı
	Analiz periyodu, T (saat)

Kaynak: (Anonymous, 2000)

Geometrik özellikler: Yaklaşım kollarının eğimi, şerit sayısı ve genişliği ve park koşulları da dahil olmak üzere kavşakla ilgili tüm bilgiler elde edilmelidir. Özel sol veya sağ dönüş şeritleri varsa, bu şeritler depolama uzunlukları ile birlikte ele alınmalıdır (Anonymous, 2000).

Trafik özellikleri: Kavşakta her bir yaklaşım kolunda her bir akım için trafik hacimleri belirlenmelidir. Trafik hacimleri 15 dakikalık zaman dilimleri ile belirlenir (Bu

durumda, analiz periyodu $T = 0.25$ 'dir). 15 dakikalık trafik verisi bilinemezse, saatlik trafik hacimleri ve zirve saat faktörü (peak-hour factor: PHF) kullanılarak trafik hacimleri tahmin edilebilir. Trafik hacminin yanında, her bir trafik akımında ağır araç yüzdesi (% HV) olarak araç tipi dağılımı da belirlenmelidir. Ağır araç, dörtten fazla lastikli araç olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, kavşakta yolcu almak veya boşaltmak için yaptığı duruş sayısı da dahil olmak üzere her bir yaklaşım kolu için yerel otobüs sayısı da tespit edilmelidir. Kavşakta bilinmesi gereken bir diğer faktör de, her bir kavşak kolu için yaya ve bisiklet hacmidir (Anonymous, 2000).

Sinyalizasyon özellikleri: Sinyalizasyon ile ilgili tüm bilgiler, analizi gerçekleştirmek için gereklidir. Bu bilgiler, faz planını gösteren faz diyagramı, devre süresi, yeşil süre ve yeşiller arası süre olarak sıralanabilir.

3.2.1.3. Akım

Sinyalize kavşaklarda, her bir şerit grubu ve kavşak yaklaşımları ayrı olarak düşünülmelidir. Sola veya sağa dönüş şeridi veya şeritleri, düz giden araçlar için yapılan şeritlerle ortak olmayacak şekilde ayrı olarak tasarlanmalıdır. Dönen araçlar ile düz giden araçlar tarafından ortak kullanılan şerit veya şeritler olması durumunda, uygun şerit gruplandırması akımlar arasındaki trafik hacimlerinin dağılımına bağlıdır. Bu durumda, trafik hacimleri arasında dengenin veya çok fazla dönüşün olup olmadığını belirlemek gereklidir. Ortak kullanılan şeritte hesaplanan sola dönüş oranı 1.0 (%100)'e eşitse, ortak şerit fiili bir sola dönüş şeridi olarak düşünülmelidir (Anonymous, 2000).

Akım hacmi, herhangi bir analiz periyodu için ortalama akım değeri (araç/saat) olarak belirlenmektedir. Analiz periyodu genellikle 15 dakikadır. Fakat trafik hacmi, birden fazla analiz periyodunu kapsayan bir süre (örneğin, bir saatlik hacim) olarak da belirlenebilir. Bu durumda, her bir analiz periyodu için (örneğin, 15 dakika) akım hacmi değerleri bulunarak zirve faktörler belirlenmelidir. Böylece; örneğin 1 saat olarak belirlenmiş çalışma periyodu süresince, 15 dakikalık analiz periyodu ile saatte yaşanan gecikmenin daha doğru bir şekilde tespiti elde edilebilir. Zirve saat faktörü olarak ifade edilen “PHF” denklem 3.1 ile hesaplanır:

$$Vp = \frac{V}{PHF} \quad (3.1)$$

V_p: Zirve 15 dakika süresince akım hacmi (araç/saat),

V: Saatlik akım hacmi (araç/saat),

PHF: Zirve saat faktörü (peak-hour factor)'dür (Anonymous, 2000).

3.2.1.4. Doygun Akım

Doygun akım değeri incelenen akımın geçirebileceği yeşil süre boyunca kavşaktan en fazla araç sayısıdır. Normal şartlarda bir şeritten saatte 1900 birim otomobil değerinde araç geçebilmektedir. Bu değer temel doygun akım değeri olarak ele alınabilmektedir. Ancak kavşaklarda bu değeri yakalamak mümkün değildir. Bu nedenle düzeltme katsayıları kullanılarak doygun akım değeri düzeltilir. Çünkü kavşağı kullanan araçların hızlarını düşüren, kavşaktan geçişlerin geciktiren birçok etken vardır. Bu etkenler kavşaktaki şerit başına geçebilecek araç sayısını etkilerler. Bu etkenlerin her biri bir düzeltme katsayısı ile dikkate alınır. Denklem 3.2' de düzeltilmiş doygun akım değerinin hesaplanması görülmektedir (Eraslan, 2008)

$$S = S_o * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb} \quad (3.2)$$

Yukarıdaki denklemde:

S: Doygun akım (araç/saat),

S_o: Temel doygun akım (birim otomobil/saat/şerit), Hesaplamalarda genellikle temel doygun akım değeri, bir şerit için yolcu otomobili cinsinden “1900 (b.o./saat/şerit)” olarak alınır.

N: İncelenen trafik akımı için şerit sayısı,

f_w: Şerit genişliği için düzeltme faktörü,

f_{HV}: Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü,

f_g: Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü,

f_p: Park şeridinin ve park durumunun varlığına göre düzeltme faktörü,

f_{bb}: Kavşak alanı içinde duran belediye otobüslerinin etkisini engellemek için düzeltme faktörü,

f_a: Kavşağın bulunduğu bölgeden (il, ilçe... v.b.) dolayı düzeltme faktörü,

f_{LU}: Şerit kullanımı için düzeltme faktörü,

fLT: Trafik akımı içinde sola dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fRT: Trafik akımı içinde sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fLpb: Sola dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü,

fRpb: Sağa dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü.

Denklem 3.2’de ifade edilen doymun akım için düzeltme faktörleri, Tablo 3.2’de ayrıntılı olarak özetlenmiştir.

Tablo 3.2: Doymun akım için düzeltme faktörleri

FAKTÖRLER	FORMÜLLER	NOTLAR	
Şerit Genişliği	$f_w = 1 + \frac{W - 12}{30}$	W:Şerit Genişliği (ft.)	W≤8,0 olmalı ve W>16 ise, analiz iki şeritli olarak düşünülmelidir.
Ağı Araçlar	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV * (Et - 1)}$	Et:2,0 b.o/HV	%HV: İncelenen akım hacminin ağır araç yüzdesi
Eğim	$f_g = 1 - (\% \frac{G}{200})$	-6≤%G≤+10	%G: Kavşak yaklaşım kolunun eğimi
Park	$f_p = \frac{N - 0,1 - (18 * \frac{Nm}{3600})}{N}$	0≤Nm≤180 fp≥0,050 fp=1,00(park yoksa)	N:İncelenen akımın şerit sayısı Nm:Saatte park yapan araç sayısı
Otobüs Etkisi	$f_{bb} = \frac{N - (14,4 * \frac{Nb}{3600})}{N}$	0≤Nb≤250 fbb≥0,050	N: İncelenen akımın şerit sayısı Nm:Saatte geçen otobüs sayısı
Kavşak Bölgesi	fa=0,9 (CBD olan yer) fa=1 (diğer yerler)	CBD: Merkezi iş bölgeleri(cenrtal business district)	
Şerit Kullanımı	$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} * N}$	Vg: İncelenen akımın trafik hacmi (araç/saat) Vg1: Akım içindeki her bir şeritten geçen trafiğin en büyüğü (araç/saat) N: İncelenen akımın şerit sayısı	
Sola Dönüşler	Dönüş Şeridi: Flt=0,95 Ortak Kullanılan Şerit: $f_{LT} = \frac{1}{1,0 + (0,05 * PLT)}$	PLT: İncelenen akım içinde sola dönen araçların oranı	
Sağa Dönüşler	Dönüş şeridi: Frt=0,85 Ortak Kullanılan şerit: $f_{RT} = 1,0 - (0,15 * PRT)$	PRT: İncelenen akım içinde sağa dönen araçların oranı (fRT≥0,05)	
Yaya ve Bisiklet	Sola Dönüş Faktörü: $f_{Lpb} = 1,0 - (1 - ApbT) * PLT * (1 - PLTA)$	PLT: İncelenen akım içinde sola dönen araçların oranı	
	Sağa Dönüş Faktörü: $f_{Rpb} = 1,0 - (1 - ApbT) * PRT * (1 - PRTA)$	ApbT: Geçiş hakkı olan fazın düzeltme faktörü PLTA:Sola dönen ve düz giden araçların toplam yeşil süresi içinde korunan yeşil süre oranı PRT:İncelenen akım içinde sağa dönen araçların oranı PRTA: Sağa dönen ve düz giden araçların toplam yeşil süresi içinde korunan yeşil süre oranı	

Kaynak: (Anonymous, 2000)

Fakat HCM 2010’da sadece “fw (şerit genişliği için düzeltme faktörü)”nin hesaplanmasında değişiklik yapılmıştır. Yapılan bu değişiklik aşağıda Tablo 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Şerit genişliği için düzeltme faktörü (fw)

Ortalama Şerit Genişliği (ft.)	Düzeltilme Faktörü (fw)
$8,0 \leq W < 10,0$	0,96
$10,0 \leq W \leq 12,9$	1,00
$W > 12,9$	1,04

Kaynak: (Anonymous, 2010)

3.2.1.5. Kapasite ve Hacim

3.2.1.5.1. Kapasite

Işıklı kavşaklarda kapasite her akım için bir devre boyunca o kavşaktan geçirebileceği en fazla araç sayısıdır. Bu değer o akımın yeşil süresine, kavşağın devre süresine ve doymuş akım oranına bağlıdır. Akım oranı gelen akım miktarının (V_i), doymuş akım miktarına (S_i) oranı şeklinde bulunur. Her bir akım için akım oranı ise; $(V/S)_i$ şeklinde tanımlanır. Her bir akım için kapasite denklem 3.3 ile hesaplanır (Eraslan, 2008).

$$C_i = S_i * \frac{g_i}{C} \quad (3.3)$$

C_i = yeşil süresi boyunca akımın geçirebileceği en fazla araç sayısı

S_i = doymuş akım değeri

g_i/C = incelenen akım için yeşil süresinin devre süresine bölümü (yeşil süre oranı)

3.2.1.5.2. Hacim/Kapasite Oranı

Denklem 3.4’de görüldüğü gibi düzeltilmiş gözlenen akım hacminin, kapasiteye bölümünden elde edilir. Kapasite her bir akım için ayrı hesaplanır. Kapasite ilgili akımın doymuş akım değerine, yeşil süresine ve bulunduğu ışıklı kavşağın devre süresine bağlıdır(Eraslan, 2008).

$$x_i = \frac{V_i}{C_i} \quad (3.4)$$

x_i = hacim / kapasite Oranı

V_i = düzeltilmiş akım hacmi (taşıt/sa)

C_i = yeşil ışık süresine ve devre süresine bağlı olarak kapasite (taşıt/sa.)

3.2.1.5.3. Kritik akım

Işıklı kavşaklarda fazlar devre süresi boyunca birbirini takip edeler. Akımlar bu fazların yeşil sürelerine göre kavşağı terk ederler. Bu yeşil süreler, kavşaktaki akımların doyumluk derecelerine bağlı olarak belirlenir. Denklem 3.5’de görüldüğü üzere kavşağın kritik doyumluk derecesi her bir kritik akımın doyumluk derecelerine, devre süresine ve kayıp zamanlara bağlı olarak hesaplanır (Eraslan, 2008).

$$X_c = Y_c * C_i / (C - L) \quad (3.5)$$

X_c = kavşağın kritik doyumluk derecesi

Y_c = kritik akımların akım oranları toplamı

C = devre süresi (sn)

L = toplam akım kayıp zamanı (devre boyunca kaybedilen süre) (sn)

Doyumluk derecesi yüksek olan akımın daha fazla yeşil süreye ihtiyacı vardır. Buna bağlı olarak her bir faz için, fazlardaki yeşil süre ihtiyacı fazla olan akım yani doyumluk derecesi yüksek olan akım kritik akımdır. Tekrarlı olup olmamasına göre kritik akımların hesap yöntemleri farklıdır.

3.2.1.5.4. Gecikme

Gecikme hesaplanırken 3 farklı durumun oluşturduğu gecikme değerleri toplanarak kavşağın kontrol gecikmesi değeri hesaplanır.

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (3.6)$$

Bu formüldeki;

d = kontrol gecikmesi (sn/taşıt)

d1 = üniform kontrol gecikmesi (sn/taşıt)

PF = ilerleme faktörü

d2 = eklenik gecikme (sn/taşıt)

d3 = başlangıç kuyruklanma gecikmesi (sn/taşıt)

Burada ifade edilen kontrol gecikmesi (d) kavşağın toplam gecikme değeridir. Üniform kontrol gecikmesi (d1) başlangıç kuyruklanması olmadan, kapasitenin asılmamış olması durumuna göre kavşakta oluşan denklem 3.7’de gecikmelerin hesaplandığı gecikmedir.

$$d1 = \frac{0,5 * C * (1 - (gi/C)^2)}{1 - (\frac{\min(1,x)*gi}{C})} \quad (3.7)$$

d1 = üniform kontrol gecikmesi (sn/taşıt)

C = devre süresi (sn)

g = etkin yeşil süre (sn)

X = doygunluk derecesi

Eklenik gecikme (d2) kavşağa rastgele gelişler ve doygun haldeki kuyruklanma nedeniyle oluşan gecikmedir. Başlangıçta kavşakta kuyruklanma olmaması durumunu ele alır. Denklem 3.8’deki gibi hesaplanır.

$$d2 = 900 * T * [(X - 1) + \sqrt{\frac{8kIX}{CT} + (X - 1)^2}] \quad (3.8)$$

d2 = rastgele gelişleri tarif etmek için artan gecikme (sn/taşıt)

T = analiz süresi (sa)

X = doygunluk derecesi

k = artan gecikme faktörü

I = ölçüm düzeltme faktörü

c = şerit grubu kapasitesi (taşıt/sa)

Son olarak başlangıç kuyruklanma gecikmesi (d3) değeri hesaba katılır. Bu kuyruklanma değeri kavşakta analize başlanmadan önceki kuyruklanmaların hesaba katıldığı gecikme değeridir. Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtlara etkiyen gecikme değeri olarak tarif edilmektedir. Eğer analiz başlangıcında kuyruklanma yoksa bu değer “0” alınmalıdır (Eraslan, 2008).

İlerleme Faktörü (Progression Factor _ PF): İyi bir koordineli sinyal sisteminde amaç, yeşilde gelen araçların sayısını arttırmaktadır. Çalışma alanı izole bir kavşak olduğundan bu değerin etkisi yok kabul edilecek ve 1 alınacaktır.

3.2.1.5.5 Hizmet Düzeyi(LOS)

HCM yönteminin uygulanması sonucunda elde edilen önemli parametrelerden birisi, bir bütün olarak kavşak içinde tüm kritik akımlar ve her bir trafik akımı (şerit grubu) için hacim/kapasite (V/C) oranıdır. Diğerisi ise, “LOS” ile ilgili olarak bir bütün olarak kavşaklar, yaklaşım kolları ve her bir trafik akımı için ortalama kontrol gecikmesidir. (Anonymous, 2000).

Hizmet düzeyi; tüm kavşak, her bir kavşak yaklaşımı ve her bir trafik akımı (şerit grubu) için nitelendirilir. Kavşağın veya yaklaşım kollarının hizmet seviyesinin nitelendirmesinde, sadece kontrol gecikmesi kullanılır. Belirli bir şerit grubunun hizmet düzeyinin nitelendirilmesinde ise, kontrol gecikmesi ve hacim/kapasite (V/C) oranı kullanılır. Gecikme, trafik sinyal kontrolünden dolayı artan seyahat süresini ifade eder. Ayrıca sürücü hataları ve yakıt tüketiminin bir ölçüsüdür. “V/C oranı” ise, bir şerit grubu tarafından kullanılan faz kapasitesinin derecesini ifade eder. Hizmet düzeyi Tablo 3.4’de gösterilmiş ve her bir hizmet düzeyi açıklanmıştır (Anonymous, 2010).

Tablo 3.4: Sinyalize kavşaklar için hizmet düzeyi kriterleri

LOS(Hizmet Düzeyi)	Araç Başına Kontrol Gecikmesi	Doygunluk Derecesi
A	≤ 10	$\leq 1,0$
B	$>10-20$	$\leq 1,0$
C	$>20-35$	$\leq 1,0$
D	$>35-55$	$\leq 1,0$
E	$>55-80$	$\leq 1,0$
F	>80	$>1,0$

Kaynak: (Anonymous, 2010)

A Hizmet Düzeyi: LOS A, kontrol gecikmesinin “10 sn./araç” veya daha küçük olduğu ve hacim/kapasite (v/c) oranının da 1.0’den küçük olduğu durumlardaki işletme koşullarıdır. Bu hizmet seviyesinde; “v/c” oranı çok düşük, araçların ilerlemesi

olağanüstü bir şekilde elverişli ve devre süresi çok kısadır. Araçların çoğu yeşil süre esnasında gelir ve kavşak boyunca durmadan seyahat ederler.

B Hizmet Düzeyi: LOS B, kontrol gecikmesinin “10–20 sn./araç” arasında olduğu ve hacim/kapasite (v/c) oranının da 1.0’den küçük olduğu durumlardaki işletme koşullarıdır. Bu hizmet seviyesinde; “v/c” oranı düşük, araçların ilerlemesi oldukça elverişli ve devre süresi kısadır. Kavşaktan geçişlerde çok az araç durur.

C Hizmet Düzeyi: LOS C, kontrol gecikmesinin “20–35 sn./araç” arasında olduğu ve hacim/kapasite (v/c) oranının da 1.0’den küçük olduğu durumlardaki işletme koşullarıdır. Bu hizmet seviyesinde, araçların ilerlemesi elverişli ve devre süresi orta derecededir. Yetersiz kapasitenin sonucu olarak, bir veya daha fazla aracın devre süresi boyunca kuyruk oluşturduğu gözlemlenebilir. Kavşak boyunca hala birçok araç durmadan geçmesine rağmen, duran araç sayısı önemlidir (Anonymous, 2010).

D Hizmet Düzeyi: LOS D, kontrol gecikmesinin “35–55 sn./araç” arasında olduğu ve hacim/kapasite (v/c) oranının da 1.0’den küçük olduğu durumlardaki işletme koşullarıdır. Bu hizmet seviyesinde; “v/c” oranı yüksek, araçların ilerlemesi başarısız ve devre süresi uzundur. Birçok araç durur ve oluşan araç kuyrukları fark edilir.

E Hizmet Düzeyi: LOS E, kontrol gecikmesinin “55–80 sn./araç” arasında olduğu ve hacim/kapasite (v/c) oranının da 1.0’den küçük olduğu durumlardaki işletme koşullarıdır. Bu hizmet seviyesinde; “v/c” oranı yüksek, araçların ilerlemesi olumsuz ve devre süresi uzundur. Sık sık araç kuyrukları oluşur.

F Hizmet Düzeyi: LOS F, kontrol gecikmesinin “80 sn./araç”den büyük olduğu ve hacim/kapasite (v/c) oranının da 1.0’den büyük olduğu durumlardaki işletme koşullarıdır. Bu hizmet seviyesinde; “v/c” oranı çok yüksek, araçların ilerlemesi çok zayıf ve devre süresi uzundur. Kuyrukların boşalmasında çoğu devre süresi başarısızdır. “v/c” oranının 1.0 veya daha fazla olması, kapasitenin tam olarak kullanıldığını gösterir ve bu durum, kapasite açısından başarısızlığı ifade eder. Gecikmenin “80 sn./araç” değerini aşması ise, gecikme açısından başarısızlığı ifade eder. Bir şerit grubu için “v/c” oranı 1.0’i aştığı halde, gecikme “80 sn./araç” değerinden az olabilir. Bu durum, genellikle devre süresinin kısa ve araçların ilerlemesinin olumlu olduğu koşullarda meydana gelir (Anonymous, 2010).

3.2.2. Avustralya Yöntemi

3.2.2.1. Giriş

Avustralya yöntemi ile sinyalize kavşaklardaki trafiğin kapasite ve zaman gerekleri analiz edilmektedir. Bu yöntem, daha önce “Miller (1968), Webster ve Cobbe (1966)” tarafından yayınlanan sinyal tasarım uygulamalarının temel çerçevesini takip etmektedir. Fakat daha önceki geleneksel tekniklerde bazı değişiklikler yapılarak, yöntemde “faz-ilişkili” metot yerine “akım-ilişkili” metot kullanılmaktadır. Bu yapılan değişikliklerin önemli bir özelliği, faz kayıp zamanı yerine akım kayıp zamanının kullanılmasıdır. Böylece kavşak kayıp zamanı, faz kayıp zamanlarının toplamı yerine akım kayıp zamanlarının toplamı olarak tanımlanmaktadır. Bu yapılan değişikliklerle, akım ve sinyal fazlarının özellikleri arasındaki ilişkilerin anlaşılması daha da kolaylaşmaktadır.

Ayrıca bu yöntemde, akımlar ve fazların temel içerikleri tanıtılarak; doymun akım, etkin yeşil süre, kayıp zaman, akım oranı ve doymunluk derecesi gibi akım ve kavşak parametreleri tanımlanmıştır. Sinyalize kavşakların kapasite analizinde en önemli parametre olan doymun akımların tahmininde çevre sınıfı, şerit tipi ve dönüş tipi kavramları yeni bir bakış açısıyla tanımlanmıştır. Bu yöntemde trafik sinyalizasyonu için performans ölçümleri; araçlar ve yayalar için kuyruk uzunluğu, durma sayıları ve gecikme tahminlerini içerir. Ayrıca arzu edilen işletim koşulları için devre süresi ve yeşil süreler hesaplanmaktadır. Avustralya yöntemine dayanan bilgisayar programları da mevcuttur. “Sidra Intersection” bilgisayar programı, bu yöneme dayanan ve gelişmeler neticesinde yeniden düzenlenen bir programdır (Akçelik, 1998).

3.2.2.2 Kavşak Ve Trafik Akımlarının Özellikleri

3.2.2.2.1 Akım Ve Fazlar

Yönü şerit kullanımı ile belirlenmiş olan geçiş sırasına göre karakterize edilmiş olan kavşaktaki her bir kuyruğa akım adı verilir. Birden fazla fazda geçiş hakkına sahip olan

akımlara ise; tekrarlı akım adı verilir. Fazlanma faz-akım matrisi ile belirlenir. Faz-akım matrisinde akımlar ve hangi fazda başlayıp hangi fazda bittiği gösterilir.

3.2.2.2.2 Sinyal Devresi

Bir devre, o ışıklı kavşaktaki tüm fazların tam bir kez tekrarlanmasıyla oluşan süredir. Bir devrede bir fazdaki yeşil sürenin bitimiyle, bir sonraki fazın yeşil süresinin başlangıcı arasındaki süreye yeşiller arası süre (I) denir. Bu süre sarı ve hepsi kırmızı sürelerinin toplamına eşittir. Faz başlangıç anı yeşiller arası sürenin başlama anıdır, faz bitiş anı yeşil sürenin sonudur. Denklem 3.9'da görüldüğü gibi toplam devre tüm yeşil sürelerin ve tüm yeşiller arası sürelerin toplamına eşittir.

$$C = \Sigma (I + G) \quad (3.9)$$

I = yeşiller arası süre,

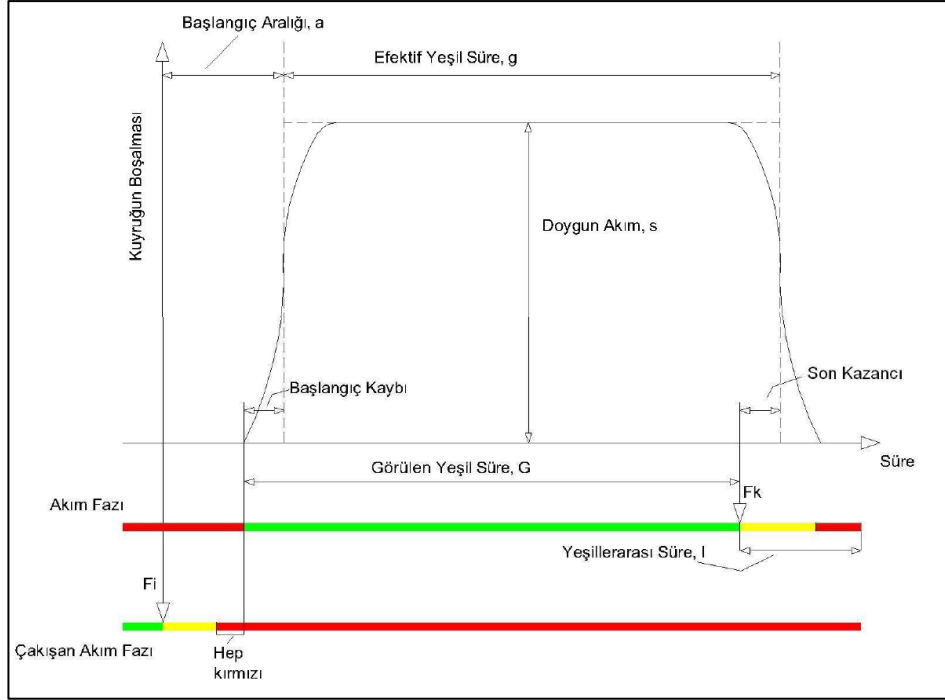
G = yeşil süre

3.2.2.2.3. Etkin Yeşil Süre

Sekil 3.2'de görüldüğü gibi sinyal yeşile döndüğü zaman dur çizgisinden harekete geçen akım hızlı bir şekilde doymuş akım (S) değerine ulaşır veya kuyruk boşalınca ya da yeşil süre sona erinceye kadar devam eder. Sekil 3.2' de görüldüğü üzere kesikli çizgi ile gösterilenin yüksekliği doymuş akım değerini genişliği ise etkin yeşil süreyi göstermektedir. Görülen yeşil süre (G) başlangıcı ile etkin yeşil süre (g) başlangıcı arasındaki fark, başlangıç kaybı olarak kabul edilir. Benzer olarak etkin yeşil süre sonu ile görülen yeşil süre sonu arasındaki fark ta son kazancı (bitiş aralığı) olarak kabul edilir. Böylece etkin yeşil süre görülen yeşil süreden başlangıç kaybının çıkarılması ve son kazancın eklenmesi ile bulunur. Akım kayıp zamanı (L) başlangıç kayıp zamanı ile son kazanç arasındaki fark olarak adlandırılır. Yeşiller arası süre (I) ise görülen yeşiller arası süredir (Eraslan, 2008).

$$(G + I = g + L) \quad (3.10)$$

Şekil 3.2: Etkin yeşil süre



Kaynak: (Başkan, 2004)

3.2.2.3. Kapasite Ve Doygunluk Derecesi

Trafik sinyallerinde bir akımın kapasitesi, doymun akım, etkin olarak kullanılan yeşil sürenin devreye oranına bağılıdır.

$$Q = S * (g / C) \quad (3.11)$$

Q = kapasite, S = doymun akım, g = Etkin yeşil süre, C = devre süresi

Etkin yeşil sürenin devre süresine oranı ise yeşil süre oranı olarak adlandırılır.

$$u = g / C \quad (3.12)$$

Bir diğerk önemli parametre ise; akım oranı olarak tarif edilen gelen akımın doymun akıma oranıdır.

$$y = q / S \quad (3.13)$$

Burada tarif edilecek pratik doygunluk derecesi geleneksel yöntemlerden farklı olarak yeşil süre oranının akım oranına bölümüyle elde edilen değerdir.

$$x = y / u \quad (3.14)$$

Akım oranı burada talep edilen miktar olarak ele alınıp sabit kabul edilir. Burada hesaplamaları kontrol eden yeşil süre oranıdır. Bu ise arz olarak düşünülebilir. Burada akım oranı sabitken yeşil süre oranı arttığında doygunluk derecesi azalacak ve o akım için kapasite artmış olacaktır.

3.2.2.4. Doygun Akım

Akıma ayrılmış her bir şerit için Tablo 3.5’den temel bir doygun akım değeri seçilmesi gerekmektedir. Değişik faktörler kullanılarak, taşıt/saat boyutunda bir doygun akım hesaplanmalıdır. Toplam akım doygunluğu eğer bir akım birden fazla şeritten oluşuyorsa, bu doygun akımlar toplanarak akımın doygun akım değerinin bulunması gerekmektedir (Eraslan, 2008).

Tablo 3.5: Temel doygun akımlar (birim otomobil/saat)

	Şerit Türü		
Çevre Sınıfı	1	2	3
A	1850	1810	1700
B	1700	1670	1570
C	1580	1550	1270

Kaynak: (Eraslan, 2008).

Çevre Sınıfları:

Sınıf A: Taşıtların hareketi serbest, görüş iyi, kavşakta indirme bindime yok ve yaya çok az

Sınıf B: Yeterli kavşak geometrisi, çok fazla olmayan yaya, indirme ve bindirmeler var, yerleşim yerlerine giren ve çıkan taşıtlar

Sınıf C: Çok fazla yaya, zayıf görüş, duran taşıtların etkisi, yüksek park yapma oranı

Şerit Tipleri:

Tür 1: Doğru şerit, sadece doğru giden trafiği taşıyan şerit

Tür 2: Her türden dönüş trafiği taşıyan şerit

Tür 3: Kısıtlı dönüş şeridi, 2 no.lu şerit gibi fakat dönüş yarıçapı küçük ve yaya geçişleri var (Eraslan, 2008).

3.2.2.4.1. Düzeltme Katsayıları

Tablo 3.5'den alınan değerler aşağıdaki katsayılarla düzeltilir.

$$S = (f_w * f_g / f_c) * s_b \quad (3.15)$$

S = düzeltilmiş doymuş akım (taşıt/sa)

S_b = temel doymuş akım (birim otomobil / saat)

f_w = şerit genişlik katsayısı

f_g = eğim katsayısı

f_c = trafik kompozisyon katsayısı

Tablo 3.6: Şerit genişliği düzeltme katsayısı

f _w	w şerit genişliği (m.)
1.0	3.00 – 3.70 m. için,
0.55 + 0.14 * w	< 3.00 m. için,
0.83 + 0.05 * w	> 3.70 m. için

Kaynak: (Eraslan, 2008).

Eğim düzeltme katsayısı: Gr = yüzde olarak eğim

$$f_g = 1 \pm 0.5 * (Gr / 100) \quad (3.16)$$

Trafik kompozisyonu: f_c = Trafik kompozisyonu düzeltme faktörü

$$f_c = (\sum (e_i * q_i)) / q \quad (3.17)$$

q_i = dönüştürülecek taşıt türü için trafik hacmi

q = toplam hacim

e_i = i tipi için doğru giden taşıt eşdeğeri

Tablo 3.7: Trafik kompozisyonu katsayısı tablosu

		Çatışmadan Dönen	Çatışan Dönen
	Doğru	Normal – Kısıtlı	
Otomobil	1	1 – 1.25	e0
Ağır Tasıt	2	2 – 2.25	e0 + 2

Kaynak: (Eraslan, 2008).

Normal = Dönüş yarıçapları yeterince büyük ve yaya geçişleri olmayan dönüşler

Kısıtlı = Dönüş yarıçapları daha düşük ve yaya geçişleri olan geçişler

Çatışan dönüşler = Sinyal zamanlamasına ve çatışılan akım karakteristiğine göre değişir.

3.2.2.5. Kavşak Sinyalizasyon Performans Ölçümü

Devre süre hesabında kullanılacak ve kavşağın işletim etkinliğini gösteren özelliklerin belirlenmesi ve hesaplanması gerekir. Gecikme ve duruş sayısı iki temel işletim özellikleri olup yakıt harcaması, kirlilik ve maliyetler bunların türevleridir (Eraslan, 2008).

3.2.2.5.1. Taşkın Kuyruk

Yeşil ışık sonunda kuyruğun tamamen boşalmadığı durumlarda aşırı kuyruk kavramı ortaya çıkar. Aşırı kuyruk doymun üstü durumlarda görülür ve birkaç devre devam eder. $x > x_0$ için;

$$N_0 = \frac{Q \cdot T_f}{4} \left(z + \sqrt{z^2 + \frac{12(x+x_0)}{Q \cdot T_f}} \right) \quad (3.18)$$

değerini alır. x 'in diğer tüm değerlerinde ise; N_0 , sıfır değerini alır.

N_0 = Taşıt cinsinden ortalama kuyruk uzunluğu (birden fazla şerit varsa, tüm şeritlerdeki taşıt sayısı toplamı)

Q = devre kapasitesi (taşıt/saat)

T_f = ortalama akışın devam ettiği zaman aralığı – akım süresi (sa)

$Q \cdot T_f$ = T_f süresince geçebilecek maksimum taşıt sayısı

$x = q / Q$ doyunluk derecesi

$z = x - 1$ (doyunluk derecesi, 1'den küçük olduğu zamanlarda negatif değere sahiptir)

$x_0 = 0.67 + (s \cdot g / 600)$ olarak hesaplanan doyunluk derecesi. Kuyruğun yaklaşık olarak 0 olduğu doyunluk derecesi.

3.2.2.5.2. Gecikme

Sabit zamanlı ve izole bir kavşaktaki gecikme;

$$D = \frac{q \cdot C \cdot (1-u)^2}{2 \cdot (1-y)} + N_0 \cdot x_i \quad (3.19)$$

D = Toplam gecikme (saat başına taşıt-saat ve sadece taşıt olarak)

$q \cdot C$ = Devre başına gelen ortalama taşıt sayısı (q = taşıt/sn cinsinde akım)

u = yeşil süre oranı (g/C)

y = akım oranı (q/s)

N_0 = ortalama aşırı kuyruk (taşıt olarak)

Taşıt başına ortalama gecikme için genel formül: $d = D/q$ (saniye cinsinden)

3.4. SİMÜLASYON YÖNTEMİ

3.4.1 Simülasyon Nedir

Simülasyon; bir sisteme ait mevcut durumun bir bilgisayar modeline yansıtılmasıyla, hem mevcut durumu saha haricinde gözlemleyebilen hem de değişik koşullar altında sistemin nasıl davranışlar sergilediğini izlenmesini sağlayan bir modelleme tekniğidir.

Aslında bir sistemin bilgisayar ortamında taklit edebilecek bir yapay sistem meydana getirme işlemidir. Yapay sistem üzerinde değişik durumların karşılaştırılması yapılarak sistem üzerindeki etkileri tahmin edilebilir. Böylece karşılaştırılması muhtemel durumlara karşı hazırlıklı olunabilir.

Simülasyonun en önemli gayesi taşıtların trafik sistemi içerisindeki hareket ve davranışlarını kararlaştırmak ve aynı zamanda bu hareketleri görsel olarak simülasyon ekranına yansıtmaktır.

Birçok şehrin yol şebekesinde nüfus yoğunluğuna bağlı olarak trafik sıkışıklıkları, ortaya çıkmaktadır. Bu sıkışıklıklar bilgisayar üzerinde simülasyon programları kullanarak modellemelerle ve tahminler ile önlenebilir. Birçok simülasyon modeli bu problemi çözmek için geliştirilmiştir. TRANSIMS, SYNCHRO, SIDRA, TRANSYT, VISSIM, ARTIST, NETSIM, URTRAN, TRACSS ve MITRAM bunlara örnek olarak verilebilir.

TRANSIMS, açılımı Transportation Analysis Simulation System (Ulaşım Analiz ve Simülasyon Sistemi) ulaşım modellemesinde çözüm üretmeyi amaçlayan bir trafik simülasyon yazılımıdır. TRANSIMS her bir sürücü ve araç hareketini simüle etme özelliğine sahip mikrosimülasyon yazılımıdır. TRANSIMS Amerika Ulaşım Departmanı ve Amerika Çevre Koruma Ajansı finansmanı ile Los Alamos Ulusal laboratuvarında üretilmiş bir yazılımdır. Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı olup, üç boyutlu görsellik ve animasyon özelliklerine ve bir raporlama sistemine sahiptir.

SYNCHRO, trafik akımlarının analizinde ve ışıklı kavşakların yeniden düzenlenmesine yardımcı olan bir kapasite analiz simülasyon programıdır. Gecikme, kuyruk uzunlukları ve kullanılabilir yeşil süre program yardımıyla hesaplanabilmektedir. Program Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000 – Amerikan Yöntemi) yönteminden faydalanmaktadır. Trafik talebini en uygun şekilde kavşağa uygulayabilecek sinyal süresi bulmayı amaçlamaktadır. Böylece kavşağın kapasitesini maksimum seviyeye çıkararak, kavşağın hizmet seviyesi yükselecektir. SYNCHRO programı; faz planı, yolun genişliği, ağır vasıtaların yüzdesini dikkate alarak gecikme, kuyruk uzunluğu ve hizmet düzeyi hesaplamalarını yapmaktadır.

SIDRA benzetim programı sinyalizasyon kavşaklarının analizinde ve sinyalizasyonun yeniden düzenlenmesinde kullanılan bir programdır. Avustralya yöntemini esas alır. Her bir kavşak kolu için ve tüm kavşak için ayrı gecikme değerleri ve hizmet düzeyleri hesaplar. SIDRA, SYNCHRO programı gibi sinyal sürelerine göre analiz yapmakta, trafik talebini maksimum düzeyde karşılayacak sinyal süresi bulmayı amaçlamaktadır. Kavşağın kapasitesini artırarak, kavşağın hizmet seviyesini yükseltmeyi amaçlamaktadır.

3.4.2 Vissim Simülasyon Programı

VISSIM (Verkehr in Städten-Simulation: traffic in towns-simulation), kent içi ulaşım sistemlerinde trafiğin ve transit ulaşım sistemlerinin (hafif raylı sistem gibi) modellenmesi ve değerlendirilmesi için geliştirilmiş; davranış tabanlı bir mikroskobik simülasyon programıdır. Bir yazılım ve ulaşım danışmanlık kuruluşu olan PTV GmbH tarafından geliştirilen bu programın kalibrasyonu Karlsruhe Teknik Üniversitesince (Almanya) gerçekleştirilmiştir. Bu program vasıtasıyla, kent içi karayolu trafiği ve transit ulaşım sistemleri çeşitli yol konfigürasyonları, trafik ışıkları ve transit durakları gibi parametrelere bağlı olarak analiz edilebilir.

Similasyon sonuçları, trafik kompozisyonu, sinyalizasyon, yol ve kavşak geometrisi, trafik hacmi v.d görüntülerin bilgisayar ortamında canlandırılması; gerçek zamanlı olmadan da ulaşım süresi ya da gecikmeler gibi bir takım analiz verilerinin veri dosyalarına aktarılması suretiyle elde edilir.

VISSIM trafik similatörü aynı zamanda sürücü-taşıt birimlerinin psiko-fiziksel davranışını esas alan bir modeli kullanmaktadır. Kısacası VISSIM simülasyon modelleme araçları ve davranışsal parametreler kullanılarak fiziksel yol ağının performansının bilgisayar ortamında tasvir edilerek görselleştirilmesidir. Bilgisayar ortamında eşleştirilen gerçek dünya koşullarına modellenmesi sürecine kalibrasyon denir.

VISSIM, yayalar, bisikletliler, motosiklet, otomobil, kamyon, otobüs, tramvay, hafif raylı sistem (LRT) ve metro ve demiryolunun multi-modal trafik akışlarını, teknik özellikleri ile simüle etmek üzere özelleştirme seçenekleri de sunmaktadır.

Simülasyon teknikleri, ayrıntılı model oluşturma yanısıra; sahada yapılması gereken denemelerin daha emniyetli, daha ucuz ve daha hızlı bir şekilde yapılmasına imkan sağlamaktadır. Bu çalışma ile trafik akımlarının Weidmann taşıt takip modelini esas alan bir mikroskobik modellere göre simüle edildiği VISSIM simülasyon ortamında değerlendirilmiştir. Bu amaçla yapılan testler, aynı trafik şartları dikkate alınarak tekrarlanmıştır. Araç başına ortalama gecikme ve kavşak kapasitesine ilişkin performans verileri değerlendirilmiştir.

3.4 YÖNTEM KARŞILAŞTIRMASI

Sinyalizasyon denetimi, kent içi trafiğinde kapasitenin iyileştirilmesi olarak sıklıkla kullanılır. Işıklı kavşakların kapasite tahmin yöntemleri düzgün bir yol tasarımı ve etkili bir trafik yönetimi için önemlidir.

Bir ışıklı kavşağın kapasitesi şerit sayısı ve tipine bağlı olmakla birlikte kavşakta uygulanmakta olan akım ve devre düzenine, yeşil süresine , doygun akım değerine bağlıdır. Doygun akım değeri, kavşağın geometrisine dolayısıyla kavşak kolunun genişliği ve eğimine, sağa ve sola dönen taşıtların sayılarına, trafik düzenlemesine ve özellikle ağır taşıt sayısına, yaya etkisine ve park eden taşıtların varlığına bağlıdır.

Işıklı kavşaklarda kapasite çözümleme yöntemlerinden önemli üç tanesi Webster (İngiliz), Amerikan (HCM: Highway Capacity Manual) ve Avustralya yöntemleridir.

Tez konusu simülasyon modelleme analizi olsa da çalışma alanı analizinde diğer hesaplama yöntemleri de kullanarak, simülasyon modellemesiyle karşılaştırma yapılmıştır.

Bu çalışmada kapasite analiz yöntemi olarak Amerikan (HCM) ve Avustralya yöntemleri kullanılmıştır.

Analiz yöntemleri olarak kavşak kapasite ya da sinyalizasyon analiz yöntemlerini kullanarak; kavşak kollarının kapasiteleri, araç başına gecikme değerleri ve kavşakların hizmet düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Simülasyon Programı olarak Vissim Simülasyon programı kullanılmış ve simülasyon analizlerinde elde edilen gecikme değerleri ile sinyalizasyon analiz yöntemlerinden elde edilen gecikme değerleri karşılaştırılmıştır. Vissim simülasyon programı üzerinde kavşak geometrilerinde değişiklik yaparak veya sinyalizasyon sürelerini değiştirerek kavşaktaki araç gecikme sürelerini minimuma indirebilecek öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

4. ARAZİ ÇALIŞMALARI VE ANALİZLER

4.1 ATA KUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ

4.1.1 Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler

Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidi, 4 yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, aynı zamanda iki yönlü çalışan Hafif Raylı sistemin geçtiği eş düzey bir kavşaktır. Nişantaşı Caddesi üzerinde Atatürk Bulvarı'ndan Cağaloğlu Bulvarı'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlar ile İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Hafif Raylı Sistem Denizevleri İstasyonu'ndan Mimar Sinan İstasyonu'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlardan oluşmaktadır. Hemzemin geçidin her bir kolunda sola, sağa dönen ve düz giden akımlar bulunmaktadır. Hiçbir kolda sağa dönüş cepleri açılmamıştır; ancak, İsmet İnönü Bulvarı üzerinde hareket eden akımlar için sola dönüş cepleri açılmıştır.

4.1.1.1 Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidi Trafik Sayımları

Sayımlar trafik yoğunluğun en fazla Cuma akşam saatleri olduğundan 17:00 – 18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.1'de ok ile işaretlenerek gösterilmiş Atakum Belediyesi Binasının çatısından 1 saatlik kamera çekimi ile gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Kamera çekimi video görüntüsü Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Şekil 4.1: Atakum belediyesi hemzemin geçidi kamera çekim noktası



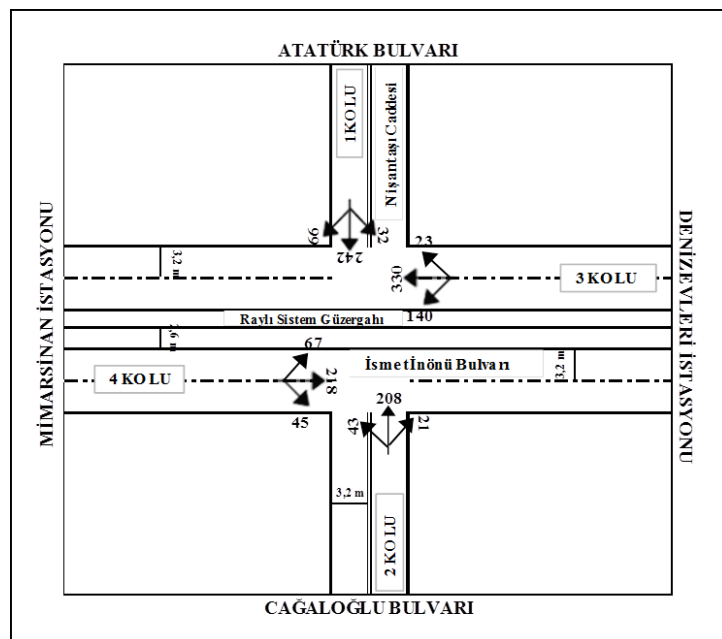
Söz konusu kavşağa yakın Atakum Belediyesi, Yeşilyurt AVM, Samsun Kredi ve Yurtlar Kurumu Öğrenci Yurdu, DSİ Hizmet Binasının bulunması, Cuma günleri iş çıkış saatlerinde Hemzemin Geçidinde trafiğin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kamera çekimi okul dönemi içinde 03.06.2016 tarihi 17:00-18:00'de gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.2: Atakum belediyesi hemzemin geçidi kamera görüntüsü



Şekil 4.3'te her bir kavşak kolunun numaralandırılması, elde edilen sayım sonuçları ve şerit genişlikleri gösterilmiştir.

Şekil 4.3: Atakum belediyesi hemzemin geçidi kavşak kolları



03.06.2016 tarihinde 17:00-18:00'de gerçekleştirilen video görüntülerinden elde edilen trafik sayımları ise Tablo 4.1.'de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.1: Atakum belediyesi hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI		ATAKUM BELEDİYESİ KAVŞAĞI						
TARİH		03/06/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		YAĞMURLU 17 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 MİMARŞİNAN İSTASYONU 3 DENİZEVLERİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ATAKUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	272	29	1	13	11	4	0	330
3-1 AKIMI	19	3	0	0	1	0	0	23
3-2 AKIMI	116	13	3	3	4	0	1	140
3-3 AKIMI	7	3	0	1	0	0	1	12
4-3 AKIMI	192	15	1	5	0	5	0	218
4-1 AKIMI	52	12	0	2	1	0	0	67
4-2 AKIMI	39	5	0	1	0	0	0	45
4-4 AKIMI	8	0	0	0	0	0	0	8
1-2 AKIMI	208	22	1	4	5	2	0	242
1-3 AKIMI	30	2	0	0	0	0	0	32
1-1 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	57	2	0	3	2	1	1	66
2-1 AKIMI	173	23	2	5	3	2	0	208
2-4 AKIMI	36	7	0	0	0	0	0	43
2-3 AKIMI	19	2	0	0	0	0	0	21
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	1228	138	8	37	27	14	3	1455

Maksimum saatlik trafik hacmi belirlendikten sonra; HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü belirlemek amacıyla, maksimum saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin saat 17:15–17.30 arası (401 araç/15 dak.) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Atakum belediyesi hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI		ATAKUM BELEDİYESİ KAVŞAĞI						
TARİH		03/06/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		YAĞMURLU 17 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 MİMARŞİNAN İSTASYONU 3 DENİZEVLERİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ATAKUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:15 - 17:30 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/15 dak.)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	82	5	1	5	4	2	0	99
3-1 AKIMI	3	1	0	0	1	0	0	5
3-2 AKIMI	27	5	0	0	0	0	0	32
3-3 AKIMI	0	0	0	1	0	0	0	1
4-3 AKIMI	56	5	1	0	0	1	0	63
4-1 AKIMI	13	3	0	1	1	0	0	18
4-2 AKIMI	11	0	0	0	0	0	0	11
4-4 AKIMI	1	0	0	0	0	0	0	1
1-2 AKIMI	66	3	0	2	2	0	0	73
1-3 AKIMI	8	0	0	0	0	0	0	8
1-1 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	8	0	0	0	0	1	1	10
2-1 AKIMI	49	8	1	3	2	1	0	64
2-4 AKIMI	11	0	0	0	0	0	0	11
2-3 AKIMI	5	0	0	0	0	0	0	5
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	340	30	3	12	10	5	1	401

Zirve saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin 4 ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Atakum belediyesi hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi

KAVŞAĞIN ADI	ATAKUM BELEDİYESİ KAVŞAĞI							
TARİH	03/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	YAĞMURLU 17 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 MİMARŞİNAN İSTASYONU 3 DENİZEVLERİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ATAKUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	328	20	4	20	16	8	0	396
3-1 AKIMI	12	4	0	0	4	0	0	20
3-2 AKIMI	108	20	0	0	0	0	0	128
3-3 AKIMI	0	0	0	4	0	0	0	4
4-3 AKIMI	224	20	4	0	0	4	0	252
4-1 AKIMI	52	12	0	4	4	0	0	72
4-2 AKIMI	44	0	0	0	0	0	0	44
4-4 AKIMI	4	0	0	0	0	0	0	4
1-2 AKIMI	264	12	0	8	8	0	0	292
1-3 AKIMI	32	0	0	0	0	0	0	32
1-1 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	32	0	0	0	0	4	4	40
2-1 AKIMI	196	32	4	12	8	4	0	256
2-4 AKIMI	44	0	0	0	0	0	0	44
2-3 AKIMI	20	0	0	0	0	0	0	20
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	1360	120	12	48	40	20	4	1604

4.1.1.2 Atakum belediyesi hemzemin geçidi sinyalizasyon durumu

Tablo 4.4'te her bir akım için gözlemlenen yeşil, sarı, sarı-kırmızı ve hep kırmızı sürelerle beraber devre süresi bulunmaktadır.

Tablo 4.4: Atakum belediyesi hemzemin geçidi sinyal süreleri

AKIM	YEŞİL SÜRESİ	SARI- KIRMIZI SÜRESİ	SARI SÜRESİ	HEP KIRMIZI SÜRESİ	DEVRE SÜRESİ
1	27	2	2	2	70
2	27	2	2	2	70
3	11	2	2	2	70
4	11	2	2	2	70
5	14	2	2	2	70
6	14	2	2	2	70

Atakum Belediyesi Hemzemin geçidinde Tablo 4.5'te görüldüğü gibi 3 fazlı sinyalizasyon sistemi uygulanmaktadır.

Tablo 4.5: Atakum belediyesi hemzemin geçidi sinyal faz planı

GRUP 1	2	11	2	2	2	27	2	2	2	14	2	2
GRUP 2	2	11	2	2	2	27	2	2	2	14	2	2
GRUP 3	2	11	2	2	2	27	2	2	2	14	2	2
GRUP 4	2	11	2	2	2	27	2	2	2	14	2	2
GRUP 5	2	11	2	2	2	27	2	2	2	14	2	2
GRUP 6	2	11	2	2	2	27	2	2	2	14	2	2
SÜRELER	2	11	2	2	2	27	2	2	2	14	2	2

4.1.2 Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi

Numaralandırılan kavşak kollarının trafik akımları Şekil 4.4'te görüldüğü gibi ismlendirilmiş; Herbir kolda sağa dönen, düz giden ve sola dönen farklı araç hareketleri açısından trafik akımları 6 farklı akım olarak ele alınmıştır.

1 Akımı; Nişantaşı Caddesi üzerinde Atatürk Bulvarı yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne düz giden araçlar, Atatürk Bulvarı yönünden Mimar Sinan İstasyonu yönüne sağa dönen araçlar, Atatürk Bulvarı yönünden Denizevleri istasyonu yönüne sola dönen araçlar,

2 Akımı; Nişantaşı Caddesi üzerinde Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atatürk Bulvarı yönüne düz giden araçlar, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Mimar Sinan İstasyonu yönüne sola dönen araçlar, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Denizevleri istasyonu yönüne sağa dönen araçlar,

3 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Denizevleri istasyonu yönünden Mimar Sinan İstasyonu yönüne düz giden araçlar, Denizevleri istasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sağa dönen araçlar,

4 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Mimar Sinan istasyonu yönünden Denizevleri İstasyonu yönüne düz giden araçlar, Mimar Sinan istasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sağa dönen araçlar,

5 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Denizevleri İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sola dönen araçlar,

6 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Mimar Sinan İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sola dönen araçlar,

Şekilde görüldüğü gibi Nişantaşı Caddesi üzerinde Atatürk Bulvarı'ndan Cağaloğlu Caddesi'ne giden 1Kolu ile Cağaloğlu Caddesi'nden Atatürk Bulvarı'na giden 2 Kolu tek şeritten oluşmaktadır.

İsmet İnönü Bulvarı üzerinde bulunan 3Kolu ve 4 Kolu ise 2 şeritten oluşmakta olup, sola dönen araçlar için dönüş şeridi olarak kullanılan kısa bir şerit uygulaması vardır. Bu sola dönüş şeritleri için sinyalizasyon sisteminde ayrı bir faz uygulaması yapılmıştır.

HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü hesaplamak amacıyla 17:15–17.30 arası olduğu belirlenen (Tablo 4.2) maksimum 15 dakikalık trafik hacminin 4 ile çarpılması sonucu elde edilen zirve saat akım Tablo 4.6’daki gibidir.

ATAKUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	328	12	0	8	8	4	4	364
2 AKIMI	260	32	4	12	8	4	0	320
3 AKIMI	340	24	4	24	20	8	0	420
4 AKIMI	272	20	4	0	0	4	0	300
5 AKIMI	108	20	0	0	0	0	0	128
6 AKIMI	52	12	0	4	4	0	0	72
TOPLAM	1360	120	12	48	40	20	4	1604

Tablo 4.7: Atakum Belediyesi hemzemin geçidi trafik akımları

ATAKUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	295	26	1	7	7	3	1	340
2 AKIMI	228	32	2	5	3	2	0	272
3 AKIMI	298	35	1	14	12	4	1	365
4 AKIMI	239	20	1	6	0	5	0	271
5 AKIMI	116	13	3	3	4	0	1	140
6 AKIMI	52	12	0	2	1	0	0	67
TOPLAM	1228	138	8	37	27	14	3	1455

Zirve Saat Faktörü (PHF) 1 saatlik trafik sayımı sonucunda elde edilen hacmin (Tablo 4.7) maksimum 15 dakikalık trafik hacmi sonuçlarının 4 ile çarpılması sonucunda elde edilen Tablo 4.6) zirve saat trafik hacmine bölünmesi ile elde edilir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Zirve saat faktörü

KOL NUMARASI	1	2	3	4	5	6
1 Saatlik Trafik Hacmi	340	272	365	271	140	67
Maksimum 15dak. Trafik Hacmi * 4	364	320	420	300	128	72
PHF	0,934	0,850	0,869	0,903	1,093	0,93

Düzeltilmiş Sayım Değeri: $V_p = \frac{V}{PHF}$

$$V_{p1} = \frac{340}{0,934} = 364 \text{ taşıt/sa} \quad V_{p2} = \frac{272}{0,850} = 320 \text{ taşıt/sa} \quad V_{p3} = \frac{365}{0,869} = 420$$

taşıt/sa

$$V_{p4} = \frac{271}{0,903} = 300 \text{ taşıt/sa} \quad V_{p5} = \frac{140}{1,093} = 128 \text{ taşıt/sa} \quad V_{p6} = \frac{67}{0,93} = 72 \text{ taşıt/sa}$$

Şerit Genişliği Düzeltme Faktörü: $f_w = 1 + (W - 12)/30$ (W ft cinsinden)

Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidindeki tüm şeritler 3,2 m genişlikte olduğu için

$$W = 3,2 / 0,3048 = 10,50 \text{ ft}$$

$f_w = 1 + (10,50 - 12)/30 = 0,95$ tüm şeritler için şerit genişliği düzeltme faktörü alınacaktır.

Ağır Taşıt Düzeltme Faktörü: $f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)}$

$\%HV$ = incelen akımın ağır araç yüzdesi $Et=2$ pc/hv

$\%HV1 = 2,6$ $\%HV2 = 1,8$ $\%HV3 = 3,7$ $\%HV4 = 0,4$ $\%HV5 = 5,7$ $\%HV6 = 1,5$

$$f_{HV1} = \frac{100}{100 + 2,6 * 2} = 0,950 \quad f_{HV2} = \frac{100}{100 + 1,8 * 2} = 0,965$$

$$f_{HV3} = \frac{100}{100 + 3,7 * 2} = 0,931 \quad f_{HV4} = \frac{100}{100 + 0,4 * 2} = 0,992$$

$$f_{HV5} = \frac{100}{100 + 5,7 * 2} = 0,898 \quad f_{HV6} = \frac{100}{100 + 1,5 * 2} = 0,971$$

Eğim Düzeltme Faktörü: tüm kollarda 0'a yakın olduğundan $f_g=1$ olarak alınacaktır.

Parklanma Faktörü: İncelenen hemzemin geçitte parklanma sorunu olmadığından $f_p=1$ olarak alınacaktır.

Otobüs Etkisi: İncelenen hemzemin geçitte otobüs duraklamalarından kaynaklanan bir sorun olmadığından $f_{bb}=1$ olarak alınacaktır.

Alan Faktörü: İncelenen hemzemin geçit şehir merkezinde olduğundan $f_a = 0,9$ olarak alınacaktır.

Şerit Düzeltme Faktörü: 1,2,3,4. akımlar için $f_{LU} = 0,952$; 5,6 akımları ayrılmış sol şeritler olduğu için $f_{LU} = 1$ alınacaktır.

Sola Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{LT} = 1/(1 + 0,05Plt)$ (Plt sola dönüşlerin oranı)

$Plt1 = 32/340=0,094$ $Plt2 = 43/272=0,158$ $Plt3 = 0$ $Plt4 = 0$ $Plt5 = 1$

$Plt6 = 1$

$$f_{LT1} = 1/(1 + 0,05Plt1)=0,995$$

$$f_{LT2} = 1/(1 + 0,05Plt2)=0,992$$

$$f_{LT3} = 1/(1 + 0,05Plt3)=1$$

$$f_{LT4} = 1/(1 + 0,05Plt4)=1$$

$$f_{LT5} = 1/(1 + 0,05Plt5)=0,952$$

$$f_{LT6} = 1/(1 + 0,05Plt6)=0,952$$

Sağa Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{RT} = 1 - 0,15Prt$ (Prt sağa dönüşlerin oranı)

$Prt1 = 66/340 = 0,194$ $Prt2 = 21/272 = 0,077$ $Prt3 = 23/365 = 0,063$ $Prt4 = 45/271 = 0,166$

$Prt5 = 0$ $Prt6 = 0$

$f_{RT1} = 1 - 0,15Prt = 0,971$

$f_{RT2} = 1 - 0,15Prt = 0,988$

$f_{RT3} = 1 - 0,15Prt = 0,990$

$f_{RT4} = 1 - 0,15Prt = 0,974$

$f_{RT5} = 1 - 0,15Prt = 1$

$f_{RT6} = 1 - 0,15Prt = 1$

Sağa ve sola dönüşlerde yaya ve bisiklet fazlarıyla çakışma durumu: Düzeltme faktörü F_{Lpb} , F_{Rpb} kullanılmayacaktır.

Doygun Akımların Belirlenmesi:

$S = So * N * fw * fHV * fg * fp * fbb * fa * fLU * fLT * fRT * fLpb * fRpb$

S: Doygun akım (araç/saat),

So: Temel doyun akım (birim otomobil/saat/şerit), Hesaplamalarda genellikle temel doyun akım değeri, bir şerit için yolcu otomobili cinsinden “1900 (b.o./saat/şerit)” olarak alınır.

N: İncelenen trafik akımı için şerit sayısı,

fw: Şerit genişliği için düzeltme faktörü,

fHV: Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü,

fg: Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü,

fp: Park şeridinin ve park durumunun varlığına göre düzeltme faktörü,

fbb: Kavşak alanı içinde duran belediye otobüslerinin etkisini engellemek için düzeltme faktörü,

fa: Kavşağın bulunduğu bölgeden (il, ilçe... v.b.) dolayı düzeltme faktörü,

fLU: Şerit kullanımı için düzeltme faktörü,

fLT: Trafik akımı içinde sola dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fRT: Trafik akımı içinde sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fLpb: Sola dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü,

fRpb: Sağa dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü.

$S1 = 1900 * 1 * 0,95 * 0,95 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,995 * 0,971 * 1 * 1 = 1419$

$S2 = 1900 * 1 * 0,95 * 0,965 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,992 * 0,988 * 1 * 1 = 1463$

$S3 = 1900 * 2 * 0,95 * 0,931 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 1 * 0,990 * 1 * 1 = 2850$

$$S4 = 1900 * 2 * 0,95 * 0,992 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 1 * 0,974 * 1 * 1 = 2988$$

$$S5 = 1900 * 1 * 0,95 * 0,898 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 1 * 0,952 * 1 * 1 * 1 = 1389$$

$$S6 = 1900 * 1 * 0,95 * 0,971 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 1 * 0,952 * 1 * 1 * 1 = 1502$$

Kapasite: $Ci = Si * \frac{Gi}{C}$

Gi=İncelen akımın yeşil süresi C= Devre süresi

$$C1 = 1447 * 27/70 = 547$$

$$C2 = 1463 * 27/70 = 564$$

$$C3 = 2850 * 11/70 = 447$$

$$C4 = 2988 * 11/70 = 469$$

$$C5 = 1389 * 14/70 = 278$$

$$C6 = 1502 * 14/70 = 300$$

Hacim/Kapasite Oranı(Doygunluk Derecesi): $xi = \frac{Vi}{Ci}$

Vi=Düzeltilmiş akım hacmi Ci= Kapasite

$$x1 = 364/547 = 0,665$$

$$x2 = 320/564 = 0,567$$

$$x3 = 420/447 = 0,94$$

$$x4 = 300/469 = 0,64$$

$$x5 = 128/278 = 0,460$$

$$x6 = 72/300 = 0,24$$

Kritik Akımların Belirlenmesi: belirli bir sinyal fazı için en yüksek akım oranına sahip akımlar x1, x3 ve x5 dir.

Kritik akımların akım oranları düzeltilmiş akım değerlerinin doymun akım değerlerine bölünerek bulunur

Akım 1 için; 364/1419=0,257 Akım 3 için; 420/2850=0,147 Akım 5 için; 128/1389=0,092

$$Yc = 0,257 + 0,147 + 0,092 = 0,496$$

$$Xc = Yc * C / (C - L) \quad L = \text{Kayıp zaman} \quad Xc = 0,496 * 70 / (70 - 18) = 0,668$$

Uniform Gecikme: $d1 = \frac{0,5 * C * (1 - (Gi/C)^2)}{1 - (\frac{\min(1,x) * Gi}{C})}$

$$d11 = \frac{0,5 * 70 * (1 - (\frac{27}{70})^2)}{1 - (0,668 * (\frac{27}{70}))} = 17,79 \text{ sn}$$

$$d12 = \frac{0,5 * 70 * (1 - (\frac{27}{70})^2)}{1 - (0,668 * (\frac{27}{70}))} = 17,79 \text{ sn}$$

$$d13 = \frac{0,5 * 70 * (1 - (\frac{11}{70}))^2}{1 - (0,668 * (\frac{11}{70}))} = 27,78 \text{ sn} \quad d14 = \frac{0,5 * 70 * (1 - (\frac{11}{70}))^2}{1 - (0,668 * (\frac{11}{70}))} = 27,78 \text{ sn}$$

$$d15 = \frac{0,5 * 70 * (1 - (\frac{14}{70}))^2}{1 - (0,668 * (\frac{14}{70}))} = 25,85 \text{ sn} \quad d16 = \frac{0,5 * 70 * (1 - (\frac{14}{70}))^2}{1 - (0,668 * (\frac{14}{70}))} = 25,85 \text{ sn}$$

$$\textbf{Artan Gecikme: } d2 = 900 * T * [(x - 1) + \sqrt{\frac{8kIX}{CT} + (X - 1)^2}]$$

k=artan gecikme faktörü (sabit zamanlı ışıklı kavşaklar için 0,5 alınır.)

I=ölçüm düzeltme faktörü (izole kavşaklarda 1 alınır.)

C=şerit grubu kapasitesi T=1 saat

X= incelenen akımın doygunluk derecesi

$$d21 = 900 * 1 * [(0,665 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,665}{547*1} + (0,665 - 1)^2}] = 6,46 \text{ sn}$$

$$d22 = 900 * 1 * [(0,567 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,567}{564*1} + (0,567 - 1)^2}] = 4,15 \text{ sn}$$

$$d23 = 900 * 1 * [(0,94 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,94}{447*1} + (0,94 - 1)^2}] = 44,63 \text{ sn}$$

$$d24 = 900 * 1 * [(0,64 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,64}{469*1} + (0,64 - 1)^2}] = 6,75 \text{ sn}$$

$$d25 = 900 * 1 * [(0,460 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,460}{278*1} + (0,460 - 1)^2}] = 5,48 \text{ sn}$$

$$d26 = 900 * 1 * [(0,240 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,24}{300*1} + (0,240 - 1)^2}] = 1,89 \text{ sn}$$

Başlangıç Kuyruklanma Gecikmesi: Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğu olmadığını varsayarak başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtlara etki eden gecikme değeri $d3 = 0$ olarak alınacaktır.

Taşıt Başına Toplam Gecikme: $D = d1i (Pf) + d2i + d3i$ Pf = 1, d3 = 0 olarak alınacaktır.

$$d1=17,79+6,46 = 24,25 \text{ sn/taşıt}$$

$$d2=17,79+4,15 = 21,94 \text{ sn/taşıt}$$

$$d3=27,78+44,63 = 72,41 \text{ sn/taşıt}$$

$$d4=27,78+6,75 = 34,53 \text{ sn/taşıt}$$

$$d5=25,85+5,48 = 31,33 \text{ sn/taşıt}$$

$$d6=25,85+1,89 = 27,74 \text{ sn/taşıt}$$

$$\textbf{Hemzemin Kollarının Gecikmesi: } D = \frac{(\sum [di(Vi)])}{\sum (Vi)}$$

Herbir kol için ayrı ayrı hesaplanır

$$D1=24,25*364/364 = 24,25 \text{ sn/taşıt}$$

$$D2=21,94*320/320 = 21,94 \text{ sn/taşıt}$$

$$D3=(72,41*420+34,53*128)/(420+128)=63,56 \text{ sn/taşıt}$$

$$D4=(31,33*300+27,74*72)/(300+72)=30,63 \text{ sn/taşıt}$$

Hemzemin Geçidin Ortalama Gecikmesi: Her bir kolun gecikmeleri esas alınarak yapılır

$$\frac{(24,25*364)+(21,94* 320)+(72,41*420)+(31,33*300)+(34,53*128)+(27,74*72)}{364+320+420+300+128+72}=38,7 \text{ sn/taş.}$$

$$364+320+420+300+128+72$$

4.1.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama

Kayıp zamanların belirlenmesi: İncelenen hemzemin geçidinde gözlem sonucu

$$3,4 \text{ akımları için; } \quad \text{başlangıç kaybı}=3,5 \text{ sn} \quad \text{son kazancı}=1,5 \text{ sn}$$

$$1,2,5,6 \text{ akımları için } \quad \text{başlangıç kaybı}=3 \text{ sn} \quad \text{son kazancı}=2 \text{ sn}$$

$$I=\text{yeşiller arası süre} \quad l = \text{kayıp zaman} \quad a=\text{başlangıç aralığı} \quad b=\text{son kazanç}$$

$$a= I+\text{başlangıç kaybı} \quad l = a-b$$

$$3,4 \text{ akımları için } a = 6+3,5 = 9,5 \text{ sn} \quad 1,2,5,6 \text{ akımları için } a = 6+3 = 9 \text{ sn}$$

$$l_1 = 9-2=7 \quad l_2 = 9-2=7 \quad l_3 = 9,5-1,5=8 \quad l_4 = 9,5-1,5=8 \quad l_5 = 9-2=7 \text{ sn} \quad l_6 = 9-2=7 \text{ sn}$$

Etkin yeşil sürelerin belirlenmesi: $G_i + I_i = g_i + l_i$

G_i =yeşil süre I_i =yeşiller arası süre g_i =etkin yeşil süre l_i = kayıp zaman

$$G_1 + I_1 = g_1 + l_1 \quad 27+6 = g_1 + 7 \quad g_1 = 26$$

$$G_2 + I_2 = g_2 + l_2 \quad 27+6 = g_2 + 7 \quad g_2 = 26$$

$$G_3 + I_3 = g_3 + l_3 \quad 11+6 = g_3 + 8 \quad g_3 = 9$$

$$G_4 + I_4 = g_4 + l_4 \quad 11+6 = g_4 + 8 \quad g_4 = 9$$

$$G_5 + I_5 = g_5 + l_5 \quad 14+6 = g_5 + 7 \quad g_5 = 13$$

$$G_6 + I_6 = g_6 + l_6 \quad 14+6 = g_6 + 7 \quad g_6 = 13$$

Doygun akımların hesaplanması: Temel Doygun Akım Tablosuna göre seçilir

$$S_{b1} = 1570 \text{ taşıt/sa} \quad S_{b2} = 1570 \text{ taşıt/sa} \quad S_{b3} = 1570 + 1570 = 3140 \text{ taşıt/sa}$$

$$S_{b4} = 1570 + 1570 = 3140 \text{ taşıt/sa} \quad S_{b5} = 1570 \text{ taşıt/sa} \quad S_{b6} = 1570 \text{ taşıt/sa}$$

Şerit Düzeltme Faktörü: $f_w = 1$ olarak alınacaktır

Eğim Faktörü: $f_g = 1$ olarak alınacaktır

Trafik Kompozisyonu: $f_c = (\sum(ei * qi))/q$

Ağır taşıtlar için $e=2,25$, otomobil için $e= 1,25$ alınacaktır

$$f_{c1} = (331*1,25+9*2,25)/340 = 1,276 \quad f_{c2} = (267*1,25+5*2,25)/272 = 1,268$$

$$f_{c3} = (351*1,25+14*2,25)/365 = 1,288 \quad f_{c4} = (270*1,25+1*2,25)/271 = 1,253$$

$$f_{c5} = (132*1,25+8*2,25)/140 = 1,307 \quad f_{c6} = (66*1,25+1*2,25)/67 = 1,265$$

Düzeltilmiş Doygun Akım Değeri: $S = (f_w * f_g / f_c) * S_b$

$$S_1 = 1570 * (1 * 1 / 1,276) = 1230 \quad S_2 = 1570 * (1 * 1 / 1,268) = 1238$$

$$S_3 = 3140 * (1 * 1 / 1,288) = 2437$$

$$S_4 = 3140 * (1 * 1 / 1,253) = 2505 \quad S_5 = 1570 * (1 * 1 / 1,307) = 1201$$

$$S_6 = 1570 * (1 * 1 / 1,265) = 1241$$

Kapasitenin Hesaplanması: $Q = S_i * g_i / C$

$$Q_1 = 1230 * 26 / 70 = 456 \quad Q_2 = 1238 * 26 / 70 = 459 \quad Q_3 = 2437 * 9 / 70 = 313$$

$$Q_4 = 2505 * 9 / 70 = 322 \quad Q_5 = 1201 * 13 / 70 = 223 \quad Q_6 = 1241 * 13 / 70 = 230$$

Akım Oranlarının Hesaplanması: $y_i = q_i/S_i$

$$y_1 = q_1/S_1 = 340/1230 = 0,276 \quad y_2 = q_2/S_2 = 272/1238 = 0,220 \quad y_3 = q_3/S_3 = 365/2437 = 0,150$$

$$y_4 = q_4/S_4 = 271/2505 = 0,108 \quad y_5 = q_5/S_5 = 140/1201 = 0,117 \quad y_6 = q_6/S_6 = 67/1241 = 0,054$$

Yeşil Oranların Hesaplanması: $u_i = g_i/c_i$

$$u_1 = g_1/c_1 = 26/70 = 0,371 \quad u_2 = g_2/c_2 = 26/70 = 0,371 \quad u_3 = g_3/c_3 = 9/70 = 0,129$$

$$u_4 = g_4/c_4 = 9/70 = 0,129 \quad u_5 = g_5/c_5 = 13/70 = 0,186 \quad u_6 = g_6/c_6 = 13/70 = 0,186$$

Doygunluk Derecelerinin Hesaplanması: $x_i = y_i/u_i$

$$x_1 = y_1/u_1 = 0,276/0,371 = 0,744 \quad x_2 = y_2/u_2 = 0,220/0,371 = 0,593$$

$$x_3 = y_3/u_3 = 0,150/0,129 = 1,162$$

$$x_4 = y_4/u_4 = 0,108/0,129 = 0,837 \quad x_5 = y_5/u_5 = 0,117/0,186 = 0,629$$

$$x_6 = y_6/u_6 = 0,054/0,186 = 0,290$$

Ortalama Kuyruk Uzunluğunun Bulunması: $N_0 = \frac{Q \cdot T_f}{4} \left(z + \sqrt{z^2 + \frac{12(x+x_0)}{Q \cdot T_f}} \right) \quad z = (x_i - 1)$

$$x_0 = 0,67 + (S_i \cdot g_i / 600 \cdot 3600) > x_i \text{ ise kuyruklanma vardır} \quad Q_i = S_i \cdot g_i / C$$

$$x_{01} = 0,67 + (S_1 \cdot g_1 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (1230 \cdot 26 / 600 \cdot 3600) = 0,684 < 0,744 \text{ kuyruklanma var}$$

$$Q_1 = S_1 \cdot g_1 / C = 1230 \cdot 26 / 70 = 456$$

$$N_{01} = \frac{456 \cdot 1}{4} \left((0,744 - 1) + \sqrt{(0,744 - 1)^2 + \frac{12(0,744 + 0,684)}{456 \cdot 1}} \right) = 7,42 \text{ taşıt}$$

$$x_{02} = 0,67 + (S_2 \cdot g_2 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (1238 \cdot 26 / 600 \cdot 3600) = 0,685 > 0,593 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$x_{03} = 0,67 + (S_3 \cdot g_3 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (2437 \cdot 9 / 600 \cdot 3600) = 0,680 < 1,162 \text{ kuyruklanma var}$$

$$Q_3 = S_3 \cdot g_3 / C = 2437 \cdot 9 / 70 = 313$$

$$N_{03} = \frac{313 \cdot 1}{4} \left((1,162 - 1) + \sqrt{(1,162 - 1)^2 + \frac{12(1,162 + 0,680)}{313 \cdot 1}} \right) = 37,03 \text{ taşıt}$$

$$x_{04}=0,67+(S_4*g_4/600*3600)=0,67+(2505*9/600*3600)=0,680 < 0,837 \text{ kuyruklanma var}$$

$$Q_4= S_4*g_4/C = 2505*9/70= 322$$

$$N_{03}=\frac{322*1}{4}((1-0,837)+\sqrt{(1-0,837)^2+\frac{12(0,837+0,680)}{322*1}})=1,11 \text{ taşıt}$$

$$x_{05}=0,67+(S_5*g_5/600*3600)=0,67+(1201*13/600*3600)=0,677 > 0,629 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$x_{06}=0,67+(S_6*g_6/600*3600)=0,67+(1241*13/600*3600)=0,677 > 0,290 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$\textbf{Toplam Gecikmelerin Bulunması: } D= \frac{q*C*(1-u)^2}{2*(1-y)} + N_0*x_i$$

$$D_1= \frac{340*70*(1-0,371)^2}{2*(1-0,276)} + 7,42*0,744 = 6.508,46$$

$$D_2= \frac{272*70*(1-0,371)^2}{2*(1-0,220)} = 4.828,85$$

$$D_3= \frac{365*70*(1-0,129)^2}{2*(1-0,150)} + 37,03*1,162 = 11.444,96$$

$$D_4= \frac{271*70*(1-0,129)^2}{2*(1-0,108)} + 1,11*0,837 = 8.067,87$$

$$D_5= \frac{140*70*(1-0,186)^2}{2*(1-0,117)} = 3.676,92$$

$$D_6= \frac{67*70*(1-0,186)^2}{2*(1-0,054)} = 1.642,48$$

$$\textbf{Araç Başına Toplam Gecikmenin Bulunması: } d_i=D_i/Q_i$$

$$d_1= 6.508,46 /340=19,14 \quad d_2= 4.828,85/272=17,75 \quad d_3=$$

$$11.444,96/365=31,36$$

$$d_4= 8.067,87/271=29,77 \quad d_5= 3.676,92/140=26,26 \quad d_6=$$

$$1.642,48/67=24,51$$

$$\text{Hemzemin Kollarının Gecikmesi: } D = \frac{(\sum [d_i](V_i))}{\sum (V_i)}$$

Herbir kol için ayrı ayrı hesaplanır

$$D1=19,14*364/364 = 19,14 \text{ sn/taşıt}$$

$$D2=17,75*320/320 = 17,75 \text{ sn/taşıt}$$

$$D3=(31,36*420+26,26*128)/(420+128)=30,16 \text{ sn/taşıt}$$

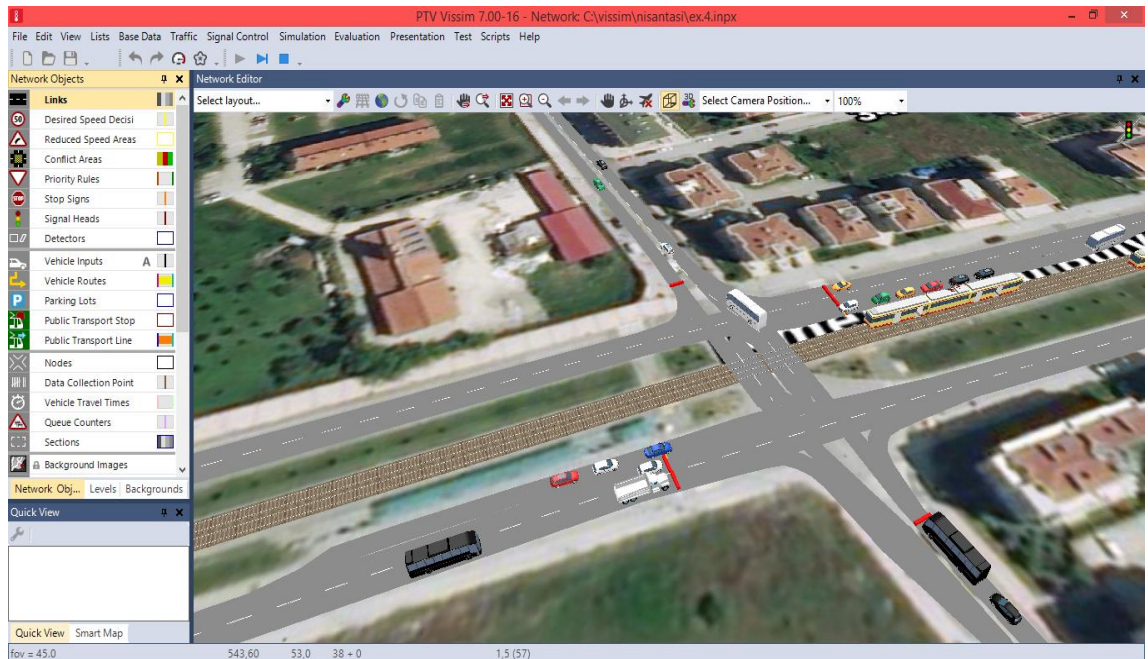
$$D4=(29,77*300+24,51*72)/(300+72)=28,75 \text{ sn/taşıt}$$

4.1.2.3 Vissim Simülasyon Programı ile Benzetim Analizinin Yapılması

Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidinde yapılan saha çalışmaları sonucunda elde edilen trafik sayım verileri Vissim Simülasyon programına girilerek simülasyon yapılmıştır.

Sadece trafik sayım sonuçları olmamakla birlikte sürücü davranışları, hız verileri, her bir koldan geçen araçların cinslerine göre belirlenen trafik kompozisyonları, parklanma faktörü, sinyalizasyon sistemi diğer bir deyişle sahada gözlemlenen tüm veriler vissim programına girilerek benzetim yapılmıştır (Şekil 4.5).

Şekil 4.5: Atakum belediyesi hemzemin geçidi simülasyon modellemesi



Yapılan benzetim sonucunda her bir kolda ortalama kuyruklanma uzunlukları ve maksimum kuyruklanma uzunlukları Tablo 4.9 'da görüldüğü gibidir.

Tablo.4.9: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları

QUEUECOUNTER: Queue counter
 QLEN: Queue length [m]
 QLENMAX: Queue length (maximum) [m]
 QSTOPS: Queue stops

QUEUECOUNTER	QLEN	QLENMAX	QSTOPS
1	9,21	78,59	239
2	6,21	63,03	186
3	178,55	428,35	706
4	6,45	42,77	214
5	210,42	428,21	609
6	1,62	34,34	53

Simülasyon analiz sonuçlarında kuyruklanmadan dolayı gecikme, herbir koldaki ortalama araç hızı Tablo 4.10 'da görülmektedir.

Tablo 4.10: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları

DATACOLLECTIONMEASUREMENT: Data collection measurement
 DIST(ALL): Distance (All) [m]
 LENGTH(ALL): Length (All) [m]
 QUEUEDELAY(ALL): Queue delay (All) [s]
 SPEED(ALL): Speed (All) [km/h]

DATA COLLECTION MEASUREMENT	DIST(ALL)	LENGTH (ALL)	QUEUE DELAY (ALL)	SPEED (ALL)
1	308,97	4,86	6,9	49,88
2	420,23	5,05	13,06	46,52
3	407,69	4,92	103,79	49,47
4	574,18	4,97	33,13	50,56

Simülasyon analiz sonuçlarında araç gecikme değerleri Tablo 4.11’de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.11: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s] STOPS(ALL): Stops (All) VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s] VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	10,91	0,72	20,95	294
2	9,19	0,66	16,89	253
3	56,96	1,79	81,9	369
4	21,01	0,79	31,97	256

Tablo 4.12 ‘de Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidinin ortalama gecikmesi, toplam gecikmesi, seyahat süresi, ortalama duraklama sayısı görülmektedir.

Tablo 4.12: Atakum belediyesi hemzemin geçidi network sonuçları

DELAYAVG(ALL): Delay (average) (All) [s] DELAYSTOPAVG(ALL): Delay stopped (average) (All) [s] DISTTOT(ALL): Distance (total) (All) [km] TRAVTMTOT(ALL): Travel time (total) (All) [s] DELAYTOT(ALL): Delay (total) (All) [s] STOPSTOT(ALL): Stops (total) (All) DELAYSTOPTOT(ALL): Delay stopped (total) (All) [s]						
DELAY AVG (ALL)	DELAY STOP AVG(ALL)	DISTTOT (ALL)	TRAVTMTOT (ALL)	DELAY TOT(ALL)	STOPSTOT (ALL)	DELAY STOPTOT (ALL)
96,11	72,98	1459,25	267252,3	161460,44	2789	122603,1

4.2 MİMAR SİNAN HEMZEMİN GEÇİDİ

4.2.1 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler

Mimar Sinan Hemzemin Geçidi, 4 yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, aynı zamanda iki yönlü çalışan Hafif Raylı sistemin geçtiği eş düzey bir kavşaktır. Mustafa Kemal Bulvarı üzerinde Atatürk Bulvarı'ndan Cağaloğlu Bulvarı'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlar ile İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Hafif Raylı Sistem Atakum Belediyesi İstasyonu'ndan Türkîş İstasyonu'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlardan oluşmaktadır. Hemzemin geçidin her bir kolunda sola, sağa dönen ve düz giden ve U dönüşü yapan akımlar bulunmaktadır.

4.2.1.1 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Trafik Sayımları

Sayımlar trafik yoğunluğun en fazla Cuma akşam saatleri olduğundan 17:00 – 18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.6'da ok ile işaretlenerek gösterilmiş Usluoğlu Tatlıcısına ait Binadan 1 saatlik kamera çekimi ile gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Kamera çekimi video görüntüsü Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Şekil 4.6: Mimar Sinan hemzemin geçidi kamera çekim noktası



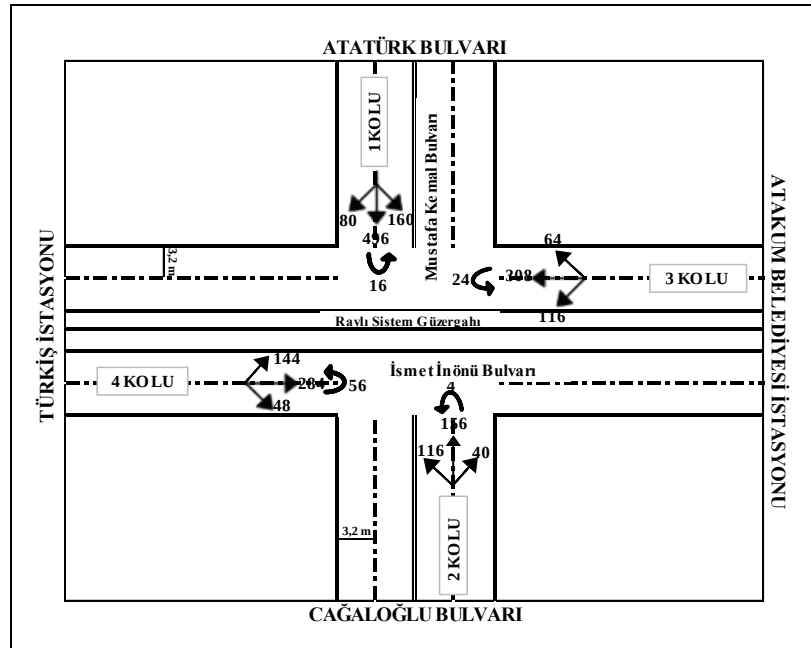
Söz konusu kavşağa yakın Atakum Belediyesi, Yepaş AŞ, PTT ve marketler gibi trafik üretim ve çekim noktalarının bulunması Cuma günleri iş çıkış saatlerinde hemzemin geçidinde trafiğin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kamera çekimi okul dönemi içinde 03.06.2016 tarihinde 17:00-18:00 arasında gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.7: Mimar Sinan hemzemin geçidi kamera görüntüsü



Şekil 4.8’de her bir kavşak kolunun numaralandırılması, elde edilen sayım sonuçları ve şerit genişlikleri gösterilmiştir.

Şekil 4.8: Mimar Sinan hemzemin geçidi kavşak kolları



03.06.2016 tarihinde 17:00-18:00'de gerçekleştirilen video görüntülerinden elde edilen trafik sayımları ise Tablo 4.13'de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.13: Mimar Sinan hemzemin geçidi maksimum saatlik trafik

KAVŞAĞIN ADI	MİMAR SİNAN HEMZEMİN GEÇİDİ							
TARİH	03/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	YAĞMURLU 17 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 TÜRKİŞ İSTASYONU 3 ATA KUM BELEDİYESİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
MİMAR SİNAN HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	237	29	4	8	10	14	0	302
3-1 AKIMI	41	6	0	0	0	0	0	47
3-2 AKIMI	109	7	0	1	0	7	0	124
3-3 AKIMI	17	2	0	0	0	1	0	20
4-3 AKIMI	209	24	2	6	3	5	2	251
4-1 AKIMI	108	15	1	3	0	4	1	132
4-2 AKIMI	29	5	0	2	0	0	1	37
4-4 AKIMI	48	2	0	0	0	3	0	53
1-2 AKIMI	355	21	1	2	2	13	0	394
1-3 AKIMI	89	6	2	1	0	4	0	102
1-1 AKIMI	11	0	0	2	0	1	0	14
1-4 AKIMI	66	1	0	1	0	1	0	69
2-1 AKIMI	152	11	2	2	1	7	0	175
2-4 AKIMI	89	11	1	0	1	3	0	105
2-3 AKIMI	31	2	0	0	0	0	0	33
2-2 AKIMI	4	1	0	0	0	1	0	6
TOPLAM	1595	143	13	28	17	63	4	1863

Maksimum saatlik trafik hacmi belirlendikten sonra; HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü belirlemek amacıyla, maksimum saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin saat 17:45–18:00 arası (528 araç/15 dak.) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.14).

Tablo 4.14: Mimar Sinan hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI		MİMAR SİNAN HEMZEMİN GEÇİDİ						
TARİH		03/06/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		YAĞMURLU 17 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 TÜRKİŞ İSTASYONU ↕ 3 ATA KUM BELEDİYESİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
MİMAR SİNAN HEMZEMİN GEÇİDİ 17:45 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/15 Dak.)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	65	6	0	0	1	5	0	77
3-1 AKIMI	14	2	0	0	0	0	0	16
3-2 AKIMI	22	2	0	0	0	5	0	29
3-3 AKIMI	5	1	0	0	0	0	0	6
4-3 AKIMI	60	5	0	2	1	2	1	71
4-1 AKIMI	30	2	1	1	0	1	1	36
4-2 AKIMI	10	1	0	0	0	0	1	12
4-4 AKIMI	12	2	0	0	0	0	0	14
1-2 AKIMI	112	8	0		2	2	0	124
1-3 AKIMI	33	4	1	1	0	1	0	40
1-1 AKIMI	3	0	0	1	0	0	0	4
1-4 AKIMI	20	0	0	0	0	0	0	20
2-1 AKIMI	37	1	0	1	0	0	0	39
2-4 AKIMI	24	3	0	0	0	2	0	29
2-3 AKIMI	9	1	0	0	0	0	0	10
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	1	0	1
TOPLAM	456	38	2	6	4	18	3	528

Zirve satteki trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin 4 ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. (Tablo 4.15).

Tablo 4.15: Mimar Sinan hemzemin geçidi zirve saatteki trafik hacmi

KAVŞAĞIN ADI	MİMAR SİNAN HEMZEMİN GEÇİDİ							
TARİH	03/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	YAĞMURLU 17 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 TÜRKİŞ İSTASYONU 3 ATA KUM BELEDİYESİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
MİMAR SİNAN HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	260	24	0	0	4	20	0	308
3-1 AKIMI	56	8	0	0	0	0	0	64
3-2 AKIMI	88	8	0	0	0	20	0	116
3-3 AKIMI	20	4	0	0	0	0	0	24
4-3 AKIMI	240	20	0	8	4	8	4	284
4-1 AKIMI	120	8	4	4	0	4	4	144
4-2 AKIMI	40	4	0	0	0	0	4	48
4-4 AKIMI	48	8	0	0	0	0	0	56
1-2 AKIMI	448	32	0	0	8	8	0	496
1-3 AKIMI	132	16	4	4	0	4	0	160
1-1 AKIMI	12	0	0	4	0	0	0	16
1-4 AKIMI	80	0	0	0	0	0	0	80
2-1 AKIMI	148	4	0	4	0	0	0	156
2-4 AKIMI	96	12	0	0	0	8	0	116
2-3 AKIMI	36	4	0	0	0	0	0	40
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	4	0	4
TOPLAM	1824	152	8	24	16	76	12	2112

4.2.1.2 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Sinyalizasyon Durumu

Tablo 4.16’da her bir akım için gözlemlenen yeşil, sarı, sarı-kırmızı ve hep kırmızı sürelerle beraber devre süresi bulunmaktadır.

Tablo 4.16: Mimar Sinan hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri

AKIM	YEŞİL SÜRESİ	SARI- KIRMIZI SÜRESİ	SARI SÜRESİ	HEP KIRMIZI SÜRESİ	DEVRE SÜRESİ
1	30	2	2	2	60
2	30	2	2	2	60
3	18	2	2	2	60
4	18	2	2	2	60

Atakum Belediyesi Hemzemin geçidinde Tablo 4.17’de görüldüğü gibi 2 fazlı sinyalizasyon sistemi uygulanmaktadır.

Tablo 4.17: Mimar Sinan hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı

GRUP 1								
GRUP 2								
GRUP 3								
GRUP 4								
GRUP 5								
GRUP 6								
SÜRELER	2	18	2	2	2	30	2	2

4.2.2 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi

Numaralandırılan kavşak kollarının trafik akımları Şekil 4.9'da görüldüğü gibi ismlendirilmiş; Herbir kolda düz giden, sola ve sağa dönen, geri dönüş yapan farklı araç hareketleri açısından trafik akımları 4 farklı akım olarak ele alınmıştır.

1 Akımı; Mustafa Kemal Bulvarı üzerinde Atatürk Bulvarı yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne düz giden, Atatürk Bulvarı yönünden Türkîş İstasyonu yönüne sağa dönen, Atatürk Bulvarı yönünden Atakum İstasyonu yönüne sola dönen ve Atatürk Bulvarı yönünden tekrar Atatürk Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

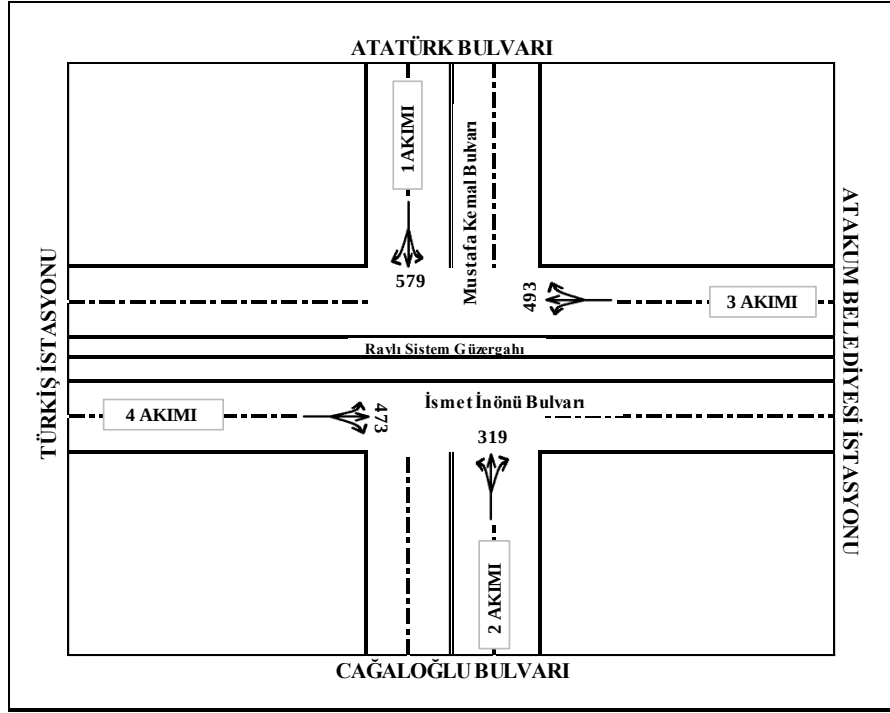
2 Akımı; Mustafa Kemal Bulvarı üzerinde Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atatürk Bulvarı yönüne düz giden, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Türkîş İstasyonu yönüne sola dönen araçlar, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atakum Belediyesi İstasyonu yönüne sağa dönen ve Cağaloğlu Bulvarı yönünden tekrar Cağaloğlu Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

3 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Atakum Belediyesi İstasyonu yönünden Türkîş İstasyonu yönüne düz giden, Atakum Belediyesi istasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sağa dönen, Atakum Belediyesi istasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sola dönen ve Atakum Belediyesi istasyonu yönünden tekrar Atakum Belediyesi istasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

4 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Türkîş İstasyonu yönünden Atakum Belediyesi İstasyonu yönüne düz giden, Türkîş İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sola dönen, Türkîş istasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sağa dönen ve Türkîş istasyonu yönünden tekrar Türkîş İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

Mustafa Kemal Bulvarı ve İsmet İnönü Bulvarı gidiş dönüş olmak üzere 2 şer şeritten oluşmaktadır. Hemzemin Geçisi 2 fazlı sinyalizasyon siteminde 1. ve 3. sinyal grubu 4 Nolu akımın, 2. ve 4. sinyal grubu 3 Nolu akımın, 5. sinyal grubu 2 Nolu akımı, 6. sinyal grubu ise 1 Nolu akımı düzenlemektedir.

Şekil 4.9: Mimar Sinan hemzemin geçidi akım durumları



4.2.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)

HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü hesaplamak amacıyla 17:45–18:00 arası olduğu belirlenen (Tablo 4.14) maksimum 15 dakikalık trafik hacminin 4 ile çarpılması sonucu elde edilen 1 saatlik zirve saat akım tablosu Tablo 4.18'deki gibidir.

Tablo 4.18: Mimar Sinan hemzemin geçidi maksimum 1 saatlik trafik akımları

ATAKUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	otomobil	minibüs	kamyon	kamyonet	otobüs	motosiklet	iş makinası	TOPLAM
1 AKIMI	521	28	3	6	2	19	0	579
2 AKIMI	276	25	3	2	2	11	0	319
3 AKIMI	404	44	4	9	10	22	0	493
4 AKIMI	394	46	3	11	3	12	4	473
TOPLAM	1595	143	13	28	17	63	4	1863

Tablo 4.19: Mimar Sinan hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları

ATAKUM BELEDİYESİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	otomobil	minibüs	kamyon	kamyonet	otobüs	motosiklet	iş makinası	TOPLAM
1 AKIMI	672	48	4	8	8	12	0	752
2 AKIMI	280	20	0	4	0	12	0	316
3 AKIMI	424	44	0	0	4	40	0	512
4 AKIMI	448	40	4	12	4	12	12	532
TOPLAM	1824	152	8	24	16	76	12	2112

Zirve Saat Faktörü (PHF)1 saatlik trafik sayımı sonucunda elde edilen hacmin (Tablo 4.18) maksimum 15 dakikalık trafik hacmi sonuçlarının 4 ile çarpılması sonucunda elde edilen Tablo 4.19) zirve saat trafik hacmine bölünmesi ile elde edilir (Tablo 4.20).

Tablo 4.20: Zirve saat faktörü

KOL NUMARASI	1	2	3	4
1 Saatlik Trafik Hacmi	579	319	493	473
Maksimum 15 dak. Trafik Hacmi * 4	752	316	512	532
PHF	0,770	1,010	0,963	0,889

Düzeltilmiş Sayım Değeri: $V_p = \frac{V}{PHF}$

$$V_{p1} = \frac{579}{0,770} = 752 \text{ tş/sa} \quad V_{p2} = \frac{319}{1,010} = 316 \text{ tş/sa} \quad V_{p3} = \frac{493}{0,963} = 512 \text{ tş/sa} \quad V_{p4} = \frac{473}{0,889} = 532 \text{ tş/sa}$$

Şerit Genişliği Düzeltme Faktörü: $f_w = 1 + (W - 12)/30$ (W ft cinsinden)

Mimar Sinan Hemzemin Geçidindeki tüm şeritler 3,2 m genişlikte olduğu için

$$W = 3,2 / 0,3048 = 10,50 \text{ ft}$$

$f_w = 1 + (10,50 - 12)/30 = 0,95$ tüm şeritler için şerit genişliği düzeltme faktörü alınacaktır.

Ağır Taşıt Düzeltme Faktörü: $f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)}$

%HV= incelen akımın ağır araç yüzdesi Et=2 pc/hv

%HV1 = 0,8 %HV2 = 1,5 %HV3 = 2,8 %HV4 = 2,1

$$f_{HV1} = \frac{100}{100 + 0,8 * 2} = 0,984 \quad f_{HV2} = \frac{100}{100 + 1,5 * 2} = 0,970$$

$$f_{HV3} = \frac{100}{100 + 2,8 * 2} = 0,947 \quad f_{HV4} = \frac{100}{100 + 2,1 * 2} = 0,960$$

Eğim Düzeltme Faktörü: tüm kollarda 0'a yakın olduğundan $f_g=1$ olarak alınacaktır.

Parklanma Faktörü: İncelenen hemzemin geçitte parklanma sorunu olmadığından $f_p=1$ olarak alınacaktır.

Otobüs Etkisi: İncelenen hemzemin geçitte otobüs duraklamalarından kaynaklanan bir sorun olmadığından $f_{bb}=1$ olarak alınacaktır.

Alan Faktörü: İncelenen hemzemin geçit şehir merkezinde olduğundan $f_a = 0,9$ olarak alınacaktır.

Şerit Düzeltme Faktörü: 1,2,3,4. akımlar için $f_{LU} = 0,952$;

Sola Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{LT} = 1/(1 + 0,05Plt)$ (Plt sola dönüşlerin oranı)

Plt1= 102/579=0,176 Plt2= 105/319=0,329 Plt3= 124/493=0,252 Plt4= 132/473=0,279

$$f_{LT1} = 1/(1 + 0,05Plt1)=0,991 \quad f_{LT2} = 1/(1 + 0,05Plt2)=0,984$$

$$f_{LT3} = 1/(1 + 0,05Plt3)=0,987 \quad f_{LT4} = 1/(1 + 0,05Plt4)=0,986$$

Sağa Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{RT} = 1 - 0,15Prt$ (Prt sağa dönüşlerin oranı)

Prt1= 69/579=0,119 Prt2= 33/319=0,103 Prt3= 47/493=0,095 Prt4= 37/473=0,078

$$f_{RT1} = 1 - 0,15Prt = 0,982 \quad f_{RT2} = 1 - 0,15Prt=0,984$$

$$f_{RT3} = 1 - 0,15Prt = 0,986 \quad f_{RT4} = 1 - 0,15Prt = 0,988$$

Sağa ve sola dönüşlerde yaya ve bisiklet fazlarıyla çakışma durumu: Düzeltme faktörü F_{Lpb} , F_{Rpb} kullanılmayacaktır.

Doygun Akımların Belirlenmesi:

$$S = S_o * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

S: Doygun akım (araç/saat),

S_o : Temel doygun akım (birim otomobil/saat/şerit), Hesaplamalarda genellikle temel doygun akım değeri, bir şerit için yolcu otomobili cinsinden “1900 (b.o./saat/şerit)” olarak alınır.

N: İncelenen trafik akımı için şerit sayısı,

f_w : Şerit genişliği için düzeltme faktörü,

f_{HV} : Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü,

f_g : Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü,

f_p : Park şeridinin ve park durumunun varlığına göre düzeltme faktörü,

f_{bb} : Kavşak alanı içinde duran belediye otobüslerinin etkisini engellemek için düzeltme faktörü,

f_a : Kavşağın bulunduğu bölgeden (il, ilçe... v.b.) dolayı düzeltme faktörü,

f_{LU} : Şerit kullanımı için düzeltme faktörü,

f_{LT} : Trafik akımı içinde sola dönen araçlar için düzeltme faktörü,

f_{RT} : Trafik akımı içinde sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü,

f_{Lpb} : Sola dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü,

f_{Rpb} : Sağa dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü.

$$S_1 = 1900 * 2 * 0,95 * 0,984 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,991 * 0,982 * 1 * 1 = 2962$$

$$S_2 = 1900 * 2 * 0,95 * 0,970 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,984 * 0,984 * 1 * 1 = 2905$$

$$S_3 = 1900 * 2 * 0,95 * 0,947 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,987 * 0,986 * 1 * 1 = 2850$$

$$S_4 = 1900 * 2 * 0,95 * 0,960 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,986 * 0,988 * 1 * 1 = 2893$$

Kapasite: $C_i = S_i * \frac{G_i}{C}$ G_i =İncelen akımın yeşil süresi C = Devre süresi

$$C_1 = 2962 * 30/60 = 1481$$

$$C_2 = 2905 * 30/60 = 1452$$

$$C_3 = 2850 * 18/60 = 855$$

$$C_4 = 2893 * 18/60 = 868$$

Hacim/Kapasite Oranı(Doygunluk Derecesi): $x_i = \frac{V_i}{C_i}$

V_i =Düzeltilmiş akım hacmi C_i = Kapasite

$$x_1 = 752/1481 = 0,508$$

$$x_2 = 316/1452 = 0,218$$

$$x_3 = 512/855 = 0,598$$

$$x_4 = 532/868 = 0,613$$

Kritik Akımların Belirlenmesi: belirli bir sinyal fazı için en yüksek akım oranına sahip akımlar x_1 ve x_4 tür.

Kritik akımların akım oranları düzeltilmiş akım değerlerinin doymuş akım değerlerine bölünerek bulunur

Akım 1 için; $752/2962=0,254$ Akım 4 için; $532/2893=0,184$

$$Y_c = 0,254 + 0,184 = 0,438$$

$$X_c = Y_c * C / (C - L) \quad L = \text{Kayıp zaman} \quad X_c = 0,438 * 60 / (60 - 12) = 0,547$$

$$\text{Uniform Gecikme: } d_1 = \frac{0,5 * C * (1 - (\frac{G_i}{C}))^2}{1 - (\frac{\min(1, x) * G_i}{C})}$$

$$d_{11} = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{30}{60}))^2}{1 - (0,547 * \frac{30}{60})} = 10,32 \text{ sn} \quad d_{12} = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{30}{60}))^2}{1 - (0,547 * \frac{30}{60})} = 10,32 \text{ sn}$$

$$d_{13} = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{18}{60}))^2}{1 - (0,547 * \frac{18}{60})} = 17,58 \text{ sn} \quad d_{14} = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{18}{60}))^2}{1 - (0,547 * \frac{18}{60})} = 17,58 \text{ sn}$$

$$\text{Artan Gecikme: } d_2 = 900 * T * [(x - 1) + \sqrt{\frac{8kIX}{CT} + (X - 1)^2}]$$

k =artan gecikme faktörü (sabit zamanlı ışıklı kavşaklar için 0,5 alınır.)

I =ölçüm düzeltme faktörü (izole kavşaklarda 1 alınır.)

C =şerit grubu kapasitesi $T=1$ saat

X = incelenen akımın doymuşluk derecesi

$$d_{21} = 900 * 1 * [(0,508 - 1) + \sqrt{\frac{8 * 0,5 * 1 * 0,508}{1481 * 1} + (0,508 - 1)^2}] = 1,25 \text{ sn}$$

$$d_{22} = 900 * 1 * [(0,218 - 1) + \sqrt{\frac{8 * 0,5 * 1 * 0,218}{1452 * 1} + (0,218 - 1)^2}] = 0,35 \text{ sn}$$

$$d_{23} = 900 * 1 * [(0,598 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,598}{855*1} + (0,598 - 1)^2}] = 3,12 \text{ sn}$$

$$d_{24} = 900 * 1 * [(0,613 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,613}{868*1} + (0,613 - 1)^2}] = 3,27 \text{ sn}$$

Başlangıç Kuyruklanma Gecikmesi: Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğu olmadığını varsayarak başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtlara etki eden gecikme değeri $d_3 = 0$ olarak alınacaktır.

Taşıt Başına Toplam Gecikme: $D = d_{1i} (P_f) + d_{2i} + d_{3i}$ $P_f = 1$, $d_3 = 0$ olarak alınacaktır.

$$d_1 = 10,32 + 1,25 = 11,57 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_2 = 10,32 + 0,35 = 10,67 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_3 = 17,58 + 3,12 = 20,70 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_4 = 17,58 + 3,27 = 20,85 \text{ sn/taşıt}$$

Hemzemin Geçidin Ortalama Gecikmesi: Her bir kolun gecikmeleri esas alınarak yapılır

$$\frac{(11,57*752) + (10,67*316) + (20,70*512) + (20,85*532)}{752 + 316 + 512 + 532} = 15,98 \text{ sn/taş.}$$

4.2.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama

Kayıp zamanların belirlenmesi: İncelenen hemzemin geçidinde gözlem sonucu

1,2,3,4 akımları için; başlangıç kaybı=3 sn son kazancı=2 sn

I =yeşiller arası süre l = kayıp zaman a =başlangıç aralığı b =son kazanç

$$a = I + \text{başlangıç kaybı} \quad l = a - b$$

$$1,2,3,4 \text{ akımları için } a = 6 + 3 = 9 \text{ sn} \quad l_{1,2,3,4} = 9 - 2 = 7 \text{ sn}$$

Etkin yeşil sürelerin belirlenmesi: $G_i + I_i = g_i + l_i$

G_i =yeşil süre I_i =yeşiller arası süre g_i =etkin yeşil süre l_i = kayıp zaman

$$G_1 + I_1 = g_1 + l_1 \quad 30 + 6 = g_1 + 7 \quad g_1 = 29$$

$$G_2 + I_2 = g_2 + l_2 \quad 30 + 6 = g_2 + 7 \quad g_2 = 29$$

$$G_3 + I_3 = g_3 + l_3 \quad 18 + 6 = g_3 + 7 \quad g_3 = 17$$

$$G_4 + I_4 = g_4 + l_4 \quad 18 + 6 = g_4 + 7 \quad g_4 = 17$$

Doygun akımların hesaplanması: Temel Doygun Akım Tablosuna göre seçilir

$$S_{b1,2,3,4} = 1700 * 2 = 3400 \text{ taşıt/sa}$$

Şerit Düzeltme Faktörü: $f_w = 1$ olarak alınacaktır

Eğim Faktörü: $f_g = 1$ olarak alınacaktır

Trafik Kompozisyonu: $f_c = (\sum(ei * qi))/q$

Ağır taşıtlar için $e=2,25$, otomobil için $e= 1,25$ alınacaktır

$$f_{c1} = (574*1,25+5*2,25)/579 = 1,259 \quad f_{c2} = (314*1,25+5*2,25)/319 = 1,266$$

$$f_{c3} = (479*1,25+14*2,25)/493 = 1,278 \quad f_{c4} = (463*1,25+10*2,25)/473 = 1,271$$

Düzeltilmiş Doygun Akım Değeri: $S = (f_w * f_g / f_c) * S_b$

$$S_1 = 3400 * (1 * 1 / 1,259) = 2700$$

$$S_2 = 3400 * (1 * 1 / 1,266) = 2686$$

$$S_3 = 3400 * (1 * 1 / 1,278) = 2660$$

$$S_4 = 3400 * (1 * 1 / 1,271) = 2675$$

Kapasitenin Hesaplanması: $Q = S_i * g_i / C$

$$Q_1 = 2700 * 29 / 60 = 1305$$

$$Q_2 = 2686 * 29 / 60 = 1298$$

$$Q_3 = 2660 * 17 / 60 = 753$$

$$Q_4 = 2675 * 17 / 60 = 758$$

Akım Oranlarının Hesaplanması: $y_i = q_i / S_i$

$$y_1 = q_1 / S_1 = 579 / 2700 = 0,214$$

$$y_2 = q_2 / S_2 = 319 / 2686 = 0,119$$

$$y_3 = q_3 / S_3 = 493 / 2660 = 0,185$$

$$y_4 = q_4 / S_4 = 473 / 2675 = 0,177$$

Yeşil Oranların Hesaplanması: $u_i = g_i / c_i$

$$u_1 = g_1 / c_1 = 29 / 60 = 0,483$$

$$u_2 = g_2 / c_2 = 29 / 60 = 0,483$$

$$u_3 = g_3 / c_3 = 29 / 60 = 17 / 60 = 0,283$$

$$u_4 = g_4 / c_4 = 17 / 60 = 0,283$$

Doygunluk Derecelerinin Hesaplanması: $x_i=y_i/u_i$

$$x_1=y_1/u_1=0,214/0,483=0,443$$

$$x_2=y_2/u_2=0,119/0,483=0,246$$

$$x_3=y_3/u_3=0,185/0,283=0,654$$

$$x_4=y_4/u_4=0,177/0,283=0,625$$

Ortalama Kuyruk Uzunluğunun Bulunması: $N_0=\frac{Q*Tf}{4}(z+\sqrt{z^2+\frac{12(x+x_0)}{Q*Tf}})$ $z=(x_i-1)$

$$x_0=0,67+(S_i*gi/600*3600) > x_i \text{ ise kuyruklanma vardır } Q_i=S_i*gi/C$$

$$x_{01}=0,67+(S_1*g_1/600*3600)=0,67+(2700*29/600*3600)=0,706 > 0,443 \text{ kuyruklanma}$$

yok

$$x_{02}=0,67+(S_2*g_2/600*3600)=0,67+(2686*29/600*3600)=0,706 > 0,246 \text{ kuyruklanma}$$

yok

$$x_{03}=0,67+(S_3*g_3/600*3600)=0,67+(2660*17/600*3600)=0,691 > 0,654 \text{ kuyruklanma}$$

yok

$$x_{04}=0,67+(S_4*g_4/600*3600)=0,67+(2675*17/600*3600)=0,691 > 0,625 \text{ kuyruklanma}$$

yok

Toplam Gecikmelerin Bulunması: $D = [(Q * C * (1 - Ut)^2)/(2 * (1 - yt))] + N_0*x_i$

$$D1=[(579 * 60 * (1 - 0,483)^2)/(2 * (1 - 0,214))] = 5.906,88$$

$$D2=(319 * 60 * (1 - 0,483)^2)/(2 * (1 - 0,119)) = 2.903,47$$

$$D3=(493 * 60 * (1 - 0,283)^2)/(2 * (1 - 0,185)) = 9.329,30$$

$$D4=(473 * 60 * (1 - 0,283)^2)/(2 * (1 - 0,177)) = 8.863,82$$

Araç Başına Toplam Gecikmenin Bulunması: $d_i=Di/Q_i$

$$d_1= 5.906,88/579=10,20$$

$$d_2= 2.903,47/319=9,10$$

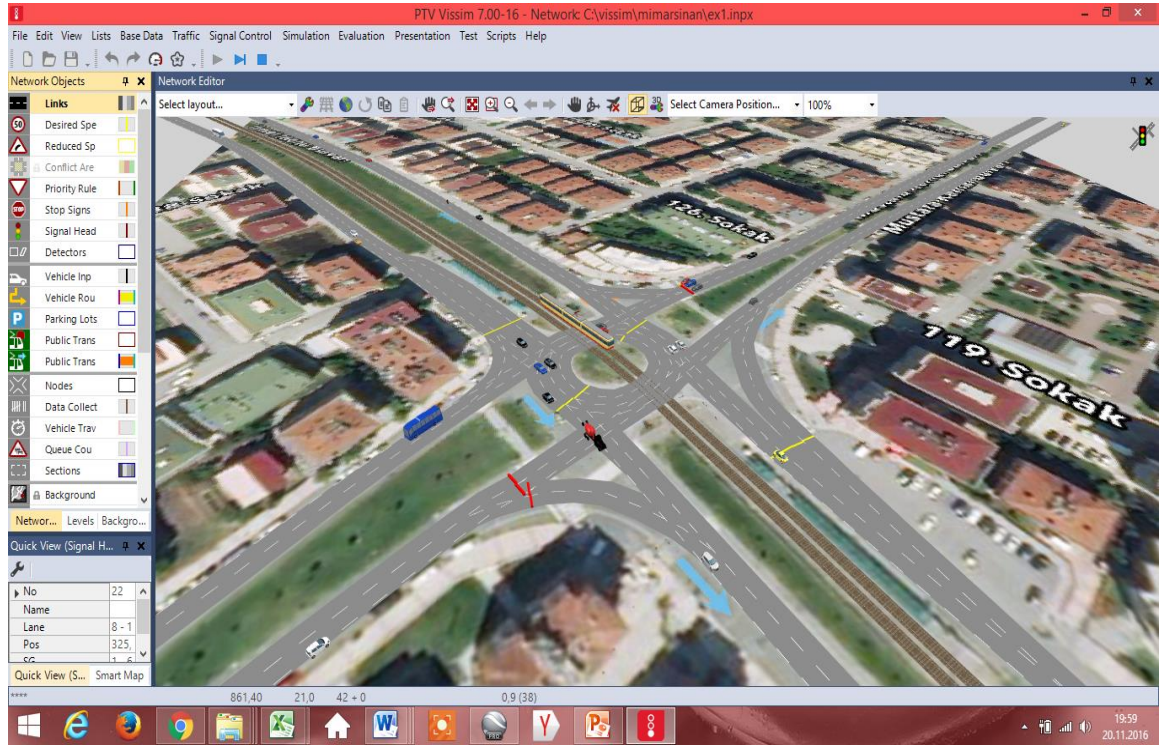
$$d_3= 9.329,30/493=18,92$$

$$d_4= 8.863,82/473=18,74$$

4.2.2.3 Vissim Simülasyon Programı ile Benzetim Analizinin Yapılması

Mimar Sinan Hemzemin Geçidinde yapılan saha çalışmaları sonucunda elde edilen trafik sayım verileri Vissim Simülasyon programına girilerek simülasyon yapılmıştır. Sadece trafik sayım sonuçları olmamakla birlikte sürücü davranışları, hız verileri, her bir koldan geçen araçların cinslerine göre belirlenen trafik kompozisyonları, parklanma faktörü, sinyalizasyon sistemi diğer bir deyişle sahada gözlemlenen tüm veriler Vissim programına girilerek benzetim yapılmıştır (Şekil 4.10).

Şekil 4.10: Mimar Sinan istasyonu hemzemin geçidi simülasyon modellemesi



Yapılan benzetim sonucunda her bir kolda ortalama kuyruklanma uzunlukları ve maksimum kuyruklanma uzunlukları Tablo 4.21 'da görüldüğü gibidir.

Tablo.4.21: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları

* QUEUECOUNTER: Queue counter
* QLEN: Queue length [m]
* QLENMAX: Queue length (maximum) [m]
* QSTOPS: Queue stops
*
*

QUEUECOUNTER	QLEN	QLENMAX	QSTOPS
1	2,1	29,01	276
2	3,15	28,94	122
3	0,09	12,1	68
4	1,84	28,45	186

Simülasyon analiz sonuçlarında kuyruklanmadan dolayı gecikme, her bir koldaki ortalama araç hızı Tablo 4.22 ‘de görülmektedir.

Tablo 4.22: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları

* DATACOLLECTIONMEASUREMENT: Data collection measurement
* DIST(ALL): Distance (All) [m]
* LENGTH(ALL): Length (All) [m]
* QUEUEDELAY(ALL): Queue delay (All) [s]
* SPEED(ALL): Speed (All) [km/h]

DATA COLLECTION MEASUREMENT	DIST (ALL)	LENGTH (ALL)	QUEUE DELAY (ALL)	SPEED (ALL)
1	344,54	4,85	5,78	60,65
2	473,78	4,77	5,12	61,37
3	483,44	4,77	6,75	60,61
4	493,39	4,75	6,6	60,93

Simülasyon analiz sonuçlarında araç gecikme değerleri Tablo 4.23’de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.23: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri

- * DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
- * STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
- * STOPS(ALL): Stops (All)
- * VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
- * VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEH DELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	4,29	0,45	10,15	501
2	4,58	0,43	8,8	161
3	10,67	0,73	18,22	331
4	11,33	0,91	19,51	286

Tablo 4.24 'de Mimar Sinan Hemzemin Geçidinin ortalama gecikmesi, toplam gecikmesi, seyahat süresi, ortalama duraklama sayısı görülmektedir.

Tablo 4.24: Mimar Sinan hemzemin geçidi network sonuçları

- * DELAYAVG(ALL): Delay (average) (All) [s]
- * DELAYSTOPAVG(ALL): Delay stopped (average) (All) [s]
- * DISTTOT(ALL): Distance (total) (All) [km]
- * TRAVTMTOT(ALL): Travel time (total) (All) [s]
- * DELAYTOT(ALL): Delay (total) (All) [s]
- * STOPSTOT(ALL): Stops (total) (All)
- * DELAYSTOPTOT(ALL): Delay stopped (total) (All) [s]

DELAY AVG (ALL)	DELAY STOPAVG (ALL)	DISTTOT (ALL)	TRAVTM TOT (ALL)	DELAY TOT (ALL)	STOPS TOT (ALL)	DELAY STOP TOT(ALL)
17,81	9,67	1914,88	155318,3	38730,2	1751	21023,91

4.3. TÜRKİŞ HEMZEMİN GEÇİDİ GEÇİDİ

4.3.1 Türkİş Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler

Türkİş Hemzemin Geçidi, 4 yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, aynı zamanda iki yönlü çalışan Hafif Raylı sistemin geçtiği eş düzey bir kavşaktır. Alparslan Bulvarı üzerinde Atatürk Bulvarı'ndan Cağaloğlu Bulvarı'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlar ile İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Hafif Raylı Sistem Mimar Sinan İstasyonu'ndan Ömürevleri İstasyonu'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlardan oluşmaktadır. Hemzemin geçidin her bir kolunda sola, sağa dönen ve düz giden ve U dönüşü yapan akımlar bulunmaktadır.

4.3.1.1 Türkİş Hemzemin Geçidi Trafik Sayımları

Sayımlar trafik yoğunluğun en fazla Cuma akşam saatleri olduğundan 17:00 – 18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.11'de ok ile işaretlenerek gösterilmiş binadan 1 saatlik kamera çekimi ile gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Kamera çekimi video görüntüsü Şekil 4.12'da gösterilmiştir.

Şekil 4.11: Türkİş hemzemin geçidi kamera çekim noktası



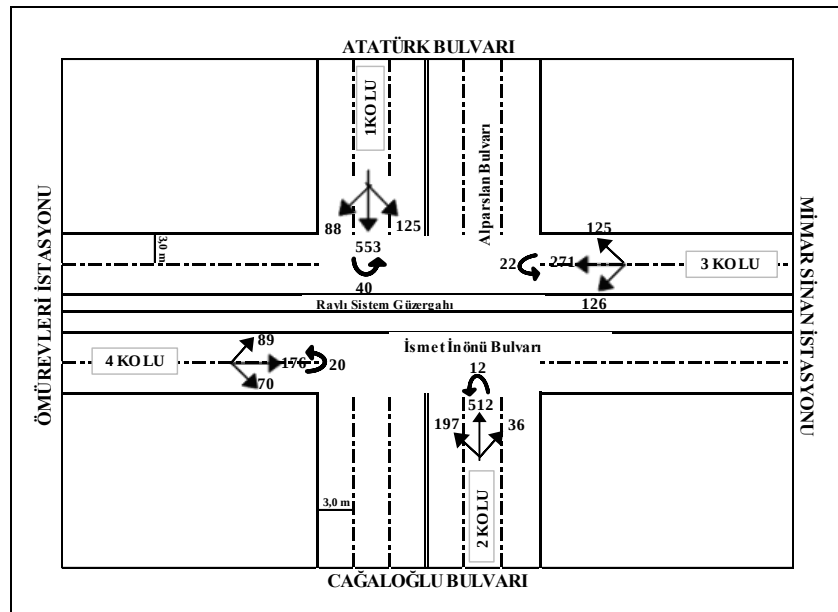
Söz konusu kavşağa yakın Medikalpark Hastanesi, 3M Migros, Atakum Halk Eğitim Merkezi, birçok banka şubesi ve öğrenim kurumu gibi trafik üretim ve çekim noktalarının bulunması Cuma günleri iş çıkış saatlerinde hemzemin geçidinde trafiğin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kamera çekimi okul dönemi içinde 03.06.2016 tarihinde 17:00-18:00’de gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.12: Türkiş hemzemin geçidi kamera görüntüsü



Şekil 4.13’te her bir kavşak kolunun numaralandırılması, elde edilen sayım sonuçları ve şerit genişlikleri gösterilmiştir.

Şekil 4.13: Türkiş hemzemin geçidi kavşak kolları



13.05.2016 tarihinde 17:00-18:00'de gerçekleştirilen video görüntülerinden elde edilen trafik sayımları ise Tablo 4.25'te görüldüğü gibidir.

Tablo 4.25: Türkîş hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI		TÜRKİŞ KAVŞAĞI						
TARİH		13/05/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		GÜNEŞLİ 26 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 ÖMÜREVLERİ İSTASYONU 3 MİMAR SİNAN İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
TÜRKİŞ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	224	34		3	5	5		271
3-1 AKIMI	96	17	3	5		4		125
3-2 AKIMI	111	7	3	2		2	1	126
3-3 AKIMI	20	2						22
4-3 AKIMI	145	22	1	1	1	4	2	176
4-1 AKIMI	74	9	1	2		3		89
4-2 AKIMI	54	13	1	2				70
4-4 AKIMI	18	2						20
1-2 AKIMI	452	56	11	9	7	17	1	553
1-3 AKIMI	107	7	3	2	1	5		125
1-1 AKIMI	36	2		1	1			40
1-4 AKIMI	74	8	2	1		3		88
2-1 AKIMI	436	39	3	5	2	26	1	512
2-4 AKIMI	132	48		3	9	5		197
2-3 AKIMI	35	1						36
2-2 AKIMI	9	2	1					12
TOPLAM	2023	269	29	36	26	74	5	2462

Maksimum saatlik trafik hacmi belirlendikten sonra; HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü belirlemek amacıyla, maksimum saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin saat 17:00–17:15 arası (739 araç/15 dak.) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.26).

Tablo 4.26: Türkîş hemzemin geçidi maksimum 15 dakikalık trafik hacmi

KAVŞAĞIN ADI		TÜRKİŞ KAVŞAĞI						
TARİH		13/05/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		GÜNEŞLİ 26 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 ÖMÜREVLERİ İSTASYONU 3 MİMAR SİNAN İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
TÜRKİŞ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 17:15 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/15 dak.)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	71	8	0	1	1	4	0	85
3-1 AKIMI	28	7	0	3	0	3	0	41
3-2 AKIMI	36	1	1	1	0	0	0	39
3-3 AKIMI	8	0	0	0	0	0	0	8
4-3 AKIMI	40	7	0	1	1	1	0	50
4-1 AKIMI	21	3	0	1	0	1	0	26
4-2 AKIMI	13	6	0	1	0	0	0	20
4-4 AKIMI	5	2	0	0	0	0	0	7
1-2 AKIMI	125	19	5	1	2	3	1	156
1-3 AKIMI	38	1	3	1	0	3	0	46
1-1 AKIMI	8	1	0	0	0	0	0	9
1-4 AKIMI	21	2	0	0	0	3	0	26
2-1 AKIMI	136	12	3	4	0	5	0	160
2-4 AKIMI	33	13	0	0	5	1	0	52
2-3 AKIMI	10	0	0	0	0	0	0	10
2-2 AKIMI	3	0	1	0	0	0	0	4
TOPLAM	596	82	13	14	9	24	1	739

Zirve saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin 4 ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. (Tablo 4.27).

Tablo 4.27: Türkîş hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi

KAVŞAĞIN ADI		TÜRKİŞ KAVŞAĞI						
TARİH		13/05/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		GÜNEŞLİ 26 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 ÖMÜREVLERİ İSTASYONU 3 MİMAR SİNAN İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
TÜRKİŞ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	284	32	0	4	4	16	0	340
3-1 AKIMI	112	28	0	12	0	12	0	164
3-2 AKIMI	144	4	4	4	0	0	0	156
3-3 AKIMI	32	0	0	0	0	0	0	32
4-3 AKIMI	160	28	0	4	4	4	0	200
4-1 AKIMI	84	12	0	4	0	4	0	104
4-2 AKIMI	52	24	0	4	0	0	0	80
4-4 AKIMI	20	8	0	0	0	0	0	28
1-2 AKIMI	500	76	20	4	8	12	4	624
1-3 AKIMI	152	4	12	4	0	12	0	184
1-1 AKIMI	32	4	0	0	0	0	0	36
1-4 AKIMI	84	8	0	0	0	12	0	104
2-1 AKIMI	544	48	12	16	0	20	0	640
2-4 AKIMI	132	52	0	0	20	4	0	208
2-3 AKIMI	40	0	0	0	0	0	0	40
2-2 AKIMI	12	0	4	0	0	0	0	16
TOPLAM	2384	328	52	56	36	96	4	2956

4.3.1.2 Türkİş Hemzemin Geçidi Sinyalizasyon Durumu

Tablo 4.28’te her bir akım için gözlemlenen yeşil, sarı, sarı-kırmızı ve hep kırmızı sürelerle beraber devre süresi bulunmaktadır.

Tablo 4.28: Türkİş hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri

AKIM	YEŞİL SÜRESİ	SARI- KIRMIZI SÜRESİ	SARI SÜRESİ	HEP KIRMIZI SÜRESİ	DEVRE SÜRESİ
1	33	2	2	2	60
2	33	2	2	2	60
3	15	2	2	2	60
4	15	2	2	2	60

Türkİş Hemzemin Geçidinde Tablo 4.29’da görüldüğü gibi 2 fazlı sinyalizasyon sistemi uygulanmaktadır.

Tablo 4.29: Türkİş hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı

GRUP 1									
GRUP 2									
GRUP 3									
GRUP 4									
GRUP 5									
GRUP 6									
SÜRELER	2	15	2	2	2	33	2	2	

4.3.2 Türkiye Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi

Numaralandırılan kavşak kollarının trafik akımları Şekil 4.14'te görüldüğü gibi ismlendirilmiş; Herbir kolda düz giden, sola ve sağa dönen, geri dönüş yapan farklı araç hareketleri açısından trafik akımları 4 farklı akım olarak ele alınmıştır.

1 Akımı; Alparslan Bulvarı üzerinde Atatürk Bulvarı yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne düz giden, Atatürk Bulvarı yönünden Ömürevleri İstasyonu yönüne sağa dönen, Atatürk Bulvarı yönünden Mimar Sinan İstasyonu yönüne sola dönen ve Atatürk Bulvarı yönünden tekrar Atatürk Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

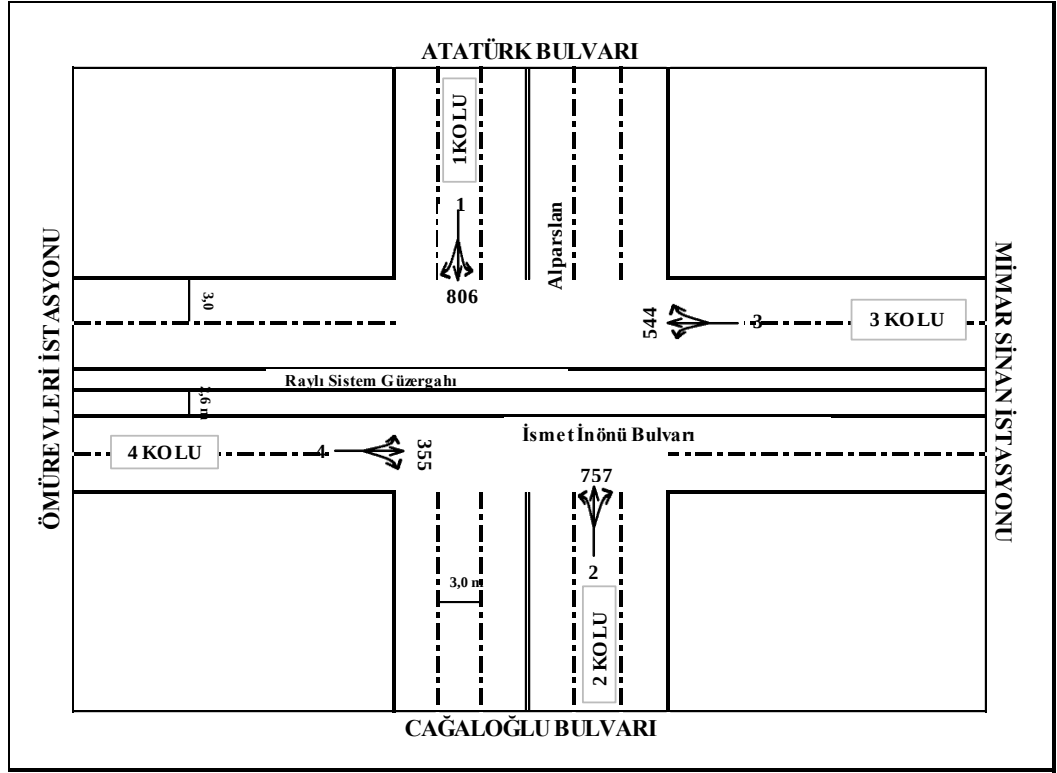
2 Akımı; Alparslan Bulvarı üzerinde Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atatürk Bulvarı yönüne düz giden, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Ömürevleri İstasyonu yönüne sola dönen araçlar, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Mimar Sinan İstasyonu yönüne sağa dönen ve Cağaloğlu Bulvarı yönünden tekrar Cağaloğlu Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

3 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Mimar Sinan İstasyonu yönünden Ömürevleri İstasyonu yönüne düz giden, Mimar Sinan İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sağa dönen, Mimar Sinan İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sola dönen ve Mimar Sinan İstasyonu yönünden tekrar Mimar Sinan İstasyonu istasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

4 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Ömürevleri İstasyonu yönünden Mimar Sinan İstasyonu yönüne düz giden, Ömürevleri İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sola dönen, Ömürevleri İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sağa dönen ve Ömürevleri İstasyonu yönünden tekrar Ömürevleri İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

Şekilde görüldüğü gibi Alparslan Bulvarı gidiş dönüş 3 er şerit, İsmet İnönü Bulvarı gidiş dönüş olmak üzere 2 şer şeritten oluşmaktadır. Hemzemin Geçidi 2 fazlı sinyalizasyon siteminde 1. ve 3. sinyal grubu 4 Nolu akımın, 2. ve 4. sinyal grubu 3 Nolu akımın, 5. sinyal grubu 2 Nolu akımı, 6. sinyal grubu ise 1 Nolu akımı düzenlemektedir.

Şekil 4.14: Türkîş hemzemin geçidi akım durumları



4.3.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)

HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü hesaplamak amacıyla 17:00–17:15 arası olduğu belirlenen (Tablo 4.31) maksimum 15 dakikalık trafik hacminin 4 ile çarpılması sonucu elde edilen zirve saat akım tablosu Tablo 4.30'daki gibidir.

Tablo 4.30: Türkîş hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları

TÜRKİŞ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	768	92	32	8	8	36	4	948
2 AKIMI	728	100	16	16	20	24	0	904
3 AKIMI	572	64	4	20	4	28	0	692
4 AKIMI	316	72	0	12	4	8	0	412
TOPLAM	2384	328	52	56	36	96	4	2956

Tablo 4.31: Türkiye hemzemin geçidi trafik akımları

TÜRKİŞ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	669	73	16	13	9	25	1	806
2 AKIMI	612	90	4	8	11	31	1	757
3 AKIMI	451	60	6	10	5	11	1	544
4 AKIMI	291	46	3	5	1	7	2	355
TOPLAM	2023	269	29	36	26	74	5	2462

Zirve Saat Faktörü (PHF) 1 saatlik trafik sayımı sonucunda elde edilen hacmin (Tablo 4.31) maksimum 15 dakikalık trafik hacmi sonuçlarının 4 ile çarpılması sonucunda elde edilen Tablo 4.30.) zirve saat trafik hacmine bölünmesi ile elde edilir (Tablo 4.32).

Tablo 4.32: Zirve saat faktörü

KOL NUMARASI	1	2	3	4
1 Saatlik Trafik Hacmi	806	757	544	355
Maksimum 15 dak. Trafik Hacmi * 4	948	904	692	412
PHF	0,850	0,837	0,786	0,862

Düzeltilmiş Sayım Değeri: $V_p = \frac{V}{PHF}$

$$V_{p1} = \frac{806}{0,850} = 948 \text{ tş/sa} \quad V_{p2} = \frac{757}{0,837} = 904 \text{ tş/sa} \quad V_{p3} = \frac{544}{0,786} = 692 \text{ tş/sa} \quad V_{p4} = \frac{355}{0,862} = 412 \text{ tş/sa}$$

Şerit Genişliği Düzeltme Faktörü: $f_w = 1 + (W - 12)/30$ (W ft cinsinden)

Türkiş Hemzemin Geçidindeki tüm şeritler 3,0 m genişlikte olduğu için

$$W = 3,0 / 0,3048 = 9,84 \text{ ft}$$

$f_w = 1 + (9,84 - 12)/30 = 0,93$ tüm şeritler için şerit genişliği düzeltme faktörü alınacaktır.

Ağır Taşıt Düzeltme Faktörü: $f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)}$

%HV= incelen akımın ağır araç yüzdesi Et=2 pc/hv

%HV1 = 3,23 %HV2 = 2,11 %HV3 = 2,21 %HV4 = 1,69

$$f_{HV1} = \frac{100}{100 + 3,23 * 2} = 0,939 \quad f_{HV2} = \frac{100}{100 + 2,11 * 2} = 0,959$$

$$f_{HV3} = \frac{100}{100 + 2,21 * 2} = 0,958 \quad f_{HV4} = \frac{100}{100 + 1,69 * 2} = 0,967$$

Eğim Düzeltme Faktörü: tüm kollarda 0'a yakın olduğundan $f_g=1$ olarak alınacaktır.

Parklanma Faktörü: $f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * N_m}{3600}}{N}$

N= İncelenen akımın şerit sayısı Nm = İncelenen akım üzerinde saatte park manevra sayısı

$N_{m1}= 108 \quad N_{m2}= 120 \quad N_{m3}= 76 \quad N_{m1}= 56$

$$F_{p1} = \frac{3 - 0,1 - \frac{18 * 108}{3600}}{3} = 0,786 \quad F_{p2} = \frac{3 - 0,1 - \frac{18 * 92}{3600}}{3} = 0,766$$

$$F_{p3} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 76}{3600}}{2} = 0,760 \quad F_{p4} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 56}{3600}}{2} = 0,810$$

Otobüs Etkisi: İncelenen hemzemin geçitte otobüs duraklamalarından kaynaklanan bir sorun olmadığından $f_{bb}=1$ olarak alınacaktır.

Alan Faktörü: İncelenen hemzemin geçit şehir merkezinde olduğundan $f_a = 0,9$ olarak alınacaktır.

Şerit Düzeltme Faktörü: 1,2,3,4. akımlar için $f_{LU} = 0,952$;

Sola Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{LT} = 1/(1 + 0,05Plt)$ (Plt sola dönüşlerin oranı)

$Plt1= 125/806=0,155 \quad Plt2= 197/757=0,260 \quad Plt3= 126/544=0,232 \quad Plt4= 89/355=0,251$

$$f_{LT1} = 1/(1 + 0,05 * 0,155)=0,992 \quad f_{LT2} = 1/(1 + 0,05 * 0,260)=0,987$$

$$f_{LT3} = 1/(1 + 0,05 * 0,232)=0,989 \quad f_{LT4} = 1/(1 + 0,05 * 0,251)=0,988$$

Sağa Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{RT} = 1 - 0,15Prt$ (Prt sağa dönüşlerin oranı)

$Prt1 = 88/806=0,109$ $Prt2 = 36/757=0,048$ $Prt3 = 125/544=0,230$ $Prt4 =$

$70/355=0,197$

$f_{RT1} = 1 - 0,15 * 0,109 = 0,984$

$f_{RT2} = 1 - 0,15 * 0,048=0,993$

$f_{RT3} = 1 - 0,15 * 0,230 = 0,966$

$f_{RT4} = 1 - 0,15 * 0,197 = 0,970$

Sağa ve sola dönüşlerde yaya ve bisiklet fazlarıyla çıkışma durumu: Düzeltme faktörü F_{Lpb} , F_{Rpb} kullanılmayacaktır.

Doygun Akımların Belirlenmesi:

$$S = So * N * fw * fHV * fg * fp * fbb * fa * fLU * fLT * fRT * fLpb * fRpb$$

S: Doygun akım (araç/saat),

So: Temel doymuş akım (birim otomobil/saat/şerit), Hesaplamalarda genellikle temel doymuş akım değeri, bir şerit için yolcu otomobili cinsinden “1900 (b.o./saat/şerit)” olarak alınır.

N: İncelenen trafik akımı için şerit sayısı,

fw: Şerit genişliği için düzeltme faktörü,

fHV: Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü,

fg: Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü,

fp: Park şeridinin ve park durumunun varlığına göre düzeltme faktörü,

fbb: Kavşak alanı içinde duran belediye otobüslerinin etkisini engellemek için düzeltme faktörü,

fa: Kavşağın bulunduğu bölgeden (il, ilçe... v.b.) dolayı düzeltme faktörü,

fLU: Şerit kullanımı için düzeltme faktörü,

fLT: Trafik akımı içinde sola dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fRT: Trafik akımı içinde sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fLpb: Sola dönen trafik akımıyla çıkan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü,

fRpb: Sağa dönen trafik akımıyla çıkan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü.

$$S1 = 1900*3*0,93*0,939*1*0,786*1*0,9*0,952*0,992*0,984*1*1 = 3245$$

$$S2 = 1900*3*0,93*0,959*1*0,766*1*0,9*0,952*0,987*0,993*1*1 = 3270$$

$$S3 = 1900*2*0,93*0,958*1*0,760*1*0,9*0,952*0,989*0,966*1*1 = 2106$$

$$S4 = 1900*2*0,93*0,810*1*0,967*1*0,9*0,952*0,988*0,910*1*1 = 2132$$

Kapasite: $Ci = Si * \frac{Gi}{C}$

Gi=İncelen akımın yeşil süresi C= Devre süresi

$$C1 = 3245 * 33/60 = 1784$$

$$C2 = 3270 * 33/60 = 1798$$

$$C3 = 2106 * 15/60 = 526$$

$$C4 = 2132 * 15/60 = 533$$

Hacim/Kapasite Oranı(Doygunluk Derecesi): $xi = \frac{vi}{Ci}$

Vi=Düzeltilmiş akım hacmi Ci= Kapasite

$$x1 = 948/1784 = 0,531$$

$$x2 = 904/1798 = 0,503$$

$$x3 = 692/526 = 1,315$$

$$x4 = 412/533 = 0,773$$

Kritik Akımların Belirlenmesi: belirli bir sinyal fazı için en yüksek akım oranına sahip akımlar x1 ve x3 tür.

Kritik akımların akım oranları düzeltilmiş akım değerlerinin doymun akım değerlerine bölünerek bulunur

$$\text{Akım 1 için; } 948/3245=0,292$$

$$\text{Akım 3 için; } 692/2106=0,329$$

$$Yc = 0,292 + 0,329 = 0,621$$

$$Xc = Yc * C / (C - L) \quad L=\text{Kayıp zaman} \quad Xc = 0,621 * 60 / (60 - 12) = 0,776$$

Uniform Gecikme:
$$d1 = \frac{0,5 * C * (1 - (\frac{Gi}{C}))^2}{1 - (\frac{\min(1,x)*Gi}{C})}$$

$$d11 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{33}{60}))^2}{1 - (0,776 * \frac{33}{60})} = 10,6 \text{ sn} \quad d12 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{33}{60}))^2}{1 - (0,776 * \frac{33}{60})} = 10,6 \text{ sn}$$

$$d13 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,776 * \frac{15}{60})} = 20,94 \text{ sn} \quad d14 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,776 * \frac{15}{60})} = 20,94 \text{ sn}$$

Artan Gecikme:
$$d2 = 900 * T * [(x - 1) + \sqrt{\frac{8k1X}{CT} + (X - 1)^2}]$$

k=artan gecikme faktörü (sabit zamanlı ışıklı kavşaklar için 0,5 alınır.)

I=ölçüm düzeltme faktörü (izole kavşaklarda 1 alınır.)

C=şerit grubu kapasitesi T=1 saat

X= incelenen akımın doygunluk derecesi

$$d_{21} = 900 * 1 * [(0,531 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,531}{1784*1} + (0,531 - 1)^2}] = 1,14 \text{ sn}$$

$$d_{22} = 900 * 1 * [(0,503 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,503}{1798*1} + (0,503 - 1)^2}] = 1,01 \text{ sn}$$

$$d_{23} = 900 * 1 * [(1,315 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*1,315}{526*1} + (1,315 - 1)^2}] = 156,51 \text{ sn}$$

$$d_{24} = 900 * 1 * [(0,773 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,773}{533*1} + (0,773 - 1)^2}] = 11,19 \text{ sn}$$

Başlangıç Kuyruklanma Gecikmesi: Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğu olmadığını varsayarak başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtlara etki eden gecikme değeri $d_3 = 0$ olarak alınacaktır.

Taşıt Başına Toplam Gecikme: $D = d_{1i} (P_f) + d_{2i} + d_{3i}$ $P_f = 1$, $d_3 = 0$ olarak alınacaktır.

$$d_1 = 10,6 + 1,14 = 11,74 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_2 = 10,6 + 1,01 = 11,61 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_3 = 20,94 + 156,51 = 177,45 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_4 = 20,94 + 11,19 = 32,13 \text{ sn/taşıt}$$

Hemzemin Geçidin Ortalama Gecikmesi: Her bir kolun gecikmeleri esas alınarak yapılır

$$\frac{(11,74*948)+(11,61*904)+(177,45*692)+(32,13*412)}{948+904+692+412} = 53,33 \text{ sn/taş.}$$

4.3.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama

Kayıp zamanların belirlenmesi: İncelenen hemzemin geçidinde gözlem sonucu

1,2 akımları için; başlangıç kaybı=4 sn son kazancı=1 sn

3,4 akımları için; başlangıç kaybı=4 sn son kazancı=1 sn

I=yeşiller arası süre l = kayıp zaman a =başlangıç aralığı b =son kazanç

$a = I + \text{başlangıç kaybı}$ $l = a - b$

$$1,2 \text{ akımları için } a = 6+4 = 10 \text{ sn} \quad l_{1,2} = 10-1=9 \text{ sn}$$

$$3,4 \text{ akımları için } a = 6+4 = 10 \text{ sn} \quad l_{3,4} = 10-1=9 \text{ sn}$$

Etkin yeşil sürelerin belirlenmesi: $G_i + I_i = g_i + l_i$

G_i =yeşil süre I_i =yeşiller arası süre g_i =etkin yeşil süre l_i =kayıp zaman

$$G_1 + I_1 = g_1 + l_1 \quad 33+6 = g_1 + 8 \quad g_1 = 30$$

$$G_2 + I_2 = g_2 + l_2 \quad 33+6 = g_2 + 8 \quad g_2 = 30$$

$$G_3 + I_3 = g_3 + l_3 \quad 15+6 = g_3 + 9 \quad g_3 = 12$$

$$G_4 + I_4 = g_4 + l_4 \quad 15+6 = g_4 + 9 \quad g_4 = 12$$

Doygun akımların hesaplanması: Temel Doygun Akım Tablosuna göre seçilir

$$S_{b1,2} = 1270 * 3 = 3810 \text{ taşıt/sa}$$

$$S_{b3,4} = 1270 * 2 = 2540 \text{ taşıt/sa}$$

Şerit Düzeltme Faktörü: $f_w = 0,97$ olarak alınacaktır

Eğim Faktörü: $f_g = 1$ olarak alınacaktır

Trafik Kompozisyonu: $f_c = (\sum(ei * qi))/q$

Ağır taşıtlar için $e=2,25$, otomobil için $e= 1,25$ alınacaktır

$$f_{c1} = (780*1,25+26*2,25)/806 = 1,282 \quad f_{c2} = (741*1,25+16*2,25)/757 = 1,271$$

$$f_{c3} = (532*1,25+12*2,25)/544 = 1,272 \quad f_{c4} = (349*1,25+6*2,25)/355 = 1,267$$

Düzeltilmiş Doygun Akım Değeri: $S = (f_w * f_g / f_c) * S_b$

$$S_1 = 3810 * (0,97 * 1 / 1,282) = 2883 \quad S_2 = 3810 * (0,97 * 1 / 1,271) = 2908$$

$$S_3 = 2540 * (0,97 * 1 / 1,272) = 1937 \quad S_4 = 2540 * (0,97 * 1 / 1,267) = 1945$$

Kapasitenin Hesaplanması: $Q = S_i * g_i / C$

$$Q_1 = 2883 * 30 / 60 = 1441$$

$$Q_2 = 2908 * 30 / 60 = 1454$$

$$Q_3 = 1937 * 12 / 60 = 387$$

$$Q_4 = 1945 * 12 / 60 = 389$$

Akım Oranlarının Hesaplanması: $y_i = q_i/S_i$

$$y_1 = q_1/S_1 = 806/2883 = 0,280$$

$$y_2 = q_2/S_2 = 757/2908 = 0,260$$

$$y_3 = q_3/S_3 = 544/1937 = 0,281$$

$$y_4 = q_4/S_4 = 355/1945 = 0,183$$

Yeşil Oranların Hesaplanması: $u_i = g_i/c_i$

$$u_1 = g_1/c_1 = 30/60 = 0,5$$

$$u_2 = g_2/c_2 = 30/60 = 0,5$$

$$u_3 = g_3/c_3 = 12/60 = 0,2$$

$$u_4 = g_4/c_4 = 12/60 = 0,2$$

Doygunluk Derecelerinin Hesaplanması: $x_i = y_i/u_i$

$$x_1 = y_1/u_1 = 0,280/0,5 = 0,56$$

$$x_2 = y_2/u_2 = 0,260/0,533 = 0,52$$

$$x_3 = y_3/u_3 = 0,281/0,2 = 1,405$$

$$x_4 = y_4/u_4 = 0,183/0,2 = 0,925$$

Ortalama Kuyruk Uzunluğunun Bulunması: $N_0 = \frac{Q \cdot T_f}{4} \left(z + \sqrt{z^2 + \frac{12(x+x_0)}{Q \cdot T_f}} \right)$ $z = (x_i - 1)$

$$x_0 = 0,67 + (S_i \cdot g_i / 600 \cdot 3600) > x_i \text{ ise kuyruklanma vardır } Q_i = S_i \cdot g_i / C$$

$$x_{01} = 0,67 + (S_1 \cdot g_1 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (2883 \cdot 30 / 600 \cdot 3600) = 0,71 > 0,56 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$x_{02} = 0,67 + (S_2 \cdot g_2 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (2908 \cdot 30 / 600 \cdot 3600) = 0,71 > 0,52 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$x_{03} = 0,67 + (S_3 \cdot g_3 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (1937 \cdot 12 / 600 \cdot 3600) = 0,68 < 1,405 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_0 = \frac{387 \cdot 1}{4} \left((1,405 - 1) + \sqrt{(1,405 - 1)^2 + \frac{12(1,405 + 0,68)}{387 \cdot 1}} \right) = 79,65$$

$$x_{04} = 0,67 + (S_4 \cdot g_4 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (1945 \cdot 12 / 600 \cdot 3600) = 0,68 < 0,925 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_0 = \frac{389 \cdot 1}{4} \left((0,925 - 1) + \sqrt{(0,925 - 1)^2 + \frac{12(0,925 + 0,68)}{389 \cdot 1}} \right) = 14,9$$

Toplam Gecikmelerin Bulunması: $D = \frac{q \cdot C \cdot (1-u)^2}{2 \cdot (1-y)} + N_0 \cdot x_i$

$$D_1 = \frac{806 \cdot 60 \cdot (1-0,5)^2}{2 \cdot (1-0,280)} + 0 \cdot x_i = 10.891,89$$

$$D_2 = \frac{757 \cdot 60 \cdot (1-0,5)^2}{2 \cdot (1-0,260)} + 0 \cdot x_i = 7.672,29$$

$$D_2 = \frac{544 \cdot 60 \cdot (1 - 0,2)^2}{2 \cdot (1 - 0,281)} + 79 \cdot 1,405 = 75.521,43$$

$$D_2 = \frac{355 \cdot 60 \cdot (1 - 0,2)^2}{2 \cdot (1 - 0,183)} + 14,9 \cdot 0,813 = 14.194,76$$

Araç Başına Toplam Gecikmenin Bulunması: $d_i = D_i / Q_i$

$$d_1 = 10.891,89 / 806 = 13,51$$

$$d_2 = 7.672,29 / 757 = 10,14$$

$$d_3 = 75.521,43 / 544 = 138,82$$

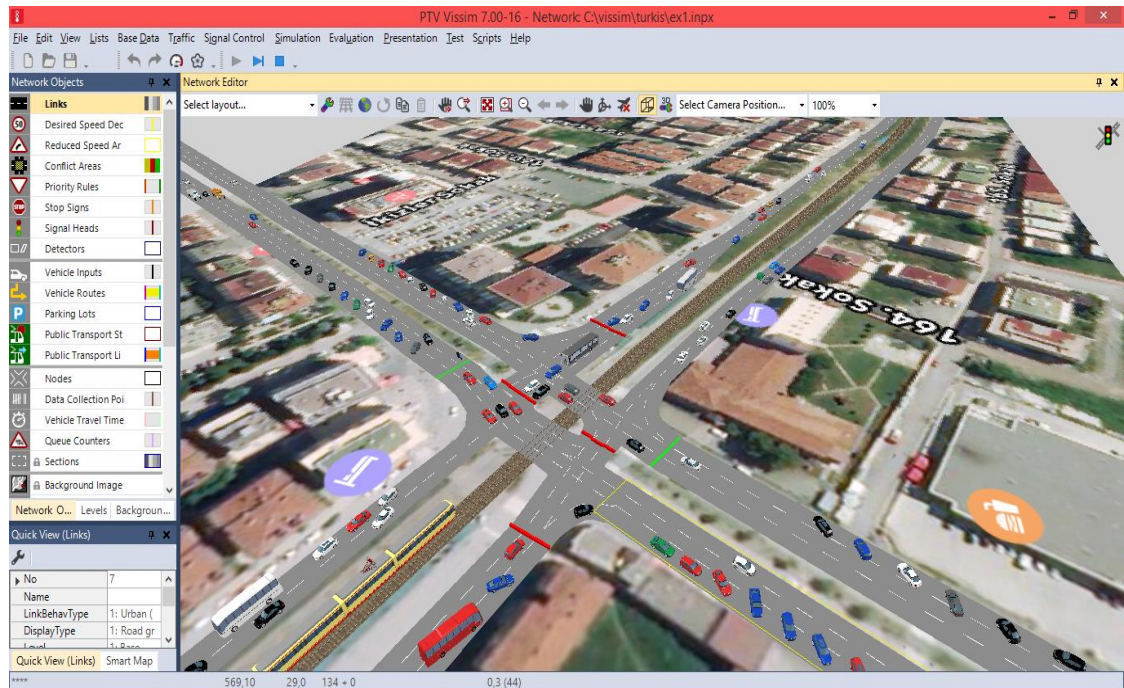
$$d_4 = 12.194,76 / 355 = 34,35$$

4.3.2.3 Vissim Simülasyon Programı ile Benzetim Analizinin Yapılması

Türkîş Hemzemin Geçidinde yapılan saha çalışmaları sonucunda elde edilen trafik sayım verileri Vissim Simülasyon programına girilerek simülasyon yapılmıştır.

Sadece trafik sayım sonuçları olmamakla birlikte sürücü davranışları, hız verileri, her bir koldan geçen araçların cinslerine göre belirlenen trafik kompozisyonları, parklanma faktörü, sinyalizasyon sistemi diğer bir deyişle sahada gözlemlenen tüm veriler Vissim programına girilerek benzetim yapılmıştır (Şekil 4.15).

Şekil 4.15: Türkîş hemzemin geçidi simülasyon modellemesi



Yapılan benzetim sonucunda her bir kolda ortalama kuyruklanma uzunlukları ve maksimum kuyruklanma uzunlukları Tablo 4.33 ‘da görüldüğü gibidir.

Tablo.4.33: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları

QUEUECOUNTER: Queue counter
 QLEN: Queue length [m]
 QLENMAX: Queue length (maximum) [m]
 QSTOPS: Queue stops

QUEUECOUNTER	QLEN	QLENMAX	QSTOPS
1	6,51	79,16	429
2	14,67	72,18	491
3	31,67	98,51	812
4	10,41	92,41	311

Simülasyon analiz sonuçlarında kuyruklanmadan dolayı gecikme, her bir koldaki ortalama araç hızı Tablo 4.34 ‘da görülmektedir.

Tablo 4.34: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları

DATA COLLECTION MEASUREMENT: Data collection measurement
 DIST(ALL): Distance (All) [m]
 LENGTH(ALL): Length (All) [m]
 QUEUE DELAY(ALL): Queue delay (All) [s]
 SPEED(ALL): Speed (All) [km/h]

DATA COLLECTION MEASUREMENT	DIST(ALL)	LENGTH (ALL)	QUEUE DELAY (ALL)	SPEED (ALL)
1	311,52	5,04	7,13	48,93
2	290,03	5,12	7,18	49,06
3	373,79	5,07	10,02	32,87
4	461,94	5,18	37,4	49,27

Simülasyon analiz sonuçlarında araç gecikme değerleri Tablo 4.35’de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.35: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s] STOPS(ALL): Stops (All) VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s] VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEH DELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	5,87	0,57	15,39	621
2	6,78	0,67	18,3	643
3	50,32	3,34	98,97	346
4	14,85	0,88	31,61	153

Tablo 4.36 ‘de Türkîş Hemzemin Geçidinin ortalama gecikmesi, toplam gecikmesi, seyahat süresi, ortalama duraklama sayısı görülmektedir.

Tablo 4.36: Türkîş hemzemin geçidi network sonuçları

DELAYAVG(ALL): Delay (average) (All) [s] DELAYSTOPAVG(ALL): Delay stopped (average) (All) [s] DISTTOT(ALL): Distance (total) (All) [km] TRAVTMTOT(ALL): Travel time (total) (All) [s] DELAYTOT(ALL): Delay (total) (All) [s] STOPSTOT(ALL): Stops (total) (All) DELAYSTOPTOT(ALL): Delay stopped (total) (All) [s]						
DELAYAVG (ALL)	DELAY STOP AVG(ALL)	DISTTOT (ALL)	TRAVTMTOT (ALL)	DELAYTOT (ALL)	STOPSTOT (ALL)	DELAY STOPTOT (ALL)
38,7	18,45	2035,11	489566,6	117868,87	4084	56193,8

4.4. ÖMÜREVLERİ HEMZEMİN GEÇİDİ

4.4.1 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler

Ömürevleri Hemzemin Geçidi, 4 yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, aynı zamanda iki yönlü çalışan Hafif Raylı sistemin geçtiği eş düzey bir kavşaktır. Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı üzerinde Atatürk Bulvarı'ndan Cağaloğlu Bulvarı'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlar ile İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Hafif Raylı Sistem Türkîş İstasyonu'ndan Atakent İstasyonu'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlardan oluşmaktadır. Hemzemin geçidin her bir kolunda sola, sağa dönen ve düz giden ve U dönüşü yapan akımlar bulunmaktadır.

4.4.1.1 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Trafik Sayımları

Sayımlar trafik yoğunluğun en fazla Cuma akşam saatleri olduğundan 17:00 – 18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.16'da ok ile işaretlenerek gösterilmiş binadan 1 saatlik kamera çekimi ile gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Kamera çekimi video görüntüsü Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

Şekil 4.16: Ömürevleri hemzemin geçidi kamera çekim noktası



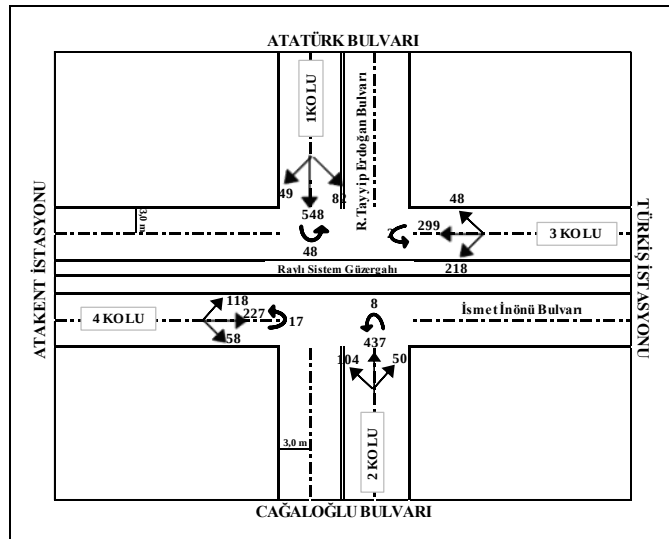
Söz konusu kavşağa yakın birçok market ve öğrenim kurumu gibi trafik üretim ve çekim noktalarının bulunması ve Ankara-Samsun Devlet karayoluna bağlantıyı sağlayan yeni açılan Recep Tayyip Erdoğan Bulvarının bulunması Cuma günleri iş çıkış saatlerinde hemzemin geçidinde trafiğin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kamera çekimi okul dönemi içinde 27.05.2016 tarihinde 17:00-18:00'de gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.17: Ömürevleri hemzemin geçidi kamera görüntüsü



Şekil 4.18’de her bir kavşak kolunun numaralandırılması, elde edilen sayım sonuçları ve şerit genişlikleri gösterilmiştir.

Şekil 4.18: Ömürevleri hemzemin geçidi kavşak kolları



27.05.2016 tarihinde 17:00-18:00'de gerçekleştirilen video görüntülerinden elde edilen trafik sayımları ise Tablo 4.37'de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.37: Ömürevleri hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI		ÖMÜREVLERİ KAVŞAĞI						
TARİH		27/05/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		PARÇALI BULUTLU-YAĞIŞLI 21 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 ATAKENT İSTASYONU 3 TÜRKİŞ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ÖMÜREVLERİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	252	21	0	3	14	9	0	299
3-1 AKIMI	39	5	0	1	1	2	0	48
3-2 AKIMI	186	11	2	7	4	8	0	218
3-3 AKIMI	18	1	0	0	0	1	0	20
4-3 AKIMI	184	23	5	7	2	6	0	227
4-1 AKIMI	95	12	4	3	2	2	0	118
4-2 AKIMI	45	8	1	1	1	2	0	58
4-4 AKIMI	10	2	0	3	0	0	2	17
1-2 AKIMI	443	62	12	12	3	12	4	548
1-3 AKIMI	70	3	1	2	2	1	3	82
1-1 AKIMI	22	22	1	0	3	0	0	48
1-4 AKIMI	43	1	0	0	1	3	1	49
2-1 AKIMI	359	40	19	11	3	2	3	437
2-4 AKIMI	79	14	3	1	1	4	2	104
2-3 AKIMI	39	4	0	3	0	3	1	50
2-2 AKIMI	4	0	0	1	0	3	0	8
TOPLAM	1888	229	48	55	37	58	16	2331

Maksimum saatlik trafik hacmi belirlendikten sonra; HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü belirlemek amacıyla, maksimum saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin saat 17:45–18:00 arası (619 araç/15 dak.) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.38).

Tablo 4.38: Ömürevleri hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI	ÖMÜREVLERİ KAVŞAĞI							
TARİH	27/05/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	PARÇALI BULUTLU-YAĞIŞLI 21 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 ATAKENT İSTASYONU ↕ 3 TÜRKİŞ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ÖMÜREVLERİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:45 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	50	4	0	2	3	2	0	61
3-1 AKIMI	9	1	0	1	1	1	0	13
3-2 AKIMI	52	3	0	2	0	0	0	57
3-3 AKIMI	6	1	0	0	0	1	0	8
4-3 AKIMI	50	9	0	2	2	1	0	64
4-1 AKIMI	23	4	0	1	0	2	0	30
4-2 AKIMI	12	2	0	0	1	0	0	15
4-4 AKIMI	4	0	0	0	0	0	0	4
1-2 AKIMI	118	13	5	3	0	3	1	143
1-3 AKIMI	16	0	0	2	1	0	1	20
1-1 AKIMI	5	8	0	0	0	0	0	13
1-4 AKIMI	12	1	0	0	0	0	0	13
2-1 AKIMI	104	10	7	2	2	0	1	126
2-4 AKIMI	28	3	2	1	1	0	0	35
2-3 AKIMI	16	1	0	0	0	0	0	17
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	505	60	14	16	11	10	3	619

Zirve saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin 4 ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. (Tablo 4.39).

Tablo 4.39: Ömürevleri hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi

KAVŞAĞIN ADI		ÖMÜREVLERİ KAVŞAĞI						
TARİH		27/05/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		PARÇALI BULUTLU-YAĞIŞLI 21 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 ATAKENT İSTASYONU ↕ 3 TÜRKİŞ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ÖMÜREVLERİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOŞKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	200	16	0	8	12	8	0	244
3-1 AKIMI	36	4	0	4	4	4	0	52
3-2 AKIMI	208	12	0	8	0	0	0	228
3-3 AKIMI	24	4	0	0	0	4	0	32
4-3 AKIMI	200	36	0	8	8	4	0	256
4-1 AKIMI	92	16	0	4	0	8	0	120
4-2 AKIMI	48	8	0	0	4	0	0	60
4-4 AKIMI	16	0	0	0	0	0	0	16
1-2 AKIMI	472	52	20	12	0	12	4	572
1-3 AKIMI	64	0	0	8	4	0	4	80
1-1 AKIMI	20	32	0	0	0	0	0	52
1-4 AKIMI	48	4	0	0	0	0	0	52
2-1 AKIMI	416	40	28	8	8	0	4	504
2-4 AKIMI	112	12	8	4	4	0	0	140
2-3 AKIMI	64	4	0	0	0	0	0	68
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	2020	240	56	64	44	40	12	2476

4.4.1.2 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Sinyalizasyon Durumu

Tablo 4.40'ta her bir akım için gözlemlenen yeşil, sarı, sarı-kırmızı ve hep kırmızı sürelerle beraber devre süresi bulunmaktadır.

Tablo 4.40: Ömürevleri Hemzemin Geçidi Mevcut Sinyal Süreleri

AKIM	YEŞİL SÜRESİ	SARI- KIRMIZI SÜRESİ	SARI SÜRESİ	HEP KIRMIZI SÜRESİ	DEVRE SÜRESİ
1	33	2	2	2	60
2	33	2	2	2	60
3	15	2	2	2	60
4	15	2	2	2	60

Türkîş Hemzemin Geçidinde Tablo 4.41'de görüldüğü gibi 2 fazlı sinyalizasyon sistemi uygulanmaktadır.

Tablo 4.41: Ömürevleri hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı

GRUP 1								
GRUP 2								
GRUP 3								
GRUP 4								
GRUP 5								
GRUP 6								
SÜRELER	2	15	2	2	2	33	2	2

4.4.2 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi

Numaralandırılan kavşak kollarının trafik akımları Şekil 4.19'da görüldüğü gibi ismlendirilmiş; Herbir kolda düz giden, sola ve sağa dönen, geri dönüş yapan farklı araç hareketleri açısından trafik akımları 4 farklı akım olarak ele alınmıştır.

1 Akımı; Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı üzerinde Atatürk Bulvarı yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne düz giden, Atatürk Bulvarı yönünden Atakent İstasyonu yönüne sağa dönen, Atatürk Bulvarı yönünden Türkış İstasyonu yönüne sola dönen ve Atatürk Bulvarı yönünden tekrar Atatürk Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

2 Akımı; Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı üzerinde Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atatürk Bulvarı yönüne düz giden, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atakent İstasyonu yönüne sola dönen araçlar, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Türkış İstasyonu yönüne sağa dönen ve Cağaloğlu Bulvarı yönünden tekrar Cağaloğlu Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

3 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Türkış İstasyonu yönünden Atakent İstasyonu yönüne düz giden, Türkış İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sağa dönen, Türkış İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sola dönen ve Türkış İstasyonu yönünden tekrar Türkış İstasyonu istasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

4 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Atakent İstasyonu yönünden Türkış İstasyonu yönüne düz giden, Atakent İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sola dönen, Atakent İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sağa dönen ve Atakent İstasyonu yönünden tekrar Atakent İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

Şekilde görüldüğü gibi Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı gidiş dönüş 2 şer şerit, İsmet İnönü Bulvarı gidiş dönüş olmak üzere 2 şer şeritten oluşmaktadır. Hemzemin Geçidi 2 fazlı sinyalizasyon siteminde 1. ve 3. sinyal grubu 4 Nolu akımın, 2. ve 4. sinyal grubu 3 Nolu akımın, 5. sinyal grubu 2 Nolu akımı, 6. sinyal grubu ise 1 Nolu akımı düzenlemektedir.

HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü hesaplamak amacıyla 17:45–18:00 arası olduğu belirlenen (Tablo 4.38) maksimum 15 dakikalık trafik hacminin 4 ile çarpılması sonucu elde edilen zirve saat akım tablosu Tablo 4.42'deki gibidir.

ÖMÜREVLERİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	604	88	20	20	4	12	8	756
2 AKIMI	592	56	36	12	12	0	4	712
3 AKIMI	468	36	0	20	16	16	0	556
4 AKIMI	356	60	0	12	12	12	0	452
TOPLAM	2020	240	56	64	44	40	12	2476

Tablo 4.43: Ömürevleri hemzemin geçidi trafik akımları

ÖMÜREVLERİ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	578	88	14	14	9	16	8	727
2 AKIMI	481	58	22	16	4	12	6	599
3 AKIMI	495	38	2	11	19	20	0	585
4 AKIMI	334	45	10	14	5	10	2	420
TOPLAM	1888	229	48	55	37	58	16	2331

Zirve Saat Faktörü (PHF)1 saatlik trafik sayımı sonucunda elde edilen hacmin (Tablo 4.42) maksimum 15 dakikalık trafik hacmi sonuçlarının 4 ile çarpılması sonucunda elde edilen Tablo 4.43) zirve saat trafik hacmine bölünmesi ile elde edilir (Tablo 4.44).

Tablo 4.44:.. Zirve saat faktörü

KOL NUMARASI	1	2	3	4
1 Saatlik Trafik Hacmi	727	599	585	420
Maksimum 15 dak. Trafik Hacmi * 4	756	712	556	452
PHF	0,962	0,841	1,052	0,929

Düzeltilmiş Sayım Değeri: $V_p = \frac{V}{PHF}$

$$V_{p1} = \frac{727}{0,962} = 756 \text{ tş/sa} \quad V_{p2} = \frac{599}{0,841} = 712 \text{ tş/sa} \quad V_{p3} = \frac{585}{1,052} = 556 \text{ tş/sa} \quad V_{p4} = \frac{420}{0,929} = 452 \text{ tş/sa}$$

Şerit Genişliği Düzeltme Faktörü: $f_w = 1 + (W - 12)/30$ (W ft cinsinden)

Ömürevleri Hemzemin Geçidindeki tüm şeritler 3,0 m genişlikte olduğu için

$$W = 3,0 / 0,3048 = 9,84 \text{ ft}$$

$f_w = 1 + (9,84 - 12)/30 = 0,93$ tüm şeritler için şerit genişliği düzeltme faktörü alınacaktır.

Ağır Taşıt Düzeltme Faktörü: $f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)}$

%HV= incelen akımın ağır araç yüzdesi Et=2 pc/hv

%HV1 = 4,45 %HV2 = 5,64 %HV3 = 3,72 %HV4 = 4,22

$$f_{HV1} = \frac{100}{100 + 4,45 * 2} = 0,92 \quad f_{HV2} = \frac{100}{100 + 5,64 * 2} = 0,898$$

$$f_{HV3} = \frac{100}{100 + 3,72 * 2} = 0,930 \quad f_{HV4} = \frac{100}{100 + 4,22 * 2} = 0,922$$

Eğim Düzeltme Faktörü: tüm kollarda 0'a yakın olduğundan $f_g=1$ olarak alınacaktır.

Parklanma Faktörü: $f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * N_m}{3600}}{N}$

N= İncelenen akımın şerit sayısı Nm = İncelenen akım üzerinde saatte park manevra sayısı

1 kolu ve 2 kolu üzerinde fazla parklanma olmadığından $f_{p1}= 1$ olarak alınacaktır

$N_{m3}= 37 \quad N_{m4}= 24$

$$F_{p3} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 37}{3600}}{2} = 0,857 \quad F_{p4} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 24}{3600}}{2} = 0,89$$

Otobüs Etkisi: İncelenen hemzemin geçitte otobüs duraklamalarından kaynaklanan bir sorun olmadığından $f_{bb}=1$ olarak alınacaktır.

Alan Faktörü: İncelenen hemzemin geçit şehir merkezinde olduğundan $f_a = 0,9$ olarak alınacaktır.

Şerit Düzeltme Faktörü: 1,2,3,4. akımlar için $f_{LU} = 0,952$;

Sola Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{LT} = 1/(1 + 0,05Plt)$ (Plt sola dönüşlerin oranı)

Plt1= 218/585=0,373 Plt2= 118/420=0,281 Plt3= 82/727=0,113 Plt4=

104/599=0,174

$f_{LT1} = 1/(1 + 0,05 * 0,373)=0,982$

$f_{LT2} = 1/(1 + 0,05 * 0,281)=0,986$

$f_{LT3} = 1/(1 + 0,05 * 0,113)=0,994$

$f_{LT4} = 1/(1 + 0,05 * 0,174)=0,991$

Sağa Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{RT} = 1 - 0,15Prt$ (Prt sağa dönüşlerin oranı)

Prt1= 48/585=0,082 Prt2= 58/420=0,138 Prt3= 49/727=0,067 Prt4= 50/599=0,083

$f_{RT1} = 1 - 0,15 * 0,082 = 0,988$

$f_{RT2} = 1 - 0,15 * 0,138=0,980$

$f_{RT3} = 1 - 0,15 * 0,067 = 0,990$

$f_{RT4} = 1 - 0,15 * 0,083 = 0,988$

Sağa ve sola dönüşlerde yaya ve bisiklet fazlarıyla çakışma durumu: Düzeltme faktörü F_{Lpb} , F_{Rpb} kullanılmayacaktır.

Doygun Akımların Belirlenmesi:

$S = So * N * fw * fHV * fg * fp * fbb * fa * fLU * fLT * fRT * fLpb * fRpb$

S: Doygun akım (araç/saat),

So: Temel doymuş akım (birim otomobil/saat/şerit), Hesaplamalarda genellikle temel doymuş akım değeri, bir şerit için yolcu otomobili cinsinden “1900 (b.o./saat/şerit)” olarak alınır.

N: İncelenen trafik akımı için şerit sayısı,

fw: Şerit genişliği için düzeltme faktörü,

fHV: Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü,

fg: Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü,

fp: Park şeridinin ve park durumunun varlığına göre düzeltme faktörü,

fbb: Kavşak içinde duran belediye otobüslerinin etkisini engellemek için düzeltme faktörü,

fa: Kavşağın bulunduğu bölgeden (il, ilçe... v.b.) dolayı düzeltme faktörü,

fLU: Şerit kullanımı için düzeltme faktörü,

fLT: Trafik akımı içinde sola dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fRT: Trafik akımı içinde sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fLpb: Sola dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü,

fRpb: Sağa dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü.

$$S1 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,92 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,982 * 0,988 * 1 * 1 = 2703$$

$$S2 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,898 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,986 * 0,980 * 1 * 1 = 2627$$

$$S3 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,930 * 1 * 0,857 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,994 * 0,990 * 1 * 1 = 2375$$

$$S4 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,922 * 1 * 0,89 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,991 * 0,988 * 1 * 1 = 2433$$

Kapasite: $Ci = Si * \frac{Gi}{c}$

Gi=İncelen akımın yeşil süresi C= Devre süresi

$$C1 = 2703 * 33/60 = 1487$$

$$C2 = 2627 * 33/60 = 1445$$

$$C3 = 2375 * 15/60 = 594$$

$$C4 = 2433 * 15/60 = 608$$

Hacim/Kapasite Oranı(Doygunluk Derecesi): $xi = \frac{Vi}{Ci}$

Vi=Düzeltilmiş akım hacmi Ci= Kapasite

$$x1 = 756/1487 = 0,519 \quad x2 = 712/1445 = 0,493 \quad x3 = 556/594 = 0,936 \quad x4 = 452/608 = 0,743$$

Kritik Akımların Belirlenmesi: belirli bir sinyal fazı için en yüksek akım oranına sahip akımlar x1 ve x3 tür.

Kritik akımların akım oranları düzeltilmiş akım değerlerinin doygun akım değerlerine bölünerek bulunur

$$\text{Akım 1 için; } 756/2703=0,280 \quad \text{Akım 3 için; } 556/2375=0,234$$

$$Yc = 0,280 + 0,234 = 0,514$$

$$Xc = Yc * C / (C - L) \quad L=\text{Kayıp zaman} \quad Xc = 0,514 * 60 / (60 - 12) = 0,643$$

Uniform Gecikme: $d1 = \frac{0,5 * C * (1 - (\frac{Gi}{c}))^2}{1 - (\frac{\min(1,x) * Gi}{c})}$

$$d11 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{33}{60}))^2}{1 - (0,643 * \frac{33}{60})} = 9,40 \text{ sn} \quad d12 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{33}{60}))^2}{1 - (0,643 * \frac{33}{60})} = 9,40 \text{ sn}$$

$$d_{13} = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,643 * \frac{15}{60})} = 20,10 \text{ sn} \quad d_{14} = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,643 * \frac{15}{60})} = 20,10 \text{ sn}$$

$$\text{Artan Gecikme: } d_2 = 900 * T * [(x - 1) + \sqrt{\frac{8kIX}{CT} + (X - 1)^2}]$$

k=artan gecikme faktörü (sabit zamanlı ışıklı kavşaklar için 0,5 alınır.)

I=ölçüm düzeltme faktörü (izole kavşaklarda 1 alınır.)

C=şerit grubu kapasitesi T=1 saat

X= incelenen akımın doygunluk derecesi

$$d_{21} = 900 * 1 * [(0,519 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,519}{1487*1} + (0,519 - 1)^2}] = 1,29 \text{ sn}$$

$$d_{22} = 900 * 1 * [(0,493 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,493}{1445*1} + (0,493 - 1)^2}] = 1,21 \text{ sn}$$

$$d_{23} = 900 * 1 * [(0,936 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,936}{594*1} + (0,936 - 1)^2}] = 34,18 \text{ sn}$$

$$d_{24} = 900 * 1 * [(0,743 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,743}{608*1} + (0,743 - 1)^2}] = 8,47 \text{ sn}$$

Başlangıç Kuyruklanma Gecikmesi: Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğu olmadığını varsayarak başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtlara etki eden gecikme değeri $d_3 = 0$ olarak alınacaktır.

Taşıt Başına Toplam Gecikme: $D = d_{1i} (P_f) + d_{2i} + d_{3i}$ $P_f = 1$, $d_3 = 0$ olarak alınacaktır.

$$d_1 = 9,40 + 1,29 = 10,69 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_2 = 9,40 + 1,21 = 10,61 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_3 = 20,10 + 34,18 = 54,28 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_4 = 20,10 + 8,47 = 28,57 \text{ sn/taşıt}$$

Hemzemin Geçidin Ortalama Gecikmesi: Her bir kolun gecikmeleri esas alınarak yapılır

$$\frac{(10,69*727) + (10,61*599) + (54,28*585) + (28,57*420)}{727+599+585+420} = 24,83 \text{ sn/taş.}$$

4.4.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama

Kayıp zamanların belirlenmesi: İncelenen hemzemin geçidinde gözlem sonucu

1,2 akımları için; başlangıç kaybı=3 sn son kazancı=2 sn

3,4 akımları için; başlangıç kaybı=3,5 sn son kazancı=2 sn

I =yeşiller arası süre l = kayıp zaman a =başlangıç aralığı b =son kazanç

$a = I + \text{başlangıç kaybı}$ $l = a - b$

1,2 akımları için $a = 6 + 3 = 9$ sn $l_{1,2} = 9 - 2 = 7$ sn

3,4 akımları için $a = 6 + 3,5 = 9,5$ sn $l_{3,4} = 9,5 - 2 = 7,5$ sn

Etkin yeşil sürelerin belirlenmesi: $G_i + I_i = g_i + l_i$

G_i =yeşil süre I_i =yeşiller arası süre g_i =etkin yeşil süre l_i = kayıp zaman

$G_1 + I_1 = g_1 + l_1$ $33 + 6 = g_1 + 7$ $g_1 = 32$

$G_2 + I_2 = g_2 + l_2$ $33 + 6 = g_2 + 7$ $g_2 = 32$

$G_3 + I_3 = g_3 + l_3$ $15 + 6 = g_3 + 7,5$ $g_3 = 13,5$

$G_4 + I_4 = g_4 + l_4$ $15 + 6 = g_4 + 7,5$ $g_4 = 13,5$

Doygun akımların hesaplanması: Temel Doygun Akım Tablosuna göre seçilir

$S_{b1,2,3,4} = 1270 * 2 = 2540$ taşıt/sa

Şerit Düzeltme Faktörü: $f_w = 0,97$ olarak alınacaktır

Eğim Faktörü: $f_g = 1$ olarak alınacaktır

Trafik Kompozisyonu: $f_c = (\sum(ei * qi))/q$

Ağır taşıtlar için $e=2,25$, otomobil için $e= 1,25$ alınacaktır

$f_{c1} = (696*1,25+31*2,25)/727 = 1,293$ $f_{c2} = (567*1,25+32*2,25)/599 = 1,303$

$f_{c3} = (564*1,25+21*2,25)/585 = 1,286$ $f_{c4} = (403*1,25+17*2,25)/420 = 1,290$

Düzeltilmiş Doygun Akım Değeri: $S = (f_w * f_g / f_c) * S_b$

$S_1 = 2540 * (0,97 * 1 / 1,293) = 1905$

$S_2 = 2540 * (0,97 * 1 / 1,303) = 1891$

$S_3 = 2540 * (0,97 * 1 / 1,286) = 1916$

$S_4 = 2540 * (0,97 * 1 / 1,290) = 1910$

Kapasitenin Hesaplanması: $Q=Si*gi/C$

$$Q_1=1905*32/60= 1016$$

$$Q_2=1891*32/60= 1008$$

$$Q_3=1916*13,5/60= 431$$

$$Q_4=1910*13,5/60= 430$$

Akım Oranlarının Hesaplanması: $y_i= q_i/S_i$

$$y_1= q_1/S_1=727/1905 = 0,382$$

$$y_2= q_2/S_2=599/1891 = 0,317$$

$$y_3= q_3/S_3=585/1916 = 0,305$$

$$y_4= q_4/S_4=420/1910 = 0,220$$

Yeşil Oranların Hesaplanması: $u_i=g_i/c_i$

$$u_1=g_1/c_1=32/60 = 0,533$$

$$u_2=g_2/c_2=32/60 = 0,533$$

$$u_3=g_3/c_3=13,5/60 =0,225$$

$$u_4=g_4/c_4=13,5/60 = 0,225$$

Doygunluk Derecelerinin Hesaplanması: $x_i=y_i/u_i$

$$x_1=y_1/u_1=0,382/0,533=0,717$$

$$x_2=y_2/u_2=0,317/0,533=0,595$$

$$x_3=y_3/u_3=0,305/0,225=1,355$$

$$x_4=y_4/u_4=0,220/0,225=0,977$$

Ortalama Kuyruk Uzunluğunun Bulunması: $N_0=\frac{Q*Tf}{4}(z+\sqrt{z^2+\frac{12(x+x_0)}{Q*Tf}})$ $z=(x_i-1)$

$$x_0=0,67+(Si*gi/600*3600) > x_i \text{ ise kuyruklanma vardır } Qi=Si*gi/C$$

$$x_{01}=0,67+(S_1*g_1/600*3600)=0,67+(1905*32/600*3600)=0,698 < 0,717 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_0=\frac{727*1}{4}((0,717-1)+\sqrt{(0,717-1)^2+\frac{12(0,717+0,698)}{727*1}}) = 7,02$$

$$x_{02}=0,67+(S_2*g_2/600*3600)=0,67+(1891*32/600*3600)=0,698 > 0,595 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$x_{03}=0,67+(S_3*g_3/600*3600)=0,67+(1916*13,5/600*3600)=0,682 < 1,355 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_0=\frac{585*1}{4}((1,355-1)+\sqrt{(1,355-1)^2+\frac{12(1,355+0,682)}{585*1}}) = 111,83$$

$$x_{04}=0,67+(S_4*g_4/600*3600)=0,67+(1910*13,5/600*3600)=0,682 < 0,977 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_0 = \frac{420 \cdot 1}{4} \left((0,977 - 1) + \sqrt{(0,977 - 1)^2 + \frac{12(0,977 + 0,682)}{420 \cdot 1}} \right) = 20,57$$

$$\text{Toplam Gecikmelerin Bulunması: } D = \frac{q \cdot C \cdot (1 - u)^2}{2 \cdot (1 - y)} + N_0 \cdot x_i$$

$$D_1 = \frac{727 \cdot 60 \cdot (1 - 0,533)^2}{2 \cdot (1 - 0,382)} + 7,02 \cdot 0,717 = 7.701,66$$

$$D_2 = \frac{5.99 \cdot 60 \cdot (1 - 0,533)^2}{2 \cdot (1 - 0,317)} + 0 \cdot x_i = 5.738$$

$$D_2 = \frac{585 \cdot 60 \cdot (1 - 0,225)^2}{2 \cdot (1 - 0,305)} + 111,83 \cdot 1,355 = 15.318,39$$

$$D_2 = \frac{420 \cdot 60 \cdot (1 - 0,225)^2}{2 \cdot (1 - 0,220)} + 20,7 \cdot 0,977 = 9.722,62$$

$$\text{Araç Başına Toplam Gecikmenin Bulunması: } d_i = D_i / Q_i$$

$$d_1 = 7.701,66 / 727 = 10,59$$

$$d_2 = 5.738 / 599 = 9,58$$

$$d_3 = 15.318,39 / 585 = 26,18$$

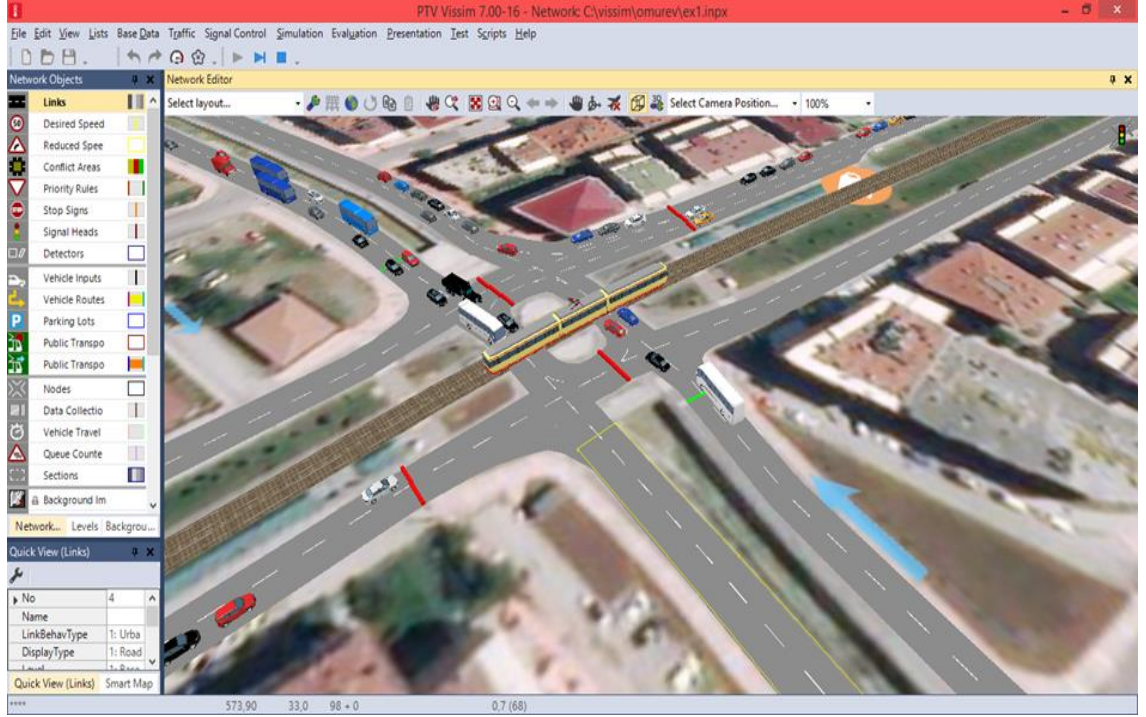
$$d_4 = 9.722,62 / 420 = 23,15$$

4.4.2 3 Vissim Simülasyon Programı ile Benzetim Analizinin Yapılması

Ömürevleri Hemzemin Geçidinde yapılan saha çalışmaları sonucunda elde edilen trafik sayım verileri Vissim Simülasyon programına girilerek simülasyon yapılmıştır.

Sadece trafik sayım sonuçları olmamakla birlikte sürücü davranışları, hız verileri, her bir koldan geçen araçların cinslerine göre belirlenen trafik kompozisyonları, parklanma faktörü, sinyalizasyon sistemi diğer bir deyişle sahada gözlemlenen tüm veriler Vissim programına girilerek benzetim yapılmıştır (Şekil 4.20).

Şekil 4.20: Ömürevleri hemzemin geçidi simülasyon modellemesi



Yapılan benzetim sonucunda her bir kolda ortalama kuyruklanma uzunlukları ve maksimum kuyruklanma uzunlukları Tablo 4.45 'de görüldüğü gibidir.

Tablo.4.45: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları

QUEUECOUNTER: Queue counter
 QLEN: Queue length [m]
 QLENMAX: Queue length (maximum) [m]
 QSTOPS: Queue stops

QUEUECOUNTER	QLEN	QLENMAX	QSTOPS
1	5,56	55,32	368
2	6,47	63,46	330
3	11,31	66,58	428
4	8,32	80,5	298

Simülasyon analiz sonuçlarında kuyruklanmadan dolayı gecikme, herbir koldaki ortalama araç hızı Tablo 4.46’da görülmektedir.

Tablo 4.46: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları

DATA COLLECTION MEASUREMENT: Data collection measurement
DIST(ALL): Distance (All) [m]
LENGTH(ALL): Length (All) [m]
QUEUE DELAY(ALL): Queue delay (All) [s]
SPEED(ALL): Speed (All) [km/h]

DATA COLLECTION MEASUREMENT	DIST (ALL)	LENGTH (ALL)	QUEUE DELAY (ALL)	SPEED (ALL)
1	363,06	5,18	5,24	50,49
2	385,1	5,2	7,15	49,8
3	490,3	5,13	7,79	51,87
4	486,5	5,27	13,57	51,65

Simülasyon analiz sonuçlarında araç gecikme değerleri Tablo 4.47’de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.47 Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri

DELAY MEASUREMENT: Delay measurement
STOP DELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
STOPS(ALL): Stops (All)
VEH DELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEH DELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	5,5	0,52	12,7	585
2	6,74	0,72	16,06	496
3	32,81	1,9	55,2	239
4	11,06	0,74	21,95	267

Tablo 4.48 ‘de Ömürevleri Hemzemin Geçidinin ortalama gecikmesi, toplam gecikmesi, seyahat süresi, ortalama duraklama sayısı görülmektedir.

Tablo 4.48: Ömürevleri hemzemin geçidi network sonuçları

DELAYAVG(ALL): Delay (average) (All) [s]
 DELAYSTOPAVG(ALL): Delay stopped (average) (All) [s]
 DISTTOT(ALL): Distance (total) (All) [km]
 TRAVTMTOT(ALL): Travel time (total) (All) [s]
 DELAYTOT(ALL): Delay (total) (All) [s]
 STOPSTOT(ALL): Stops (total) (All)
 DELAYSTOPTOT(ALL): Delay stopped (total) (All) [s]

DELAY AVG (ALL)	DELAY STOP AVG(ALL)	DISTTOT (ALL)	TRAVTM TOT (ALL)	DELAY TOT(ALL)	STOPS TOT(ALL)	DELAY STOPTOT (ALL)
22,61	11,69	2046,02	322424,6	57587,72	2186	29765,75

4.5. ATAKENT HEMZEMİN GEÇİDİ

4.5.1 Atakent Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler

Atakent Hemzemin Geçidi, 4 yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, aynı zamanda iki yönlü çalışan Hafif Raylı sistemin geçtiği eş düzey bir kavşaktır. Ali Gaffar Okan Caddesi üzerinde Atatürk Bulvarı’ndan Cağaloğlu Bulvarı’na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlar ile İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Hafif Raylı Sistem Ömürevleri İstasyonu’ndan Yenimahalle İstasyonu’na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlardan oluşmaktadır. Hemzemin geçidin her bir kolunda sola, sağa dönen ve düz giden ve U dönüşü yapan akımlar bulunmaktadır.

4.1.1.1 Atakent Hemzemin Geçidi Trafik Sayımları

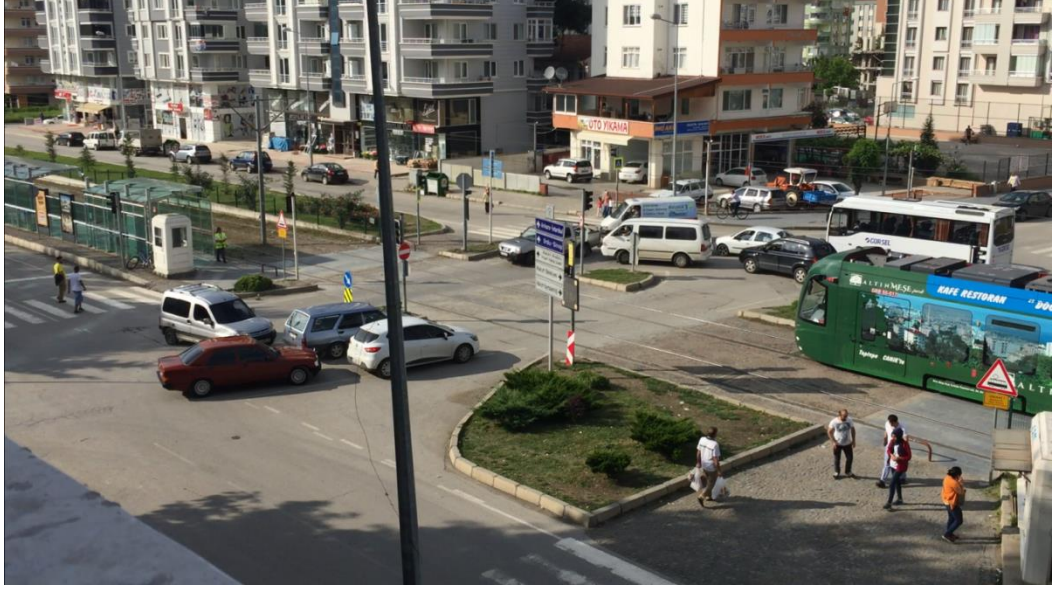
Sayımlar trafik yoğunluğun en fazla Cuma akşam saatleri olduğundan 17:00 – 18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.21’de ok ile işaretlenerek gösterilmiş binadan 1 saatlik kamera çekimi ile gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Kamera çekimi video görüntüsü Şekil 4.22’de gösterilmiştir.

Şekil 4.21: Atakent hemzemin geçidi kamera çekim noktası



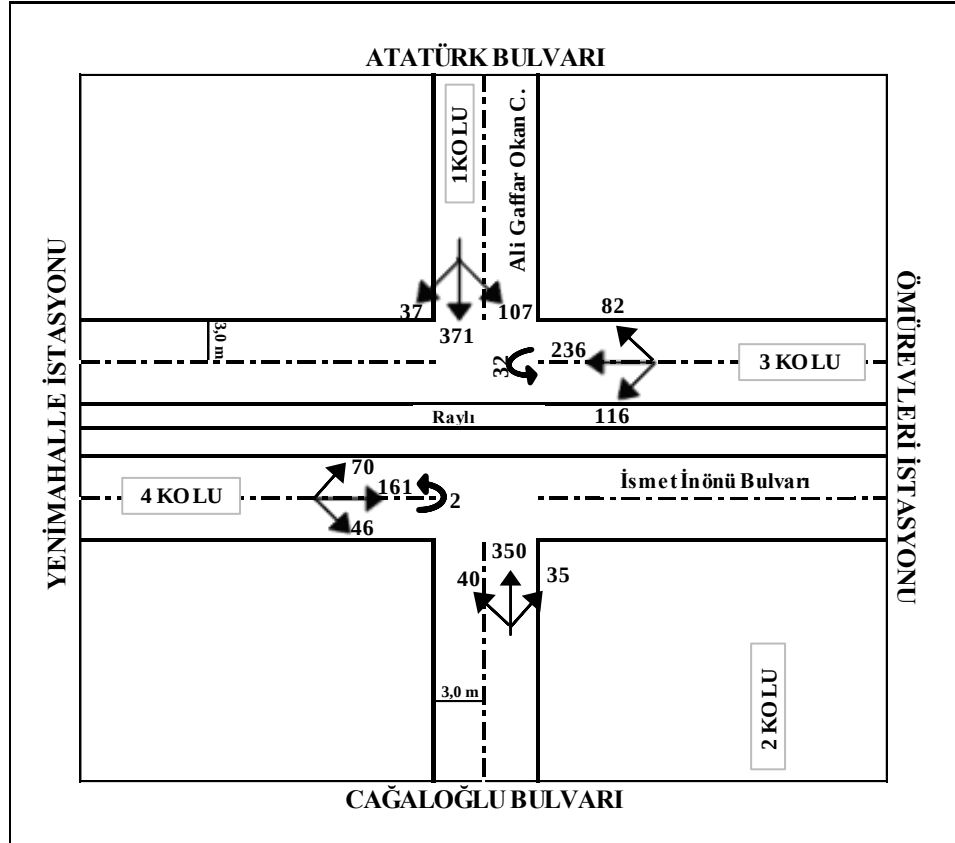
Söz konusu kavşağa yakın birçok market ve öğrenim kurumu gibi trafik üretim ve çekim noktalarının bulunması, yeni yapılan sitelere ulaşımın bu kavşaktan yapılıyor olması Cuma günleri iş çıkış saatlerinde hemzemin geçidinde trafiğin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kamera çekimi okul dönemi içinde 10.06.2016 tarihinde 17:00-18:00’de gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.22: Atakent hemzemin geçidi kamera görüntüsü



Şekil 4.23'te her bir kavşak kolunun numaralandırılması, elde edilen sayım sonuçları ve şerit genişlikleri gösterilmiştir.

Şekil 4.23: Atakent hemzemin geçidi kavşak kolları



10.06.2016 tarihinde 17:00-18:00'de gerçekleştirilen video görüntülerinden elde edilen trafik sayımları ise Tablo 4.49'da görüldüğü gibidir.

Tablo 4.49: Atakent hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI	ATAKENT KAVŞAĞI							
TARİH	10/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	GÜNEŞLİ 21 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 YENİMAHALLE İSTASYONU ↕ 3 ÖMÜREVLERİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ATAKENT HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	190	21	2	9	6	7	1	236
3-1 AKIMI	61	9	0	3	5	4	0	82
3-2 AKIMI	97	10	0	5	1	3	0	116
3-3 AKIMI	30	1	0	0	1	0	0	32
4-3 AKIMI	137	11	1	7	2	2	1	161
4-1 AKIMI	56	9	0	2	0	2	1	70
4-2 AKIMI	44	1	0	0	1	0	0	46
4-4 AKIMI	15	5	0	1	0	0	0	21
1-2 AKIMI	305	32	6	10	0	15	3	371
1-3 AKIMI	86	10	2	4	0	5	0	107
1-1 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	33	1	0	2	0	1	0	37
2-1 AKIMI	284	31	2	15	1	13	4	350
2-4 AKIMI	32	6	0	1	1	0	0	40
2-3 AKIMI	29	3	1	1	0	1	0	35
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	1399	150	14	60	18	53	10	1704

Maksimum saatlik trafik hacmi belirlendikten sonra; HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü belirlemek amacıyla, maksimum saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin saat 17:30-17:45 arası (449 araç/15 dak.) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.50).

Tablo 4.50: Atakent hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI	ATAKENT KAVŞAĞI							
TARİH	10/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	GÜNEŞLİ 21 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 YENİMAHALLE İSTASYONU 3 ÖMÜREVLERİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ATAKENT HEMZEMİN GEÇİDİ 17:30 - 17:45 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/15 dak.)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	44	4	0	0	3	1	0	52
3-1 AKIMI	13	1	0	2	1	0	0	17
3-2 AKIMI	28	1	0	1	0	1	0	31
3-3 AKIMI	5	0	0	0	0	0	0	5
4-3 AKIMI	42	5	0	2	0	0	0	49
4-1 AKIMI	15	4	0	2	0	0	0	21
4-2 AKIMI	17	1	0	0	0	0	0	18
4-4 AKIMI	4	2	0	0	0	0	0	6
1-2 AKIMI	81	12	0	4	0	4	1	102
1-3 AKIMI	23	1	0	0	0	0	0	24
1-1 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	5	0	0	1	0	0	0	6
2-1 AKIMI	81	8	0	4	0	2	2	97
2-4 AKIMI	12	2	0	0	0	0	0	14
2-3 AKIMI	7	0	0	0	0	0	0	7
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	377	41	0	16	4	8	3	449

Zirve saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin 4 ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. (Tablo 4.51).

Tablo 4.51: Atakent hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi

KAVŞAĞIN ADI		ATAKENT KAVŞAĞI						
TARİH		10/06/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		GÜNEŞLİ 21 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 YENİMAHALLE İSTASYONU ↕ 3 ÖMÜREVLERİ İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
ATAKENT HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	176	16	0	0	12	4	0	208
3-1 AKIMI	52	4	0	8	4	0	0	68
3-2 AKIMI	112	4	0	4	0	4	0	124
3-3 AKIMI	20	0	0	0	0	0	0	20
4-3 AKIMI	168	20	0	8	0	0	0	196
4-1 AKIMI	60	16	0	8	0	0	0	84
4-2 AKIMI	68	4	0	0	0	0	0	72
4-4 AKIMI	16	8	0	0	0	0	0	24
1-2 AKIMI	324	48	0	16	0	16	4	408
1-3 AKIMI	92	4	0	0	0	0	0	96
1-1 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	20	0	0	4	0	0	0	24
2-1 AKIMI	324	32	0	16	0	8	8	388
2-4 AKIMI	48	8	0	0	0	0	0	56
2-3 AKIMI	28	0	0	0	0	0	0	28
2-2 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM	1508	164	0	64	16	32	12	1796

4.5.1.2 Atakent Hemzemin Geçidi Sinyalizasyon Durumu

Tablo 4.52’de her bir akım için gözlemlenen yeşil, sarı, sarı-kırmızı ve hep kırmızı sürelerle beraber devre süresi bulunmaktadır.

Tablo 4.52: Atakent hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri

AKIM	YEŞİL SÜRESİ	SARI- KIRMIZI SÜRESİ	SARI SÜRESİ	HEP KIRMIZI SÜRESİ	DEVRE SÜRESİ
1	33	2	2	2	60
2	33	2	2	2	60
3	15	2	2	2	60
4	15	2	2	2	60

Türkîş Hemzemin Geçidinde Tablo 4.53’te görüldüğü gibi 2 fazlı sinyalizasyon sistemi uygulanmaktadır.

Tablo 4.53: Atakent hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı

GRUP 1									
GRUP 2									
GRUP 3									
GRUP 4									
GRUP 5									
GRUP 6									
SÜRELER	2	15	2	2	2	33	2	2	

4.5.2 Atakent Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi

Numaralandırılan kavşak kollarının trafik akımları Şekil 4.24'te görüldüğü gibi ismlendirilmiş; Herbir kolda düz giden, sola ve sağa dönen, geri dönüş yapan farklı araç hareketleri açısından trafik akımları 4 farklı akım olarak ele alınmıştır.

1 Akımı; Ali Gaffar Okan Caddesi üzerinde Atatürk Bulvarı yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne düz giden, Atatürk Bulvarı yönünden Yenimahalle İstasyonu yönüne sağa dönen, Atatürk Bulvarı yönünden Ömürevleri İstasyonu yönüne sola dönen ve Atatürk Bulvarı yönünden tekrar Atatürk Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

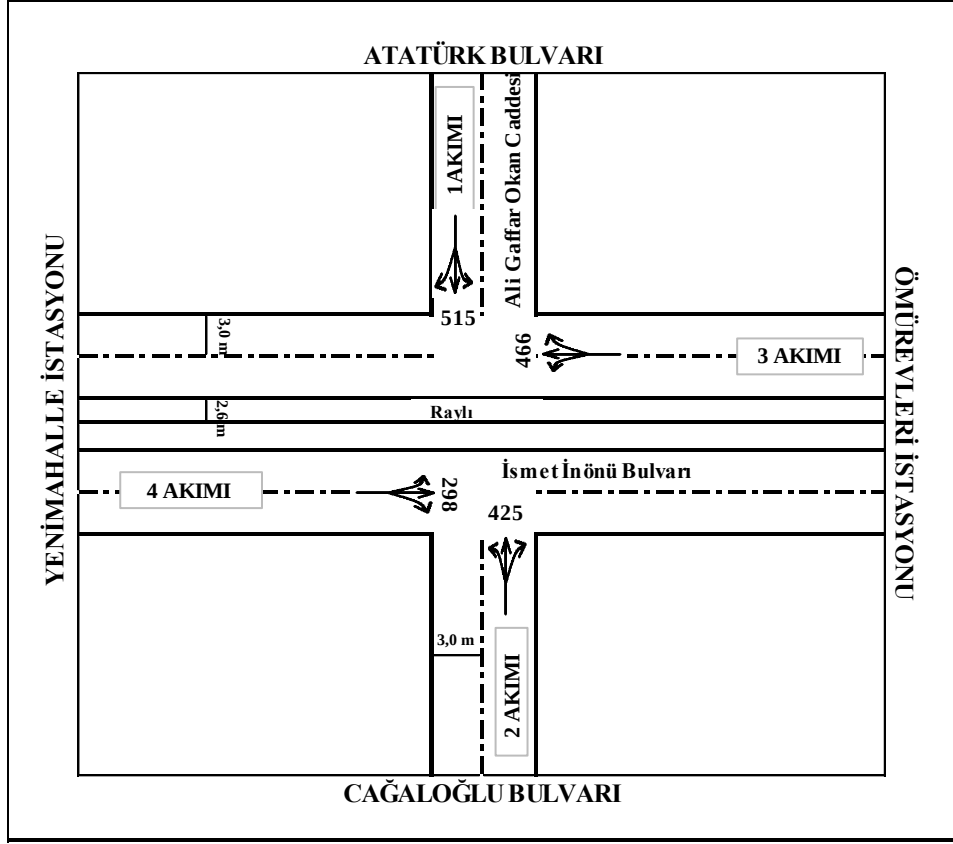
2 Akımı; Ali Gaffar Okan Caddesi üzerinde Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atatürk Bulvarı yönüne düz giden, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Yenimahalle İstasyonu yönüne sola dönen araçlar, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Ömürevleri İstasyonu yönüne sağa dönen ve Cağaloğlu Bulvarı yönünden tekrar Cağaloğlu Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

3 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Ömürevleri İstasyonu yönünden Yenimahalle İstasyonu yönüne düz giden, Ömürevleri İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sağa dönen, Ömürevleri İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sola dönen ve Ömürevleri İstasyonu yönünden tekrar Ömürevleri İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

4 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Yenimahalle İstasyonu yönünden Ömürevleri İstasyonu yönüne düz giden, Yenimahalle İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sola dönen, Yenimahalle İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sağa dönen ve Yenimahalle İstasyonu yönünden tekrar Yenimahalle İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

Şekilde görüldüğü gibi Ali Gaffar Okan Caddesi gidiş dönüş 1'er şerit, İsmet İnönü Bulvarı gidiş dönüş olmak üzere 2'şer şeritten oluşmaktadır. Hemzemin Geçidi 2 fazlı sinyalizasyon siteminde 1. ve 3. sinyal grubu 4 No.lu akımın, 2. ve 4. sinyal grubu 3 No.lu akımın, 5. sinyal grubu 2 No.lu akımı, 6. sinyal grubu ise 1 No.lu akımı düzenlemektedir.

Şekil 4.24: Atakent hemzemin geçidi akım durumları



4.5.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)

HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü hesaplamak amacıyla 17:30–17:45 arası olduğu belirlenen (Tablo 4.50) maksimum 15 dakikalık trafik hacminin 4 ile çarpılması sonucu elde edilen zirve saat akım tablosu Tablu 4.54’deki gibidir.

Tablo 4.54: Atakent hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları

ATAKENT HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	436	52	0	20	0	16	4	528
2 AKIMI	400	40	0	16	0	8	8	472
3 AKIMI	360	24	0	12	16	8	0	420
4 AKIMI	312	48	0	16	0	0	0	376
TOPLAM	1508	164	0	64	16	32	12	1796

Tablo 4.55: Atakent hemzemin geçidi trafik akımları

ATAKENT HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	424	43	8	16	0	21	3	515
2 AKIMI	345	40	3	17	2	14	4	425
3 AKIMI	378	41	2	17	13	14	1	466
4 AKIMI	252	26	1	10	3	4	2	298
TOPLAM	1399	150	14	60	18	53	10	1704

Zirve Saat Faktörü (PHF) 1 saatlik trafik sayımı sonucunda elde edilen hacmin (Tablo 4.55) maksimum 15 dakikalık trafik hacmi sonuçlarının 4 ile çarpılması sonucunda elde edilen Tablo 4.54) zirve saat trafik hacmine bölünmesi ile elde edilir (Tablo 4.56).

Tablo 4.56: Zirve saat faktörü

KOL NUMARASI	1	2	3	4
1 Saatlik Trafik Hacmi	515	425	466	298
Maksimum 15 dak. Trafik Hacmi * 4	528	472	420	376
PHF	0,975	0,900	1,109	0,792

Düzeltilmiş Sayım Değeri: $V_p = \frac{V}{PHF}$

$$V_{p1} = \frac{515}{0,975} = 528 \text{ tş/sa} \quad V_{p2} = \frac{425}{0,900} = 472 \text{ tş/sa} \quad V_{p3} = \frac{466}{1,109} = 420 \text{ tş/sa} \quad V_{p4} = \frac{298}{0,792} = 376$$

tş/sa

Şerit Genişliği Düzeltme Faktörü: $f_w = 1 + (W - 12)/30$ (W ft cinsinden)

Ömürevleri Hemzemin Geçidindeki tüm şeritler 3,0 m genişlikte olduğu için

$$W = 3,0 / 0,3048 = 9,84 \text{ ft}$$

$f_w = 1 + (9,84 - 12)/30 = 0,93$ tüm şeritler için şerit genişliği düzeltme faktörü alınacaktır.

Ağır Taşıt Düzeltme Faktörü: $f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)}$

%HV= incelen akımın ağır araç yüzdesi Et=2 pc/hv

%HV1 = 2,14 %HV2 = 2,12 %HV3 = 3,43 %HV4 =2,01

$$f_{HV1} = \frac{100}{100 + 2,14 * 2} = 0,958 \quad f_{HV2} = \frac{100}{100 + 2,12 * 2} = 0,959$$

$$f_{HV3} = \frac{100}{100 + 3,43 * 2} = 0,935 \quad f_{HV4} = \frac{100}{100 + 2,01 * 2} = 0,961$$

Eğim Düzeltme Faktörü: tüm kollarda 0'a yakın olduğundan $f_g=1$ olarak alınacaktır.

Parklanma Faktörü: $f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * N_m}{3600}}{N}$

N= İncelenen akımın şerit sayısı Nm = İncelenen akım üzerinde saatte park manevra sayısı

1 kolu ve 2 kolu üzerinde fazla parklanma olmadığından $f_{p1}= 1$ olarak alınacaktır

$N_{m2}= 24$ $N_{m3}= 54$ $N_{m4}= 32$

$$F_{p2} = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 24}{3600}}{1} = 0,78 \quad F_{p3} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 54}{3600}}{2} = 0,815 \quad F_{p4} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 32}{3600}}{2} = 0,87$$

Otobüs Etkisi: İncelenen hemzemin geçitte otobüs duraklamalarından kaynaklanan bir sorun olmadığından $f_{bb}=1$ olarak alınacaktır.

Alan Faktörü: İncelenen hemzemin geçit şehir merkezinde olduğundan $f_a = 0,9$ olarak alınacaktır.

Şerit Düzeltme Faktörü: 1,2,3,4. akımlar için $f_{LU} = 0,952$;

Sola Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{LT} = 1/(1 + 0,05Plt)$ (Plt sola dönüşlerin oranı)

Plt1= 116/466=0,249 Plt2= 70/298=0,235 Plt3= 107/515=0,208 Plt4=

40/425=0,094

$f_{LT1} = 1/(1 + 0,05 * 0,249)=0,987$

$f_{LT2} = 1/(1 + 0,05 * 0,235)=0,988$

$f_{LT3} = 1/(1 + 0,05 * 0,208)=0,989$

$f_{LT4} = 1/(1 + 0,05 * 0,094)=0,995$

Sağa Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{RT} = 1 - 0,15Prt$ (Prt sağa dönüşlerin oranı)

Prt1= 82/466=0,176 Prt2= 46/298=0,154 Prt3= 37/515=0,072 Prt4= 35/425=0,082

$f_{RT1} = 1 - 0,15 * 0,176 = 0,973$

$f_{RT2} = 1 - 0,15 * 0,154=0,976$

$f_{RT3} = 1 - 0,15 * 0,072 = 0,989$

$f_{RT4} = 1 - 0,15 * 0,082 = 0,987$

Sağa ve sola dönüşlerde yaya ve bisiklet fazlarıyla çakışma durumu: Düzeltme faktörü F_{Lpb} , $F_{Rp b}$ kullanılmayacaktır.

Doygun Akımların Belirlenmesi:

$S = So * N * fw * fHV * fg * fp * fbb * fa * fLU * fLT * fRT * fLpb * fRp b$

S: Doygun akım (araç/saat),

So: Temel doygun akım (birim otomobil/saat/şerit), Hesaplamalarda genellikle temel doygun akım değeri, bir şerit için yolcu otomobili cinsinden “1900 (b.o./saat/şerit)” olarak alınır.

N: İncelenen trafik akımı için şerit sayısı,

fw: Şerit genişliği için düzeltme faktörü,

fHV: Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü,

fg: Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü,

fp: Park şeridinin ve park durumunun varlığına göre düzeltme faktörü,

fbb: Kavşak içinde duran belediye otobüslerinin etkisini engellemek için düzeltme faktörü,

fa: Kavşağın bulunduğu bölgeden (il, ilçe... v.b.) dolayı düzeltme faktörü,

fLU: Şerit kullanımı için düzeltme faktörü,

fLT: Trafik akımı içinde sola dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fRT: Trafik akımı içinde sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fLpb: Sola dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü,

fRpb: Sağa dönen trafik akımıyla çakışan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü.

$$S1 = 1900 * 1 * 0,93 * 0,958 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,987 * 0,973 * 1 * 1 = 1392$$

$$S2 = 1900 * 1 * 0,93 * 0,959 * 1 * 0,78 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,988 * 0,976 * 1 * 1 = 1092$$

$$S3 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,935 * 1 * 0,815 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,989 * 0,989 * 1 * 1 = 2257$$

$$S4 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,961 * 0,87 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,995 * 0,987 * 1 * 1 = 2486$$

Kapasite: $Ci = Si * \frac{Gi}{c}$

Gi=İncelen akımın yeşil süresi C= Devre süresi

$$C1 = 1392 * 33/60 = 765$$

$$C2 = 1092 * 33/60 = 600$$

$$C3 = 2375 * 15/60 = 564$$

$$C4 = 2486 * 15/60 = 621$$

Hacim/Kapasite Oranı(Doygunluk Derecesi): $xi = \frac{Vi}{Ci}$

Vi=Düzeltilmiş akım hacmi Ci= Kapasite

$$x1 = 528/765 = 0,690$$

$$x2 = 472/600 = 0,787$$

$$x3 = 420/564 = 0,745$$

$$x4 = 376/621 = 0,605$$

Kritik Akımların Belirlenmesi: belirli bir sinyal fazı için en yüksek akım oranına sahip akımlar x2 ve x3 tür.

Kritik akımların akım oranları düzeltilmiş akım değerlerinin doygun akım değerlerine bölünerek bulunur

$$\text{Akım 2 için; } 472/1092=0,432 \quad \text{Akım 3 için; } 420/2257=0,186$$

$$Yc = 0,432 + 0,186 = 0,618$$

$$Xc = Yc * C / (C - L) \quad L=\text{Kayıp zaman} \quad Xc = 0,618 * 60 / (60 - 12) = 0,772$$

Uniform Gecikme:
$$d1 = \frac{0,5 * C * (1 - (\frac{Gi}{c}))^2}{1 - (\frac{\min(1,x) * Gi}{c})}$$

$$d11 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{33}{60}))^2}{1 - (0,772 * \frac{33}{60})} = 10,56 \text{ sn}$$

$$d12 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{33}{60}))^2}{1 - (0,772 * \frac{33}{60})} = 10,56 \text{ sn}$$

$$d_{13} = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,772 * \frac{15}{60})} = 20,91 \text{ sn} \quad d_{14} = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,772 * \frac{15}{60})} = 20,91 \text{ sn}$$

$$\text{Artan Gecikme: } d_2 = 900 * T * [(x - 1) + \sqrt{\frac{8kIX}{CT} + (X - 1)^2}]$$

k=artan gecikme faktörü (sabit zamanlı ışıklı kavşaklar için 0,5 alınır.)

I=ölçüm düzeltme faktörü (izole kavşaklarda 1 alınır.)

C=şerit grubu kapasitesi T=1 saat

X= incelenen akımın doygunluk derecesi

$$d_{21} = 900 * 1 * [(0,690 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,690}{765*1} + (0,690 - 1)^2}] = 5,19 \text{ sn}$$

$$d_{22} = 900 * 1 * [(0,787 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,787}{600*1} + (0,787 - 1)^2}] = 10,78 \text{ sn}$$

$$d_{23} = 900 * 1 * [(0,745 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,745}{564*1} + (0,745 - 1)^2}] = 9,14 \text{ sn}$$

$$d_{24} = 900 * 1 * [(0,605 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,605}{621*1} + (0,605 - 1)^2}] = 4,41 \text{ sn}$$

Başlangıç Kuyruklanma Gecikmesi: Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğu olmadığını varsayarak başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtlara etki eden gecikme değeri $d_3 = 0$ olarak alınacaktır.

Taşıt Başına Toplam Gecikme: $D = d_{1i} (P_f) + d_{2i} + d_{3i}$ $P_f = 1$, $d_3 = 0$ olarak alınacaktır.

$$d_1 = 10,56 + 5,19 = 15,75 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_2 = 10,56 + 10,78 = 21,34 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_3 = 20,91 + 9,14 = 30,05 \text{ sn/taşıt}$$

$$d_4 = 20,91 + 4,41 = 25,32 \text{ sn/taşıt}$$

Hemzemin Geçidin Ortalama Gecikmesi: Her bir kolun gecikmeleri esas alınarak yapılır

$$\frac{(15,75*515) + (21,34*425) + (30,05*466) + (25,32*298)}{515 + 425 + 466 + 298} = 22,73 \text{ sn/taş.}$$

4.5.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama

Kayıp zamanların belirlenmesi: İncelenen hemzemin geçidinde gözlem sonucu

1,2 akımları için; başlangıç kaybı=3 sn son kazancı=2 sn

3,4 akımları için; başlangıç kaybı=3,5 sn son kazancı=2 sn

I=yeşiller arası süre l = kayıp zaman a =başlangıç aralığı b =son kazanç

$a = I + \text{başlangıç kaybı}$ $l = a - b$

1,2 akımları için $a = 6 + 3 = 9$ sn $l_{1,2} = 9 - 2 = 7$ sn

3,4 akımları için $a = 6 + 3,5 = 9,5$ sn $l_{3,4} = 9,5 - 2 = 7,5$ sn

Etkin yeşil sürelerin belirlenmesi: $G_i + I_i = g_i + l_i$

G_i =yeşil süre I_i =yeşiller arası süre g_i =etkin yeşil süre l_i = kayıp zaman

$G_1 + I_1 = g_1 + l_1$ $33 + 6 = g_1 + 7$ $g_1 = 32$

$G_2 + I_2 = g_2 + l_2$ $33 + 6 = g_2 + 7$ $g_2 = 32$

$G_3 + I_3 = g_3 + l_3$ $15 + 6 = g_3 + 7,5$ $g_3 = 13,5$

$G_4 + I_4 = g_4 + l_4$ $15 + 6 = g_4 + 7,5$ $g_4 = 13,5$

Doygun akımların hesaplanması: Temel Doygun Akım Tablosuna göre seçilir

$S_{b1,2} = 1270 * 1 = 1270$ taşıt/sa $S_{b3,4} = 1270 * 2 = 2540$ taşıt/sa

Şerit Düzeltme Faktörü: $f_w = 0,97$ olarak alınacaktır

Eğim Faktörü: $f_g = 1$ olarak alınacaktır

Trafik Kompozisyonu: $f_c = (\sum(ei * qi))/q$

Ağır taşıtlar için $e=2,25$, otomobil için $e= 1,25$ alınacaktır

$f_{c1} = (504*1,25+11*2,25)/515 = 1,271$ $f_{c2} = (416*1,25+9*2,25)/425 = 1,271$

$f_{c3} = (450*1,25+16*2,25)/466 = 1,284$ $f_{c4} = (292*1,25+6*2,25)/298 = 1,270$

Düzeltilmiş Doygun Akım Değeri: $S = (f_w * f_g / f_c) * S_b$

$S_1 = 1270 * (0,97 * 1 / 1,271) = 969$

$S_2 = 1270 * (0,97 * 1 / 1,271) = 969$

$S_3 = 2540 * (0,97 * 1 / 1,284) = 1918$

$S_4 = 2540 * (0,97 * 1 / 1,270) = 1940$

Kapasitenin Hesaplanması: $Q = S_i * g_i / C$

$Q_1 = 969 * 32 / 60 = 516$

$Q_2 = 969 * 32 / 60 = 516$

$Q_3 = 1918 * 13,5 / 60 = 431$

$Q_4 = 1940 * 13,5 / 60 = 436$

Akım Oranlarının Hesaplanması: $y_i = q_i/S_i$

$$y_1 = q_1/S_1 = 515/969 = 0,531$$

$$y_2 = q_2/S_2 = 425/969 = 0,439$$

$$y_3 = q_3/S_3 = 466/1918 = 0,243$$

$$y_4 = q_4/S_4 = 298/1940 = 0,154$$

Yeşil Oranların Hesaplanması: $u_i = g_i/c_i$

$$u_1 = g_1/c_1 = 32/60 = 0,533$$

$$u_2 = g_2/c_2 = 32/60 = 0,533$$

$$u_3 = g_3/c_3 = 13,5/60 = 0,225$$

$$u_4 = g_4/c_4 = 13,5/60 = 0,225$$

Doygunluk Derecelerinin Hesaplanması: $x_i = y_i/u_i$

$$x_1 = y_1/u_1 = 0,531/0,533 = 0,996$$

$$x_2 = y_2/u_2 = 0,439/0,533 = 0,824$$

$$x_3 = y_3/u_3 = 0,243/0,225 = 1,08$$

$$x_4 = y_4/u_4 = 0,154/0,225 = 0,684$$

Ortalama Kuyruk Uzunluğunun Bulunması: $N_0 = \frac{Q \cdot T_f}{4} \left(z + \sqrt{z^2 + \frac{12(x+x_0)}{Q \cdot T_f}} \right)$ $z = (x_i - 1)$

$$x_0 = 0,67 + (S_i \cdot g_i / 600 \cdot 3600) < x_i \text{ ise kuyruklanma vardır } Q_i = S_i \cdot g_i / C$$

$$x_{01} = 0,67 + (S_1 \cdot g_1 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (969 \cdot 32 / 600 \cdot 3600) = 0,684 < 0,996 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_{01} = \frac{516 \cdot 1}{4} \left((0,998 - 1) + \sqrt{(0,998 - 1)^2 + \frac{12(0,998 + 0,684)}{516 \cdot 1}} \right) = 25,26$$

$$x_{02} = 0,67 + (S_1 \cdot g_1 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (969 \cdot 32 / 600 \cdot 3600) = 0,684 < 0,824 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_{02} = \frac{516 \cdot 1}{4} \left((0,998 - 1) + \sqrt{(0,998 - 1)^2 + \frac{12(0,998 + 0,684)}{516 \cdot 1}} \right) = 25,26$$

$$x_{03} = 0,67 + (S_3 \cdot g_3 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (1918 \cdot 13,5 / 600 \cdot 3600) = 0,682 < 1,08 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_{03} = \frac{431 \cdot 1}{4} \left((0,995 - 1) + \sqrt{(0,995 - 1)^2 + \frac{12(0,995 + 0,682)}{431 \cdot 1}} \right) = 22,80$$

$$x_{04} = 0,67 + (S_4 \cdot g_4 / 600 \cdot 3600) = 0,67 + (1940 \cdot 13,5 / 600 \cdot 3600) = 0,682 < 0,684 \text{ kuyruklanma var}$$

$$N_{04} = \frac{436 \cdot 1}{4} \left((0,995 - 1) + \sqrt{(0,995 - 1)^2 + \frac{12(0,995 + 0,682)}{436 \cdot 1}} \right) = 22,88$$

Toplam Gecikmelerin Bulunması: $D = \frac{q \cdot C \cdot (1-u)^2}{2 \cdot (1-y)} + N_0 \cdot x_i$

$$D_1 = \frac{515 \cdot 60 \cdot (1-0,533)^2}{2 \cdot (1-0,531)} + 25,26 \cdot 0,996 = 7.209,54$$

$$D_2 = \frac{425 \cdot 60 \cdot (1-0,533)^2}{2 \cdot (1-0,439)} + 25,26 \cdot 0,824 = 4.977,38$$

$$D_2 = \frac{466 \cdot 60 \cdot (1 - 0,225)^2}{2 \cdot (1 - 0,243)} + 22,80 \cdot 1,08 = 11.116,75$$

$$D_2 = \frac{298 \cdot 60 \cdot (1 - 0,225)^2}{2 \cdot (1 - 0,154)} + 22,88 \cdot 0,684 = 6.362,68$$

Araç Başına Toplam Gecikmenin Bulunması: $d_i = D_i / Q_i$

$$d_1 = 7.209,54 / 516 = 13,97$$

$$d_2 = 4.977,38 / 516 = 9,65$$

$$d_3 = 11.116,75 / 431 = 25,79$$

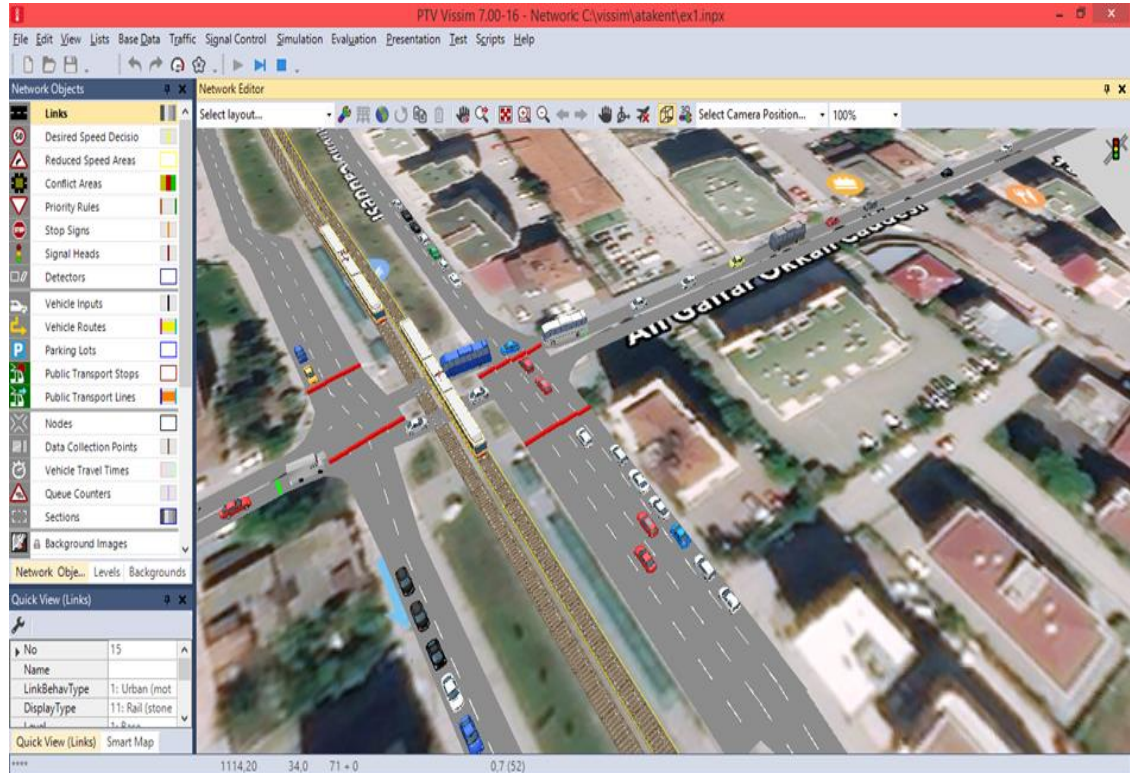
$$d_4 = 6.362,68 / 436 = 14,59$$

4.5.2 3 Vissim Simülasyon Programı ile Benzetim Analizinin Yapılması

Atakent Hemzemin Geçidinde yapılan saha çalışmaları sonucunda elde edilen trafik sayım verileri Vissim Simülasyon programına girilerek simülasyon yapılmıştır.

Sadece trafik sayım sonuçları olmamakla birlikte sürücü davranışları, hız verileri, her bir koldan geçen araçların cinslerine göre belirlenen trafik kompozisyonları, parklanma faktörü, sinyalizasyon sistemi diğer bir deyişle sahada gözlemlenen tüm veriler Vissim programına girilerek benzetim yapılmıştır (Şekil 4.25).

Şekil 4.25: Atakent hemzemin geçidi simülasyon modellemesi



Yapılan benzetim sonucunda her bir kolda ortalama kuyruklanma uzunlukları ve maksimum kuyruklanma uzunlukları Tablo 4.57 ‘de görüldüğü gibidir.

Tablo.4.57: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları

QUEUECOUNTER: Queue counter
 QLEN: Queue length [m]
 QLENMAX: Queue length (maximum) [m]
 QSTOPS: Queue stops

QUEUE COUNTER	QLEN	QLENMAX	QSTOPS
1	9,69	131,33	305
2	5,26	83,69	207
3	9,56	58,12	237
4	3,56	34,76	166

Simülasyon analiz sonuçlarında kuyruklanmadan dolayı gecikme, herbir koldaki ortalama araç hızı Tablo 4.58 ‘de görülmektedir.

Tablo 4.58: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları

DATACOLLECTIONMEASUREMENT: Data collection measurement
 DIST(ALL): Distance (All) [m]
 LENGTH(ALL): Length (All) [m]
 QUEUEDELAY(ALL): Queue delay (All) [s]
 SPEED(ALL): Speed (All) [km/h]

DATA COLLECTION MEASUREMENT	DIST (ALL)	LENGTH (ALL)	QUEUE DELAY (ALL)	SPEED (ALL)
1	297,81	4,92	5,31	50,11
2	330,78	4,91	7,73	48,39
3	462,72	4,95	9,6	51,89
4	438,72	4,96	13,38	51,91

Simülasyon analiz sonuçlarında araç gecikme değerleri Tablo 4.59’da görüldüğü gibidir.

Tablo 4.59: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s] STOPS(ALL): Stops (All) VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s] VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	7,3	0,74	19,16	435
2	6,4	0,71	15,55	379
3	22,53	1,24	37,67	216
4	11,67	0,77	20,64	199

Tablo 4.60’da Atakent Hemzemin Geçidinin ortalama gecikmesi, toplam gecikmesi, seyahat süresi, ortalama duraklama sayısı görülmektedir.

Tablo 4.60: Atakent hemzemin geçidi network sonuçları

DELAYAVG(ALL): Delay (average) (All) [s] DELAYSTOPAVG(ALL): Delay stopped (average) (All) [s] DISTTOT(ALL): Distance (total) (All) [km] TRAVTMTOT(ALL): Travel time (total) (All) [s] DELAYTOT(ALL): Delay (total) (All) [s] STOPSTOT(ALL): Stops (total) (All) DELAYSTOPTOT(ALL): Delay stopped (total) (All) [s]						
DELAYAVG (ALL)	DELAY STOPAVG (ALL)	DISTTOT (ALL)	TRAVTMTOT (ALL)	DELAYTOT (ALL)	STOPSTOT (ALL)	DELAY STOPTOT (ALL)
23,4	12,12	1285,77	204909,2	43959,48	1606	22778,7

4.6 YENİMAHALLE HEMZEMİN GEÇİDİ

4.6.1 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler

Yenimahalle Hemzemin Geçidi, 4 yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, aynı zamanda iki yönlü çalışan Hafif Raylı sistemin geçtiği eş düzey bir kavşaktır. Vatan Caddesi üzerinde Atatürk Bulvarı'ndan Cağaloğlu Bulvarı'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlar ile İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Hafif Raylı Sistem Atakent İstasyonu'ndan Körfez İstasyonu'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlardan oluşmaktadır. Hemzemin geçidin her bir kolunda sola, sağa dönen ve düz giden ve U dönüşü yapan akımlar bulunmaktadır.

4.6.1.1 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Trafik Sayımları

Sayımlar trafik yoğunluğun en fazla Cuma akşam saatleri olduğundan 17:00 – 18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.26'da ok ile işaretlenerek gösterilmiş binadan 1 saatlik kamera çekimi ile gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Kamera çekimi video görüntüsü Şekil 4.27'de gösterilmiştir.

Şekil 4.26: Yenimahalle hemzemin geçidi kamera çekim noktası



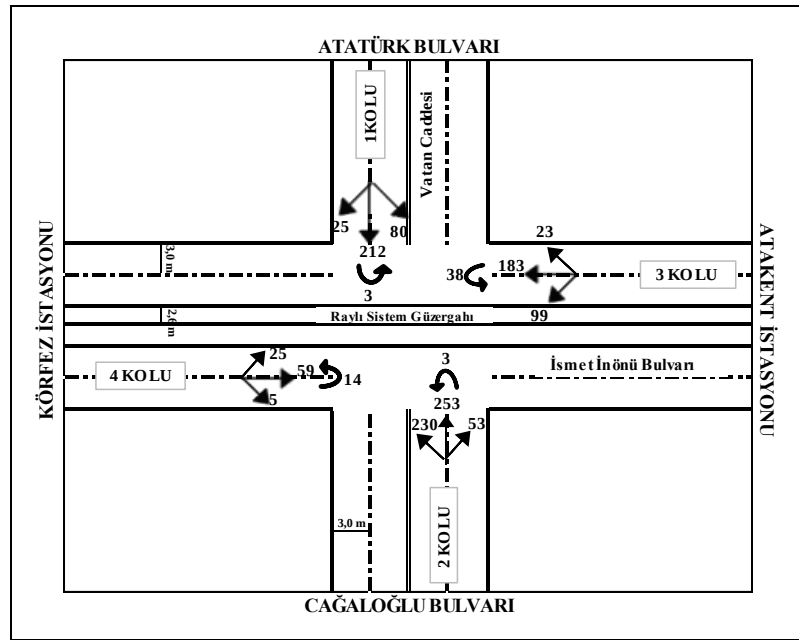
Söz konusu kavşağa yakın birçok market ve öğrenim kurumu gibi trafik üretim ve çekim noktalarının bulunması, yeni yapılan sitelere ulaşımın bu kavşaktan yapılıyor olması Cuma günleri iş çıkış saatlerinde hemzemin geçidinde trafiğin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kamera çekimi okul dönemi içinde 17.06.2016 tarihinde 17:00-18:00’de gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.27: Yenimahalle hemzemin geçidi kamera görüntüsü



Şekil 4.28’de her bir kavşak kolunun numaralandırılması, elde edilen sayım sonuçları ve şerit genişlikleri gösterilmiştir.

Şekil 4.28: Yenimahalle hemzemin geçidi kavşak kolları



17.06.2016 tarihinde 17:00-18:00'de gerçekleştirilen video görüntülerinden elde edilen trafik sayımları ise Tablo 4.61'de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.61: Yenimahalle hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI		YENİMAHALLE KAVŞAĞI						
TARİH		17/06/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		GÜNEŞLİ 26 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 KÖRFEZ İSTASYONU 3 ATAKENT İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
YENİMAHALLE HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	149	27	1	3	1	1	1	183
3-1 AKIMI	16	3	0	3	1	0	0	23
3-2 AKIMI	84	8	0	4	1	2	0	99
3-3 AKIMI	30	2	0	1	3	2	0	38
4-3 AKIMI	48	7	1	0	0	2	1	59
4-1 AKIMI	22	1	0	1	1	0	0	25
4-2 AKIMI	5	0	0	0	0	0	0	5
4-4 AKIMI	11	2	0	1	0	0	0	14
1-2 AKIMI	172	19	8	4	2	1	6	212
1-3 AKIMI	66	6	0	2	3	2	1	80
1-1 AKIMI	3	0	0	0	0	0	0	3
1-4 AKIMI	20	2	0	0	0	3	0	25
2-1 AKIMI	197	21	13	6	11	4	1	253
2-4 AKIMI	174	34	4	6	7	5	0	230
2-3 AKIMI	44	5	2	1	0	0	1	53
2-2 AKIMI	3	0	0	0	0	0	0	3
TOPLAM	1044	137	29	32	30	22	11	1305

Maksimum saatlik trafik hacmi belirlendikten sonra; HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü belirlemek amacıyla, maksimum saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin saat 17:00-17:15 arası (336 araç/15 dak.) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.62).

Tablo 4.62: Yenimahalle hemzemin geçidi maksimum 15 dakikalık trafik

KAVŞAĞIN ADI	YENİMAHALLE KAVŞAĞI							
TARİH	17/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	GÜNEŞLİ 26 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 KÖRFEZ İSTASYONU 3 ATAKENT İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
YENİMAHALLE HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 17:15 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/15 dak)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	38	9	1	1	0	0	1	50
3-1 AKIMI	1	0	0	0	0	0	0	1
3-2 AKIMI	15	3		1	0	1	0	20
3-3 AKIMI	4	0	0	1	1	1	0	7
4-3 AKIMI	15	1	1	0	0	1	0	18
4-1 AKIMI	4	0	0	0	0	0	0	4
4-2 AKIMI	2	0	0	0	0	0	0	2
4-4 AKIMI	2	0	0	0	0	0	0	2
1-2 AKIMI	56	6	1	0	1	1	4	69
1-3 AKIMI	14	1	0	0	1	1	0	17
1-1 AKIMI	1	0	0	0	0	0	0	1
1-4 AKIMI	3	1	0	0	0	2	0	6
2-1 AKIMI	40	7	4	2	1	1	0	55
2-4 AKIMI	48	10	1	1	2	1	0	63
2-3 AKIMI	14	4	1	1	0	0	0	20
2-2 AKIMI	1	0	0	0	0	0	0	1
TOPLAM	258	42	9	7	6	9	5	336

Zirve saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin 4 ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. (Tablo 4.63).

Tablo 4.63: Yenimahalle hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi

KAVŞAĞIN ADI		YENİMAHALLE KAVŞAĞI						
TARİH		17/06/2016 CUMA						
HAVA DURUMU		GÜNEŞLİ 26 °C						
1 ATATÜRK BULVARI 4 KÖRFEZ İSTASYONU ↕ 3 ATAKENT İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
YENİMAHALLE HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	152	36	4	4	0	0	4	200
3-1 AKIMI	4	0	0	0	0	0	0	4
3-2 AKIMI	60	12	0	4	0	4	0	80
3-3 AKIMI	16	0	0	4	4	4	0	28
4-3 AKIMI	60	4	4	0	0	4	0	72
4-1 AKIMI	16	0	0	0	0	0	0	16
4-2 AKIMI	8	0	0	0	0	0	0	8
4-4 AKIMI	8	0	0	0	0	0	0	8
1-2 AKIMI	224	24	4	0	4	4	16	276
1-3 AKIMI	56	4	0	0	4	4	0	68
1-1 AKIMI	4	0	0	0	0	0	0	4
1-4 AKIMI	12	4	0	0	0	8	0	24
2-1 AKIMI	160	28	16	8	4	4	0	220
2-4 AKIMI	192	40	4	4	8	4	0	252
2-3 AKIMI	56	16	4	4	0	0	0	80
2-2 AKIMI	4	0	0	0	0	0	0	4
TOPLAM	1032	168	36	28	24	36	20	1344

4.6.1.2 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Sinyalizasyon Durumu

Tablo 4.64'te her bir akım için gözlemlenen yeşil, sarı, sarı-kırmızı ve hep kırmızı sürelerle beraber devre süresi bulunmaktadır.

Tablo 4.64: Yenimahalle hemzemin geçidi mevcut sinyal süreleri

AKIM	YEŞİL SÜRESİ	SARI- KIRMIZI SÜRESİ	SARI SÜRESİ	HEP KIRMIZI SÜRESİ	DEVRE SÜRESİ
1	33	2	2	2	60
2	33	2	2	2	60
3	15	2	2	2	60
4	15	2	2	2	60

Yenimahalle Hemzemin Geçidinde Tablo 4.65'te görüldüğü gibi 2 fazlı sinyalizasyon sistemi uygulanmaktadır.

Tablo 4.65: Yenimahalle hemzemin geçidi mevcut haldeki sinyal faz planı

GRUP 1								
GRUP 2								
GRUP 3								
GRUP 4								
GRUP 5								
GRUP 6								
SÜRELER	2	15	2	2	2	33	2	2

4.6.2 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi

Numaralandırılan kavşak kollarının trafik akımları Şekil 4.6.4'te görüldüğü gibi ismlendirilmiş; Herbir kolda düz giden, sola ve sağa dönen, geri dönüş yapan farklı araç hareketleri açısından trafik akımları 4 farklı akım olarak ele alınmıştır.

1 Akımı; Vatan Caddesi üzerinde Atatürk Bulvarı yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne düz giden, Atatürk Bulvarı yönünden Körfez İstasyonu yönüne sağa dönen, Atatürk Bulvarı yönünden Atakent İstasyonu yönüne sola dönen ve Atatürk Bulvarı yönünden tekrar Atatürk Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

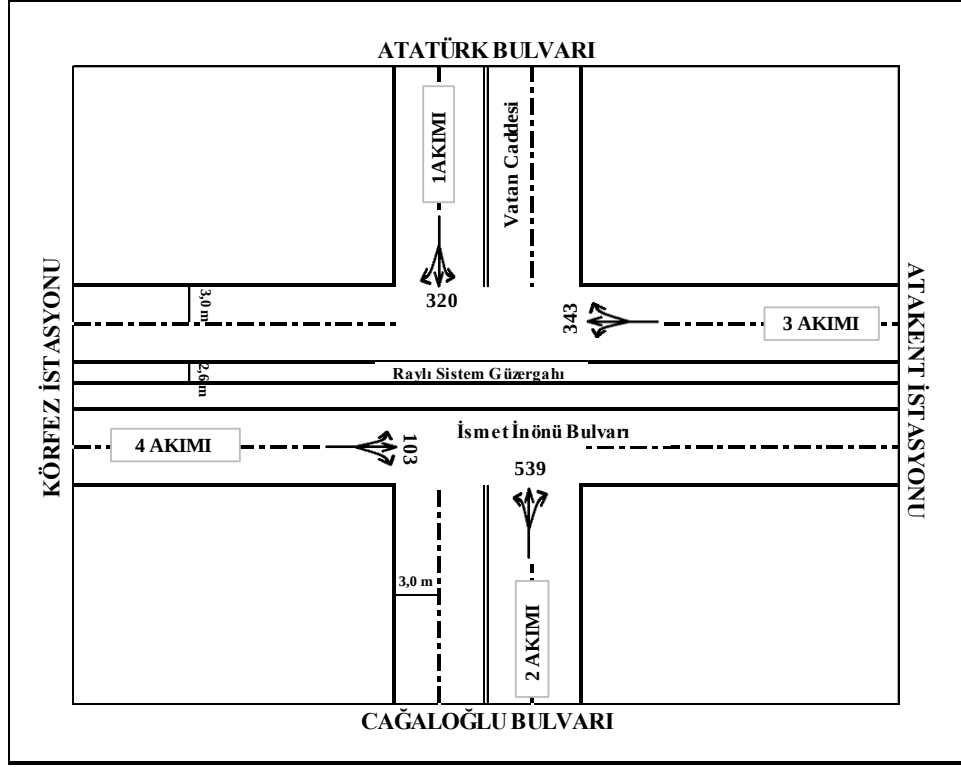
2 Akımı; Vatan Caddesi üzerinde Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atatürk Bulvarı yönüne düz giden, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Körfez İstasyonu yönüne sola dönen araçlar, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atakent İstasyonu yönüne sağa dönen ve Cağaloğlu Bulvarı yönünden tekrar Cağaloğlu Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

3 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Atakent İstasyonu yönünden Körfez İstasyonu yönüne düz giden, Atakent İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sağa dönen, Atakent İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sola dönen ve Atakent İstasyonu yönünden tekrar Atakent İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

4 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Körfez İstasyonu yönünden Atakent İstasyonu yönüne düz giden, Körfez İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sola dönen, Körfez İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sağa dönen ve Körfez İstasyonu yönünden tekrar Körfez İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

Şekilde görüldüğü gibi Vatan Caddesi gidiş dönüş 2'şer şerit, İsmet İnönü Bulvarı gidiş dönüş olmak üzere 2'şer şeritten oluşmaktadır. Hemzemin Geçidi 2 fazlı sinyalizasyon siteminde 1. ve 3. sinyal grubu 4 No.lu akımın, 2. ve 4. sinyal grubu 3 No.lu akımın, 5. sinyal grubu 2 No.lu akımı, 6. sinyal grubu ise 1 No.lu akımı düzenlemektedir.

Şekil 4.29: Yenimahalle hemzemin geçidi akım durumları



4.6.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)

HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü hesaplamak amacıyla 17:00–17:15 arası olduğu belirlenen (Tablo 4.62) maksimum 15 dakikalık trafik hacminin 4 ile çarpılması sonucu elde edilen zirve saat akım tablosu Tablo 4.66'daki gibidir.

Tablo 4.66: Yenimahalle Hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları

YENİMAHALLE HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	296	32	4	0	8	16	16	372
2 AKIMI	412	84	24	16	12	8	0	556
3 AKIMI	232	48	4	12	4	8	4	312
4 AKIMI	92	4	4	0	0	4	0	104
TOPLAM	1032	168	36	28	24	36	20	1344

Tablo 4.67: Yenimahalle hemzemin geçidi trafik akımları

YENİMAHALLE HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	261	27	8	6	5	6	7	320
2 AKIMI	418	60	19	13	18	9	2	539
3 AKIMI	279	40	1	11	6	5	1	343
4 AKIMI	86	10	1	2	1	2	1	103
TOPLAM	1044	137	29	32	30	22	11	1305

Zirve Saat Faktörü (PHF) 1 saatlik trafik sayımı sonucunda elde edilen hacmin (Tablo 4.67) maksimum 15 dakikalık trafik hacmi sonuçlarının 4 ile çarpılması sonucunda elde edilen Tablo 4.66) zirve saat trafik hacmine bölünmesi ile elde edilir (Tablo 4.68).

Tablo 4.68: Zirve saat faktörü

KOL NUMARASI	1	2	3	4
1 Saatlik Trafik Hacmi	320	539	343	103
Maksimum 15 dak. Trafik Hacmi * 4	372	556	312	104
PHF	0,860	0,969	1,099	0,990

Düzeltilmiş Sayım Değeri: $V_p = \frac{V}{PHF}$

$$V_{p1} = \frac{320}{0,860} = 372 \text{ tş/sa} \quad V_{p2} = \frac{539}{0,969} = 556 \text{ tş/sa} \quad V_{p3} = \frac{343}{1,099} = 312 \text{ tş/sa} \quad V_{p4} = \frac{103}{0,990} = 104 \text{ tş/sa}$$

Şerit Genişliği Düzeltme Faktörü: $f_w = 1 + (W - 12)/30$ (W ft cinsinden)

Ömürevleri Hemzemin Geçidindeki tüm şeritler 3,0 m genişlikte olduğu için

$$W = 3,0 / 0,3048 = 9,84 \text{ ft}$$

$f_w = 1 + (9,84 - 12)/30 = 0,93$ tüm şeritler için şerit genişliği düzeltme faktörü alınacaktır.

Ağır Taşıt Düzeltme Faktörü: $f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)}$

%HV= incelen akımın ağır araç yüzdesi Et=2 pc/hv

%HV1 = 7,53 %HV2 = 6,47 %HV3 = 3,85 %HV4 =3,85

$$f_{HV1} = \frac{100}{100 + 7,53 * 2} = 0,869 \quad f_{HV2} = \frac{100}{100 + 6,47 * 2} = 0,885$$

$$f_{HV3} = \frac{100}{100 + 3,85 * 2} = 0,928 \quad f_{HV4} = \frac{100}{100 + 3,85 * 2} = 0,928$$

Eğim Düzeltme Faktörü: tüm kollarda 0'a yakın olduğundan $f_g=1$ olarak alınacaktır.

Parklanma Faktörü: $f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$

N= İncelenen akımın şerit sayısı Nm = İncelenen akım üzerinde saatte park manevra sayısı

1 kolu ve 2 kolu üzerinde fazla parklanma olmadığından $f_{p1}= 1$ olarak alınacaktır

$N_{m2}= 20 \quad N_{m3}= 48 \quad N_{m4}= 68$

$$F_{p2} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 20}{3600}}{2} = 0,90 \quad F_{p3} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 48}{3600}}{2} = 0,83 \quad F_{p4} = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 68}{3600}}{2} = 0,78$$

Otobüs Etkisi: İncelenen hemzemin geçitte otobüs duraklamalarından kaynaklanan bir sorun olmadığından $f_{bb}=1$ olarak alınacaktır.

Alan Faktörü: İncelenen hemzemin geçit şehir merkezinde olduğundan $f_a = 0,9$ olarak alınacaktır.

Şerit Düzeltme Faktörü: 1,2,3,4. akımlar için $f_{LU} = 0,952$;

Sola Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{LT} = 1/(1 + 0,05Plt)$ (Plt sola dönüşlerin oranı)

Plt1= 80/320=0,25 Plt2= 230/539=0,427 Plt3= 99/343=0,289 Plt4= 25/103=0,243

$f_{LT1} = 1/(1 + 0,05 * 0,25)=0,987$

$f_{LT2} = 1/(1 + 0,05 * 0,427)=0,979$

$f_{LT3} = 1/(1 + 0,05 * 0,289)=0,985$

$f_{LT4} = 1/(1 + 0,05 * 0,243)=0,988$

Sağa Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{RT} = 1 - 0,15Prt$ (Prt sağa dönüşlerin oranı)

Prt1= 25/320=0,078 Prt2= 53/539=0,098 Prt3= 23/343=0,067 Prt4= 5/103=0,048

$f_{RT1} = 1 - 0,15 * 0,078 = 0,988$

$f_{RT2} = 1 - 0,15 * 0,098=0,985$

$f_{RT3} = 1 - 0,15 * 0,067 = 0,989$

$f_{RT4} = 1 - 0,15 * 0,048 = 0,992$

Sağa ve sola dönüşlerde yaya ve bisiklet fazlarıyla çıkışma durumu: Düzeltme faktörü F_{Lpb} , F_{Rpb} kullanılmayacaktır.

Doygun Akımların Belirlenmesi:

$$S = So * N * fw * fHV * fg * fp * fbb * fa * fLU * fLT * fRT * fLpb * fRpb$$

S: Doygun akım (araç/saat),

So: Temel doygun akım (birim otomobil/saat/şerit), Hesaplamalarda genellikle temel doygun akım değeri, bir şerit için yolcu otomobili cinsinden “1900 (b.o./saat/şerit)” olarak alınır.

N: İncelenen trafik akımı için şerit sayısı,

fw: Şerit genişliği için düzeltme faktörü,

fHV: Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü,

fg: Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü,

fp: Park şeridinin ve park durumunun varlığına göre düzeltme faktörü,

fbb: Kavşak içinde duran belediye otobüslerinin etkisini engellemek için düzeltme faktörü,

fa: Kavşağın bulunduğu bölgeden (il, ilçe... v.b.) dolayı düzeltme faktörü,

fLU: Şerit kullanımı için düzeltme faktörü,

fLT: Trafik akımı içinde sola dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fRT: Trafik akımı içinde sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fLpb: Sola dönen trafik akımıyla çıkan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü,

fRpb: Sağa dönen trafik akımıyla çıkan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü.

$$S1 = 1900*2*0,93*0,869*1*1*1*0,9*0,952*0,987*0,988*1*1 = 2565$$

$$S2 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,885 * 1 * 0,90 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,979 * 0,985 * 1 * 1 = 2325$$

$$S3 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,928 * 1 * 0,83 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,985 * 0,989 * 1 * 1 = 2271$$

$$S4 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,928 * 1 * 0,78 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,988 * 0,992 * 1 * 1 = 2148$$

Kapasite: $Ci = Si * \frac{Gi}{C}$

Gi=İncelen akımın yeşil süresi C= Devre süresi

$$C1 = 2565 * 33/60 = 1410$$

$$C2 = 2325 * 33/60 = 1278$$

$$C3 = 2271 * 15/60 = 567$$

$$C4 = 2148 * 15/60 = 537$$

Hacim/Kapasite Oranı(Doygunluk Derecesi): $xi = \frac{Vi}{Ci}$

Vi=Düzeltilmiş akım hacmi Ci= Kapasite

$$x1 = 372/1410 = 0,264$$

$$x2 = 556/1278 = 0,435$$

$$x3 = 312/567 = 0,550$$

$$x4 = 104/537 = 0,194$$

Kritik Akımların Belirlenmesi: belirli bir sinyal fazı için en yüksek akım oranına sahip akımlar x2 ve x3 tür.

Kritik akımların akım oranları düzeltilmiş akım değerlerinin doygun akım değerlerine bölünerek bulunur

$$\text{Akım 2 için; } 556/2325=0,239 \quad \text{Akım 3 için; } 312/2271=0,137$$

$$Yc = 0,239 + 0,137 = 0,376$$

$$Xc = Yc * C / (C - L) \quad L=\text{Kayıp zaman} \quad Xc = 0,376 * 60 / (60 - 12) = 0,47$$

Uniform Gecikme:
$$d1 = \frac{0,5 * C * (1 - (\frac{Gi}{C}))^2}{1 - (\frac{\min(1,x) * Gi}{C})}$$

$$d11 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{33}{60}))^2}{1 - (0,47 * \frac{33}{60})} = 8,19 \text{ sn}$$

$$d12 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{33}{60}))^2}{1 - (0,47 * \frac{33}{60})} = 8,19 \text{ sn}$$

$$d13 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,47 * \frac{15}{60})} = 19,12 \text{ sn}$$

$$d14 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,47 * \frac{15}{60})} = 19,12 \text{ sn}$$

$$\text{Artan Gecikme: } d2 = 900 * T * [(x - 1) + \sqrt{\frac{8kIX}{CT} + (X - 1)^2}]$$

k=artan gecikme faktörü (sabit zamanlı ışıklı kavşaklar için 0,5 alınır.)

I=ölçüm düzeltme faktörü (izole kavşaklarda 1 alınır.)

C=şerit grubu kapasitesi T=1 saat

X= incelenen akımın doygunluk derecesi

$$d21 = 900 * 1 * [(0,264 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,264}{1410*1} + (0,264 - 1)^2}] = 0,45 \text{ sn}$$

$$d22 = 900 * 1 * [(0,435 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,435}{1278*1} + (0,435 - 1)^2}] = 1,08 \text{ sn}$$

$$d23 = 900 * 1 * [(0,550 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,550}{567*1} + (0,550 - 1)^2}] = 3,86 \text{ sn}$$

$$d24 = 900 * 1 * [(0,194 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,194}{537*1} + (0,194 - 1)^2}] = 0,80 \text{ sn}$$

Başlangıç Kuyruklanma Gecikmesi: Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğu olmadığını varsayarak başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtlara etki eden gecikme değeri $d3 = 0$ olarak alınacaktır.

Taşıt Başına Toplam Gecikme: $D = d1i (Pf) + d2i + d3i$ $Pf = 1$, $d3 = 0$ olarak alınacaktır.

$$d1=8,19+0,45 = 8,64 \text{ sn/taşıt}$$

$$d2=8,19+1,08 = 9,27 \text{ sn/taşıt}$$

$$d3=19,12+3,86 = 22,98 \text{ sn/taşıt}$$

$$d4=19,12+0,80 = 19,92 \text{ sn/taşıt}$$

Hemzemin Geçidin Ortalama Gecikmesi: Her bir kolun gecikmeleri esas alınarak yapılır

$$\frac{(8,64*320)+(9,27*539)+(22,98*343)+(19,92*103)}{320+539+343+103} = 13,56 \text{ sn/taş.}$$

4.6.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama

Kayıp zamanların belirlenmesi: İncelenen hemzemin geçidinde gözlem sonucu

1,2 akımları için; başlangıç kaybı=2,5 sn son kazancı=1,5 sn

3,4 akımları için; başlangıç kaybı=3 sn son kazancı=1 sn

I =yeşiller arası süre l = kayıp zaman a =başlangıç aralığı b =son kazanç

$a = I + \text{başlangıç kaybı}$ $l = a - b$

1,2 akımları için $a = 6 + 2,5 = 8,5$ sn $l_{1,2} = 8,5 - 1,5 = 7$ sn

3,4 akımları için $a = 6 + 3 = 9$ sn $l_{3,4} = 9 - 1 = 8$ sn

Etkin yeşil sürelerin belirlenmesi: $G_i + I_i = g_i + l_i$

G_i =yeşil süre I_i =yeşiller arası süre g_i =etkin yeşil süre l_i = kayıp zaman

$G_1 + I_1 = g_1 + l_1$ $33 + 6 = g_1 + 7$ $g_1 = 32$

$G_2 + I_2 = g_2 + l_2$ $33 + 6 = g_2 + 7$ $g_2 = 32$

$G_3 + I_3 = g_3 + l_3$ $15 + 6 = g_3 + 8$ $g_3 = 13$

$G_4 + I_4 = g_4 + l_4$ $15 + 6 = g_4 + 8$ $g_4 = 13$

Doygun akımların hesaplanması: Temel Doygun Akım Tablosuna göre seçilir

$S_{b1,2} = 1570 * 2 = 3140$ taşıt/sa

Şerit Düzeltme Faktörü: $f_w = 0,97$ olarak alınacaktır

Eğim Faktörü: $f_g = 1$ olarak alınacaktır

Trafik Kompozisyonu: $f_c = (\sum(e_i * q_i))/q$

Ağır taşıtlar için $e=2,25$, otomobil için $e= 1,25$ alınacaktır

$f_{c1} = (300*1,25+20*2,25)/320 = 1,313$ $f_{c2} = (500*1,25+39*2,25)/539 = 1,322$

$f_{c3} = (335*1,25+8*2,25)/343 = 1,273$ $f_{c4} = (100*1,25+3*2,25)/103 = 1,279$

Düzeltilmiş Doygun Akım Değeri: $S = (f_w * f_g / f_c) * S_b$

$S_1 = 3140 * (0,97 * 1 / 1,313) = 2319$ $S_2 = 3140 * (0,97 * 1 / 1,322) = 2303$

$S_3 = 3140 * (0,97 * 1 / 1,273) = 2392$ $S_4 = 3140 * (0,97 * 1 / 1,279) = 2381$

Kapasitenin Hesaplanması: $Q=Si*gi/C$

$$Q_1=2319*32/60= 1236$$

$$Q_2=2303*32/60= 1228$$

$$Q_3=2392*13/60= 518$$

$$Q_4=2381*13/60= 515$$

Akım Oranlarının Hesaplanması: $y_i= q_i/S_i$

$$y_1= q_1/S_1=320/2319 = 0,137$$

$$y_2= q_2/S_2=539/2303 = 0,234$$

$$y_3= q_3/S_3=343/2392 = 0,143$$

$$y_4= q_4/S_4=103/2381 = 0,043$$

Yeşil Oranların Hesaplanması: $u_i=g_i/c_i$

$$u_1=g_1/c_1=32/60 = 0,533$$

$$u_2=g_2/c_2=32/60 = 0,533$$

$$u_3=g_3/c_3=13/60 =0,216$$

$$u_4=g_4/c_4=13/60 = 0,216$$

Doygunluk Derecelerinin Hesaplanması: $x_i=y_i/u_i$

$$x_1=y_1/u_1=0,137/0,533=0,257$$

$$x_2=y_2/u_2=0,234/0,533=0,439$$

$$x_3=y_3/u_3=0,143/0,225=0,635$$

$$x_4=y_4/u_4=0,043/0,225=0,191$$

Ortalama Kuyruk Uzunluğunun Bulunması: $N_0=\frac{Q*Tf}{4}(z+\sqrt{z^2+\frac{12(x+x_0)}{Q*Tf}})$ $z=(x_i-1)$

$$x_0=0,67+(Si*gi/600*3600) < x_i \text{ ise kuyruklanma vardır } Qi=Si*gi/C$$

$$x_{01}=0,67+(S_1*g_1/600*3600)=0,67+(1236*32/600*3600)=0,688 > 0,257 \text{ kuyruklanma}$$

yok

$$x_{02}=0,67+(S_1*g_1/600*3600)=0,67+(1228*32/600*3600)=0,688 > 0,439 \text{ kuyruklanma}$$

yok

$$x_{03}=0,67+(S_3*g_3/600*3600)=0,67+(518*13/600*3600)=0,673 > 0,635 \text{ kuyruklanma}$$

yok

$$x_{04}=0,67+(S_4*g_4/600*3600)=0,67+(515*13/600*3600)=0,673 > 0,191 \text{ kuyruklanma}$$

yok

Toplam Gecikmelerin Bulunması: $D=\frac{q*C*(1-u)^2}{2*(1-y)} + N_0*x_i$

$$D_1=\frac{320*60*(1-0,533)^2}{2*(1-0,137)} = 2.426,02$$

$$D_2 = \frac{539 \cdot 60 \cdot (1 - 0,533)}{2 \cdot (1 - 0,234)} = 4.603,78$$

$$D_2 = \frac{343 \cdot 60 \cdot (1 - 0,216)^2}{2 \cdot (1 - 0,143)} = 7.380,17$$

$$D_2 = \frac{103 \cdot 60 \cdot (1 - 0,216)^2}{2 \cdot (1 - 0,043)} = 1.984,62$$

Araç Başına Toplam Gecikmenin Bulunması: $d_i = D_i / Q_i$

$$d_1 = 2.426,02 / 320 = 7,58$$

$$d_2 = 4.603,78 / 539 = 8,54$$

$$d_3 = 7.380,17 / 343 = 21,52$$

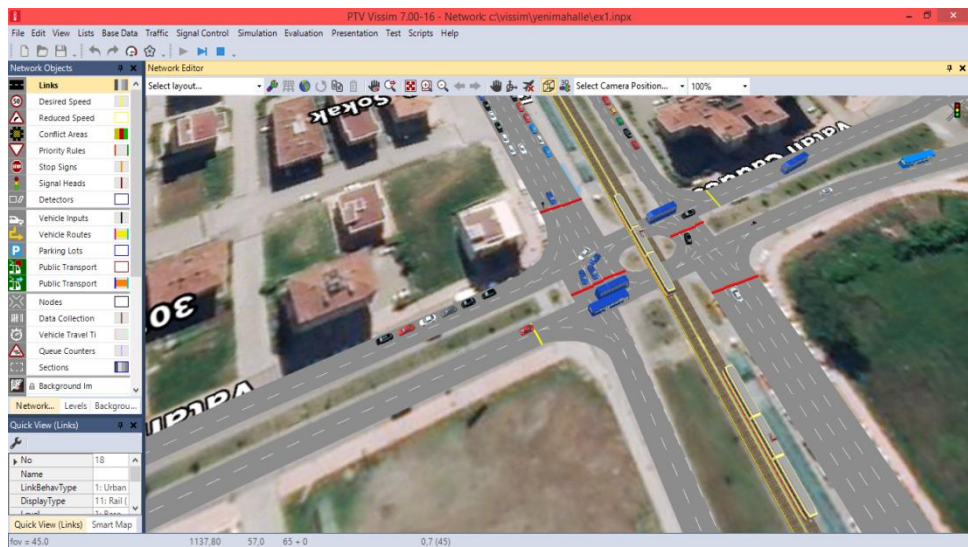
$$d_4 = 1.984,62 / 103 = 19,26$$

4.6.2.3 Vissim Simülasyon Programı ile Benzetim Analizinin Yapılması

Yenimahalle Hemzemin Geçidinde yapılan saha çalışmaları sonucunda elde edilen trafik sayım verileri Vissim Simülasyon programına girilerek simülasyon yapılmıştır.

Sadece trafik sayım sonuçları olmamakla birlikte sürücü davranışları, hız verileri, her bir koldan geçen araçların cinslerine göre belirlenen trafik kompozisyonları, parklanma faktörü, sinyalizasyon sistemi diğer bir deyişle sahada gözlemlenen tüm veriler Vissim programına girilerek benzetim yapılmıştır (Şekil 4.30).

Şekil 4.30: Yenimahalle hemzemin geçidi simülasyon modellemesi



Yapılan benzetim sonucunda her bir kolda ortalama kuyruklanma uzunlukları ve maksimum kuyruklanma uzunlukları Tablo 4.69 ‘da görüldüğü gibidir.

Tablo.4.69: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları

QUEUECOUNTER: Queue counter

QLEN: Queue length [m]

QLENMAX: Queue length (maximum) [m]

QSTOPS: Queue stops

QUEUE COUNTER	QLEN	QLENMAX	QSTOPS
1	1,03	30,66	55
2	2,19	34,51	113
3	4,71	69,45	109
4	0,36	19,34	10

Simülasyon analiz sonuçlarında kuyruklanmadan dolayı gecikme, herbir koldaki ortalama araç hızı Tablo 4.70 ‘de görülmektedir.

Tablo 4.70: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları

DATACOLLECTIONMEASUREMENT: Data collection measurement

DIST(ALL): Distance (All) [m]

LENGTH(ALL): Length (All) [m]

QUEUEDELAY(ALL): Queue delay (All) [s]

SPEED(ALL): Speed (All) [km/h]

DATA COLLECTION MEASUREMENT	DIST(ALL)	LENGTH (ALL)	QUEUE DELAY(ALL)	SPEED (ALL)
1	292,52	5,14	2,08	51,01
2	294,95	5,35	2,89	50,77
3	394,35	5,33	6,73	51,83
4	534,68	5,39	16,12	51,36

Simülasyon analiz sonuçlarında araç gecikme değerleri Tablo 4.71’de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.71: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 STOPS(ALL): Stops (All)
 VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	3,23	0,38	10,12	293
2	2,87	0,41	10,23	230
3	13,39	0,75	23,43	192
4	12,74	0,76	21,3	75

Tablo 4.72’de Yenimahalle Hemzemin Geçidinin ortalama gecikmesi, toplam gecikmesi, seyahat süresi, ortalama duraklama sayısı görülmektedir.

Tablo 4.72: Yenimahalle hemzemin geçidi network sonuçları

DELAYAVG(ALL): Delay (average) (All) [s]
 DELAYSTOPAVG(ALL): Delay stopped (average) (All) [s]
 DISTTOT(ALL): Distance (total) (All) [km]
 TRAVTMTOT(ALL): Travel time (total) (All) [s]
 DELAYTOT(ALL): Delay (total) (All) [s]
 STOPSTOT(ALL): Stops (total) (All)
 DELAYSTOPTOT(ALL): Delay stopped (total) (All) [s]

DELAYAVG (ALL)	DELAY STOPAVG (ALL)	DISTTOT (ALL)	TRAVTMTOT (ALL)	DELAYTOT (ALL)	STOPS TOT(ALL)	DELAY STOPTOT (ALL)
17,55	9,42	1024,09	212901,9	24601,59	953	13212,36

4.7 KÖRFEZ HEMZEMİN GEÇİDİ

4.7.1 Körfez Hemzemin Geçidi Hakkında Genel Bilgiler

Körfez Hemzemin Geçidi, 4 yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, aynı zamanda iki yönlü çalışan Hafif Raylı sistemin geçtiği eş düzey bir kavşaktır. Aziz Işık Bulvarı üzerinde Atatürk Bulvarı'ndan Çağaloğlu Bulvarı'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlar ile İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Hafif Raylı Sistem Atakent İstasyonu'ndan Körfez İstasyonu'na ve bunun tersi yönünde hareket eden akımlardan oluşmaktadır. Hemzemin geçidin her bir kolunda sola, sağa dönen ve düz giden ve U dönüşü yapan akımlar bulunmaktadır.

4.7.1.1 Körfez Hemzemin Geçidi Trafik Sayımları

Sayımlar trafik yoğunluğun en fazla Cuma akşam saatleri olduğundan 17:00 – 18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.31'de ok ile işaretlenerek gösterilmiş binadan 1 saatlik kamera çekimi ile gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Kamera çekimi video görüntüsü Şekil 4.32'de gösterilmiştir.

Şekil 4.31: Körfez hemzemin geçidi kamera çekim noktası



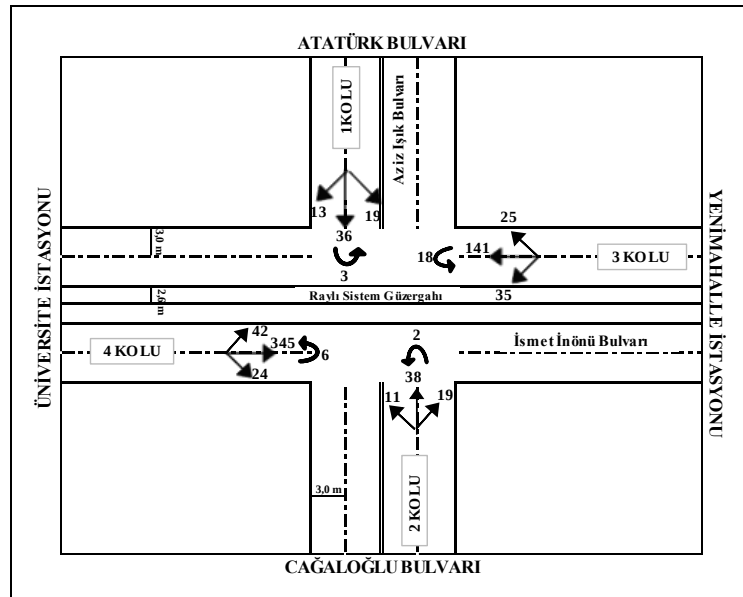
Söz konusu kavşağa yakın Ondokuzmayıs Üniversitesi, restoranlar, yeni yapılan siteler, öğrenci yurtları ve marketler kurumu gibi trafik üretim ve çekim noktalarının bulunması, yeni yapılan sitelere ulaşımın bu kavşaktan yapılıyor olması Cuma günleri iş çıkış saatlerinde hemzemin geçidinde trafiğin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kamera çekimi okul dönemi içinde 17.06.2016 tarihinde 17:00-18:00'de gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.32: Körfez hemzemin geçidi kamera görüntüsü



Şekil 4.33'te her bir kavşak kolunun numaralandırılması, elde edilen sayım sonuçları ve şerit genişlikleri gösterilmiştir.

Şekil 4.33: Körfez hemzemin geçidi kavşak kolları



17.06.2016 tarihi nde 17:00-18:00’de gerçekleştirilen video görüntülerinden elde edilen trafik sayımları ise Tablo 4.73’te görüldüğü gibidir.

Tablo 4.73: Körfez hemzemin geçidi 1 saatlik trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI	KÖRFEZ KAVŞAĞI							
TARİH	17/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	GÜNEŞLİ 26 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 ÜNİVERSİTE İSTASYONU 3 YENİMAHALLE İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
KÖRFEZ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	106	12	1	4	7	8	3	141
3-1 AKIMI	20	2	0	1	0	2	0	25
3-2 AKIMI	30	3	0	1	1	0	0	35
3-3 AKIMI	16	1	1	0	0	0	0	18
4-3 AKIMI	314	16	3	4	3	4	1	345
4-1 AKIMI	34	3	0	0	0	4	1	42
4-2 AKIMI	16	1	0	0	5	2	0	24
4-4 AKIMI	4	2	0	0	0	0	0	6
1-2 AKIMI	33	1	0	0	0	2	0	36
1-3 AKIMI	13	2	0	0	0	2	2	19
1-1 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	8	1	0	0	0	4	0	13
2-1 AKIMI	29	3	0	3	0	1	2	38
2-4 AKIMI	8	1	0	0	1	1	0	11
2-3 AKIMI	18	1	0	0	0	0	0	19
2-2 AKIMI	2	0	0	0	0	0	0	2
TOPLAM	651	49	5	13	17	30	9	774

Maksimum saatlik trafik hacmi belirlendikten sonra; HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü belirlemek amacıyla, maksimum saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin saat 17:30-17:45 arası (247 araç/15 dak.) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.74).

Tablo 4.74: Körfez hemzemin geçidi 15 dakikalık trafik sayımı

KAVŞAĞIN ADI	KÖRFEZ KAVŞAĞI							
TARİH	17/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	GÜNEŞLİ 26 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 ÜNİVERSİTE İSTASYONU 3 YENİMAHALLE İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
KÖRFEZ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:30 - 17:45 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/15 dak)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	35	4	0	0	1	0	1	41
3-1 AKIMI	10	1	0	0	0	2	0	13
3-2 AKIMI	9	1	0	0	0	0	0	10
3-3 AKIMI	6	0	0	0	0	0	0	6
4-3 AKIMI	94	5	1	1	2	2	1	106
4-1 AKIMI	14	0	0	0	0	2	0	16
4-2 AKIMI	9	0	0	0	1	1	0	11
4-4 AKIMI	2	0	0	0	0	0	0	2
1-2 AKIMI	7	0	0	0	0	1	0	8
1-3 AKIMI	6	1	0	0	0	0	0	7
1-1 AKIMI		0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	3	0	0	0	0	1	0	4
2-1 AKIMI	8	0	0	0	0	1	0	9
2-4 AKIMI	5	1	0	0	0	0	0	6
2-3 AKIMI	7	0	0	0	0	0	0	7
2-2 AKIMI	1	0	0	0	0	0	0	1
TOPLAM	216	13	1	1	4	10	2	247

Zirve saatlik trafik hacmi 15 dakikalık periyotlarla sayılmış ve en büyük 15 dakikalık hacmin 4 ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. (Tablo 4.75).

Tablo 4.75: Körfez hemzemin geçidi zirve saatlik trafik hacmi

KAVŞAĞIN ADI	KÖRFEZ KAVŞAĞI							
TARİH	17/06/2016 CUMA							
HAVA DURUMU	GÜNEŞLİ 26 °C							
1 ATATÜRK BULVARI 4 ÜNİVERSİTE İSTASYONU 3 YENİMAHALLE İSTASYONU 2 CAĞALOĞLU BULVARI								
KÖRFEZ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK SAYIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
3-4 AKIMI	140	16	0	0	4	0	4	164
3-1 AKIMI	40	4	0	0	0	8	0	52
3-2 AKIMI	36	4	0	0	0	0	0	40
3-3 AKIMI	24	0	0	0	0	0	0	24
4-3 AKIMI	376	20	4	4	8	8	4	424
4-1 AKIMI	56	0	0	0	0	8	0	64
4-2 AKIMI	36	0	0	0	4	4	0	44
4-4 AKIMI	8	0	0	0	0	0	0	8
1-2 AKIMI	28	0	0	0	0	4	0	32
1-3 AKIMI	24	4	0	0	0	0	0	28
1-1 AKIMI	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4 AKIMI	12	0	0	0	0	4	0	16
2-1 AKIMI	32	0	0	0	0	4	0	36
2-4 AKIMI	20	4	0	0	0	0	0	24
2-3 AKIMI	28	0	0	0	0	0	0	28
2-2 AKIMI	4	0	0	0	0	0	0	4
TOPLAM	864	52	4	4	16	40	8	988

4.7.2 Körfez Hemzemin Geçidi Mevcut Durum Analizi

Numaralandırılan kavşak kollarının trafik akımları Şekil 4.34'te görüldüğü gibi ismlendirilmiş; Herbir kolda düz giden, sola ve sağa dönen, geri dönüş yapan farklı araç hareketleri açısından trafik akımları 4 farklı akım olarak ele alınmıştır.

1 Akımı; Aziz Işık Bulvarı üzerinde Atatürk Bulvarı yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne düz giden, Atatürk Bulvarı yönünden Üniversite İstasyonu yönüne sağa dönen, Atatürk Bulvarı yönünden Yenimahalle İstasyonu yönüne sola dönen ve Atatürk Bulvarı yönünden tekrar Atatürk Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

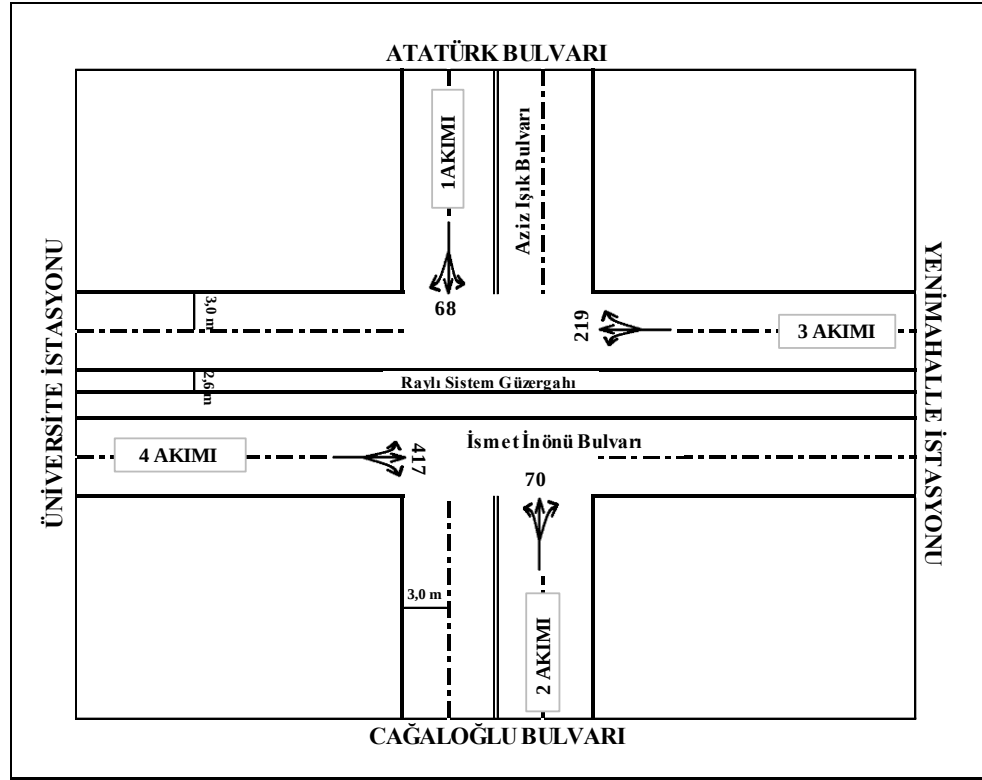
2 Akımı; Aziz Işık Bulvarı üzerinde Cağaloğlu Bulvarı yönünden Atatürk Bulvarı yönüne düz giden, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Üniversite İstasyonu yönüne sola dönen araçlar, Cağaloğlu Bulvarı yönünden Yenimahalle İstasyonu yönüne sağa dönen ve Cağaloğlu Bulvarı yönünden tekrar Cağaloğlu Bulvarı yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

3 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Yenimahalle İstasyonu yönünden Üniversite İstasyonu yönüne düz giden, Yenimahalle İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sağa dönen, Yenimahalle İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sola dönen ve Yenimahalle İstasyonu yönünden tekrar Yenimahalle İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

4 Akımı; İsmet İnönü Bulvarı üzerinde Üniversite İstasyonu yönünden Yenimahalle İstasyonu yönüne düz giden, Üniversite İstasyonu yönünden Atatürk Bulvarı yönüne sola dönen, Üniversite İstasyonu yönünden Cağaloğlu Bulvarı yönüne sağa dönen ve Üniversite İstasyonu yönünden tekrar Üniversite İstasyonu yönüne geri dönüş yapan araç hareketlerinden;

Şekilde görüldüğü gibi Aziz Işık Bulvarı gidiş dönüş 2'şer şerit, İsmet İnönü Bulvarı gidiş dönüş olmak üzere 2'şer şeritten oluşmaktadır. Hemzemin Geçidi 4 fazlı sinyalizasyon siteminde 1. ve 2. sinyal grubu yayaları, 3. sinyal grubu 3 No.lu akımın, 4. sinyal grubu 4 No.lu akımı, 5. sinyal grubu ise 1 No.lu akımı 6. sinyal grubu ise 2 No.lu akımı düzenlemektedir.

Şekil 4.34: Körfez hemzemin geçidi akım durumları



4.7.2.1 Amerikan Yöntemi ile Hesaplama (HCM)

HCM (Amerikan) yönteminin önerdiğine göre zirve saat faktörünü hesaplamak amacıyla 17:30–17:45 arası olduğu belirlenen (Tablo 4.74) maksimum 15 dakikalık trafik hacminin 4 ile çarpılması sonucu elde edilen zirve saat akım Tablo 4.78’deki gibidir.

Tablo 4.78: Körfez hemzemin geçidi zirve saat trafik akımları

KÖRFEZ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ ZİRVE SAAT TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	64	4	0	0	0	8	0	76
2 AKIMI	84	4	0	0	0	4	0	92
3 AKIMI	240	24	0	0	4	8	4	280
4 AKIMI	476	20	4	4	12	20	4	540
TOPLAM	864	52	4	4	16	40	8	988

Tablo 4.79: Körfez hemzemin geçidi trafik akımları

KÖRFEZ HEMZEMİN GEÇİDİ 17:00 - 18:00 SAATLERİ ARASINDAKİ TRAFİK AKIM TABLOSU (Araç/Saat)								
AKIM YÖNÜ	OTOMOBİL	MİNİBÜS	KAMYON	KAMYONET	OTOBÜS	MOTOSİKLET	İŞ MAKİNASI	TOPLAM
1 AKIMI	54	4	0	0	0	8	2	68
2 AKIMI	57	5	0	3	1	2	2	70
3 AKIMI	172	18	2	6	8	10	3	219
4 AKIMI	368	22	3	4	8	10	2	417
TOPLAM	651	49	5	13	17	30	9	774

Zirve Saat Faktörü (PHF)1 saatlik trafik sayımı sonucunda elde edilen hacmin (Tablo 4.79) maksimum 15 dakikalık trafik hacmi sonuçlarının 4 ile çarpılması sonucunda elde edilen Tablo 4.78) zirve saat trafik hacmine bölünmesi ile elde edilir (Tablo 4.80).

Tablo 4.80: Zirve saat faktörü

KOL NUMARASI	1	2	3	4
1 Saatlik Trafik Hacmi	68	70	219	417
Maksimum 15 dak. Trafik Hacmi * 4	76	92	280	540
PHF	0,894	0,761	0,782	0,772

Düzeltilmiş Sayım Değeri: $V_p = \frac{V}{PHF}$

$$V_{p1} = \frac{68}{0,894} = 76 \text{ tş/sa} \quad V_{p2} = \frac{70}{0,761} = 92 \text{ tş/sa} \quad V_{p3} = \frac{219}{0,782} = 280 \text{ tş/sa} \quad V_{p4} = \frac{417}{0,772} = 540$$

tş/sa

Şerit Genişliği Düzeltme Faktörü: $f_w = 1 + (W - 12)/30$ (W ft cinsinden)

Ömürevleri Hemzemin Geçidindeki tüm şeritler 3,0 m genişlikte olduğu için

$$W = 3,0 / 0,3048 = 9,84 \text{ ft}$$

$f_w = 1 + (9,84 - 12)/30 = 0,93$ tüm şeritler için şerit genişliği düzeltme faktörü alınacaktır.

Ağır Taşıt Düzeltme Faktörü: $f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)}$

%HV= incelen akımın ağır araç yüzdesi Et=2 pc/hv

%HV1 = 0 %HV2 = 0 %HV3 = 2,85 %HV4 =3,70

$$f_{HV1} = \frac{100}{100 + 0 * 2} = 1 \quad f_{HV2} = \frac{100}{100 + 0 * 2} = 1$$

$$f_{HV3} = \frac{100}{100 + 2,85 * 2} = 0,946 \quad f_{HV4} = \frac{100}{100 + 3,70 * 2} = 0,931$$

Eğim Düzeltme Faktörü: tüm kollarda 0'a yakın olduğundan $f_g=1$ olarak alınacaktır.

Parklanma Faktörü: $f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$

N= İncelenen akımın şerit sayısı Nm = İncelenen akım üzerinde saatte park manevra sayısı

Hemzemin Geçidinin kolları üzerinde fazla parklanma olmadığından $f_{p1,2,3,4} = 1$ olarak alınacaktır

Otobüs Etkisi: İncelenen hemzemin geçitte otobüs duraklamalarından kaynaklanan bir sorun olmadığından $f_{bb}=1$ olarak alınacaktır.

Alan Faktörü: İncelenen hemzemin geçit şehir merkezinde olduğundan $f_a = 0,9$ olarak alınacaktır.

Şerit Düzeltme Faktörü: 1,2,3,4. akımlar için $f_{LU} = 0,952$;

Sola Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{LT} = 1/(1 + 0,05Plt)$ (Plt sola dönüşlerin oranı)

Plt1= 28/76=0,37 Plt2= 24/92=0,26 Plt3= 40/280=0,143 Plt4= 64/540=0,118

$$f_{LT1} = 1/(1 + 0,05 * 0,37) = 0,981 \quad f_{LT2} = 1/(1 + 0,05 * 0,26) = 0,987$$

$$f_{LT3} = 1/(1 + 0,05 * 0,143) = 0,992 \quad f_{LT4} = 1/(1 + 0,05 * 0,118) = 0,994$$

Sağa Dönüş Düzeltme Faktörü: $f_{RT} = 1 - 0,15Prt$ (Prt sağa dönüşlerin oranı)

$Prt1 = 16/76=0,21$ $Prt2 = 28/92=0,30$ $Prt3 = 52/280=0,185$ $Prt4 = 44/540=0,081$

$f_{RT1} = 1 - 0,15 * 0,21 = 0,968$

$f_{RT2} = 1 - 0,15 * 0,30 = 0,955$

$f_{RT3} = 1 - 0,15 * 0,185 = 0,972$

$f_{RT4} = 1 - 0,15 * 0,081 = 0,987$

Sağa ve sola dönüşlerde yaya ve bisiklet fazlarıyla çıkışma durumu: Düzeltme faktörü F_{Lpb} , F_{Rpb} kullanılmayacaktır.

Doygun Akımların Belirlenmesi:

$$S = So * N * fw * fHV * fg * fp * fbb * fa * fLU * fLT * fRT * fLpb * fRpb$$

S: Doygun akım (araç/saat),

So: Temel doymuş akım (birim otomobil/saat/şerit), Hesaplamalarda genellikle temel doymuş akım değeri, bir şerit için yolcu otomobili cinsinden “1900 (b.o./saat/şerit)” olarak alınır.

N: İncelenen trafik akımı için şerit sayısı,

fw: Şerit genişliği için düzeltme faktörü,

fHV: Trafik akımı içindeki ağır araçlar için düzeltme faktörü,

fg: Yaklaşım kolunun eğimi için düzeltme faktörü,

fp: Park şeridinin ve park durumunun varlığına göre düzeltme faktörü,

fbb: Kavşak içinde duran belediye otobüslerinin etkisini engellemek için düzeltme faktörü,

fa: Kavşağın bulunduğu bölgeden (il, ilçe... v.b.) dolayı düzeltme faktörü,

fLU: Şerit kullanımı için düzeltme faktörü,

fLT: Trafik akımı içinde sola dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fRT: Trafik akımı içinde sağa dönen araçlar için düzeltme faktörü,

fLpb: Sola dönen trafik akımıyla çıkan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü,

fRpb: Sağa dönen trafik akımıyla çıkan yaya ve bisiklet için düzeltme faktörü.

$$S1 = 1900 * 2 * 0,93 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,981 * 0,968 * 1 * 1 = 2875$$

$$S2 = 1900 * 2 * 0,93 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,987 * 0,955 * 1 * 1 = 2854$$

$$S3 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,946 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,992 * 0,972 * 1 * 1 = 2761$$

$$S4 = 1900 * 2 * 0,93 * 0,931 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,9 * 0,952 * 0,994 * 0,987 * 1 * 1 = 2765$$

Kapasite: $Ci = Si * \frac{Gi}{C}$

Gi=İncelen akımın yeşil süresi C= Devre süresi

$$C1 = 2875 * 10/60 = 479$$

$$C2 = 2854 * 10/60 = 475$$

$$C3 = 2761 * 15/60 = 690$$

$$C4 = 2765 * 20/60 = 921$$

Hacim/Kapasite Oranı(Doygunluk Derecesi): $xi = \frac{vi}{Ci}$

Vi=Düzeltilmiş akım hacmi Ci= Kapasite

$$x1 = 76/479 = 0,159$$

$$x2 = 92/475 = 0,193$$

$$x3 = 280/690 = 0,406$$

$$x4 = 540/921 = 0,586$$

Kritik Akımların Belirlenmesi: belirli bir sinyal fazı için en yüksek akım oranına sahip akımlar x2, x3 ve x4 tür.

Kritik akımların akım oranları düzeltilmiş akım değerlerinin doygun akım değerlerine bölünerek bulunur

Akım 2 için; $95/2854=0,033$ Akım 3 için; $280/2761=0,101$ Akım 4 için; $540/2765=0,195$

$$Yc = 0,033+0,101+0,195 = 0,329$$

$$Xc = Yc * C/(C - L) \quad L=\text{Kayıp zaman} \quad Xc=0,329*60/(60-15) = 0,439 \quad 13,33 \quad 0,85366$$

Uniform Gecikme:
$$d1 = \frac{0,5 * C * (1 - (\frac{Gi}{C}))^2}{1 - (\frac{\min(1,x)*Gi}{C})}$$

$$d11 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{10}{60}))^2}{1 - (0,439 * \frac{10}{60})} = 22,47 \text{ sn}$$

$$d12 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{10}{60}))^2}{1 - (0,439 * \frac{10}{60})} = 22,47 \text{ sn}$$

$$d13 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{15}{60}))^2}{1 - (0,439 * \frac{15}{60})} = 18,95 \text{ sn}$$

$$d14 = \frac{0,5 * 60 * (1 - (\frac{20}{60}))^2}{1 - (0,439 * \frac{20}{60})} = 15,61 \text{ sn}$$

$$\text{Artan Gecikme: } d2 = 900 * T * [(x - 1) + \sqrt{\frac{8kIX}{CT} + (X - 1)^2}]$$

k=artan gecikme faktörü (sabit zamanlı ışıklı kavşaklar için 0,5 alınır.)

I=ölçüm düzeltme faktörü (izole kavşaklarda 1 alınır.)

C=şerit grubu kapasitesi T=1 saat

X= incelenen akımın doygunluk derecesi

$$d21 = 900 * 1 * [(0,159 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,159}{479*1} + (0,159 - 1)^2}] = 0,71 \text{ sn}$$

$$d22 = 900 * 1 * [(0,193 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,193}{475*1} + (0,193 - 1)^2}] = 0,90 \text{ sn}$$

$$d23 = 900 * 1 * [(0,406 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,406}{690*1} + (0,406 - 1)^2}] = 1,78 \text{ sn}$$

$$d24 = 900 * 1 * [(0,586 - 1) + \sqrt{\frac{8*0,5*1*0,586}{921*1} + (0,586 - 1)^2}] = 2,75 \text{ sn}$$

Başlangıç Kuyruklanma Gecikmesi: Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğu olmadığını varsayarak başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtlara etki eden gecikme değeri $d3 = 0$ olarak alınacaktır.

Taşıt Başına Toplam Gecikme: $D = d1i (Pf) + d2i + d3i$ $Pf = 1$, $d3 = 0$ olarak alınacaktır.

$$d1=22,47+0,71 = 23,18 \text{ sn/taşıt}$$

$$d2=22,47+0,90 = 23,37 \text{ sn/taşıt}$$

$$d3=18,95+1,78 = 20,73 \text{ sn/taşıt}$$

$$d4=15,61+2,75 = 18,36 \text{ sn/taşıt}$$

Hemzemin Geçidin Ortalama Gecikmesi: Her bir kolun gecikmeleri esas alınarak yapılır

$$\frac{(23,18*68)+(23,37* 70)+(20,73*219)+(18,36*417)}{68+70+219+417} = 19,90 \text{ sn/taş.}$$

4.7.2.2 Avusturalya Yöntemi ile Hesaplama

Kayıp zamanların belirlenmesi: İncelenen hemzemin geçidinde gözlem sonucu

1,2 akımları için; başlangıç kaybı=2 sn son kazancı=1 sn

3,4 akımları için; başlangıç kaybı=2,5 sn son kazancı=1 sn

I =yeşiller arası süre l = kayıp zaman a =başlangıç aralığı b =son kazanç

$a = I + \text{başlangıç kaybı}$ $l = a - b$

1,2 akımları için $a = 3 + 2 = 5$ sn $l_{1,2} = 5 - 1 = 4$ sn

3,4 akımları için $a = 3 + 2,5 = 5,5$ sn $l_{3,4} = 5,5 - 1 = 4,5$ sn

Etkin yeşil sürelerin belirlenmesi: $G_i + I_i = g_i + l_i$

G_i =yeşil süre I_i =yeşiller arası süre g_i =etkin yeşil süre l_i = kayıp zaman

$G_1 + I_1 = g_1 + l_1$ $10 + 3 = g_1 + 4$ $g_1 = 9$

$G_2 + I_2 = g_2 + l_2$ $10 + 3 = g_1 + 4$ $g_1 = 9$

$G_3 + I_3 = g_3 + l_3$ $15 + 3 = g_3 + 4,5$ $g_3 = 13,5$

$G_4 + I_4 = g_4 + l_4$ $20 + 3 = g_4 + 4,5$ $g_4 = 18,5$

Doygun akımların hesaplanması: Temel Doygun Akım Tablosuna göre seçilir

$S_{b1,2,3,4} = 1570 * 2 = 3140$ taşıt/sa

Şerit Düzeltme Faktörü: $f_w = 0,97$ olarak alınacaktır

Eğim Faktörü: $f_g = 1$ olarak alınacaktır

Trafik Kompozisyonu: $f_c = (\sum(ei * qi))/q$

Ağır taşıtlar için $e=2,25$, otomobil için $e= 1,25$ alınacaktır

$f_{c1} = (66*1,25+2*2,25)/68 = 1,298$ $f_{c2} = (67*1,25+3*2,25)/70 = 1,293$

$f_{c3} = (206*1,25+13*2,25)/219 = 1,309$ $f_{c4} = (404*1,25+13*2,25)/417 = 1,281$

Düzeltilmiş Doygun Akım Değeri: $S = (f_w * f_g / f_c) * S_b$

$S_1 = 3140 * (0,97 * 1 / 1,298) = 2346$ $S_2 = 3140 * (0,97 * 1 / 1,293) = 2355$

$S_3 = 3140 * (0,97 * 1 / 1,309) = 2326$ $S_4 = 3140 * (0,97 * 1 / 1,281) = 2377$

Kapasitenin Hesaplanması: $Q=Si*gi/C$

$$Q_1=2346*9/60= 351$$

$$Q_2=2355*9/60= 353$$

$$Q_3=2326*13,5/60= 523$$

$$Q_4=2377*18,5/60= 732$$

Akım Oranlarının Hesaplanması: $y_i= q_i/S_i$

$$y_1= q_1/S_1 =68/2346 = 0,029$$

$$y_2= q_2/S_2 =70/2355 = 0,03$$

$$y_3= q_3/S_3 =219/2326 = 0,094$$

$$y_4= q_4/S_4 =417/2377 = 0,175$$

Yeşil Oranların Hesaplanması: $u_i=g_i/c_i$

$$u_1=g_1/c_1 =9/60 = 0,15$$

$$u_2=g_2/c_2 =9/60 = 0,15$$

$$u_3=g_3/c_3 =13,5/60 =0,225$$

$$u_4=g_4/c_4 =18,5/60 = 0,308$$

Doygunluk Derecelerinin Hesaplanması: $x_i=y_i/u_i$

$$x_1=y_1/u_1=0,029/0,15=0,193$$

$$x_2=y_2/u_2=0,03/0,15=0,2$$

$$x_3=y_3/u_3=0,094/0,225=0,417$$

$$x_4=y_4/u_4=0,175/0,308=0,568$$

Ortalama Kuyruk Uzunluğunun Bulunması: $N_0=\frac{Q*Tf}{4}(z+\sqrt{z^2+\frac{12(x+x_0)}{Q*Tf}})$ $z=(x_i-1)$

$$x_0=0,67+(Si*gi/600*3600) < x_i \text{ ise kuyruklanma vardır } Qi=Si*gi/C$$

$$x_{01}=0,67+(S_1*g_1/600*3600)=0,67+(2346*9/600*3600)=0,679 > 0,193 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$x_{02}=0,67+(S_1*g_1/600*3600)=0,67+(2355*9/600*3600)=0,680 > 0,2 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$x_{03}=0,67+(S_3*g_3/600*3600)=0,67+(2326*13,5/600*3600)=0,684 > 0,417 \text{ kuyruklanma yok}$$

$$x_{04}=0,67+(S_4*g_4/600*3600)=0,67+(2377*18,5/600*3600)=0,690 > 0,568 \text{ kuyruklanma yok}$$

Toplam Gecikmelerin Bulunması: $D=\frac{q*C*(1-u)^2}{2*(1-y)} + N_0*x_i$

$$D_1=\frac{68*60*(1-0,15)^2}{2*(1-0,029)} = 1.517,92$$

$$D_2=\frac{70*60*(1-0,15)^2}{2*(1-0,03)} = 1.564,17$$

$$D_2 = \frac{219 \cdot 60 \cdot (1 - 0,225)^2}{2 \cdot (1 - 0,094)} = 4.355,52$$

$$D_2 = \frac{417 \cdot 60 \cdot (1 - 0,308)^2}{2 \cdot (1 - 0,175)} = 7.261,32$$

Araç Başına Toplam Gecikmenin Bulunması: $d_i = D_i / Q_i$

$$d_1 = 1.517,92 / 68 = 22,32$$

$$d_2 = 1.564,17 / 70 = 22,34$$

$$d_3 = 4.355,52 / 219 = 19,89$$

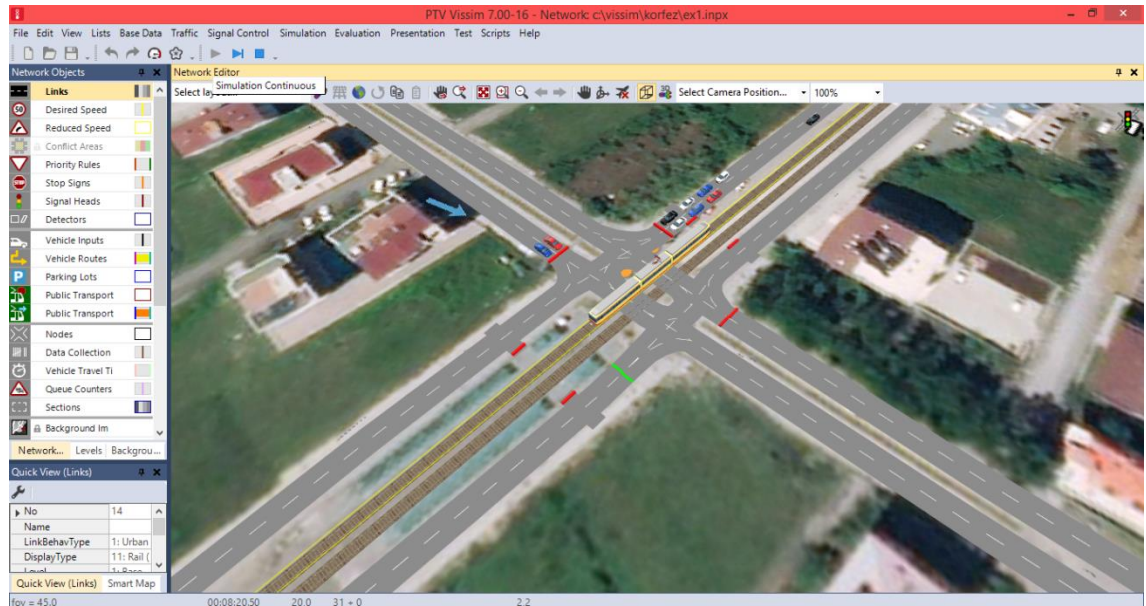
$$d_4 = 7.261,32 / 417 = 17,41$$

4.7.2.3 Vissim Simülasyon Programı ile Benzetim Analizinin Yapılması

Körfez Hemzemin Geçidinde yapılan saha çalışmaları sonucunda elde edilen trafik sayım verileri Vissim Simülasyon programına girilerek simülasyon yapılmıştır.

Sadece trafik sayım sonuçları olmamakla birlikte sürücü davranışları, hız verileri, her bir koldan geçen araçların cinslerine göre belirlenen trafik kompozisyonları, parklanma faktörü, sinyalizasyon sistemi diğer bir deyişle sahada gözlemlenen tüm veriler Vissim programına girilerek benzetim yapılmıştır (Şekil 4.35).

Şekil 4.35: Körfez hemzemin geçidi simülasyon modellemesi



Yapılan benzetim sonucunda her bir kolda ortalama kuyruklanma uzunlukları ve maksimum kuyruklanma uzunlukları Tablo 4.81 ‘de görüldüğü gibidir.

Tablo.4.81: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma uzunlukları

QUEUECOUNTER: Queue counter QLEN: Queue length [m] QLENMAX: Queue length (maximum) [m] QSTOPS: Queue stops			
QUEUE COUNTER	QLEN	QLENMAX	QSTOPS
1	0,26	15,53	8
2	0,61	16,47	70
3	2,44	33,79	87
4	4,78	47,55	248

Simülasyon analiz sonuçlarında kuyruklanmadan dolayı gecikme, herbir koldaki ortalama araç hızı Tablo 4.82 ‘de görülmektedir.

Tablo 4.82: Vissim simülasyon modellemesine göre kuyruklanma sonuçları

DATACOLLECTIONMEASUREMENT: Data collection measurement DIST(ALL): Distance (All) [m] LENGTH(ALL): Length (All) [m] QUEUEDELAY(ALL): Queue delay (All) [s] SPEED(ALL): Speed (All) [km/h]				
DATA COLLECTION MEASUREMENT	DIST (ALL)	LENGTH (ALL)	QUEUE DELAY (ALL)	SPEED (ALL)
1	503,59	4,6	7,44	52,88
2	491,39	4,62	7,28	53,17
3	562,48	4,81	7,11	52,58
4	333,3	4,82	4,22	52,18

Simülasyon analiz sonuçlarında araç gecikme değerleri Tablo 4.83’te görüldüğü gibidir.

Tablo 4.83: Vissim simülasyon modellemesine göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s] STOPS(ALL): Stops (All) VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s] VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELA Y (ALL)	VEHS (ALL)
1	12,22	0,74	18,03	47
2	12,69	0,73	18,48	45
3	11,72	0,64	17,18	169
4	8,51	0,54	14,38	430

Tablo 4.84 ‘te Körfez Hemzemin Geçidinin ortalama gecikmesi, toplam gecikmesi, seyahat süresi, ortalama duraklama sayısı görülmektedir.

Tablo 4.84: Körfez hemzemin geçidi network sonuçları

DELAYAVG(ALL): Delay (average) (All) [s] DELAYSTOPAVG(ALL): Delay stopped (average) (All) [s] DISTTOT(ALL): Distance (total) (All) [km] TRAVTMTOT(ALL): Travel time (total) (All) [s] DELAYTOT(ALL): Delay (total) (All) [s] STOPSTOT(ALL): Stops (total) (All) DELAYSTOPTOT(ALL): Delay stopped (total) (All) [s]						
DELAYAVG (ALL)	DELAY STOPAVG (ALL)	DISTTOT (ALL)	TRAVTMTOT (ALL)	DELAYTOT (ALL)	STOPSTOT (ALL)	DELAY STOPTOT (ALL)
15,78	9,81	938,98	83999,8	16668,32	617	10360,4

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1 SONUÇLAR

Kavşaklarda gözlem ve trafik etütlerine göre elde edilen veriler yardımıyla 4.Bölümde Amerikan ve Avustralya yöntemleriyle yapılan hesaplamalar sonucunda gecikme, doygunluk ve kapasite sonuçları elde edilmiştir. Aynı veriler Vissim simülasyon programına girilip benzetim analizleri yapılarak, Amerikan ve Avustralya yöntemleriyle elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır.

5.1.1 Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları

Kavşak analizleri, Avustralya yöntemine dayanan ve sağ sürüş kuralının geçerli olduğu ülkeler için tasarlanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile yapılmıştır. Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidinde mevcut sinyal diyagramına göre elde edilen sonuçlar Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Devre süresine göre Atakum bel. hemzemin geçidi analiz sonuçları

AKIM YÖNÜ	Standart Right Modellemesine Göre				US HCM (Metric) Modellemesine Göre			
	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi
1 AKIMI	19,14	0,663	495	B	24,25	0,665	547	C
2 AKIMI	17,75	0,547	498	B	21,94	0,567	564	C
3 AKIMI	31,36	1,039	340	F	72,41	0,94	447	E
4 AKIMI	29,77	0,752	349	C	34,53	0,64	469	C
5 AKIMI	26,26	0,580	242	C	31,33	0,460	278	C
6 AKIMI	24,51	0,269	250	C	27,74	0,24	300	C

İki farklı modellemeye göre elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu görülmüştür. Fakat “SR” modellemesinde; gecikme değerleri daha az çıkmış olup, kapasite ve doyumluk dereceleri paraleldir.

Her iki modellemeye göre doyumluk derecesi değerleri, 3 yöndeki trafik akımı hariç 1.0’in altındadır. 3 No.lu kol üzerindeki 3-4 Akışı Şehir Merkezi yönünden gelen araçların oluşturduğu yoğunluk olduğundan SR modellemesinde 1’in üzerinde HCM modellemesinde ise 1’e yakın bir değer vermesi olağan bir durumdur.

3 ve 4 No.lu Akımların doyumluk dereceleri diğer akımlara göre yoğun trafik olması nedeniyle ve sinyal süresinin kısa tutulması nedeniyle yüksektir. 1 ve 2 No.lu akımlar tek şerit üzerinde hareket ettiklerinden doyumluk dereceleri ve hizmet düzeyleri çok yüksek olmasa bile simülasyon sonuçlarına göre de kuyruk oluşabildiği gözlenmektedir (Tablo 4.9).

Simülasyon analiz sonuçlarında da görüldüğü üzere Kuyruklanmadan dolayı gecikme en fazla 3.No.lu ve 4No.lu Akımlarda gözlenmektedir (Tablo 4.10).

Simülasyon analiz sonuçlarında gecikmelerin en fazla olduğu kollar 3 ve 4 No.lu kollarıdır. Gecikme değerleri American (HCM) modellemesinde elde edilen sonuçlara benzerdir (Tablo 4.11).

5.1.2 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları

Kavşak analizleri, Avustralya yöntemine dayanan ve sağ sürüş kuralının geçerli olduğu ülkeler için tasarlanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile yapılmıştır. Mimar Sinan Hemzemin Geçidinde mevcut sinyal diyagramına göre elde edilen sonuçlar Tablo 5.2’de gösterilmiştir.

Tablo 5.2: Devre süresine göre Mimar Sinan hemzemin geçidi analiz sonuçları

AKIM YÖNÜ	Standart Right Modellemesine Göre				US HCM (Metric) Modellemesine Göre			
	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi
1 AKIMI	10,27	0,443	1305	B	11,57	0,508	1481	B
2 AKIMI	9,10	0,246	1298	A	10,67	0,218	1452	B
3 AKIMI	18,92	0,654	753	B	20,70	0,598	855	C
4 AKIMI	18,74	0,625	758	B	20,85	0,613	868	C

İki farklı modellemeye göre elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu görülmüştür. Her iki modellemeye göre doygunluk derecesi değerleri 1.0'in altındadır. 3 ve 4 Nolu Akımların hizmet düzeyleri ve doygunluk dereceleri diğer akımlara göre yoğun trafik olması nedeniyle fazladır. Tüm akımlarda yoğun trafik olduğu söylenemez, bu nedenle gecikme, doygunluk derecesinin düşük çıkması olağandır. Yüksek hizmet düzeyinde ve neredeyse kuyruklanma olmadığı simülasyon sonuçlarından da gözlenmektedir (Tablo 4.21).

Simülasyon analiz sonuçlarında da görüldüğü üzere kuyruklanma çok yüksek düzeyde olmadığından Kuyruklanmadan kaynaklanan gecikme de düşüktür (Tablo 4.22)

Simülasyon analiz sonuçlarında gecikmelerin en fazla olduğu kollar 3 ve 4 No.lu kollarıdır. Gecikme değerleri SR ve HCM modellemesinde elde edilen sonuçlara benzerdir (Tablo 4.23).

Bölüm 4.2.2.1 'de hemzemin geçidin ortalama gecikmesi Amerikan yöntemi HCM modellemesinde 15,98 s. bulunmuş olup, Vissim simülasyon modellemesinde de elde edilen değer 17,81 s'dir (Tablo 4.24).

5.1.3 Türkİş Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları

Kavşak analizleri, Avustralya yöntemine dayanan ve sağ sürüş kuralının geçerli olduğu ülkeler için tasarlanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile yapılmıştır. Türkİş Hemzemin Geçidinde mevcut sinyal diyagramına göre elde edilen sonuçlar Tablo 5.3’de gösterilmiştir.

Tablo 5.3: Devre süresine göre türkİş hemzemin geçidi analiz sonuçları

AKIM YÖNÜ	Standart Right Modellemesine Göre				US HCM (Metric) Modellemesine Göre			
	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi
1 AKIMI	13,51	0,56	1441	B	11,74	0,531	1784	B
2 AKIMI	10,14	0,52	1454	B	11,61	0,503	1798	B
3 AKIMI	138,82	1,405	387	F	177,45	1,315	526	F
4 AKIMI	34,35	0,925	389	C	32,13	0,773	533	C

İki farklı modellemeye göre elde edilen sonuçların birbirine yakın, hizmet düzeylerinin aynı olduğu görülmüştür.

Her iki modellemeye göre doyunluk derecesi değerleri, 3 yöndeki trafik akımı hariç 1.0’in altındadır. 3 No.lu kol üzerindeki 3-4 Akışı Şehir Merkezi yönünden gelen araçların oluşturduğu yoğunluk ve sinyalizasyon süresinin kısa olması nedeniyle 1’ün üstünde değer vermesi olağan bir durumdur. 3 ve 4 Nolu Akımların hizmet düzeyleri ve doyunluk dereceleri diğer akımlara göre yoğun trafik olması nedeniyle kuyruklanma fazladır. 1 ve 2 No.lu akımlarda 3No.lu akımda olduğu gibi yüksek kuyruklanmaya rastlanmamıştır (tablo 4.33).

Simülasyon analiz sonuçlarında gecikmelerin en fazla olduğu kollar 3 ve 4 No.lu kollarıdır. Gecikme değerleri , “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesinden elde edilen sonuçlara benzerdir.(Tablo 4.35)

5.1.4 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları

Kavşak analizleri, Avustralya yöntemine dayanan ve sağ sürüş kuralının geçerli olduğu ülkeler için tasarlanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile yapılmıştır. Ömürevleri Hemzemin Geçidinde mevcut sinyal diyagramına göre elde edilen sonuçlar Tablo 5.4’te gösterilmiştir.

Tablo 5.4: Devre süresine göre ömürevleri hemzemin geçidi analiz sonuçları

AKIM YÖNÜ	Standart Right Modellemesine Göre				US HCM (Metric) Modellemesine Göre			
	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi
1 AKIMI	10,59	0,717	1016	B	10,69	0,519	1487	B
2 AKIMI	9,58	0,595	1008	A	10,61	0,493	1445	B
3 AKIMI	26,18	1,355	431	F	54,28	0,936	594	D
4 AKIMI	23,15	0,977	430	C	28,57	0,743	608	C

Her iki modellemeye göre doyumluk derecesi değeri, 3 yöndeki trafik akımı hariç 1.0’in altındadır. 3 No.lu kol üzerindeki 3-4 Akışı Şehir Merkezi yönünden gelen araçların oluşturduğu yoğunluk ve sinyalizasyon süresinin kısa olması nedeniyle “Standart Right” modellemesine göre 1’in üstünde; Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesine göre 1’e yakın değer vermesi değer vermesi olağan bir durumdur. 3 ve 4 Nolu Akımların hizmet düzeyleri ve doyumluk dereceleri diğer akımlara göre yoğun trafik olması nedeniyle kuyruklanma fazladır (Tablo 4.45).

Simülasyon analiz sonuçlarında gecikmelerin en fazla olduğu kollar 3 ve 4 No.lu kollarıdır. Gecikme değeri , “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesinden elde edilen sonuçlara paraleldir.(Tablo 4.47)

5.1.5 Atakent Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları

Kavşak analizleri, Avustralya yöntemine dayanan ve sağ sürüş kuralının geçerli olduğu ülkeler için tasarlanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile yapılmıştır. Atakent Hemzemin Geçidinde mevcut sinyal diyagramına göre elde edilen sonuçlar Tablo 5.3’de gösterilmiştir.

Tablo 5.5: Devre süresine göre atakent hemzemin geçidi analiz sonuçları

AKIM YÖNÜ	Standart Right Modellemesine Göre				US HCM (Metric) Modellemesine Göre			
	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi
1 AKIMI	13,97	0,996	516	B	15,75	0,690	765	B
2 AKIMI	9,65	0,824	516	A	10,78	0,787	600	B
3 AKIMI	25,79	1,08	431	F	30,05	0,745	564	C
4 AKIMI	14,59	0,684	436	B	25,32	0,605	621	C

Her iki modellemeye göre kavşak kollarının kapasitesi 1 ve 2 No.lu akımların geçtiği yolların şerit sayısındaki azlık, parklanma, kavşak geometrisinin yetersiz olması sinyal sürelerinden kaynaklı olarak oldukça düşüktür. Doygunluk derecesi değerleri de bu sebepler nedeniyle yüksektir. Şehir Merkezi yönünden gelen araçların oluşturduğu yoğunluk ve sinyalizasyon süresinin kısa olması nedeniyle 3 No.lu Akımın gecikme değerleri “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesinden elde edilen sonuçlarda ve simülasyon sonuçlarından da görüldüğü gibi diğer akımlara göre daha yüksektir (Tablo 4.59). Simülasyon analiz sonuçlarında gecikmelerin en fazla olduğu kollar 3 ve 4 No.lu kollarıdır.

Bölüm 4.5.2.1 ‘de hemzemin geçidin ortalama gecikmesi Amerikan yöntemi HCM modellemesinde 22,73 s. bulunmuş olup, Vissim simülasyon modellemesinde de elde edilen değer 23,4 s’dir (Tablo 4.60).

5.1.6 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları

Kavşak analizleri, Avustralya yöntemine dayanan ve sağ sürüş kuralının geçerli olduğu ülkeler için tasarlanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile yapılmıştır. Yenimahalle Hemzemin Geçidinde mevcut sinyal diyagramına göre elde edilen sonuçlar Tablo 5.6’de gösterilmiştir.

Tablo 5.6: Devre süresine göre yenimahalle hemzemin geçidi analiz sonuçları

AKIM YÖNÜ	Standart Right Modellemesine Göre				US HCM (Metric) Modellemesine Göre			
	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi
1 AKIMI	7,58	0,257	1236	A	8,64	0,264	1410	A
2 AKIMI	8,54	0,439	1228	A	9,27	0,435	1278	A
3 AKIMI	21,52	0,635	518	C	22,98	0,550	567	C
4 AKIMI	19,26	0,191	515	B	19,92	0,194	537	B

İki farklı modellemeye göre elde edilen sonuçların birbirine yakın, hizmet düzeylerinin aynı olduğu görülmüştür. Hizmet düzeylerinin oldukça iyi olduğu görülmektedir

Her iki modellemeye göre kavşak kollarının kapasitesi 1 ve 2 No.lu akımların geçtiği yolların şerit sayıları, parklanma probleminin olmaması, sinyal sürelerinin yeterli olması nedeniyle oldukça yüksek, doyumluk dereceleri de düşüktür. Simülasyon sonuçlarından da kuyruklanma sorununun olmadığı görülmektedir (Tablo4.69)

Şehir Merkezi yönünden gelen araçların oluşturduğu yoğunluk ve sinyalizasyon süresinin kısa olması nedeniyle 3 No.lu Akımın gecikme değerleri “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesinden elde edilen sonuçlarda ve simülasyon sonuçlarından da görüldüğü gibi diğer akımlara göre daha yüksektir (Tablo 4.71).

Bölüm 4.5.2.1 ‘de hemzemin geçidin ortalama gecikmesi Amerikan yöntemi HCM modellemesinde 13,56 s bulunmuş olup, Vissim simülasyon modellemesinde de elde edilen değer 17,55 s’dir (Tablo 4.72).

5.1.7 Körfez Hemzemin Geçidi Analiz Sonuçları

Kavşak analizleri, Avustralya yöntemine dayanan ve sağ sürüş kuralının geçerli olduğu ülkeler için tasarlanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile yapılmıştır. Körfez Hemzemin Geçidinde mevcut sinyal diyagramına göre elde edilen sonuçlar Tablo 5.7’de gösterilmiştir.

Tablo 5.7: Devre süresine (60 sn.) göre körfez hemzemin geçidi analiz sonuçları

AKIM YÖNÜ	Standart Right Modellemesine Göre				US HCM (Metric) Modellemesine Göre			
	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi
1 AKIMI	22,32	0,193	351	C	23,18	0,159	479	C
2 AKIMI	22,34	0,200	353	C	23,37	0,193	479	C
3 AKIMI	19,89	0,417	523	B	20,73	0,406	690	C
4 AKIMI	17,41	0,568	732	B	18,36	0,586	921	B

İki farklı modellemeye göre elde edilen sonuçların birbirine yakın, hizmet düzeylerinin aynı olduğu görülmüştür. Hizmet düzeylerinin oldukça iyi olduğu görülmektedir

Her iki modellemeye göre kavşak kollarının kapasitesinin düşük olması, “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesinden elde edilen verilerden 3 No.lu ve 4 No.lu kavşaklar haricinde doyumluk derecelerinin çok yüksek olmaması, kuyruklanmanın da çok yüksek olmadığı sonucu simülasyon verilerinden de elde edilmiştir. (Tablo 4.81)

Doygunluk dereceleri her iki modellemede de düşük çıkan 1 ve 2 No.lu kavşakların gecikme değerleri simülasyon sonuçlarından da görüldüğü gibi diğer akımlara göre daha yüksektir (Tablo 4.83).

5.2 ÖNERİLER

Sonuçlar bölümünde Amerikan ve Avustralya yöntemleriyle yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen gecikme değerlerinin Vissim simülasyon programı analizlerinden elde edilen gecikme değerleriyle benzer olduğu ispatlanmıştır. Öneriler Bölümünde Vissim simülasyon programı üzerinde sinyal süreleri ve geometrik düzenlemeler değiştirilerek hemzemin geçitlerinde yaşanan gecikme değerlerinin nasıl düşürülebileceği örneklemeleri verilecektir.

5.2.1 Atakum Belediyesi Hemzemin Geçidi Önerileri

Avustralya yöntemine dayanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile Vissim simülasyon programı yapılan kavşak analizleri sonucunda 3 ve 4 No.lu kollarda gecikme değerlerinin yüksek olduğu sonuçları elde edilmiştir (Tablo 5.8).

Tablo 5.8: Atakum belediyesi hemzemin geçidi gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement				
STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]				
STOPS(ALL): Stops (All)				
VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]				
VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	10,91	0,72	20,95	294
2	9,19	0,66	16,89	253
3	56,96	1,79	81,9	369
4	21,01	0,79	31,97	256

3 ve 4 No.lu kollar için verilmiş olan sinyal süresi 3 ve 4 No.lu akımları trafik hacminin yüksek olmasına rağmen kısadır.

1 ve 2 No.lu akımların şerit sayısı 2 ye çıkartılarak kavşak geometrisi değiştirilmiş, devre süresi 60 sn'ye düşürülerek 3 ve 4 No.lu Akımların sinyal süreleri 26 sn'ye

uzatılarak, 1 ve 2 No.lu Akımlara da 22 sn süre ayrılmıştır. Ayrı bir sola dönüş fazı ayırmadan 2 fazlı sinyal programı önerilmiştir (Tablo 5.9).

Tablo 5.9: Atakum belediyesi hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı

GRUP 1								
GRUP 2								
GRUP 3								
GRUP 4								
SÜRELER	2	26	2	2	2	22	2	2

Önerilen sinyal süreleri Vissim Simülasyon programında aynı kavşak analiz değerleri ile uygulandığında gecikme değerlerinde düşmeler görülmüştür (Tablo 5.10).

Tablo 5.10: Atakum belediyesi h.g.önerilen faz planına göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 STOPS(ALL): Stops (All)
 VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	7,44	0,53	13,85	288
2	6,39	0,46	11,93	248
3	4,69	0,43	10,6	413
4	4,91	0,46	10,57	252

Uygulanan sinyal faz planına göre elde edilen gecikme değerleri sonucundaki hizmet düzeyleri ile önerilen sinyal faz planına göre uygulanan Vissim Simülasyon Programı sonucunda elde edilen gecikme değerlerine göre hizmet düzeylerinin de düştüğü görülmektedir (Tablo 5.11).

Tablo 5.11: Atakum belediyesi h.g. faz planına göre hizmet düzeyleri

AKIMLAR	UYGULANAN SİNYAL SÜRELERİ		ÖNERİLEN SİNYAL SÜRELERİ	
	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ
1	20,95	C	13,85	B
2	16,89	B	11,93	B
3	81,19	F	10,6	B
4	31,97	C	10,57	B

Ayrıca 1 ve 2 No.lu kollarda tek şerit uygulaması olduğu görülmüş ilerideki nüfus artışı da göz önünde bulundurularak şerit sayısının artırılması uygun olacaktır. Şerit sayısını artırmak için yeterli arazi bulunmaktadır.

5.2.2 Mimar Sinan Hemzemin Geçidi Analiz Önerileri

Avustralya yöntemine dayanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile Vissim simülasyon programı yapılan kavşak analizleri sonucunda tüm kollardaki gecikme değerleri çok yüksek olmamakla birlikte 3 ve 4 No.lu kollarda gecikme değerlerinin nispeten yüksek olduğu sonuçları elde edilmiştir (Tablo 5.12).

Tablo 5.12: Mimar Sinan hemzemin geçidi gecikme değerleri

* DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 * STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 * STOPS(ALL): Stops (All)
 * VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 * VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEH DELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	4,29	0,45	10,15	501
2	4,58	0,43	8,8	161
3	10,67	0,73	18,22	331
4	11,33	0,91	19,51	286

2 ve 4 No.lu kollar üzerinde bulunan 1, 2,3 ve 4 No.lu Sinyal Gruplarının süreleri 18 sn.'den 24 sn.'ye çıkarılmış; 1 ve 2 No.lu kollar üzerinde bulunan 5 ve 6 No.lu sinyal gruplarının süreleri ise 30 sn. den 24 sn.'ye düşürülmüştür (Tablo 5.13).

Tablo 5.13: Mimar Sinan hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı

GRUP 1								
GRUP 2								
GRUP 3								
GRUP 4								
GRUP 5								
GRUP 6								
SÜRELER	2	24	2	2	2	24	2	2

Önerilen sinyal süreleri Vissim Simülasyon programında aynı kavşak analiz değerleri ile uygulandığında 3 ve 4 No.lu kollarda gecikme değerlerinde düşmeler görülmüştür (Tablo 5.14).

Tablo 5.14: Mimar Sinan h.geçidi önerilen faz planına göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s] STOPS(ALL): Stops (All) VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s] VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	6,38	0,54	13,36	500
2	7,03	0,61	11,96	161
3	6,82	0,54	12,9	331
4	6,92	0,72	13,42	286

Uygulanan sinyal faz planına göre elde edilen gecikme değerleri sonucundaki hizmet düzeyleri ile önerilen sinyal faz planına göre uygulanan Vissim Simülasyon Programı sonucunda elde edilen gecikme değerlerine göre hizmet düzeyleri değişmemiştir ancak 3 ve 4 No.lu kolların gecikme değerlerini düşürmüştür (Tablo 5.15).

Tablo 5.15: Mimar Sinan h.g. faz planına göre hizmet düzeyleri

AKIMLAR	UYGULANAN SİNYAL SÜRELERİ		ÖNERİLEN SİNYAL SÜRELERİ	
	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ
1	10,15	B	13,36	B
2	8,8	B	11,96	B
3	18,22	B	12,9	B
4	19,51	B	13,42	B

5.2.3 Türkîş Hemzemin Geçidi Önerileri

Avustralya yöntemine dayanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile Vissim simülasyon programı ile yapılan kavşak analizleri sonucunda gecikme değerleri yeterli kavşak alanı olmasına rağmen kavşak çapının düşük tutulması nedeniyle kavşakta araç depolama alanı kısıtlandığından ve çok fazla park eden araç olması sebebiyle yüksektir (Tablo 5.16). 1 ve 2 No.lu kolların trafik hacimleri 3 ve 4 No.lu kolların trafik hacimlerinin 2 katı olmasına rağmen gecikme değerleri makul düzeydedir.

Tablo 5.16: Türkîş hemzemin geçidi gecikme değeri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 STOPS(ALL): Stops (All)
 VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEH DELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	5,87	0,57	15,39	621
2	6,78	0,67	18,3	643
3	50,32	3,34	98,97	346
4	14,85	0,88	31,61	153

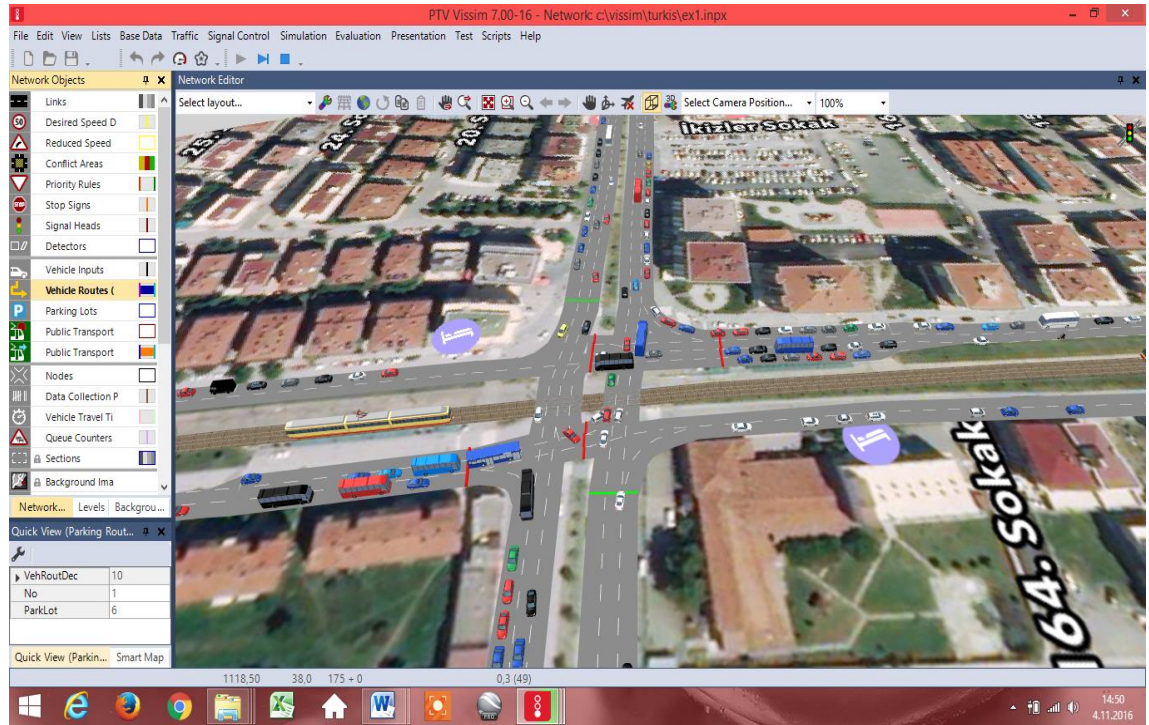
Tablo 5.17: Türkîş hemzemin geçidi uygulanan sinyal faz planı

GRUP 1								
GRUP 2								
GRUP 3								
GRUP 4								
GRUP 5								
GRUP 6								
SÜRELER	2	15	2	2	2	33	2	2

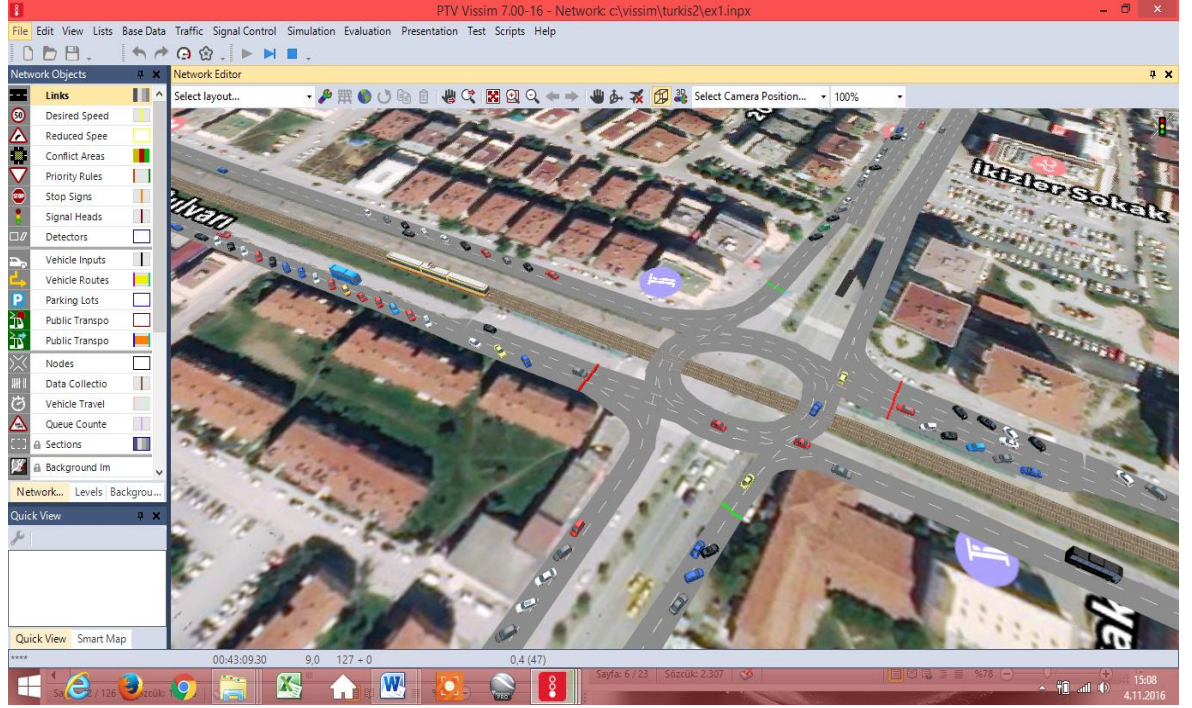
3 ve 4 No.lu kolların üzerine konulmuş olan 1, 2, 3 ve 4 No.lu sinyal grup süreleri oldukça kısa olmakla birlikte kavşak içindeki depolama alanının çok dar olması ile birlikte kavşak içine konulmuş olan 3 ve 4 No.lu sinyal grupları da gecikmeleri artırmaktadır (Tablo 5.17).

Mevcut kavşak alanı (Şekil 5.1) Vissim Simülasyon Programında düzenlenerek 1 No.lu kol üzerinde bulunan 1-2 Akımı ve 2 No.lu koll üzerinde bulunan 2-1 Akımlarının trafiği seviyeli kavşak önerilerek kavşak altından geçirilmiş diğer akımların trafiği için ise sinyalizasyon tesis edilmemiş geniş kavşak geometrisi olan roundabout kavşak geometrisi önerilmiştir (Şekil 5.2-5.3).

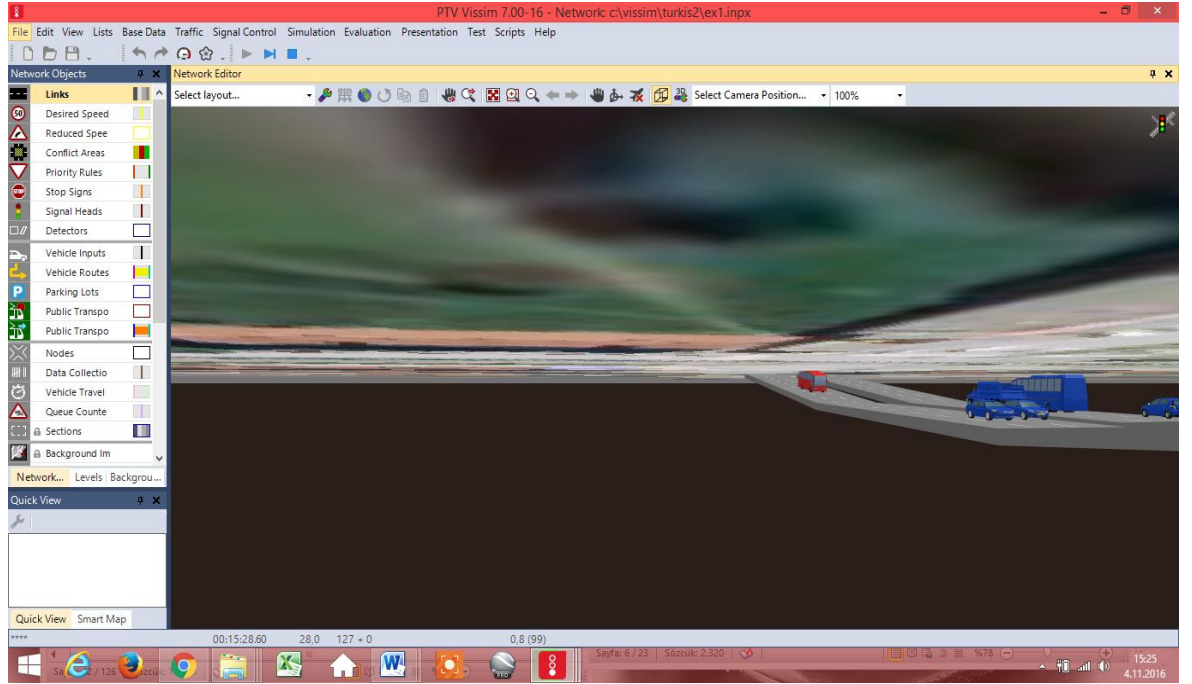
Şekil 5.1: Türkîş hemzemin geçidi kavşak geometrisi



Şekil 5.2: Türkîş hemzemin geçidi önerilen kavşak geometrisi



Şekil 5.3: Türkîş hemzemin geçidi önerilen kavşak geometrisi



Uygulanan 60 sn devre süresi için 2 fazlı sinyal planında kavşak içine konulmuş olan sinyal grupları kaldırılarak 1 ve 2 kolları için sinyal süresi 33 sn den 18 sn 'ye düşürülerek 3 ve 4 No.lu kollar için ise 15 sn'den 30 sn'ye çıkarılmıştır (Tablo 5.18).

Tablo 5.20: Türkİş h.g. faz planına göre hizmet düzeyleri

AKIMLAR	UYGULANAN SİNYAL SÜRELERİ		ÖNERİLEN SİNYAL SÜRELERİ	
	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ
1	15,39	B	2,7	A
2	18,3	B	1,18	A
3	98,97	E	11,47	B
4	31,61	C	9,42	A

Kavşak geometrisi ve sinyal faz planı önerilerinin dışında kavşağa yakın parklanmalar gecikmeleri artıracığından parklanma sorununa çözüm getirilmesi gerekmektedir. Kavşak içi parklanma Vissim Sinyalizasyon programında yok sayıldığında ise gecikmelerdeki düşüş Tablo 5.21'deki gibidir. Tüm kavşağın hizmet seviyesinin A olduğu görülmektedir.

Tablo 5.21: Türkİş h.g. parklanma olmaması durumunda göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s] STOPS(ALL): Stops (All) VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s] VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	0	0	0,08	637
2	0	0	0,13	639
3	2,56	0,3	5,94	349
4	3,82	0,39	7,12	214

5.2.4 Ömürevleri Hemzemin Geçidi Önerileri

Avustralya yöntemine dayanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile Vissim simülasyon programı ile yapılan kavşak analizleri sonucunda gecikme değerleri yeterli kavşak alanı olmadığından yüksektir. Diğer hemzemin geçitlerine göre 1 ve 2 No.lu kolların trafik hacimleri 3 ve 4 No.lu kollara göre daha yüksektir. Buna rağmen gecikme değerlerinin 3 ve 4 No.lu kollarda yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 5.22).

Tablo 5.22: Ömürevleri hemzemin geçidi gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 STOPS(ALL): Stops (All)
 VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	5,5	0,52	12,7	585
2	6,74	0,72	16,06	496
3	32,81	1,9	55,2	239
4	11,06	0,74	21,95	267

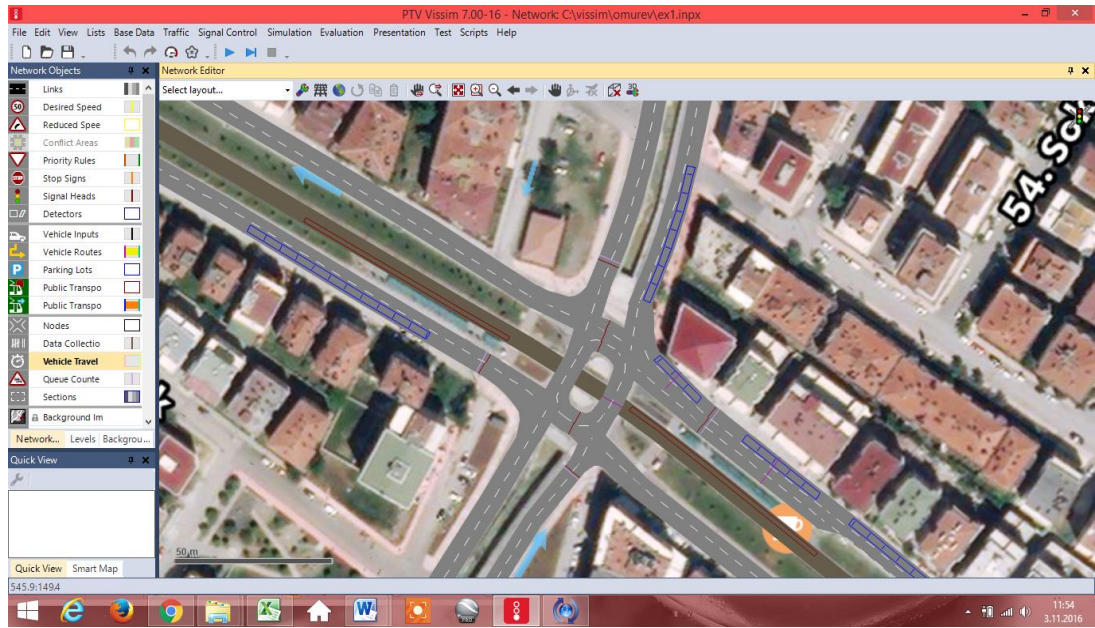
Tablo 5.23: Ömürevleri hemzemin geçidi uygulanan sinyal faz planı

GRUP 1									
GRUP 2									
GRUP 3									
GRUP 4									
GRUP 5									
GRUP 6									
SÜRELER	2	15	2	2	2	33	2	2	

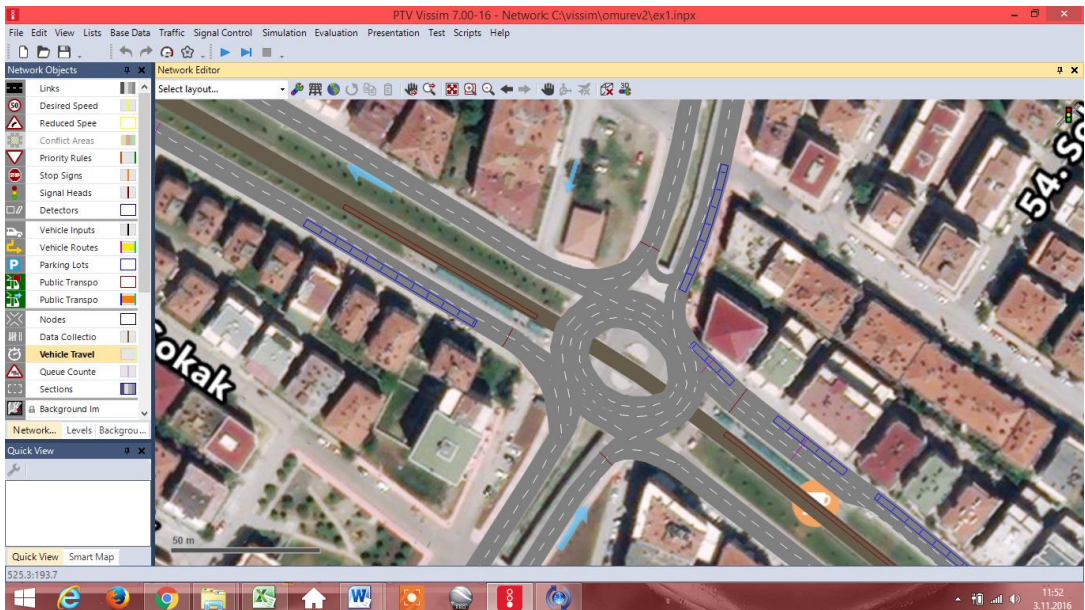
Kavşak için ayrılmış alan çok dar olması ile birlikte kavşak içine konulmuş olan sinyal grubu da gecikmeleri artırmaktadır (Tablo 5.23).

Mevcut kavşak alanı (Şekil 5.4) Vissim Simülasyon Programında düzenlenerek geniş kavşak geometrisi üzerine sayımlar sonucu elde edilen veriler girilmiştir. 1 No.lu kavşaktan U dönüşleri çok fazla olduğu için U dönüşü için katılım şeridi eklenmiştir (Şekil 5.5).

Şekil 5.4: Ömürevleri hemzemin geçidi kavşak geometrisi



Şekil 5.5: Ömürevleri hemzemin geçidi önerilen kavşak geometrisi



Uygulanan 60 sn devre süresi için 2 fazlı sinyal planında kavşak içine konulmuş olan sinyal grupları kaldırılarak 1 ve 2 kolları için sinyal süresi 33 sn den 29 sn 'ye düşürülerek 3 ve 4 No.lu kollar için ise 15 sn'den 19 sn'ye çıkarılmıştır (Tablo 5.24).

Tablo 5.24: Ömürevleri hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı

GRUP 1													
GRUP 2													
GRUP 3													
GRUP 4													
SÜRELER	2	29				2	2	2	19		2	2	

Önerilen sinyal süreleri ve kavşak geometrisi Vissim Simülasyon programında aynı kavşak analiz değerleri ile uygulandığında tüm kollarında gecikme değerlerinde düşmeler görülmüştür (Tablo 5.30).

Tablo 5.25: Ömürevleri h.g.önerilen faz planına göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 STOPS(ALL): Stops (All)
 VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS(ALL)
1	4,71	0,47	10,98	579
2	4,58	0,45	11,66	472
3	9,4	0,65	18,5	233
4	9,97	0,68	18,74	240

Önerilen sinyal faz planına göre uygulanan Vissim Simülasyon Programı sonucunda elde edilen gecikme değerlerine göre tüm kolların hizmet düzeyleri düşmüştür (Tablo 5.26).

Tablo 5.26: Ömürevleri h. g. faz planına göre hizmet düzeyleri

AKIMLAR	UYGULANAN SİNYAL SÜRELERİ		ÖNERİLEN SİNYAL SÜRELERİ	
	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ
1	12,55	B	10,18	B
2	14,74	B	11,66	B
3	44,73	D	18,55	B
4	19,11	B	18,74	B

Kavşak geometrisi ve sinyal faz planı önerilerinin dışında kavşağa yakın parklanmalar gecikmeleri artıracığından parklanma sorununa çözüm getirilmesi gerekmektedir.

5.2.5 Atakent Hemzemin Geçidi Önerileri

Avustralya yöntemine dayanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile Vissim simülasyon programı ile yapılan kavşak analizleri sonucunda gecikme değerleri yeterli kavşak alanı olmadığından yüksektir. Diğer hemzemin geçitlerine göre 1 ve 2 No.lu kolların trafik hacimleri 3 ve 4 No.lu kollara göre daha yüksektir. Buna rağmen gecikme değerlerinin 3 ve 4 No.lu kollarda yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 5.27).

Tablo 5.27: Ömürevleri hemzemin geçidi gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s] STOPS(ALL): Stops (All) VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s] VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	7,3	0,74	19,16	435
2	6,4	0,71	15,55	379
3	22,53	1,24	37,67	216
4	11,67	0,77	20,64	199

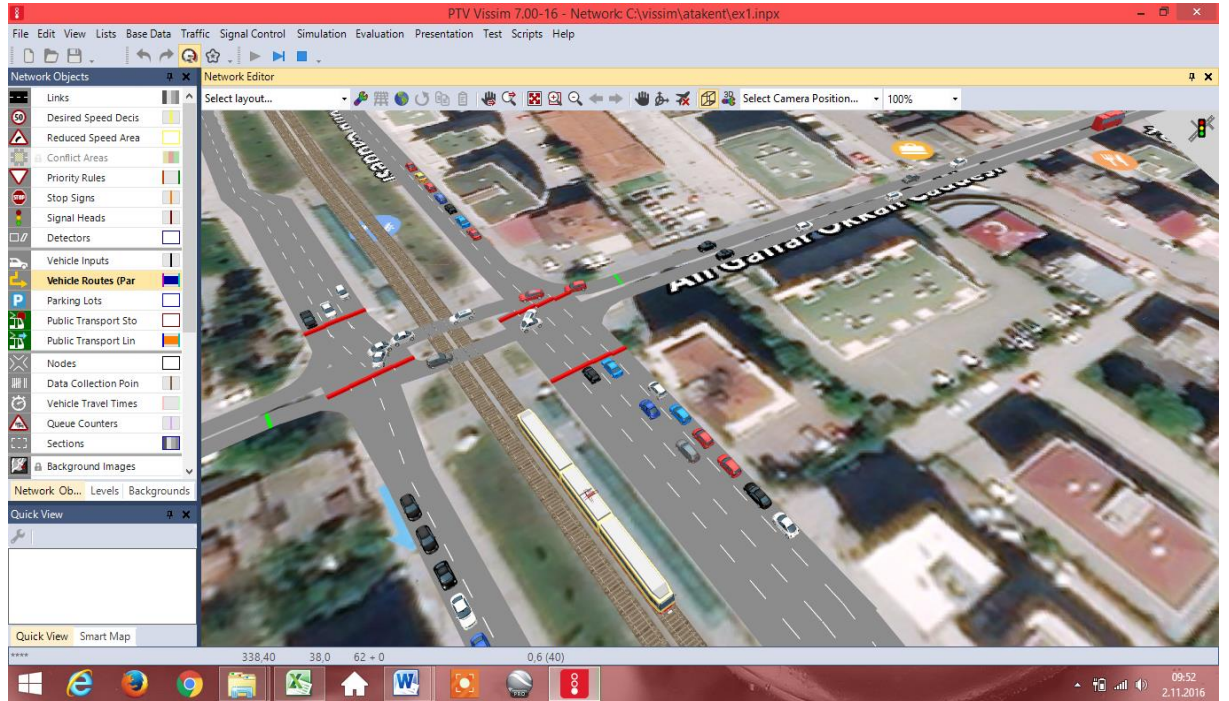
Tablo 5.28: Atakent hemzemin geçidi uygulanan sinyal faz planı

GRUP 1								
GRUP 2								
GRUP 3								
GRUP 4								
GRUP 5								
GRUP 6								
SÜRELER	2	15	2	2	2	33	2	2

Kavşak için ayrılmış alan çok dar olması ile birlikte kavşak içine konulmuş olan sinyal grubu da gecikmeleri artırmaktadır (Tablo 5.28).

Mevcut kavşak alanı (Şekil 5.6) Vissim Simülasyon Programında düzenlenerek geniş kavşak geometrisi üzerine sayımlar sonucu elde edilen veriler girilmiştir (Şekil 5.7).

Şekil 5.6: Atakent hemzemin geçidi kavşak geometrisi



Tablo 5.29: Atakent hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı

GRUP 1									
GRUP 2									
GRUP 5									
GRUP 6									
SÜRELER	2	27	2	2	2	21	2	2	

193

Tablo 5.30: Atakent h. g. önerilen faz planına göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
STOPS(ALL): Stops (All)
VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS(ALL)
1	5,84	0,47	12,99	414
2	5,1	0,46	11,15	372
3	8,51	0,61	16,05	204
4	9,63	0,65	16,87	182

Önerilen sinyal faz planına göre uygulanan Vissim Simülasyon Programı sonucunda elde edilen gecikme değerlerine göre tüm kolların hizmet düzeyleri düşmüştür (Tablo 5.31).

Tablo 5.31: Atakent h.g. faz planına göre hizmet düzeyleri

AKIMLAR	UYGULANAN SİNYAL SÜRELERİ		ÖNERİLEN SİNYAL SÜRELERİ	
	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ
1	19,16	B	12,99	B
2	15,55	B	11,15	B
3	37,67	C	16,05	B
4	20,64	C	16,87	B

5.2.6 Yenimahalle Hemzemin Geçidi Önerileri

Avustralya yöntemine dayanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile Vissim simülasyon programı ile yapılan kavşak analizleri sonucunda 1 ve 2 No.lu kollardaki gecikme değerleri düşük olmakla birlikte 3 ve 4 No.lu kollarda gecikme değerlerinin yüksek olduğu sonuçları elde edilmiştir (Tablo 5.32).

Tablo 5.32: Yenimahalle hemzemin geçidi gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 STOPS(ALL): Stops (All)
 VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	3,23	0,38	10,12	293
2	2,87	0,41	10,23	230
3	13,39	0,75	23,43	192
4	12,74	0,76	21,3	75

3 ve 4 No.lu kollar üzerinde bulunan 1, 2,3 ve 4 No.lu sinyal gruplarının süreleri 15 sn.'den 21 sn.'ye çıkarılmış; 1 ve 2 No.lu kollar üzerinde bulunan 5 ve 6 No.lu sinyal gruplarının süreleri ise 33 sn. den 27 sn.'ye düşürülmüştür (Tablo5.33).

Tablo 5.33: Yenimahalle hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı

GRUP 1									
GRUP 2									
GRUP 3									
GRUP 4									
GRUP 5									
GRUP 6									
SÜRELER	2	21	2	2	2	27	2	2	

Önerilen sinyal süreleri Vissim Simülasyon programında aynı kavşak analiz değerleri ile uygulandığında 3 ve 4 No.lu kollarda gecikme değerlerinde düşmeler görülmüştür (Tablo 5.34).

Tablo 5.34: Yenimahalle h.g. önerilen faz planına göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s] STOPS(ALL): Stops (All) VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s] VEHS(ALL): Vehicles (All)				
DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	5,05	0,48	10,45	293
2	5,18	0,52	12,01	229
3	9,79	0,63	18,52	193
4	8,7	0,61	16,26	74

Önerilen sinyal faz planına göre uygulanan Vissim Simülasyon Programı sonucunda elde edilen gecikme değerlerine göre 3 ve 4 No.lu kolların hizmet düzeyleri düşmüştür (Tablo 5.35).

Tablo 5.35: Yenimahalle h.g. sinyal faz planına göre hizmet düzeyleri

AKIMLAR	UYGULANAN SİNYAL SÜRELERİ		ÖNERİLEN SİNYAL SÜRELERİ	
	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ
1	10,12	B	10,45	B
2	10,23	B	12,01	B
3	23,43	C	18,52	B
4	21,3	C	16,26	B

5.1.7 Körfez Hemzemin Geçidi Önerileri

Avustralya yöntemine dayanan “Standart Right” modellemesi ve Amerikan (HCM) yöntemine dayanan “US HCM (Metric)” modellemesi ile Vissim simülasyon programı ile yapılan kavşak analizleri sonucunda gecikme değerleri trafik hacmine göre yüksektir. Özellikle 1 ve 2 No.lu kollardan gelen trafik hacmi Üniversite yönünden gelen trafik hacminin 1/5 i kadar olmasına rağmen gecikme değeri 4 No.lu kol kadardır (Tablo 5.36).

Tablo 5.36: Körfez hemzemin geçidi gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 STOPS(ALL): Stops (All)
 VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELA Y (ALL)	VEHS (ALL)
1	12,22	0,74	18,03	47
2	12,69	0,73	18,48	45
3	11,72	0,64	17,18	169
4	8,51	0,54	14,38	430

Tablo 5.37 Körfez hemzemin geçidi uygulanan sinyal faz planı

GRUP 1	5	1	1	15	1	1	1	20	1	1	1	10	1	1
GRUP 2	5	1	1	15	1	1	1	20	1	1	1	10	1	1
GRUP 3	5	1	1	15	1	1	1	20	1	1	1	10	1	1
GRUP 4	5	1	1	15	1	1	1	20	1	1	1	10	1	1
GRUP 5	5	1	1	15	1	1	1	20	1	1	1	10	1	1
GRUP 6	5	1	1	15	1	1	1	20	1	1	1	10	1	1
SÜRELER	5	1	1	15	1	1	1	20	1	1	1	10	1	1

Yayalar için ayrı bir sinyal grubu uygulanmış ancak gelen şikayetlerden de yayaya ayrılan 5 sn süre oldukça kısadır. 60 sn devre süresi için 4 fazlı sinyal planı gecikmeleri artıracığından bu hemzemin geçidinde 4 fazlı sinyal planı yerine 2 fazlı sinyal planı önerilmiştir (Tablo 5.38).

Tablo 5.38: Körfez hemzemin geçidi önerilen sinyal faz planı

[illegible]

Önerilen sinyal süreleri Vissim Simülasyon programında aynı kavşak analiz değerleri ile uygulandığında tüm kollarda gecikme değerlerinde düşmeler görülmüştür (Tablo 5.39).

Tablo 5.39: Körfez h. g.önerilen faz planına göre gecikme değerleri

DELAYMEASUREMENT: Delay measurement
 STOPDELAY(ALL): Stopped delay (average) (All) [s]
 STOPS(ALL): Stops (All)
 VEHDELAY(ALL): Vehicle delay (average) (All) [s]
 VEHS(ALL): Vehicles (All)

DELAY MEASUREMENT	STOP DELAY(ALL)	STOPS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHS (ALL)
1	5,36	0,4	8,98	47
2	6,1	0,42	9,89	45
3	5,28	0,45	9,49	170
4	5,73	0,48	11,38	431

Önerilen sinyal faz planına göre uygulanan Vissim Simülasyon Programı sonucunda elde edilen gecikme değerlerine göre tüm kolların hizmet düzeyleri düşmüştür (Tablo 5.40).

Tablo 5.40: Körfez h.g.sinyal faz planına göre hizmet düzeyleri

AKIMLAR	UYGULANAN SİNYAL SÜRELERİ		ÖNERİLEN SİNYAL SÜRELERİ	
	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ	GECİKME	HİZMET DÜZEYİ
1	18,03	B	8,98	A
2	18,48	B	9,89	A
3	17,18	B	9,49	A
4	14,38	B	11,38	B

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Anonim, 2005. Karayolu tasarımı el kitabı. Ankara: TCK Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, ss. 96–113; 169–188.
- Anonymous, 2000. Highway capacity manual. Washington D.C.: Transportation Research Board, National Research Council.
- Kutlu, K., 1993. Trafik tekniği. 3. Baskı. İstanbul: İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, ss.110–130; 261–298.
- Sonuç, T., 1975. Karayolu tekniği: trafik–güzergah–ekonomi–toprak işleri. Cilt: 1.İstanbul: Sermet Matbaası, ss.173–201.
- Tunç, A., 2003. Trafik mühendisliği ve uygulamaları. Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., ss. 655–783.
- Yalgın, C. C., 1975. Yolların kapasitesi. Ankara: T.C. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü Matbaası.
- Yayla, N., 2002. Karayolu mühendisliği, İstanbul: Birsen Yayınevi, ss. 211–223.

Diğer Yayınlar

- Akmaz, M.M., (2012). Konya'nın önemli sinyalize kavşaklarının bilgisayar programı ile incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi FBE.
- Alçelik, N., (2010). Kent içi sinyalize ve dönel kavşakların kapasite açısından karşılaştırılması Ümraniye ilçesi örneğinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi FBE.
- Altun, İ., (2003). Sinyalize kavşaklarda trafik akım etkileşimleri. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi FBE.
- Başkan, Ö., (2004). İzole sinyalize kavşaklardaki ortalama taşıt gecikmelerinin yapay sınır ağları ile modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi FBE.
- Çakıcı, Z., (2014). Sinyalize dönel (yuvarlakada) kavşakların tasarım esaslarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi FBE.
- Eraslan, O., (2008). Işıklı kavşaklarda amerikan ve avustralya yöntemleri ile gecikme analizi ve örnek bir kavsak çözümü. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi FBE.
- Murat, Y.Ş., (2001). Sinyalize kavşaklarda bulanık mantık tekniği ile trafik uyumlu sinyal devre modeli. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi FBE.
- Tanış, M., (2013). Kent içi otoyolların kavşaksız kesimlerinde serbest akım hızı ve kapasiteyi etkileyen faktörlerin incelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi FBE.
- Tercan, H.Ş., (2003). Karma trafik akım hızının modellenmesi: konya örneği. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi FBE.
- <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-vissim/use-case>
- <http://www.issd.com.tr/tr/18927/PTV-VISSIM-Mikro-Olcekli-Trafik-Simulasyonu>
- <http://www.samulas.com.tr/Icerik.asp?contentId=6&SamRay=SHRS-Hatt%C4%B1>
- <http://www.rayhaber.com/2013/02/samsun-hafif-rayli-sistemi/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Highway_Capacity_Manual