

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TEK YÖN SİSTEMLERİNİN ÇİFT YÖNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİNİN
SONUÇLARI VE PERFORMANS ANALİZİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA
(BALIKESİR VE İZMİR ÖRNEKLERİ)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Gülsen ACAR GÜLDAMLASI

Balıkesir, Şubat 2007

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEK YÖN SİSTEMLERİNİN ÇİFT YÖNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİNİN
SONUÇLARI VE PERFORMANS ANALİZİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA
(BALIKESİR VE İZMİR ÖRNEKLERİ)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Gülsen ACAR GÜLDAMLASI

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Turgut ÖZDEMİR

Sınav Tarihi : 21 . 03 . 2007

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Turgut ÖZDEMİR

Yrd. Doç. Dr. Serhan TANYEL

Yrd. Doç. Dr. Ayşe TURABİ

Danışman-(BAÜ)

(DEÜ)

(BAÜ)

Balıkesir, Mart - 2007

ÖZET

TEK YÖN SİSTEMLERİNİN ÇİFT YÖNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİNİN SONUÇLARI VE PERFORMANS ANALİZİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA (BALIKESİR VE İZMİR ÖRNEKLERİ)

Gülşen ACAR GÜLDAMLASI
Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı : Prof. Dr. Turgut ÖZDEMİR)

Balıkesir, 2007

Bu araştırmanın amacı tek yön sistemleri ve çift yön sistemlerinin performanslarını karşılaştırmaktır. Araştırmada İzmir ve Balıkesir illerinde seçilmiş olan kavşaklar üzerinde çalışılmıştır. Balıkesir ilinde seçilen kavşaklarda hacim sayımları yapılmış ve sinyal devreleri incelenmiştir. Her iki ilde de trafik çift yönlü olarak işlemektedir. Mevcut durumlara ek olarak tek yön sistemli çözümler içeren alternatifler sunulmuştur. Elde edilen tüm veriler ve oluşturulan alternatif durumlar Synchro 4 programında da kullanılan formüller ile çözümlenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çözümlerde iki farklı ağır araç yüzdesi kullanılarak, ağır araç yüzdesinin kavşak üzerindeki etkileri de belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak, her iki ilde de tek yön sistemleri içeren çözümlerin çift yön sistemlerden daha başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Fakat yol içi parkları gibi tek yön sistemlerin işleyişinde etkili olan faktörler de çözümlere etkilirse sonuçlar değişecektir. Sonuç olarak tek yön ve çift yön sistemlerinin, oluşturulacakları yol ağının, kullanıcıları ve sistemin yer aldığı yerleşim biriminin özellikleri göz önünde bulundurulduğu takdirde tek yön veya çift yön sistemlerden hangisinin daha uygun olabileceği belirtilebilir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: tek yön sistemler / çift yön sistemler / kavşak sinyalizasyon / gecikme

ABSTRACT

THE RESULTS OF TRANSFORMING ONE WAY SYSTEM TO TWO WAY SYSTEMS AND THE RESEARCH ON PERFORMANCE ANALYSIS (BALIKESIR AND IZMIR MODELS)

Gulsen ACAR GULDAMLASI
Balikesir University, Institute of Science,
Department of Civil Engineering

(Ph. D. Thesis / Supervisor : Prof. Dr. Turgut Ozdemir)

Balikesir-Turkey, 2007

The aim of this research is to compare the performance of one way systems and two way systems. In the research, the intersections chosen in İzmir and Balıkesir were examined. The determination of volume was done for the intersections chosen in Balıkesir and periods of signals were examined. In both cities the traffic function in both directions. Add into the existing situation many alternatives including one way systematic conclusions were presented. Data found and alternative situation formed, by using the formulas used also in synchro 4, were calculated and the conclusions were compared. In calculation, using two different percentages of heavy vehicle, the effects of the percentage of heavy vehicle on the intersection were also determined. Connected with the conclusions, in both cities, it is determined that the conclusions including one way system has successful results than two way system. However, if the factors affecting the function of one way system such as parking lots in the route are forced to affect the conclusion, then the conclusions will change. As a conclusion, if taking into consideration of the users of the accommodation route system which will be formed by one way and two way systems and the settlement with in which the accommodation route system takes part, it can be stated of which way system is suitable.

KEYWORDS: one way systems / two way systems / intersection
signalization / delay

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEY WORD	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOL LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xiv
ÖNSÖZ	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAVŞAKLAR	3
2.1 Kavşakların Genel Özellikleri	3
2.2 Kavşak Düzenleme İlkeleri	3
2.2.1 Kullanıcı Özellikleri	5
2.3 Kavşak Tipleri	7
2.3.1 Hemzemin (Eşdüzey) Kavşaklar	7
2.3.1.1 Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklar	8
2.3.1.2 Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklarda Trafik Akımları	9
2.3.2 Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar	11
2.3.3 Yuvarlakada Kavşaklar	11
2.3.4 Farklı Düzeyli (Köprülü) Kavşaklar	11
2.4 Trafik Akımlarının Yönetilmesi	12
2.4.1 Durma ve Park Etmenin Düzenlenmesi	13
2.4.2 Tek Yön Sistemlerinin Kurulması	14
2.4.3 Dönüş Hareketlerinin Yasaklanması	15
2.4.4 Trafik İşaret Levhalarının Kullanımı	16
2.4.5 Sinyalizasyon	16
3. KAVŞAKLARDA SİNYALİZASYON VE SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ	18
3.1 Terim ve Tanımlar	18
3.2 Sinyalizasyonun Kullanım Amacı	20
3.3 Sinyalizasyon Projelerinin Temel İlkeleri	22
3.3.1 Sinyal Devresi	22
3.3.1.1 Minimum Süreler	22
3.3.1.2 Maksimum Süreler	23
3.3.2 Faz Düzenleri	23
3.3.2.1 Tek Yönlü Yolların Kesiştiği Kavşaklar	24
3.4 Sinyalizasyon Sistemleri	24
3.4.1 İzole Sinyalizasyon Sistemleri	24
3.4.1.1 Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi	25

3.4.1.2 Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi	26
3.4.1.2.1 Yarı Trafik Uyarmalı Sistem	26
3.4.1.2.2 Tam Trafik Uyarmalı Sistem	26
3.4.1.3 Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemleri	27
3.4.1.4 El İle Kumandalı Sinyalizasyon Sistemleri	27
3.4.2 Koordine Sinyalizasyon Sistemleri	28
3.4.2.1 Senkronize (Eşzamanlı) Sistem	30
3.4.2.2 Progresif (Kesintisiz) Sistem	30
3.4.2.2.1 Basit Progresif Sistem	30
3.4.2.2.2 Esnek Progresif Sistem	31
3.4.2.3 Alternatif Sistem	31
3.4.2.4 Bölge Trafik kontrol Sistemi	32
4. SİNYALİZE KAVŞAKLARIN KAPASİTESİ	33
4.1 Hacim / Kapasite Oranı	34
4.2 Doymun Akım ve Doyma Derecesi	34
4.3 Sinyalize Kavşaklarda Kuyruk Oluşumu	36
4.4 Hizmet Düzeyi	37
4.4.1 Sinyalize Kavşaklarda Hizmet Düzeyinin Belirlenmesi	39
5. SİNYALİZASYON HESAP YÖNTEMLERİ	42
5.1 Avustralya Yöntemi İle Sinyalizasyon hesapları	42
5.1.1 Temel Terim ve Tanımlar	43
5.1.2 Akım Karakteristikleri	44
5.1.3 Başlangıç ve Son Gecikme Süreleri	45
5.1.4 Akım Kayıp Zaman ve Kritik Akım	45
5.1.5 Kapasite ve Doymunluk Derecesi	45
5.1.6 Koordine Sinyaller	47
5.1.7 Genel Devre Süresi ve Yeşil Süre	48
5.2 İngiliz Yöntemi	48
5.2.1 Genel	48
5.2.2 Kapasite ve Doymun Akım Hesabı	48
5.2.3 Kayıp Zaman	52
5.2.4 Doymunluk Derecesi	53
5.2.5 Gecikme	53
5.2.6 Devre Süresi	54
5.2.7 Yeşil Süre	55
5.3 Amerikan HCM 2000 Yöntemi	55
5.3.1 Genel	55
6. SYNCHRO 4	58
7. TEK YÖN ve ÇİFT YÖN SİSTEMLERİNİ KARŞILAŞTIRILMASI	67
7.1 Güvenlik Açısından Karşılaştırma	67
7.2 Hava Kirliliği Açısından Karşılaştırma	67
7.3 Maliyet Açısından Karşılaştırma	67

8. ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI KAVŞAKLARIN TANITILMASI	68
8.1 SSK Kavşağı	69
8.2 Uğur Mumcu Kavşağı	70
8.3 Hükümet Kavşağı	72
8.4 Gar Kavşağı	74
8.5 Hastane Kavşağı	76
8.6 Emniyet Kavşağı	77
8.7 İzmir İli Örneğindeki Kavşaklar	87
9. SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI ve DEĞERLENDİRİLMESİ	117
9.1 İzmir İli Sonuçları	117
9.2 Balıkesir İli Sonuçları	121
EKLER:	
EK A Balıkesir İli Kavşakları İçin Elde Edilen Değerler	125
EK B İzmir İli Kavşakları İçin Elde Edilen Değerler	137
10. KAYNAKLAR	155

SEMBOL LİSTESİ

Simge	Adı	Birim
A	Başlangıç gecikmesi	sn
B	Bitiş gecikmesi	sn
C	Devre süresi	sn
C_{min}	Minimum devre süresi	sn
C_{max}	Maksimum devre süresi	sn
C_{opt}	Optimum devre süresi	sn
C_p	Pratik devre süresi	sn
CO	Karbonmonoksit emisyonu	gr
D	Webster sinyal gecikmesi	sn
F	Kullanılan yakıt miktarı	galon
FLT	İdeal doygun akım	araç / saat
g	Etkin yeşil süre	sn
G	Görünen yeşil süre	sn
GF	Gelişme faktörü	
H	İlerleme süresi	sn
I	Akım kayıp zamanı	sn
L	Kavşak kayıp zamanı	sn
N	Yeşil periyod başlangıcında ortalama kuyruk uzunluğu	araç
NOx	Nitrojenoksit emisyonu	gr
Q	Kapasite	araç/saat
QP	Kuyruk cezası	araç

S	Doygun akım oranı	araç / saat
t_B	Boşaltma süresi	sn
t_G	Giriş süresi	sn
t_k	Koruma süresi	sn
t_s	Kayıp zaman	sn
u	Yeşil süre oranı	
VOC	Oksijenin uçucu türevlerinin emisyonu	gr
$W_{kayıp}$	Kayıp yol genişliği	m
$\sum Y_i$	Toplam sarı süre	sn
$\sum R_i$	Toplam kırmızı süre	sn

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Adı	Sayfa
2.1	Trafik Akımlarının Kesişme Durumu	9
2.2	Trafik Akımlarının Yaklaşma Durumu	10
2.3	Trafik Akımlarının Ayrılma Durumu	10
3.1	Tek Yönlü Kavşaklarda Fazlar	24
8.1	SSK Kavşağı 1, 2, 3 No'lu Durumlar	70
8.2	Uğur Mumcu Kavşağı 1 No'lu Durum	71
8.3	Uğur Mumcu Kavşağı 2 No'lu Durum	71
8.4	Uğur Mumcu Kavşağı 3 No'lu Durum	72
8.5	Hükümet Kavşağı 1 No'lu Durum	73
8.6	Hükümet Kavşağı 2 No'lu Durum	73
8.7	Hükümet Kavşağı 3 No'lu Durum	74
8.8	Gar Kavşağı 1, 2 No'lu Durumlar	76
8.9	Gar Kavşağı 3 No'lu Durum	76
8.10	Hastane Kavşağı 1 ve 2 No'lu Durumlar	77
8.11	Hastane Kavşağı 3 No'lu Durum	77
8.12	Emniyet Kavşağı 1 ve 2 No'lu Durumlar	78
8.13	Emniyet Kavşağı 3 No'lu Durum	78
8.14	SSK Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	79
8.15	SSK Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	79
8.16	SSK Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	79
8.17	Uğur Mumcu Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	80
8.18	Uğur Mumcu Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	80
8.19	Uğur Mumcu Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	81
8.20	Hükümet Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	81
8.21	Hükümet Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	82
8.22	Hükümet Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	82
8.23	Gar Kavşağı 1, 2 No'lu Durumlar İçin Faz Diyagramı	83
8.24	Gar Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	83
8.25	Hastane Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	83
8.26	Hastane Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	84
8.27	Hastane Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	84
8.28	Emniyet Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	84
8.29	Emniyet Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	85
8.30	Emniyet Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	85
8.31	Müze Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	85
8.32	Müze Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	86
8.33	Müze Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	86
8.34	1 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum	88
8.35	1 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum	88
8.36	1 No'lu Kavşak 3No'lu Durum	88
8.37	1 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum	88
8.38	1 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	88

8.39	1 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	89
8.40	1 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	89
8.41	1 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	89
8.42	3 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum	90
8.43	3 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum	90
8.44	3 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum	90
8.45	3 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum	90
8.46	3 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	90
8.47	3 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	91
8.48	3 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	91
8.49	3 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	91
8.50	5 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum	92
8.51	5 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum	92
8.52	5 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum	92
8.53	5 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum	92
8.54	5 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	92
8.55	5 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	93
8.56	5 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	93
8.57	5 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	93
8.58	6 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum	94
8.59	6 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum	94
8.60	6 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum	94
8.61	6 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum	94
8.62	6 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	94
8.63	6 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	95
8.64	6 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	95
8.65	6 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	95
8.66	9 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum	96
8.67	9 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum	96
8.68	9 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum	96
8.69	9 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum	96
8.70	9 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	96
8.71	9 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	97
8.72	9 No'lu Kavşak 3No'lu Durum Faz Diyagramı	97
8.73	9 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	97
8.74	10 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum	98
8.75	10 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum	98
8.76	10 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum	98
8.77	10 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum	98
8.78	10 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	98
8.79	10 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	99
8.80	10 No'lu Kavşak 3No'lu Durum Faz Diyagramı	99
8.81	10 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	99
8.82	11 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durumlar	100
8.83	11 No'lu Kavşak 1, 3 No'lu Durumlar Faz Diyagramı	100
8.84	11 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	101
8.85	11 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	101

8.86	12 No'lu Kavşak 1, 2 No'lu Durum	102
8.87	12 No'lu Kavşak 3, 4 No'lu Durum	102
8.88	12 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	102
8.89	12 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	102
8.90	12 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	103
8.91	12 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	103
8.92	13 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum	104
8.93	13 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum	104
8.94	13 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum	104
8.95	13 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum	104
8.96	13 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	105
8.97	13 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	105
8.98	13 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	106
8.99	13 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	106
8.100	15 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durum	107
8.101	15 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	107
8.102	15 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	107
8.103	15 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	108
8.104	15 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	108
8.105	14 No'lu Kavşak 1, 2 No'lu Durum	109
8.106	14 No'lu Kavşak 3, 4 No'lu Durum	109
8.107	14 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	109
8.108	14 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	109
8.109	14 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	110
8.110	14 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	110
8.111	16 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durumlar	111
8.112	16 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	111
8.113	16 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	111
8.114	16 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	112
8.115	16 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	112
8.116	25 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durumlar	113
8.117	25 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı	113
8.118	25 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı	113
8.119	25 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı	114
8.120	25 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı	114
8.121	28 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durumlar	115
8.122	28 No'lu Kavşak 1, 3 No'lu Durumlar İçin Faz Diyagramı	115
8.123	28 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	115
8.124	28 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı	116
A.1	Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan CO	129
A.2	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan CO	129
A.3	Balıkesir İli Kavşakları İçin Ortalama Hız	129
A.4	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Ortalama Hız	130
A.5	Balıkesir İli Kavşakları İçin Kullanılan Yakıt	130
A.6	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Kullanılan Yakıt	130
A.7	Balıkesir İli Kavşakları İçin Kuyruk Cezası	131

A.8	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Kuyruk Cezası	131
A.9	Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Süresi	131
A.10	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Süresi	132
A.11	Balıkesir İli Kavşakları İçin Yüzdesel Sinyal Gecikmesi/Araç	132
A.12	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Yüzdesel Sinyal Gecikmesi/Araç	132
A.13	Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Mesafesi	133
A.14	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Mesafesi	133
A.15	Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Yüzdesel Sinyal Gecikmesi (saat)	133
A.16	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Yüzdesel Sinyal Gecikmesi (saat)	134
A.17	Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan NO _x	134
A.18	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan NO _x	134
A.19	Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan O Türevleri	135
A.20	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan O Türevleri	135
A.21	Balıkesir İli Kavşakları İçin Performans İndeksi	135
A.22	Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Performans İndeksi	136
B.1	İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan CO	144
B.2	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan CO	144
B.3	İzmir İli Kavşakları İçin Ortalama Hız	145
B.4	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Ortalama Hız	145
B.5	İzmir İli Kavşakları İçin Kullanılan Yakıt	146
B.6	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Kullanılan Yakıt	146
B.7	İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Süresi	147
B.8	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Süresi	147
B.9	İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan NO _x	148
B.10	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan NO _x	148
B.11	İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan O Türevleri	149
B.12	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan O Türevleri	149
B.13	İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	150
B.14	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	150
B.15	İzmir İli Kavşakları İçin Yüzdesel Sinyal Gecikmesi/Araç	151
B.16	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Yüzdesel Sinyal Gecikmesi/Araç	151

B.17	İzmir İli Kavşakları İçin Kuyruk Cezası	152
B.18	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Kuyruk Cezası	152
B.19	İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Mesafesi	153
B.20	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Mesafesi	153
B.21	İzmir İli Kavşakları İçin Performans İndeksi	154
B.22	Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Performans İndeksi	154

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No	Adı	Sayfa
2.1	Kavşak Tasarımı İçin Taşıt Özellikleri	6
2.2	Kavşakların İşletim Özellikleri	7
4.1	Sinyalize Kavşaklarda Hizmet Düzeyi – Gecikme İlişkisi	39
5.1	Farklı Araç Türlerinin Doygun Akıma Etkisi	50
5.2	Doygun Akıma Yöre Etkisi	52
6.1	Duraklamalar	63
6.2	Tahminsel Zirve Saat Değerleri	64
A.1	SSK Kavşağı Sonuçları	125
A.2	Uğur Mumcu Kavşağı Sonuçları	125
A.3	Hükümet Kavşağı Sonuçları	126
A.4	Gar Kavşağı Sonuçları	126
A.5	Hastane Kavşağı Sonuçları	127
A.6	Emniyet Kavşağı Sonuçları	127
A.7	Müze Kavşağı Sonuçları	128
B.1	1 No'lu Kavşak Sonuçları	137
B.2	3 No'lu Kavşak Sonuçları	137
B.3	5 No'lu Kavşak Sonuçları	138
B.4	6 No'lu Kavşak Sonuçları	138
B.5	9 No'lu Kavşak Sonuçları	139
B.6	10 No'lu Kavşak Sonuçları	139
B.7	11 No'lu Kavşak Sonuçları	140
B.8	12 No'lu Kavşak Sonuçları	140
B.9	13 No'lu Kavşak Sonuçları	141
B.10	14 No'lu Kavşak Sonuçları	141
B.11	15 No'lu Kavşak Sonuçları	142
B.12	16 No'lu Kavşak Sonuçları	142
B.13	25 No'lu Kavşak Sonuçları	143
B.14	28 No'lu Kavşak Sonuçları	143

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı titizlikle yöneten, çalışmalarım süresince her türlü teşvik ve fedakarlığımı esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Turgut ÖZDEMİR'e

Çalışmalarına yakın ilgi gösteren bilgileri ve fikirleri ile beni destekleyen ve çalışmalarım sırasında manevi olarak da beni teşvik eden Sayın Yrd. Doç. Dr.Serhan TANYEL'e

Yüksek Lisans eğitimim süresince fikirleri ile beni destekleyen, yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayşe TURABİ'ye

Çalışmalarım süresince fikirleri ile bana yol gösteren B.A.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü Araş. Gör. Füsun ÜÇER ve D.E.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü Araş. Gör. Pelin Çalışkanelli'ye

Tüm yaşamım boyunca maddi ve manevi yönden desteklerini hiç esirgemeyen, sürekli beni teşvik eden ve yüksek lisans yapmamda en büyük katkısı olan sevgili babam Ramazan ACAR, annem Gülben ACAR'a ablam Birsen ANDIÇ ve abim Feridun ACAR'a

Dua ve iyi dileklerini hiç eksik etmeyen değerli dedem Mustafa Kemal PALA ve anneannem Fatma PALA'ya

Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen, daima yanımda olduğunu hissettiren sevgili eşim Serkan Sabri GÜLDAMLASI'na teşekkürü bir borç bilirim.

Balıkesir 2007

İnş. Müh. Gülsen ACAR GÜLDAMLASI

1. GİRİŞ

İnsan topluluklarının tarihi gelişmesi incelendiğinde ulaştırmanın çok önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Özel olarak, yeni buluşların ve insan hayatındaki önemli değişikliklerin, ulaştırma tekniğinin kavuştuğu bu günkü büyük gelişmede önemli rol oynadıkları şüphesizdir. [3]

İlkel çağlarda insan toplulukları küçük ve aralarındaki ulaştırma az olduğundan önemli bir yer değiştirme ve yer değiştirme gücü söz konusu değildi. Bu sebeptir ki o çağlarda çalışma ile dinlenme veya eğlenme zaman unsurları yanında, yer değiştirme zamanı önemsiz kalıyor ve konutlara eğlence yerleri için güzellik, konfor arandığı ve sağlandığı halde, yer değiştirme üzerinde durulmuyor, yol ve taşıtlara gereken ilgi gösterilmiyordu.

Son yüz yıllarda, insan topluluklarında görülen büyük gelişmeler, şehirlerin gittikçe büyümesi ve yoğun hale gelmesi, şehir çevrelerinden şehir merkezlerine yani iş ve ticaret yerlerine gidiş ve gelişlerin sayıca ve zaman süresi olarak artmasına sebep olmuştur. Sonuç olarak, yer değiştirme zamanı da, insanın günlük hayatının önemli bir kısmını almaya başlamıştır.

Özel olarak modern uygarlığın önemli karakteristiklerinden biri olarak kabul edilen otomobil, yalnız yer değiştirme veya eşya taşıma aracı olarak değil, insanlara yeni ufuklar açan, sosyal ve ekonomik faydalar sağlayan bir araç olarak topluluklar arası ilgi ve seyahatlerin artmasına da sebep olmuştur.

Yol ağlarının gelişen motorlu trafiğe uyabilmesi için, yol ve trafik mühendisleri yeni konulara eğilmek zorunda kalmışlar ve bunun sonucu eski bir konu olmakla beraber, Trafik Tekniği, insanların ve onların ihtiyacı bulunan eşyanın, yer değiştirme sorununu konu alan yeni bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. Konu büyük insan topluluklarını barındıran şehirlerde daha çok önem kazanmakta ve trafik problemi olarak adlandırılan şehir sorunlarının başında yer almaktadır. [3]

Trafik birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi ülkemizde de çözümlenmeyi bekleyen önemli bir sorundur. Gelişen ve büyüyen şehirler, trafiğe çıkan araç sayısının sürekli artması sorunun çözümünü zorlaştırmaktadır.

Trafiğin çözümünde ele alınan konulardan bir tanesi de tek yön ve çift yön sistemlerdir. Tek yön ve çift yön sistemlerin avantaj ve dezavantajları uzun yıllardır araştırılmaktadır ve tartışılmaktadır. İzmir Fevzi Paşa ve Gazi Bulvarları geçmiş yıllarda tek yönlü olarak işletilmekte olup 2003 yılının başında çift yönlü işleme geçilmiştir.

Bu çalışmanın amacı; İzmir ilinde daha önceki yıllarda tek yönlü olarak çalışan Fevzi Paşa ve Gazi Bulvarları ile Balıkesir ilinde Bursa-İzmir yolu üzerindeki kavşaklarda tek yön ve çift yön sistemlerin performanslarının karşılaştırılmasıdır.

2. KAVŞAKLAR

Kavşaklar, birden fazla yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, ayrıldığı, birleştiği ve örüldüğü, diğer bir deyişle ortak olarak kullanıldığı alanlardır. [1]

2.1 Kavşakların Genel Özellikleri:

- 1) Karışıklık ve kazaların en yoğun olduğu bölgelerdir.
- 2) Hızın azalması nedeniyle taşıt ve kişi başına gecikmeler olması kaçınılmazdır.
- 3) Yavaşlama, hızlanma ve duraklamalar nedeniyle gürültü, hava kirliliği ve yakıt tüketimi artar.
- 4) Yaklaşım kollarının kapasitelerini belirler. [2]

2.2. Kavşak Düzenleme İlkeleri

Şehir içi yol ağlarının kapasitesi genellikle bu yolların oluşturduğu kavşakların işletilmesine bağlıdır. Kavşakların düzenlenmesinde trafik akımlarının kapasitesi, araçlar ile yayaların güvenliği ve konforu düşünülmelidir.

Kavşak planlama ve düzenlenmesinde dikkat edilecek konular aşağıda sıralanmıştır.

1. Herhangi bir kavşağa farklı yönlerden gelen taşıtların çarpışmasını önlemek.
2. Kavşak alanını kullanacak farklı yönlü trafik akımlarının en küçük oranda birbirlerini engellemesi.
3. Kavşak alanına gidiş ve gelişlerden oluşacak frenleme, hızlanmalardan dolayı meydana gelebilecek yakıt ve zaman kayıplarının en az olmasını sağlamak.
4. Kavşağa farklı yönlerden gelen trafik akımlarına ve kavşağı kullanan yaya akımlarına, kullanım ve güven olanaklarının sağlanması. [1]

Yol güvenliğinin sağlanması ve kapasitenin artırılması için yaklaşım kolundan kavşağa geliş için görüşün çok iyi olması gerekir. Sürücünün görüşünü kısıtlayan her türlü engel ortadan kaldırılmalıdır.

Bu temel fikirler doğrultusunda kavşak düzenleme ilkelerini şu ana başlıklarla sıralamak mümkündür.

- 1) Sürücüyü şaşırtacak karışık düzenlemelere gidilmemelidir.
- 2) Trafik akımlarının, kesişme akımları mümkün olduğu kadar küçük tutulmalıdır.
- 3) Yaklaşma akımlarında güvenliğe dikkat edilmelidir.
- 4) Kavşaktan geçen ana trafik akımı akım yönünden en az sapan akım olmalıdır.
- 5) Sürücü yönünden yolda oluşan koşulların, aynı anda en az olacak şekilde değişimler yapılmalıdır.
- 6) Homojen olmayan akımlar ayrılmalıdır.
- 7) Kesişme noktalarında sollama ve geçme hareketlerini olanaksızlaştıracak fiziki çözümler aranmalıdır.
- 8) Kavşaktan geçiş hızları fiziki yapı ile kontrol edilmelidir.
- 9) Her yönden gelen taşıtların durumu incelenmelidir.
- 10) Kazaya sebebiyet vermeyecek şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.
- 11) Tüm olarak alternatif çözümler değerlendirilmelidir. [1]

Kavşaklarda meydana gelen karışıklıkların sebeplerinin, sonuçlarının ve kavşakların nasıl güvenli hale getirilebileceğinin bilinmesi iyi bir tasarım yapabilmek için şarttır. Karışıklıklar genellikle kısıtlı bir hacme, aşırı talepten dolayı meydana gelmektedir. Genel olarak kavşaklarda; kesişme, ayrılma ve yaklaşma olarak üç türlü karışıklık noktası sözkonusu olmaktadır. [4]

Bu karışıklıklar çözülmediği takdirde; ani frenleme, güvensiz şerit kullanımı, uzun gecikmelerin oluşması v.b. gibi istenmeyen durumlarla karşılaşmakta ve kavşağın işletim düzeyi düşmektedir.

Karışıklıkların çözümlenmesi için taşıtların hızına, hız değişimlerine (ivme), sürücülerin reaksiyonlarına ve süreye dikkat edilmelidir. Ayrıca kavşaktaki trafiğin kontrol türü de önem arz etmektedir. Dur-Yolver gibi trafik işaretleri ve sinyalizasyon gibi kontrol araçları, karışıklıklara uygun hacim ve zaman sağlayarak bazı karışıklıklara çözüm getirmektedir. Fakat bununla beraber hız değişimi ve frenleme gibi trafik kontrolünün sebebiyet verdiği karışıklıklar da görülmektedir. Tüm karışıklıkların çözülmesi kavşak geometrisinin koordinasyonu ve trafik kontrol türü ile kanallama (yönlendirme) işlemlerine dayanmaktadır. Buna göre karışıklıkları, kullanıcı ve kavşağın işletim özellikleri olarak iki açıdan değerlendirmek gerekir. [4]

2.2.1 Kullanıcı Özellikleri:

Kullanıcı özellikleri olarak insan faktörü ve taşıtların fiziksel ve işletim özellikleri sayılabilir.

A İnsan Faktörü:

Kavşak yaklaşım kolundaki bir taşıtta bulunan sürücü görevi oldukça karmaşıktır ve bir çok faktörü içerir. Bu faktörler; rota belirleme, manevra yapma, trafik karmaşıklığının veya kontrolünün farkına varma ve reaksiyon göstermedir. Ayrıca sürücülerin bazı beklentileri sözkonusudur.

- a) Yanlış şeride girmemek için şeritleri ifade eden işaretlerin yeterli olması
- b) Yaklaşım kolunda görüş mesafesinin sağlanması
- c) Kavşağın ve trafik kontrolünün açıklığının sürdürülmesi
- d) Dönüş şeritleri, adalar gibi tasarım elemanlarının devamlılığının sağlanması
- e) Trafik kontrol şemalarında içeriğin devamlılığının sağlanması (işaret veya sinyalizasyona aykırı olmamalı)
- f) Şaşırtıcı düzenlemelerden kaçınılması
- g) Şerit bitişlerinde daralma bantları için yeterli mesafenin sağlanması
- h) Özel dönüş şeritlerinde dönüş için yeterli alan bırakılması

1)Trafik kontrolü ile orantılı yeterli görüş mesafesinin sağlanması
Kavşağın işletim kalitesini arttırmak için kavşak tasarımında sürücülerin beklentileri göz önüne alınmalıdır. [4]

B Taşıt Özellikleri:

Kavşak tasarımı için, fiziksel boyutlar ve taşıtların işletim özellikleri kavşağı etkilemektedir. Minimum ve istenen şerit genişlikleri, dönüş yol genişlikleri ve yedek şerit uzunlukları taşıt özelliklerinin fonksiyonudur. İşletim özellikleri (hızlanma, yavaşlama, minimum dönüş yarıçapı) tekil şeritler, yavaşlama, hızlanma şeritleri, dönüş yolları ve köşe adaların tasarımını etkilemektedir.

Çizelge 2.1 Kavşak Tasarımı İçin Taşıt Özellikleri [4]

Taşıt Özellikleri	Etkilenen Kavşak Tasarım Elemanı
Fiziksel Özellikler	
Uzunluk	Yardımcı şeritlerin uzunluğu
Genişlik	Şeritlerin genişliği, dönen yolların genişliği
Yükseklik	Başüstü sinyal ve işaretlerinin yerleşimi, üstyapı yüksekliği

C Çevre Faktörü:

Kavşak tasarımı için diğer bir faktör ise çevre faktörüdür. Başlıca çevresel faktörler, yol ve alan türü, çevredeki kullanım alanı ve kısmi (yerel) iklimdir.

Karayolu türü için ana arterlerde daima daha yüksek trafik hacmi görülmektedir. Sürücüler seçtikleri yönün sürekliliğini ve yüksek hizmet düzeyini arzu eder. Kavşağın etkinliği büyük oranda alan türüne ve çevredeki alanın kullanımına bağlıdır. Bölgesel iklim şartları da tasarım amacıyla değerlendirilmelidir. (Sürekli yağış alan bölgelerde tasarım farklılığı) [4]

Çizelge 2.2 Kavşakların İşletim Özellikleri [4]

İşletim Özellikleri	Dönüş Yarıçapı
Dönüş Manevrası	Dönüş yarıçapı, dönen şeritlerin genişliği
Hızlanma Yeteneği	Hızlanma şeridi ve şerit uzunlukları
Yavaşlama ve Fren Yeteneği	Yavaşlama şeritleri ve daralmanın uzunluğu, duruş, görüş mesafesi

2.3 Kavşak Tipleri:

Kavşaklar çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Temel olarak kesiştikleri düzlemlerin durumlarına göre iki grupta ele alınabilir.

a) Hemzemin (Eşdüzey) Kavşaklar

b) Farklı Seviyeli (Köprülü) Kavşaklar

2.3.1 HEMZEMİN (EŞDÜZEY) KAVŞAKLAR

Genel olarak trafik akımlarının aynı düzlemde kesişti kavşaklar eşdüzey veya hemzemin kavşaklar olarak isimlendirilir. Karayollarının çoğu eş düzey olarak kesişirler. Eşdüzey kavşak tipinin seçiminde birçok önemli faktör vardır. Bunlardan başlıcaları; Proje statik hacim, trafik karakteri ve proje hızıdır. Eşdüzey kavşaklar genel olarak kendi içerisinde üç kısımda incelenir. [2]

1. Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklar

a. İşaretsiz Kavşaklar

b. Öncelikli Kavşaklar

2. Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar

3. Yuvarlak ada Eşdüzey Kavşaklar [2]

2.3.1.1 DENETİMSİZ EŞDÜZEY KAVŞAKLAR

Sinyalizasyon ya da insan eliyle denetlenmeyen, taşıtların geçiş düzenlerinin pano işaretleriyle gösterildiği ya da hiçbir işaretleme yapılmamış olan eşdüzey kavşaklar denetimsiz eş düzey kavşak olarak adlandırılır. [2]

İşaretsiz Kavşaklar

Hiçbir işaretleme kullanılmayarak akım kolları arasında öncelik sıralaması yapılmamış olan kavşaklardır. İşaretsiz kavşaklardan mümkün olduğunca kaçınılması, bu tip kavşakların ilk fırsatta en azından işaretleme yapılarak öncelikli kavşak haline getirilmesi gerekmektedir. Hiçbir işaretin bulunmadığı durumlarda kavşağın ve kavşağa açılan yolların geometrisi kavşağa girmek üzere olan sürücüye öncelik konusunda belirli bir karar verme olanağı sağlar.

Sözü edilen geometrik özellikler eğer mümkünse öncelikle ana yol, tali yol ayrımının yapılmasını sağlar. Eğer yollar arasında böyle bir ayırım yapmak mümkün değilse, yani akım kolları geometrik olarak aynı özelliklere sahip ise önceliğin sağ yönden mi yoksa sol yönden gelen taşıtlara mı ait olduğu trafik yasası yönetmeliğinde belirtildiği gibidir.

İşaretleme yapılana kadar alınacak bazı önlemler bu sakıncaları biraz olsun azaltabilir. İlk olarak yapılması gereken, taşıtların kavşağa düşük bir hızla yaklaşmalarını ve girmelerini sağlayacak geometrik önlemlerin alınması olmalıdır. Önlemler arasında kavşağa yaklaştıkça yolun daraltılması, adalarla akımın yönlendirilmesi, bir orta ada yapılması, belirli aralıklarla kavisler yapılması, yol yüzeyinin pürüzlendirilmesi sayılabilir.

Öncelikli Kavşaklar

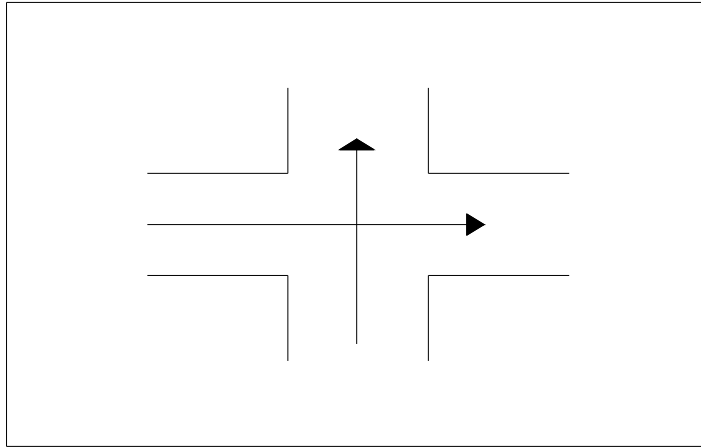
Sinyalizasyon yada insan eliyle denetim uygulanmayan denetimsiz kavşaklarda akımların olabildiğince düzenli ve güvenli akabilmesini sağlamak amacıyla, kavşağa giren akımlar arasında belirli bir öncelik, bir sıra düzenlenir. Bu

şekilde bir öncelik sırasına sahip olan kavşaklar öncelikli kavşaklar olarak adlandırılır. Bu kavşaklarda kural, kavşağa açılan yolların birinden gelen taşıtların diğer yönlerden gelen taşıtlara göre geçme önceliğine sahip olmasıdır.

2.3.1.2 Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklarda Trafik Akımları

1.Kesişme Durumu

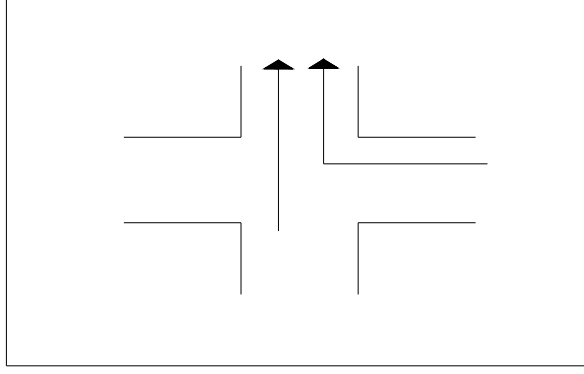
Kavşağa farklı iki yönden gelen araçlar, kavşağı farklı yönde terk ederler.



Şekil.2.1 Trafik Akımlarının Kesişme Durumu

2.Yaklaşma Durumu

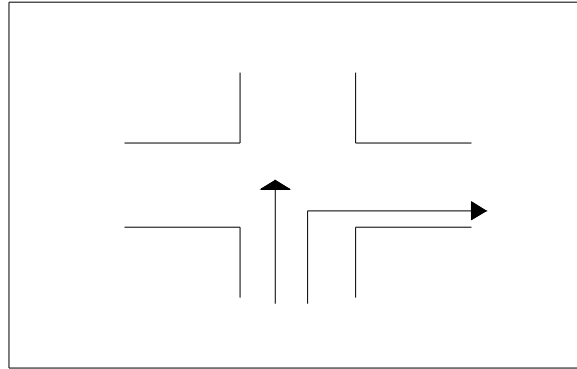
Kavşağa farklı iki yönden gelen araçlar, kavşağı aynı yönde terk ederler.



Şekil.2.2 Trafik Akımlarının Yaklaşma Durumu

3.Ayrılma Durumu

Kavşağa aynı yönden gelen araçlar, kavşağı farklı yönde terk ederler.



Şekil.2.3 Trafik Akımlarının Ayrılma Durumu

2.3.2 Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar

En gelişmiş ve en güvenilir kavşak denetim biçimi sinyalizasyondur. Sinyalize bir kavşakta çatışan akımlar sırayla durdurulur ve çok düşük dönüş hacimleri dışında akımların kesişmelerini önleyecek biçimde her bir akıma sırayla geçiş hakkı verilir. Genellikle kentsel alanlarda yani yüksek trafik hacmine sahip yollar üzerinde kullanılan sinyalizasyon, kavşak alanının ve zamanının en etkin, en verimli kullanımını sağladığı için en yüksek kapasitelere ulaşılabilen kavşak iletim biçimidir. Bunun yanı sıra, gerek yaya gerekse taşıt yönünden en güvenli düzenlemeyi sağlar. Sinyal lambalarının, kavşağa yaklaşan sürücünün belirli bir mesafeden görebileceği şekilde yerleştirilmiş olması arana koşuldur.

2.3.3 Yuvarlakada Kavşaklar

Yuvarlak ada kavşakların işleyiş ilkesi, bir merkezi ada çevresinde tek yönlü olarak dönen ve kavşağa açılan akımlardan genel trafiğin genellikle pano işaretleri ile denetlenerek bu yola katıldığı dönel bir akım sistemi olmasıdır. Eğer trafik hacimleri çok yüksek ise yapılan denetim yetersiz kalır. Bu durumda sinyalizasyon uygulamasına gidilir. [2]

2.3.4 Farklı Düzeyli (Köprülü) Kavşaklar

Alt geçit yada üst geçit yardımı ile kesişen trafik akımlarının farklı düzeylere aktarıldığı kavşaklardır. Ekspres yada otoyol inşaatlarında, trafik sıkışıklıklarının yoğun olduğu bölgelerde, trafik kazalarının yoğun olduğu ve topografyanın başka çözümlere olanak sağlamadığı durumlarda farklı düzeyli kavşaklar düzenlenmelidir.

Farklı Düzeyli Kavşakların Faydaları

- 1.Kapasitesi en yüksek kavşak şeklidir.
- 2.En üst düzeyde emniyetli geçiş sağlar.

3.Konforludur, rahat görüş sağlar ve buna baęlı olarak iřletme maliyeti dūřüktür.

4.Kavşak geometrisi ne olursa olsun her aıdaki keşişme için uygun çözümler bulunabilir.

5.İnşaatları kademeli olarak yapılabilir.

6.Yüksek kapasiteli yollarda kaçınılmaz özüm Şekilleri verir.

İstenmeyen Durumlar

1.Maliyetleri çok yüksektir.

2.Karmaşık çözümler ortaya çıkar.

3.Beş yada daha fazla kavşak ayağı için uygun çözümler elde edilemez.

4.Topografik özelliklere bağlı olarak düz arazilerde istenmeyen rampalar oluşur. [1]

2.4. Trafik Akımlarının Yönetilmesi

Trafik akımlarının yönetilmesinde temel amaç, kavşakta güvenlik, konfor ve kapasitenin sağlanabilmesidir. Kavşak tasarımında ve taşıtların yönlendirilmesinde bazı etkin trafik yönetim prensiplerine gerek duyulmaktadır. Bu amaçtan hareketle trafiğin yönetilmesi, trafik kuralları ve trafik teçhizatı ile mevcut karayolu sisteminin kamu yararına en iyi Şekilde kullanımının sağlanmasıdır. En iyi kullanım yolun kapasitesinin artırılarak sistemin daha çok taşıt tarafından daha az gecikme ile ve daha güvenli kullanılması amacını taşımaktadır. Bir diğer deyişle trafik akımlarının işletim kalitesinin optimizasyonu amaçlanmaktadır. Trafik akımlarının yönetimindeki en önemli unsur, ayrıntılı bir Şekilde sistemin ve dolayısıyla oluşan trafik envanterinin oluşturulmasıdır. Bu envanterlerin başında sayımlar, yönlendirme ve hız etüdüleri gelmektedir. Bu çalışmalara ek olarak, son üç yılın kaza istatistikleri değerlendirilmeli, eldeki bu veriler yardımıyla yeni önerilerin doğruluğu kanıtlanmaya çalışılmalıdır. Yapılacak çalışmalara dayanarak kazalar ve olumsuz sonuçları minimize edilmelidir. [1]

En yaygın ve etkin trafik yönetim önlemleri:

- a) Durma ve park etmenin düzenlenmesi
- b) Tek yön sistemlerin kurulması
- c) Dönüş hareketlerinin yasaklanması
- d) Sinyalizasyon
- e) Trafik işaret ve levhalarının kullanımı

olarak sıralanabilir. [3]

2.4.1 Durma ve Park Etmenin Düzenlenmesi

Taşıtların belirli süreleri için ve çeşitli amaçlarla statik hale gelmeleri, durma ve park etme olarak ifade edilmektedir. [1]

Tanım olarak durma, trafik akımının gerekli kıldığı haller dışında, taşıtın yolcu indirme, bindirme ve yükleme boşaltma amaçları ile geçici olarak duraksamasıdır. Park etme ise, ayrılmış park yerlerinde daha uzun sürelerde yukarıda belirtilen amaçlar dışında taşıtın statik hale geçmesidir. Durma ve park etme eylemleri, kaldırım kenarında ve yol kaplaması üzerinde gerçekleşirse, taşıtın yolda kapladığı alan oranında kapasite, kavşaktaki operasyonlar ve bunlara bağlı olarak işletme ve seyahat süreleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca hareket halindeki sürücülerin, park etmiş araçlardan uzak durma istekleri, bu olumsuzlukları daha da arttırmaktadır.

Durma ve park etme düzenlemelerinin;

1. Kavşak ayağında, kavşağa yakın olmamasına
2. İşaret levhası gibi tesislerin görünümü engellememesine
3. Tesis çıkışına yakın olmamasına
4. Alışveriş merkezlerinin ulaşım yollarını daraltıp, bu merkezlerin erişilebilirliğini engellememesine çalışılmalıdır.

5. Ayrıca kavşak sahası içinde durma eylemi 30 dakikayı geçmeyecek şekilde sınırlandırılmalıdır.

Park etme eyleminin ise ;

- 1.Açık otoparklarda,
- 2.Kaldırım kenarlarında belirlenen yerlerde ve etüdler sonucunda bulunan süre içerisinde,
- 3.Kapalı otoparklarda olmak üzere üç ana grupta gerçekleştirilmesine çalışılmalıdır. [1]

2.4.2 Tek Yön Sistemlerinin Kurulması

Trafik akımlarının yönetilmesi amacıyla alınabilecek önlemlerden birisi de tek yön sistemlerinin kurulmasıdır. Tek yön sistemlerinin kurulması ile elde edilebilecek yararlar şunlardır:

- a)Taşıtların kavşaklarda birbirleriyle ve yayalarla olan karşılaşma noktaları azalmaktadır.
- b)Duran yada park eden araçların, hareket halindeki taşıtlar için oluşturacağı engel etkisi azalmaktadır.
- c)Karşıdan gelen taşıtların etkisi ortadan kalktığından, daha yüksek işletme hızlarına erişilebilmektedir.
- d)Yayalar tek yönü gözlemek zorunda olduklarından, karşıdan karşıya geçişler daha güvenli koşullarda gerçekleşebilmektedir.
- e)Park yerlerine giren yada çıkan taşıtlar, hareket halindeki taşıtları daha az etkilemektedir.
- f)İyi planlanmış bir tek yön sisteminde, seyahat süresi azalır.

Tek yönlü sistemlere yöneldikçe kavşakta taşıtların karşılaşma noktaları azalmaktadır. Karşılaşma noktalarının azalması kapasiteyi arttırmakta ve gecikmeleri azaltmaktadır. Aynı zamanda kavşak operasyonları daha güvenli hale gelmektedir. Bununla birlikte tek yön sistemlerin bazı sakıncaları mevcuttur.

Bunlar:

- 1.Lokal seyahatlerin uzaklık değerlerinin artması
- 2.Toplu taşıma araçları için seyahat sürelerinin uzaması
- 3.Kentiçi toplu taşıma araçları açısından yolcuların yöreye göre yürüme mesafelerinin artması
- 4.Daha çok yol ağına gerek duyulmasıdır. [1]

2.4.3 Dönüş Hareketlerinin Yasaklanması

Trafiğin yolun sağından aktığı ülkelerde, sola dönüş hareketleri, kavşak kapasitesini önemli oranda etkilemektedir. Bu sorun, sinyalize kavşaklarda sola dönüşler için ayrı bir faz ayrılması ile çözülebilmektedir. [3]

Kontrolsüz kavşaklarda sola dönüş hareketleri, yolu kullanım sıra ve şeklinin karmaşıklığı nedeniyle, trafik güvenliğini azaltmakta, kapasiteyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Önemli bir kavşak, maksimum kapasitesine ulaştığında sola dönüşlerin birkaçını veya hepsini yasaklamak gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu yasaklama sonucunda, sola dönüş yapacak araçların tek bir dönüş hareketi yerine, birden fazla dönüşle hareketlerinin tamamlamaları yoluna gidilmektedir.

Aşağıda bu uygulamanın en yaygın şekilleri açıklanmıştır. [5]

a)Sola dönüş yerine Q dönüş:

Q Dönüşlerinde taşıtlar, 3 kez sağa dönerek amaçladıkları sol dönüş hareketini gerçekleştirirler. Bu dönüşün sakıncası, sola dönecek taşıtların kavşağı iki kez kat ederek trafik hacmini arttırmalarıdır.

b)Sola dönüş yerine T dönüş,

T Dönüşlerinde taşıtlar, önemli bir kavşakta yapacakları tek dönüş yerine iki tali kavşakta sola dönüş yaparak sola dönüş hareketlerini gerçekleştirirler.

c)Sola dönüş yerine G dönüş:

G Dönüşlerde taşıtlar, T Dönüşlerde olduğu gibi önemli bir kavşakta yapacakları sola dönüş hareketini, bir sağa ve bir sola dönüş hareketiyle gerçekleştirirler.Sola dönüşlerin yasaklanması planlanırken, yol ağı bir bütün olarak düşünülmeli, tali kavşaklarda kapasitenin düşüp düşmediği incelenmelidir. [1]

2.4.4 Trafik İşaret Levhalarının Kullanılması

Trafik işaret levhaları veya pano işaretleri, şoför ve yayaların güvenle seyahatine yardım etmek amacıyla hazırlanmış kelime veya sembol içeren levhalardır. Pano işaretler hareket yönünde, yol eksenine dik olarak yolun sağına konulmaktadır. Bu işaretlerin yüksekliği şehir dışı yollarda 1.5 m şehir içinde 2 m olabilir. [3]

2.4.5 Sinyalizasyon

Sinyaller veya diğer bir deyişle ışıklı işaretler, yollar üzerinde ve özellikle kavşaklarda düzenli ve güvenli bir akım sağlamak için kullanılan trafik kontrol gereçleridir.[6]

Herhangi bir yerde sinyalizasyon tesisi kurulması, aşağıdaki maddelerden en az bir tanesinin gerçekleştirilmesini amaçlar.

a)Kesişen akımlardan veya geometrik özelliklerden dolayı oluşan gecikme, sıkışıklık ve tıkanıklıkları önlemek,

b)Araçların diğer araçlarla veya yaya akımları ile kesiştikleri noktalarda güvenli bir geçiş sağlamak ve kaza olasılıklarını azaltmak,

c)Araç ve yaya yoğunluklarını dikkate alarak, akım yönlerine geçiş hakkı ve önceliği verirken uyumlu bir zaman dağıtımını yapmak,

d)Trafikin yoğun olduğu bir yoldaki taşıtları zaman zaman durarak tali yollardaki taşıt ve yayalara da geğiş imkanı sağlamak. [5]

3. KAVŞAKLARDA SİNYALİZASYON VE SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ

3.1 Terim ve Tanımlar

Trafik Şeridi: Karayolunun tek bir sıra taşıta hizmet etmesi öngörülen bölümü,

Trafik Hacmi: Bir yoldan, birim zaman içerisinde geçen taşıtların sayısı,

Sinyalizasyon: Trafiğin ışıklı işaretler ve bunlara kumanda eden cihazlar kullanılarak düzenlenmesi,

Taşıt Kompozisyonu:Belli bir noktadan geçmekte olan, değişik taşıt cinslerinin (otomobil, minibüs, otobüs, kamyon v.s) toplam trafik hacmi içindeki oranı,

Uzaklık: Birbirini izleyen iki taşıtın burunları arasındaki mesafe,

Aralık: Birbirini izleyen iki taşıtın burunlarının bir noktayı geçerken aralarında kalan zaman farkı,

Boşluk: Bir taşıtın en geri noktası ile, onu izleyen diğer bir taşıtın burnu arasındaki zaman veya mesafe birimi cinsinden fark,

Gecikme:Bir taşıtın , bir kavşak veya kontrol edilen bir kesimde, diğer taşıtlar, geometrik özellikler ve kontrol sistemleri nedeniyle kaybettiği zaman,

Kapasite: Herhangi bir yol, kavşak veya trafik şeridinin birim zaman içinde geçirebileceği maksimum taşıt sayısı, [6]

Seyir Hızı: “Aracın hareket halinde geçen süre içinde belirli bir mesafe üzerinde yaptığı ortalama hızdır. Bu hıza işletme hızı da denilir.

Trafik Yoğunluğu: “Herhangi bir anda yolun birim uzunluğu (1 km) üzerindeki araç sayısı. Buna göre trafik yoğunluğu araç/km olarak verilir” (Yayla, 1993),

Yeşil ışık :Yayalara ve taşıtlara geçebileceklerini gösteren sinyal, [6]

Kırmızı ışık: Yayalara ve taşıtlara durmaları gerektiğini gösteren sinyal,

Sarı ışık: Taşıtlara durmaya hazırlanmalarını gösteren, kırmızı ışıklı sinyal ile birlikte ışıklandığında ise harekete geçmeye hazırlanmalarını öneren sinyal,

Yeşil Dalga: Araçların birbirini takip eden sinyalizasyon kavşaklarda kendilerine tavsiye edilen hızda hareket etmeleri halinde, her kavşakta yeşil ışıklı sinyal bulup yollarına devam etmeleri halidir.

İzole Sistem: Diğer sistemlerle herhangi bir bağıntısı bulunmayan ve tek başına çalışan sinyalizasyon sistemi,

Koordine Sistem: Aynı yol üzerindeki en az iki kavşağın birbirine bağlı olarak çalışmasını sağlayan sinyalizasyon sistemi,

Senkronize Sistem: Koordine kavşakların hepsinde aynı anda aynı ışıklı sinyalleri veren sistem,

Alternatif Sistem: Bitişik kavşaklarda sıra ile birbirine zıt ışık sinyalleri veren sistem,

Progresif Sistem: Bir kavşakta geçiş hakkı olan bir taşıtın diğer koordine kavşaklarda da beklemeksizin geçişini sağlayan ve ışıklı sinyalleri buna göre düzenleyen sistem,

Anahtar Kavşak: Koordine sinyalizasyon sistemlerinde bütün kavşaklardaki ışıklı sinyalleri kontrol eden kavşak,

Ofset: Koordine edilmiş iki sinyalize tesiste aynı yönde gitmekte olan trafik akımına verilecek olan yeşil ışıklı sinyallerin başlangıç anları arasındaki süre,

Sabit zamanlı sinyal düzeni: Trafiğe önceden hazırlanmış zaman programlarına uyularak sıra ile geçiş hakkı verilmesi.,

Trafik uyarmalı sinyal düzeni: Geçiş hakkı sıra ve sürelerinin trafik taleplerine uyarak ayarlanması,

Yarı- Trafik Uyarmalı Sinyal Düzeni: Kavşaklardaki trafik uyarmalarının yaklaşım yönlerinin bazılarında alınarak geçiş hakkı sıra ve sürelerinin buna göre ayarlanması,

Tam-Trafik Uyarmalı Sinyal Düzeni: Kavşaktaki trafik uyarmalarının bütün yaklaşım yönlerinden alınarak geçiş hakkı sıra ve sürelerinin gerçek trafik taleplerine göre ayarlanması,

Yaya Uyarmalı Sinyal Düzeni: Sinyalize edilmiş alandaki ışıklı sinyallerin hepsinin veya bazılarının yayaların uyarısına göre ayarlanması,

El İle Kumandalı Sinyal Düzeni: Işıklı sinyallerin bir kişi tarafından kullanılarak geçiş hakkı sıra ve sürelerinin bu kişinin takdirine bağlı olarak sıralanması,

Faz: Bir veya daha çok aralığı kapsayan ve sinyal devresinin belirli bir trafik akımını veya akımlarını aynı anda öngören bölümü,

Sinyal Devresi: Birbirini izleyen ışıklı sinyallerin bir devri,

Devre süresi (Period) : Işıklı sinyallerin bir devreyi tamamlamaları sırasında geçen toplam zaman,

Yeşil Süre: Bir yönde hareket eden taşıtlara geçiş hakkı verilen zaman,

Sarı Süre: Sinyalize edilen alana yaklaşan taşıtlara geçiş hakkının sona ermiş olduğunu belirten sarı ışıklı sinyalin süresi,

Hep - Kırmızı Süre: Bir sinyalizasyon tesisinde birbiri ile kesişen bütün taşıt ve yaya cephelerinde aynı anda kırmızı ışıklı sinyalin yer aldığı süre,

Yeşiller arası Süre : Bir sinyalizasyon tesisinde, diğer akımlardan en az biri ile kesişmesi olan akımları yöneten taşıt ışıklı cephelerinin yeşil ünitelerinden hiç birinin ışıklanmadığı aralıkları kapsayan süre,

Kayıp Zaman (Yeşiller arası sürelerin toplamı) : Bir Devre Süresi boyunca devre süresini etkileyen taşıt akımlarını yöneten taşıt cephelerinden hiç birinde yeşil ışık yanmadığı sürelerin toplamı,

Etkili Akım: Birbirini izleyen her fazdaki değişik trafik akımlarından otomobil birimi eşdeğeri olarak en yüksek yüklerin bulunduğu akım yönleri,

Doğgun Akım (Doyma Akımı): Sinyalize bir kavşakta sürekli bir kuyruk bulunması halinde ve kesintisiz geçiş hakkı koşulları altında sabit bir hızla boşalan akım,

Doğgun Akım Hacmi: Doğgun akım koşulları altında bir saatlik yeşil ışık süresi içinde geçebilecek toplam otomobil birim sayısı,

Doyma Derecesi: Bir yaklaşım yönündeki gerçek akım değerinin kapasite değerine olan oranı, [6]

Yeşil Dalga: Taşıtların her kavşakta yeşil ışıklı sinyal bulabilmeleri için zaman-uzaklık diyagramı üzerinde sınırları içinde bulunmaları gereken alan,

3.2 Sinyalizasyonun Kullanım Amacı

Sinyalizasyon sistemlerinin amacı, kontrolsüz kavşaklarda kontrolü sağlamak, kaza ihtimalini azaltmak ve uygun kapasite elde etmek şartı ile trafik akımlarının birbirini kesmeden ya da birbirini takiben geçmelerini sağlayarak gecikmeleri azaltmaktır. [1]

Diğer bir deyişle; kavşaklarda konfor, kapasite ve güvenin sağlanması amacıyla sinyalizasyon sistemleri kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, gelişigüzel ve gereklilik kriterlerine uyulmadan kurulan bir sinyalizasyon tesisi hem gecikmelerin uzamasına hem de kaza ihtimalinin artmasına neden olabilir. Bu nedendir ki her kavşağa sinyalizasyon sistemi yapmak hem ekonomik açıdan hem de güven ve konfor açısından zararlı olabilir. Fakat bazı durumlarda sinyalizasyon sisteminin yapılmaması bir takım problemlerin doğmasına neden olabilir.

Kavşaklarda, sinyalizasyon sistemi kurulmasının faydalı olabileceği durumlar:

a) Tali yollardan anayola katılmak isteyen araçların gerekli aralıkları bulamaması

b) Kavşaklardaki işaretlemelere rağmen, ulaşım güvenliğinin sağlanamaması, sürekli veya birbirine benzer karakteristikteki kazaların oluşması,

c) Kavşaklardaki düzensiz hareketlerin beklemelere, tıkanıklıklara ve gecikmelere yol açması dolayısıyla kavşağın ekonomik kullanımının azalması, enerji ve zaman kaybına neden olması,

d) Yayıların, emniyetli hareket olanağı bulamaması,

e) Kavşağın fiziki ve geometrik yapısı bir ışıklı işaretlemeyi gerektirmesi, olarak sıralanabilir [1]

Bir kavşakta, yukarıda belirtilen durumlardan bir veya bir kaçının gözlenmesi durumunda bu kavşağın sinyalize edilmesi gerekliliği doğmaktadır. Sinyalize edilecek kavşakların aynı güzergah üzerinde bulunması durumunda ise akımın her kavşakta ayrı ayrı kesintiye uğraması ve gecikmelerin önlenmesi amacıyla bu kavşakların koordine edilmesi gerekmektedir.

Kavşaklarda sinyalizasyon sistemi kurulmasının sakıncalı olabileceği durumlar ise:

a) Trafiğin seyrek olduğu saatlerde gereksiz bekleme süresinin oluşması,

- b)Belirli kaza tiplerinde artmalar olması (örneğin arkada çarpmalar),
- c)Sinyalizasyon hatalarında sürücülerin sinyale olan uyumsuzluklarının artması,
- d)Işık süreleri doğru olarak ayarlanmamışsa meydana gelen gecikmelerden dolayı sürücülerde sabırsızlanma sonuçta da ihlallerin artması.
- şeklinde sıralanabilir [1]

3.3 Sinyalizasyon Projelerinin Temel İlkeleri

3.3.1 Sinyal Devresi

Sinyalize bir tesiste birbirini izleyen değişik ışıklı sinyallerin bir devrine ‘sinyal devresi’ adı verilir. Işıklı sinyallerin bir devreyi tamamlaması sırasında geçen toplam zaman da ‘Devre Süresi’ yada ‘Period’ olarak adlandırılır.

Bir devre süresi iki bileşkenden oluşur.

- 1.Taşıt akımları için ayrılan yeşil sürelerin toplamı
- 2.Yeşiller arasındaki sürelerin toplamı (kayıp zaman)

Bir sinyal tesisinin performansı büyük ölçüde devre süresinin uyumlu seçilip seçilmemesine bağlıdır. Pratikte uygulanabilecek minimum yeşil sürelerin altına düşmediği sürece, taşıt ve yayalara verilecek yeşil süreler devre süresinin uzunluğuna bağlıdır. Yeşiller arasında kalan süreler ise kabul edilen kriterlere göre saptanır. Yeşiller arasında kalan sürelerin fazla olması bir devre içinde kayıp zamanı arttırarak devre süresinin uzamasına yol açar. [6]

3.3.1.1 Minimum Süreler

Pratikte 30 saniyeden daha kısa bir devre süresinin yeterli olacağı bir kavşak için sinyalizasyon tesisi gerektirmeyen bir kavşak denilebilir. Bununla birlikte,

özellikle kaza kriterleri sebebi ile, 25 saniye kadar kısa devre süresi olan sinyalizasyon tesisleri kurulabilir.

Yayalara geçiş hakkı verecek olan yeşil süre 6 saniyeden daha kısa olmamalıdır. 8 saniyeden daha kısa olan taşıt yeşil süreleri ise pratikte uygulanamaz. Yapılan hesaplar sonucunda herhangi bir yeşil süre bu değerlerden küçük çıkarsa, minimum süre uygulanabilecek şekilde devre süresi uzatılmalıdır.

3.3.1.2 Maksimum Süreler

Sinyalizasyon sistemlerinde 120 saniyeden daha uzun devre uzunlukları uzun kuyrukların oluşmasına yol açar. Zorunlu koşullar altında 135-140 saniyelik devre süreleri maksimum olarak kabul edilebilir. Bununla birlikte, yüksek trafik yoğunluklarının olduğu zirve saatlerde, eğer bir yöndeki trafik akımı yoğunluğu diğerlerinin toplamının iki katından fazla ise, 30 dakika gibi çok kısa süreler için devre süresi 180 saniyeye kadar uzatılabilir.

Devre süresine bağlı yeşil süreler için herhangi bir üst limit yoktur.

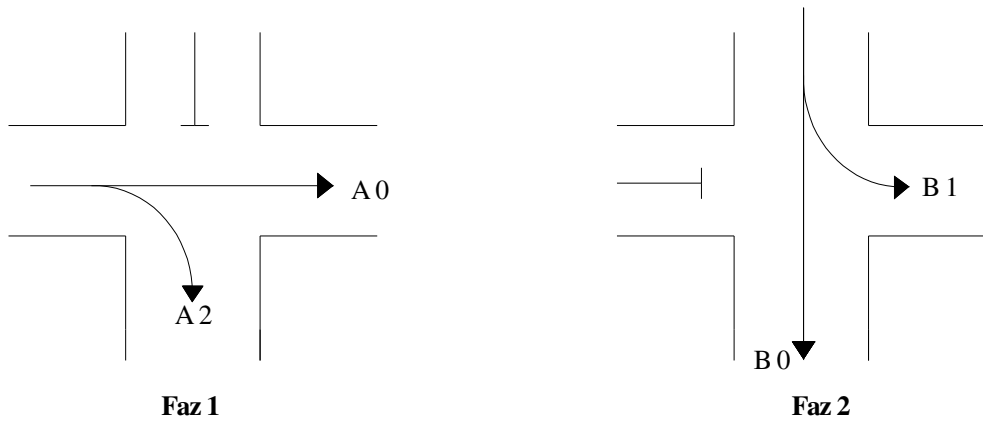
3.3.2 Faz Düzenleri

Bir sinyal devresi içinde belirli bir trafik akımını veya birden fazla akımı aynı anda öngören kumanda şekline 'Faz' adı verilir. Sinyalizasyon projelerinde seçilecek faz sistemi kavşağa girişi olan yol sayısına ve kesişen trafik yoğunluğuna bağlıdır.

Sinyalize bir tesiste en az iki en fazla dört fazlı sistemler uygulanır. Faz sayısının çok olması, her faz arasındaki yeşillerarası süreyi arttıracak için toplam kayıp zaman ve buna bağlı olarak devre süresi uzayacaktır. Bu nedenle proje hazırlanırken faz sayısının mümkün olduğu kadar azaltılmasına çalışılmalıdır.

3.3.2.1 Tek Yönlü Yolların Kesiştiği Kavşaklar

Tek yönlü yolların birleştiği üçlü kavşaklarda kavşağa doğru iki taşıt akımı olup, ana yola katılan trafik sola dönüş yapıyorsa sola dönüşün yoğun olması halinde sinyalizasyon gerekebilir. Bir kavşaktaki yönlerin tümü tek yönlü ise, sinyalizasyon tesisi kurulması için en az bir kesişme noktası öngörülür. Dört ve beş kollu kavşaklarda iki fazlı düzen yeterlidir.



Şekil 3.1 Tek Yönlü Kavşaklarda Fazlar

3.4 Sinyalizasyon Sistemleri

- İzole sinyalizasyon sistemleri,
- Koordine sinyalizasyon sistemleridir.

3.4.1 İzole Sinyalizasyon Sistemleri

İzole bir sinyalizasyon sistemi, yakınındaki diğer kavşaklarda kurulmuş bulunan başka sinyalizasyon sistemleri ile herhangi bir bağıntısı olmayan ve diğer

sinyalize tesislerin etkilenmediği sistemdir. İzole sinyalizasyon sistemi dört değişik biçimde gerçekleştirilebilir. [6]

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

3.4.1.1 Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi

Bu sistemde sinyalize tesise değişik yönlerden yaklaşan taşıt ve yaya trafiğine önceden hazırlanmış zaman programlarına uygun olarak sıra ile geçiş hakkı verilir. Sabit zamanlı sinyalizasyon sisteminde, değişik yönlerden kavşağa yaklaşan trafiğe verilecek geçiş hakkı süreleri (yeşil süreler) ve bu sürelerin birbirlerine olan oranı, ortalama trafik yükü değerlerine göre saptanır. Dolayısıyla, bu sistemin başarılı olabilmesi için mümkün mertebe çok sayıda ve dikkatli trafik sayımlarının yapılması gerekir.

Hemen hemen her kavşaktaki trafik akımları günün değişik saatlerinde farklı özellikler gösterirler. Sabit zamanlı bir sinyalizasyon sistemi de, bu farklı özelliklere uygun biçimde belirli saatlerde otomatik olarak değişen ayrı ayrı birkaç program uygulanarak, trafik akımlarının en uyumlu şekilde düzenlenmesini sağlar.

Genellikle hafta sonlarındaki trafik akımlarının özellikleri ile normal iş günlerindeki trafik akımlarının özellikleri farklıdır. Bu değişiklikler göz önüne alınarak sabit zamanlı bir sinyalizasyon sisteminin tatil günlerinde ayrı programlar uygulaması sağlanabilir, hafta sonları için düzenlenmiş özel programlar devreye otomatik olarak girebilir. Ancak, bu gibi ekler sistemi yöneten trafik kontrol cihazının maliyetini büyük ölçüde artırır.

Sabit zamanlı sinyalizasyon sisteminin en büyük sakıncası, trafik akımlarının projede kullanılan ortalama değerlere uymayarak kavşaklarda gereksiz beklemele-

yol açmasıdır. Bu sakıncanın etkisini mümkün mertebe azaltmak için, sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi kurulmuş bir kavşağın sürekli kontrol altında tutulması, mevsimlere göre ve zamanla değişen trafik koşullarına uygun olarak zaman programlarının düzeltilmesi gereklidir. [6]

3.4.1.2 Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi

Bu sistemlerde taşıtların geçiş hakkı sıra ve süreleri uyarıcılar (dedektörler) tarafından saptanan trafik talep ve yoğunluklarına göre düzenlenir.

3.4.1.2.1 Yarı-Trafik Uyarmalı Sistem

Bu tip sinyalizasyon sisteminde 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. Tam-trafik uyarmalı sistemler, trafik yoğunluklarının hemen hemen gerçek değerlerine göre geçiş hakkı sağladıklarından, toplam gecikmeleri minimuma indiren en ideal sistemlerdir. Bununla birlikte, böyle bir sistemi yönetecek trafik kontrol cihazının maliyeti diğerlerine oranla çok yüksektir. [6]

3.4.1.2.2 Tam-Trafik Uyarmalı Sistem

Tam trafik uyarmalı sinyalizasyon sistemlerinde kavşaktaki tüm yollardan sürekli olarak uyarı alınır ve geçiş hakkı, devre ve faz süreleri bütün yollardan gelen trafik yoğunluklarına göre değiştirilerek otomatik olarak düzenlenir. Tam-trafik uyarmalı sistemler, trafik yoğunluklarının hemen hemen gerçek değerlerine göre geçiş hakkı sağladıklarından, toplam gecikmeleri minimuma indiren en uygun sistemlerdir. [7]

Trafik uyarımalı sistemlerden en yaygın olarak kullanılan sistem süre uzatmalı sistemlerdir. Bu sistemlerde kavşağın faz düzenine göre her yaklaşım kolu için minimum yeşil süre hesaplanmakta; daha sonra mevcut faz durumuna göre yaklaşım kollarındaki algılayıcılardan alınan verilere göre yeşil süre uzatılmaktadır. Önceden belirlenen maksimum yeşil süreye ulaşıldığında veya taşıt geliş aralıklarında seyrelmeler gözlemlendiğinde faz sona ermekte ve algılayıcılardan alınan verilere dayanarak bir sonraki faza geçilmektedir. [7]

3.4.1.3 Yaya Uyarımalı Sinyalizasyon Sistemleri

Yaya uyarımalı sinyalizasyon sistemleri, genellikle kavşaklarda, bazı bağlantı yollarının giriş çıkışlarında ve kavşak olmayan yaya geçitlerinde kurulmaktadır. Kavşaklardan uzak olan ve yaya akımının düşük olduğu bölgelerdeki yaya geçitlerinde sürekli olarak ya da günün belirli saatlerinde, yayalara güvenli geçiş hakkı sağlamak üzere yaya uyarımalı sinyalizasyon sistemi uygulanabilir. Bu sistemlerde taşıtlara verilen geçiş hakkı yayaların GEÇ butonuna basarak yaptıkları uyarı ile kesilir. [6]

Yaya uyarımalı sistemler kavşaklarda da kullanılabilir. Bu uyarılar, tam ve yarı-trafik uyarımalı olarak düzenlenmiş bir sistemin kapsamına alınabileceği gibi, sabit zamanlı olarak çalışan kavşaklarda da yararlı olabilir. Özellikle bazı sabit zamanlı kavşaklarda, zaman kaybını önlemek ve gecikmeleri azaltmak için yayalardan herhangi bir talep gelmediği sürece, bazı yaya cepheleri sürekli olarak kırmızı ışıklı sinyal vermektedir. Bu geçitleri kullanmak isteyen yayalar, geçiş hakkı sağlamak için butona basmak ve beklemek zorundadırlar.

3.4.1.4 El ile Kumandalı Sinyalizasyon Sistemleri

El ile kumandalı sinyalizasyon sistemleri, herhangi bir kavşaktaki bütün ışıklı cephe grupları bir kumanda çizelgesine bağlanarak ışıklı sinyallerin dışarıdan yönetilmesini sağlar. Bu sistem, özellikle sabit zamanlı olarak tesis edilmiş bulunan

fakat bazı zamanlardaki trafik akımlarının ortalama değerden büyük sapmalar ve dalgalanmalar gösterdiği kavşaklarda kullanılır. Bu sistem taşıt ve yaya uyarmalı sistemlere benzemekte, fakat talepler dışarıdan gözlem ile belirlenmektedir. [6]

3.4.2 Koordine Sinyalizasyon Sistemleri

Ana yolların birbirine çok yakın sinyalize kavşaklarında, trafik akımının her kavşakta ayrı ayrı kesintiye uğramasının ve gecikmelerinin önlenmesi amacıyla bu kavşakların kendi aralarında koordine edilmeleri gerekmektedir. Koordine sistemler genellikle anayol üzerindeki kavşaklardan, tali yol trafiğini de zorlamaksızın, birim zaman içinde mümkün olan en yüksek sayıda aracın durmadan geçirilmesi amacıyla düzenlenmektedir. Ayrıca birbirine çok yakın olan sinyalize kavşaklarda biriken araç 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. Bu sistemler ayrıca ardışık sinyalize kavşakları bulunan bir yol şebekesinin bütün akımları için bilgisayar kontrollü olarak düzenlenebilir. [6]

Bu sayede;

- a)Ulaşım güvenliğinin artması,
- b)Kapasite kullanımı,
- c)Bekleme zamanlarının azalması
- d)Ekonomiklik,
- e)Ulaşım akımlarının iyileşmesi, bunun sonucu olarak da seyahat süresinin azalması ve konforun artması, yakıt tasarrufları,
- f)Durma ve beklemeleden dolayı meydana gelen karbondioksit fazlalığı, durma ve kalkmalardan meydana gelen gürültünün azalması sayesinde çevre şartlarının iyileşmesi sağlanmış olur. [8]

İki kavşak sinyalize edilirken aralarında bir koordinasyon kurulabilmesi için, kavşakların birinde kırmızı ışıklı sinyalde bekledikten sonra geçiş hakkı elde ederek

diğer kavşağa doğru yaklaşan araçların dalga hareketlerinin bozulmaması, diğer bir deyişle iki kavşak arasındaki trafik akımının gelişigüzel dağılmış değil gruplar halinde olmaları durumunun sağlanmasıdır.

Sinyalize edilen iki kavşak arasındaki uzaklık 750 mt'den az ise, dalga hareketleri bozulmayacağından, bu kavşaklar arasında bir koordinasyon kurulması gerekebilir. Koordine sistemler daha uzak kavşaklar arasında da kurulabilmekle birlikte, bunun başarısı dalga hareketinin bozulmamasını sağlamak için araç hızlarının istenilen mertebede tutulabilmesi olanağına bağlıdır. [6]

Koordinasyonun faydalarını azaltan durumların başlıcaları;

- a) Yetersiz yol kapasitesi,
 - b) Çok fazlı sistemleri gerektiren kavşakların bulunması,
 - c) Yol kenarlarında park etme, yükleme boşaltma, çift park, çok giriş çıkış,
 - d) Mevcut otobüs-minibüs durakları, sağ şeritteki araçların yavaş hareket etmeleri gibi nedenlerden oluşan engellemeler,
 - e) Trafik hızlarındaki çok fazla değişiklik,
 - f) Kavşak kollarındaki trafiğin çok düzensiz olması,
 - g) Sinyalli kavşaklar arasındaki çok kısa mesafeler
- şeklinde sıralanabilir. [9]

Koordine sinyalizasyon sistemi değişik şekillerde uygulanabilir:

- a) Senkronize (Eş Zamanlı) Sistem,
- b) Progresif (Kesintisiz) Sistem,
- c) Alternatif Sistem
- d) Bölge Trafik Kontrol Sistemi [6]

Bu sistemler ayrıntılı olarak incelenecek olursa;

3.4.2.1 Senkronize (Eş Zamanlı) Sistem

Senkronize sistem, bir yol üzerinde bulunan kavşaklardaki ışıklı işaretlerde anayol üzerindeki araç cephelerine aynı anda aynı işareti veren sistemdir.

Senkronize sistemde amaç, araç sürücülerinin kırmızı ışıkta beklememesi için hızlı gitmelerini sağlamaktır. Ancak, anayol üzerindeki araç trafiği hacmi, yol kapasitesine yakın derecede yüksekse, tali yollara geçiş hakkı verilirken her kavşakta biriktirilecek ana trafik akımı yükünün hemen hemen aynı olmasını sağlamak bakımından senkronize sistem yararlı olabilmektedir. [6]

3.4.2.2 Progresif (Kesintisiz) Sistem

Bu sistemlerde, anayol üzerindeki bütün kavşaklarda ışıklı sinyallerin devre süreleri aynı olmakla birlikte, gerekli yeşil süreler araçlar için ortalama bir işletme hızı kabul edilerek, bu hıza uygun olarak seyreden bir aracın bütün kavşaklardan kırmızı ışıkta beklemeden geçebilmesini sağlamak amacıyla ayarlanabilmektedir.

Progresif (kesintisiz) sistemler;

1. Basit Progresif (Kesintisiz) Sistem,
2. Fleksibl Progresif (Kesintisiz) Sistem

olarak ikiye ayrılır

3.4.2.2.1 Basit Progresif (Kesintisiz) Sistem

Araç gruplarına belli bir yol boyunca, öngörülen bir hızla ve bir zaman programına göre sürekli bir hareket sağlamak amacı ile yoldaki ışıklı işaret cephelerinin birbiri ardınca GEÇ işareti vermesine olanak veren bir sinyalizasyon sistemi olarak tanımlanabilir. Hız, sistemin değişik kesimlerinde farklı olabilir.

3.4.2.2.2 Esnek Progresif (Kesintisiz) Sistem

Devre ve ışık süreleri her kavşakta günün belirli saatlerindeki trafiğe göre ayarlanabildiği sinyalizasyon sistemi olarak ifade edilebilir.

Özellikle progresif (kesintisiz) sistemlerde belirli hız limitleri dışına çıkmadan seyreden araçların birbiri ardınca her kavşakta durmadan geçiş hakkı elde edebilmeleri için zaman-mesafe diyagramı üzerinde içinde bulunmaları gereken alana yeşil dalga adı verilmektedir. Diğer bir deyişle, zaman-mesafe diyagramında yeşil dalga içinde seyreden bir araç her kavşakta kesinlikle yeşil ışıklı sinyal bulabilecektir.

3.4.2.3 Alternatif Sistem

Bu sistemde bir anayol boyunca birbirini izleyen kavşaklarda arka arkaya zıt ışıklı sinyaller verilir. Alternatif sistemin amacı, taşıtların iki kavşak arasındaki uzaklığı ışık sinyallerinin bir devresinin yarısı kadar zamanda almalarını sağlamak, böylelikle taşıtların anayol boyunca belirli bir hızda seyretmelerini gerçekleştirmektir.

Basit Alternatif sistemin başarıyla uygulanabilmesi için kavşak aralıklarının belirli uzaklıklar arasında olması, ve birbirini izleyen kavşaklar arasındaki uzaklıkların çok farklı olmaması gerekmektedir. Kavşaklar arasındaki uzaklıkların alt ve üst limitleri sinyal devresindeki yeşil ve kırmızı süreler ile taşıtlar için öngörülen ortalama seyir hızına bağlıdır. Kavşak aralıklarının gerekli uzaklık limitleri arasında olmaması halinde, münferit senkronize sistemlerin alternatif düzenlenmesi de sözkonusu olabilir. [6]

3.4.2.4 Bölge Trafik Kontrol Sistemi

Daha önce ifade edilmeye çalışılan sistemler, aynı doğrultu üzerinde yer alan kavşaklar arasındaki gecikmeleri azaltmak veya en uygun işletmeyi gerçekleştirmek amacı ile bir yeşil dalga tesis etmek amacıyla uygulanmaktadır. Ancak, birçok farklı doğrultu üzerindeki trafik akımları için aynı ilkenin uygulanması söz konusu olursa, kesişmeler nedeniyle basit bir koordinasyon sistemi kurularak çözüme ulaşılması mümkün olmamaktadır. Sinyalizasyon sistemlerinin tümü arasında genel olarak gecikmelerin minimuma indirilmesini sağlamak üzere, özellikle şehir içi yollarda belirli bir bölgeye ait kavşaklardaki ışıklı işaret tesislerinin tümü arasında bir koordinasyon sağlayıp düzenleme ve kontrolün bilgisayar kullanılarak yürütüldüğü sistemlere bölge trafik kontrolü adı verilmektedir. [6]

4. SİNYALİZE KAVŞAKLARIN KAPASİTESİ

Belirli geometrik ve trafik özellikleri olan sinyalize bir kavşakta, bir yönden gelerek kavşağı geçebilecek taşıtların sayısı bu yöne ayrılan yeşil sürenin devre süresine oranına bağlıdır. Kavşaktaki trafik akımının sinyalizasyon projesinde kullanılan değerleri gerçekleştirmesi halinde, bütün etkili akım yönlerindeki trafik, kapasite değerlerine erişir. Etkili akım içinde olmayan trafik akımları ise kapasitelerin altında kalır.

Sinyalize bir kavşağın kapasitesi bütün akım yönlerinden geçirilebilecek toplam taşıt sayısı olarak düşünülmemelidir. Kavşak kapasitesi, etkili akım yönlerinden kavşağı girerek geçirilebilecek toplam otomobil birimi sayısıdır. Kavşak geometrisi ve faz düzeni belirli olduğu takdirde, sinyal devresindeki kayıp zaman sabit olacaktır. Kayıp zamandan arta kalan süre (etkili akımın yeşil süreleri toplamı) faydalı zamandır ve fazlar arasında bölüşülür. Sinyalize kavşağın kapasitesi ise etkili akımın toplam yeşil süresinin devre süresine bölümü ile doğru orantılı olur.

$$G = \sum_{i=1}^n G_i = C - t_s \quad (4.1)$$

Kavşak Kapasitesi

$$S \times G/C \quad (4.2)$$

C=Devre süresi

t_s =Kayıp zaman

G_i =i fazının yeşil süresi

n=Faz sayısı

G=Yeşil süreler toplamı

G/C=Yeşil/Devre süresi oranı

S=Ortalama Doygun Akım

Denklem 4.1deki G denklem 4.2 deki yerine konacak olursa:

$$\text{Kapasite} = S \times \frac{C - t_s}{C} = S \times \left(1 - \frac{t_s}{C}\right) \quad (4.3)$$

Bu denklemden anlaşılacağı üzere sinyalize bir kavşağın devre süresi arttıkça kapasite de artacaktır. Bunun nedeni kayıp zaman süresinin sabit olması ve dolayısıyla faydalı zamanın devre süresi ile doğru orantılı olarak artmasıdır. Öte yandan, yukarıdaki denklemlerden kavşak kapasitesinin Doygun Akım adı verilen parametreye bağlı olduğu görülmektedir. Kavşak kapasitesi anlamını açıklamak için verilen Denklem 4.2 deki S değeri “ Ortalama Doygun Akım” olarak tanımlanmıştır. Ancak her yaklaşım yönünün kendine özgü geometrik ve trafik özellikleri nedeniyle farklı bir doygun akım değeri olacağını düşünmek gerekir. Bu durumda kavşak kapasitesinin Denklem 4.6 uyarınca hesaplanması gerçeğe daha yakın olacaktır. [6]

4.1 Hacim / Kapasite Oranı

$$X = \frac{v}{s \times g/C} \quad (4.4)$$

X = Hacim / Kapasite Oranı

v = Düzeltilmiş Şerit Grup Hacmi

s = Doygun Akım Oranı

g = Etkin Yeşil Süre

C = Devre Süresi

4.2 Doygun Akım ve Doyma Derecesi

Sinyalize bir kavşakta geçiş hakkı için beklemekte olan taşıtlar, yeşil ışık açıldığında normal kavşağı boşaltma hızlarına erişene kadar biraz zaman kaybederler. Ancak, baştaki birkaç taşıttan sonra kuyruk hemen hemen sabit bir

akıyla boşalmaya geçer. İlk birkaç saniyelik zaman kaybından sonra kuyruktaki taşıtların sabit bir hızla boşalmalarına Doygun akım adı verilir. Belirli geometrik ve trafik koşulları altında, bir sinyalizasyon kavşağının herhangi bir yaklaşım yönünde sürekli bir kuyruk varsa, bu kuyruktaki taşıtlardan bir saatlik yeşil ışık süresi içinde boşalabilecek olan otomobil birim sayısı Doygun Akım Hacmi'dir.

Yaklaşım yönü kapasitesi:

$$K_i = (S_i \times G_i) / C \quad (4.5)$$

K_i = i fazında etkili akım içindeki yönün kapasitesi

S_i = i fazında etkili akım içindeki yönün doygün akımı

G_i = i fazında etkili akım içindeki yönün yeşil süresi

C = Devre süresi

Kavşağın toplam kapasitesi (K) bütün fazlardaki kapasite değerlerinin toplamıdır.

$$K = \sum_{i=1}^n K_i = \frac{1}{C} \times \sum_{i=1}^n (S_i \times G_i) \quad (4.6)$$

Herhangi bir yaklaşım yönündeki gerçek otomobil birimi yoğunluğunun yaklaşım yönü kapasitesine olan oranına Doyma Derecesi adı verilir. Trafik sinyalizasyonunda yaklaşım yönündeki şeritlerin aynı oranda yüklendiği kabul edildiğinden herhangi bir yaklaşım yönündeki genel doyma derecesi ile şeritlerin doyma dereceleri aynı olur.

$$k_i = \frac{Q_i}{K_i} = \frac{Q_i}{G_i / C \times K_i} \quad (4.7)$$

Denklem 4.4 ün değerleri yukarıdaki denklemde yerine konduğunda doyma derecesi daha pratik bir biçimde ifade edilmiş olur.

$$k_i = \frac{Q_i \cdot C}{G_i \cdot S_i} \quad (4.8)$$

k_i = i yaklaşım yönünün doyma derecesi

S_i = i yaklaşım yönünün doymun akım değeri

G_i = i yaklaşım yönünün yeşil süresi

Q_i = i yaklaşım yönünün toplam o.b. hacmi

C = Devre süresi

4.3 Sinyalize Kavşaklarda Kuyruk Oluşumu

Sinyalize bir kavşakta kuyruk uzunlukları sinyal dizaynı için önemli bir performans ölçüsüdür. Bu özellikle kısa hatların kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılır. Sinyalize bir kavşakta yeşil periyodun başlangıcında hafif akışlar için ortalama kuyruk, kırmızı periyot sırasında gelen taşıt sayısına eşittir. Fakat yoğun trafik akışı için kuyruk dağılımı daha uzundur ve devrelerin çoğu tam doygundur. [10]

Sinyalize kavşaklarda oluşan kuyruk gecikmenin bir fonksiyonu olup, kuyruk uzunluğunu bulmak için Webster aşağıdaki formülü önermiştir.

$$N = q(R/2 + d) \quad (4.9)$$

veya

$$N = q \times R \quad (4.10)$$

Hesaplarda büyük çıkan değer kuyruk uzunluğu olarak alınır.

Bu bağıntılarda;

N = Yeşil periyot başlangıcında ortalama kuyruk uzunluğu (araç),

q = Kavşak koluna gelen akım (araç/sn),

R = Her kol için kırmızı ışık süresi (sn),
d = Araç başına ortalama gecikme (sn)

Eğer kuyruk uzunluğunda düzeltme faktörü kullanılacaksa;

$$N = q \left(\frac{R}{2} + d \right) + \left(1 + \frac{qj}{av} \right) \quad (4.11)$$

veya;

$$N = q.R + \left(1 + \frac{qj}{av} \right) \quad (4.12)$$

Hesaplarda büyük çıkan değer kuyruk uzunluğu olarak alınır.

Bu bağıntılarda;

j = Kuyruk içindeki taşıtların ortalama olarak kapladığı mesafe (m),

a = Oluşan kuyruktaki şerit sayısı,

v = Hareket halindeki trafiğin serbest hızı (m/sn)

4.4 Hizmet Düzeyi

Sinyalize kavşaklarda kapasite kadar önemli olan diğer bir kavramda hizmet düzeyidir. Hizmet düzeyi gecikme kavramı ile tanımlanabilir. Gecikme; sürücünün rahatsızlığı, gerilimli ve sınırlı hali, yakıt tüketimi ve kayıp zamanının ölçülmesi ile ifade edilebilir. Özellikle hizmet düzeyi kriteri, her bir araç için 15 dakikalık analiz zaman aralığında ortalama duruş gecikmesinin ölçülmesiyle tanımlanabilir. Gecikmeler yerinde ölçülebilir veya tahmin edilebilir. Gecikme kompleks bir ölçümdür ve ilerleme hareketinin kalitesi, devre uzunluğu, yeşil oran ve problemdeki yaklaşım kolunun v/C oranı gibi bir çok değişkene bağlıdır. Genel olarak hizmet

düzeyleri; A en iyi, F en kötü durumu ifade etmek üzere A'dan F'ye doğru sınıflandırılır [11]

Bu hizmet düzeyleri kısaca:

A Hizmet Düzeyi: Serbest akım halidir. İşletmenin gecikmeleri oldukça düşüktür. Herbir araç için gecikme 10 sn'den daha azdır. Birçok araç yeşil zamanda geçmekte ve ilerleme hareketi oldukça iyi gerçekleşmektedir. Araçların bir çoğu hiç durmamaktadır. Kısa devre uzunluklarının düşük gecikmelere katkısı söz konusudur.

B Hizmet Düzeyi: Bu hizmet düzeyinde herbir araç için gecikmeler 10,1 sn ile 20 sn arasındadır. İlerleme hareketi iyi durumdadır. Devre uzunluğu kısaltılmalıdır. A hizmet düzeyine kıyasla daha fazla araç durmaktadır.

C Hizmet Düzeyi: Bu hizmet düzeyinde herbir araç için 20,1 sn ile 35 sn arasında gecikmeler söz konusudur. Bu gecikmelerin sebebinin kötü ilerleme ve uzun devre süresi olduğu söylenebilir. Özel devre bozuklukları gözlenebilmektedir. Duran araç sayısı bu düzeyde belirginleşmektedir fakat hala durmadan geçen araçlar mevcuttur.

D Hizmet Düzeyi: Bu hizmet düzeyinde herbir araç için 35,1 sn ile 55 sn arasında gecikmeler görülmektedir. D hizmet düzeyinde tıkanmaların etkisi belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Gecikmenin artması, yetersiz ilerleme, uzun devre süresi ve yüksek v/C oranının bir sonucu olduğu söylenebilir. Bu düzeyde, duran (bekleyen) araç sayısı iyice artmıştır. Devre bozuklukları artık dikkate alınacak düzeye gelmiştir.

E Hizmet Düzeyi: E hizmet düzeyinde, gecikme süreleri herbir araç için 55,1 sn ile 80 sn gibi yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu düzey kabul edilebilir gecikmelerin sınırı olarak kabul edilebilir. Kötü ilerleme hareketi, uzun devre süresi ve yüksek v/C oranı gecikme sürelerinin artmasına neden olmaktadır. Devre bozuklukları daha sık görülmektedir.

F Hizmet Düzeyi: En olumsuz koşulları ifade eden hizmet düzeyidir. Her bir araç için 80 saniyeyi aşan gecikmeler yaşanmaktadır. Bu durum bir çok sürücü için kabul edilemez olarak nitelendirilmektedir. Yüksek gecikme değerlerinin ana sebebi doygunluğun aşılmasıdır. Aynı zamanda 1'in altında ama yüksek v/C oranı sebebiyle devre bozuklukları gözlenmektedir. Araçların ilerleyişi iyice kötü bir hal almaktadır.

Çizelge 4.1 Sinyalize Kavşaklarda Hizmet Düzeyi-Gecikme İlişkisi [11]

Hizmet Düzeyi	Her Araç İçin Duruş Gecikmesi (sn)
A	-10,0
B	10,1-20,0
C	20,1-35,0
D	35,1-55,0
E	55,1-80,0
F	>80,0

4.4.1 Sinyalize Kavşaklarda Hizmet Düzeyinin Belirlenmesi

Sinyalize kavşaklarda hizmet seviyelerinin belirlenmesi için İngiliz (Webster) yönteminden faydalanılabilir. Webster Yöntemi ile hizmet düzeyleri aşağıdaki şekilde belirlenir.

Koruma Süresi (tk): Koruma süresi, geçiş hakkı sona eren bir yönden kavşağa girerek kavşağı boşaltan son taşıt ile, bundan sonraki fazda kavşağa girecek olan ilk taşıtın kesişme noktasında çarpışmalarını için fazlar arasında bırakılması gereken yeşillerarası sürenin bir bölümünü oluşturan bir kayıp zamandır. Güvenli bir koruma süresi için aşağıdaki kabuller yapılabilir.

1.Kavşağı boşaltmakta olan son taşıt, daha önceki kırmızı ışıktaki beklemiş olan kuyruğun son elemanıdır ve kavşağın önündeki taşıtların arkasından düşük bir hız ile kavşağı terk etmektedir.

2.Kavşağı terk edecek son taşıt sarı ışıklı sinyalde geçmektedir ve dur çizgisini geçtiği anda kırmızı sinyal yanmaktadır.

3.Bir sonraki fazda kavşağa girmek üzere dur çizgisinde bekleyen araç yoktur. Kavşağa ilk girecek araç hızını düşürmeden yaklaşmakta olup (kırmızı + sarı) sinyalden sonra yeşil ışık yandığı anda dur çizgisini geçmektedir. (6)

Boşaltma ve Giriş Sürelerini aşağıdaki denklemlerle ifade edebiliriz

Boşaltma Süresi;

$$t_{BX} = 3,6 \frac{L_{BX}}{V_B} \quad (4.13)$$

V_B =Kavşağı boşaltan son aracın kavşak içerisindeki ortalama hızı (km /saat)

L_{BX} =X yönünden kavşağa giren taşıtın kavşağı boşaltma mesafesi (m)

Giriş Süresi;

$$t_{GZ} = 3,6 \frac{L_{GZ}}{V_Z} \quad (4.14)$$

V_Z =Geçiş hakkı açılacak olan yaklaşım yönünün %85 hızı

L_{GZ} = Geçiş hakkı açılacak olan yaklaşım yönünün giriş uzaklığı

Kesişme noktasındaki çağrışmayı önlemek için kullanılacak Koruma Süresi
Boşaltma ve Giriş Süreleri arasındaki farktır. [6]

$$t_K = t_B - t_G \quad (4.15)$$

t_K = Koruma Süresi

t_B = Boşaltma Süresi

t_G = Giriş Süresi

Kayıp Zaman (t_s): Kayıp Zaman bir devre içindeki tüm Yeşillerarası Sürenin toplamıdır.

$$t_s = \sum Y_i + \sum R_i + \sum t_k \quad (4.16)$$

t_s = Kayıp Zaman

$\sum Y_i$ = Toplam Sarı Süre

$\sum R_i$ = Toplam kırmızı Süre

t_k = Toplam Koruma Süresi

5. SİNYALİZASYON HESAP YÖNTEMLERİ

Sinyalizasyon hesap yöntemleri arasında en yaygın olarak kullanılan yöntemler:

Avustralya Yöntemi

İngiliz Yöntemi

HCM 2000 Yöntemi'dir.

5.1 Avustralya Yöntemi ile Sinyalizasyon Hesapları

Avustralya Yöntemi ile, sinyalize kavşaklardaki trafiğin kapasite ve zaman gerekleri analiz edilmektedir. Bu yöntem ile geleneksel tekniklere yeni boyutlar kazandıracak değişiklikler getirilerek faz- ilişkili metod yerine akım- ilişkili metod kullanılmaktadır. Bu değişikliğin önemli bir görünümü olarak faz kayıp zamanı yerine akım kayıp zamanının kullanımı ifade edilebilir.

Ayrıca bu yöntemde akımlar ve fazların temel içerikleri tanıtılarak, doymun akım, etkin yeşil süre, kayıp süre , akım oranı ve doymunluk derecesi gibi akım ve kavşak parametreleri tanımlanmıştır.

Sinyalize kavşakların kapasite analizinde en önemli tekil parametre olan doymun akımların tahmininde kullanılan çevre sınıfı, şerit türü ve dönüş türü gibi faktörler yeni bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

Avustralya Metodu ile sinyalizasyon hesapları için ayrıca performans ölçümleri (gecikmenin tahmini, duruş sayısı ve kuyruk uzunluğunu içerir,) istenilen işletim koşulları için devre süresi ve yeşil sürenin hesabı yapılmış ve genel olarak sinyal tasarım sorunları tartışılarak, öneriler getirilmiştir.

Tanımlanan bu metoda dayanan bilgisayar programları mevcuttur. SIDRA (Signalized Intersection Design and Research Aid) isimli bilgisayar programı da Avustralya Yöntemine dayanan temel programlardan biridir. [13]

5.1.1 Temel Terim ve Tanımlar

Bu kısımda Avustralya Metodunda kullanılan temel terimler tanımlanmıştır.

Faz: Bir veya daha fazla akımın geçiş hakkına sahip olduğu sinyal devresinin parçasıdır.

Akım: Yönü, şerit işgali ve faz durumu ile karakterize edilen kavşağa gelen her bir ayrı kuyruk.

Tekrarlı Akım: İki veya daha fazla sıralı faz ile geçiş hakkı alan akımdır.

Kritik Akım: Kavşak için kapasite ve zaman gereklerini belirleyen akımlardır.

Karşı Akım: Yeşil periyod esnasında karşı akım daha öncelikli akıma geçiş hakkı vermek zorundadır. Genellikle, karşı araç yada yaya akımına geçiş hakkı veren sağa veya sola dönen akım olabilir. [14]

Her bir akımın geçiş hakkı kullanımının belirlenmesi sinyal faz düzenleme sistemleri ile belirlenir. [7]

Bir akım durup diğer akım başladığı zaman “ faz değişimi ” meydana gelir. Birden fazla faz boyunca geçiş hakkına sahip olan akıma “tekrarlı akım” adı verilir. Kompleks faz sistemlerinde birden fazla tekrarlı akım vardır. Yeşiller arası süre: Bir fazda yeşil periyodun sonundan, bir sonraki yeşil periyodun başlangıcına kadar geçen süredir. Sarı ve tüm kırmızı periyodları içerir. [7]

Yeşil periyod ($F + l$) zamanda başlar. Eğer bir faz için görünen yeşil süre G ise ;

Yeşil periyod: ($F + l + G$) zamanda sona erer. Bu bir sonraki faz için faz değişim süresidir.

Devre süresi, fazın tüm yeşil ve yeşillerarası sürelerinin toplamıdır ve;

$$c = \sum (1 + G) \quad (5.1)$$

ile ifade edilir.

c = Devre süresi

l = Yeşillerarası süre

G = Görünen yeşil süre

5.1.2 Akım Karakteristikleri

Temel akım karakteristikleri, doymun akım, etkin yeşil süre ve kayıp süredir.

Doymun akım: Bir kuyruk varken ulaşılabilen maksimum ayrılış oranıdır.

Temel model sinyali yeşile döndüğü zaman, duruş çizgisinin karşısındaki akım hızla doymun akım adı verilen bir değere yükselir. Bu değer kuyruk sona erene yada yeşil periyod sonlanana kadar değişmeden kalır. Araçların normal hızlarına ulaşmak için hızlandıkları ilk birkaç dakika boyunca ayrılış oranı daha düşüktür. Bununla birlikte zıt dönüş akımları için, yeşillerarası süre boyunca ayrılış oranı daha yüksek olabilir fakat temel model yinede geçerlidir.[7]

Başlangıç kaybı: Görünen yeşil sürenin başlangıcı ile etkin yeşil sürenin başlangıcı arasındaki değer başlangıç kaybı olarak adlandırılır ve ($e e'$) ile ifade edilir.

Bitiş kazancı: Görünen yeşil sürenin sonu ile etkin yeşil sürenin sonu arasındaki değer bitiş kazancı olarak adlandırılır ve ($f f'$) ile ifade edilir.

Etkin yeşil süre, görünen yeşil süre ve son kazancının toplamından başlangıç kaybının çıkarılması ile hesaplanır ve aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$g = G + (f f') - (e e') \quad (5.2)$$

5.1.3 Başlangıç ve Son Gecikme Süreleri

Başlangıç gecikmesi, yeşiller arası süre ve başlangıç kaybının toplamıdır.

$$a = l + (ee') \quad (5.3)$$

Bitiş gecikmesi ise, son kazancı ile ifade edilir

$$b = (ff') \quad (5.4)$$

5.1.4 Akım Kayıp Zamanı ve Kritik Akım

Akım kayıp zamanı başlangıç ve son gecikme süreleri arasındaki farktır.

$$\ell = a - b \text{ şeklinde ifade edilir.} \quad (5.5)$$

Eğer başlangıç kaybı bitiş kazancına eşitse, akım kayıp zamanı yeşiller arası süreye eşit olur.

Yukarıda veriler akım kayıp zamanı formülüne göre, görülen yeşil süre ve etkin yeşil süre arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$$g + \ell = G + l \quad (5.6)$$

Kritik Akım: Kavşak için kapasite ve zaman gereklerini belirleyen akımlardır.

5.1.5 Kapasite ve Doygunluk Derecesi

Bir trafik işaretindeki akımın kapasitesi , ayrılan araçların maksimum doygun akımı ve mevcut akımın devre süresinin etkin yeşil süreye oranına bağlıdır.

$$Q = s \times (g / c) \quad (5.7)$$

Burada;

Q = kapasite

s = Doygun akım

g / c = Devre süresinin etkin yeşil süreye oranı

Alternatif bir açıklama ile s.g değeri devre başına düşen kapasiteyi ifade etmektedir diyebiliriz. Buradan da birim zaman başına düşen kapasite aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$Q = s \times g / c \quad (5.8)$$

Etkin yeşil sürenin devre süresine oranı akımın “yeşil süre oranı” olarak adlandırılır ve aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$u = g / c \quad (5.9)$$

Bir diğer kullanışlı akım parametresi ise geliş akımının doygun akıma oranı olan ve “akım oranı” olarak adlandırılan ifadedir ve y ile gösterilir.

$$y = q / s \quad (5.10)$$

Akımın doygunluk derecesi ise geliş akımının kapasiteye oranıdır.

$$x = q / Q = q \times c / s \times g = y / u \quad (5.11)$$

Akım oranı ihtiyacı ifade eden ve değişmez bir parametre olarak düşünülebilir. Yeşil süre oranı ise mevcudu ifade eden bir kontrol parametresidir. Doygunluk derecesi ise yukarıdaki iki parametreye bağlı olan bir orandır.

Yeterli akım kapasitesini sağlamak için,

$$Q > q \text{ yada } x < 1 \quad (5.12)$$

Bir başka ifadeyle

$$s \times g > q \times c \text{ yada } u > y \quad (5.13)$$

Bir akımın kapasitesi o akım için belirlenen yeşil süre oranını artışı ile artış gösterebilir. Bununla beraber, kapasitedeki artış aynı faz boyunca geçiş hakkına sahip olamayan akımların zararınadır. [7]

5.1.6 Koordine Sinyaller

İki yada daha fazla yakın aralıklı kavşağın yol ağındaki sinyal kontrolü, izole kavşaklardan farklılık gösterir. Çünkü, birbirini izleyen kavşaklar arasındaki trafik etkileşimleri için sinyallerin koordinasyonuna ihtiyaç vardır. Sinyal koordinasyonu, sık sık meydana gelen durmalardan ve yukarı sinyallerde biçimlenen araç gruplarında sık sık meydana gelen gecikmelerden kaçınmaya yardımcı olur. Aynı zamanda, aşağı kavşaktaki arkaya uzanan ve bir yukarı kavşağın doygun akımını azaltan kuyrukları önlemeye yardımcı olur.[7]

Koordinasyonun genel şekli, sabit süre, devre süresi ve yeşil süreler önceden belirlenmiş ve kontrol periyodu boyunca sabit olan bir süredir. Farklı akım periyodları (tipik sabah pik, akşam pik süreler) için farklı koordinasyon planları hazırlanır.

5.1.7 Genel Devre Süresi ve Yeşil Süre

Devre süresi tanımındaki;

$$c_o = [(1,4 + k) \times L + 6] / 1 - Y \quad (5.14)$$

formülü koordine sinyaller için geçerli değildir. Koordine kavşaklarda alandaki her bir kavşak için ayrı ayrı pratik devre süreleri hesaplanır ve aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$c_p = L / (1 - U) \quad (5.15)$$

Burada

L = Kavşak kayıp zamanı (sn)

U = Kavşak yeşil süre oranı

5.2) İngiliz Yöntemi

5.2.1 Genel

Sinyal kontrollü bir kavşaktaki yaklaşım kolundan geçen trafik akım miktarı, trafik tarafından kullanılabilen yeşil zamana ve yeşil periyod esnasında duruş hattından geçen maksimum taşıt oranına bağlı olmaktadır. Genel yaklaşım olarak İngiliz Yöntemi'nin Avustralya Yöntemi ile birçok benzer yönü görülmektedir.

5.2.2) Kapasite ve Doygun Akım Hesabı

İngiliz Yönteminde doygun akım, kırmızı ışıkta kuyrukta bekleyen taşıtların yeşil ışık yandığında tahliye olmaya başladığı sabit oran olarak tanımlanmaktadır.

[13]

Kavşaktan geçen akımın kapasitesi, o akımın işgal ettiği yeşil sürenin devre süresine oranı ile doymun akımın çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Etkin yeşil süre toplam yeşil süreden kayıp sürelerin çıkartılmasıyla bulunmaktadır.(ş.tez)

$$Q = (g/c) \times S \quad (5.16)$$

Ve etkin yeşil süre;

$$g = G - l \quad (5.17)$$

denklemleriyle hesaplanmaktadır. Bu denklemlerde kullanılan notasyonlar şu anlama gelmektedir:

G= Yeşil ve sarı periyod (sn)

g = Etkin yeşil süre (sn)

C= Devre süresi (sn)

l = Kayıp süre (sn)

S= Doymun akım (araç/saat)

Doymun akım ve kayıp zamanın tespitinde asıl istenen direkt ölçümdür fakat pratikte bunun gerçekleştirilmesi oldukça zor olmaktadır. Doymun akıma geometrik ve çevresel birçok etki söz konusu olmaktadır. Bu faktörlerin hepsinin etkisi göz önüne alınarak doymun akım tahmin edilmektedir. [7]

Yaklaşım genişliğinin etkisi: Doymun akım (S) , yolcu taşıt birimi/ saat ile ifade edilir.

Ve,

$$S = 160 \times w \quad (5.18)$$

Şeklinde ifade edilmektedir. Bu denklemde w yaklaşım kolu genişliğini göstermektedir. [15]

Eğim etkisi: her % 1 çıkış eğimi için doygun akımın % 3 azaldığı, % 1 iniş eğimi için ise yine doygun akımın % 3 arttığı gözlenmiştir. Eğim duruş hattı ile önceki 200 ft'lik mesafede ölçülmektedir.

Trafik kompozisyonunun etkisi: Farklı araç türlerinin doygun akıma etkisi p.c.u. (otomobil birim eşdeğeri) ile değerlendirilmektedir. Buna göre;

Çizelge 5.1 Farklı Araç Türlerinin Doygun Akıma Etkisi

1 ağır yük taşıyan araç= 1.75 o.b (passenger car unit)
1 otobüs = 2.25 o.b
1 tramvay = 2.50 o.b
1 hafif yük taşıtı = 1 o.b
1 motosiklet = 1/3 o.b
1 bisiklet = 1/6 o.b

olarak göz önüne alınmaktadır.

Sola dönen trafiğin etkisi: Şayet zıt yönde sola dönen trafik kavşakta kilitlenmelere sebep oluyorsa, kavşağın kapasitesi olumsuz etkilenmektedir. Genellikle 4 durum söz konusu olmaktadır. [7]

Zıt yönde akım yok, tekil sola dönüş şeridi mevcut değilse dönüş akımları dikkate alınmadan diğer kurallara göre doygun akım tahmin edilir.

Zıt yönde akım yok, tekil sola dönüş şeridi mevcut ise, sola dönen akım için doygun akım ayrı elde edilir. Dik açıda dönen bir akım doygun akımın dönüş yarıçapına bağlıdır.

Ve r dönüş yarıçapı olmak üzere;

$$S = 1800/[1+(5/r)] \text{ o.b./saat} \quad \text{tek şerit için} \quad (5.19)$$

$$S = 3000/[1+(5/r)] \text{ o.b./saat} \quad \text{iki şerit için} \quad (5.20)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. [13]

Zıt yönde akım mevcut, tekil sola dönüş şeridi yok ise, sola dönenlerin durumu 3 şekilde gözlenmektedir. İlk olarak, zıt trafikten dolayı taşıtlar kendilerini ve dönüş yapmayan diğer taşıtları geciktirirler, ikinci olarak sola dönen taşıtların varlığı direkt geçen taşıtları engellemekte ve gecikmelerine sebep olmaktadır. Üçüncü olarak, yeşil periyodun sonunda sola dönen taşıtlar hala kavşakta mevcut olduğunda tahliye için belli bir zaman işgal etmekte, geçiş fazının başlamasında gecikmelere sebebiyet vermektedir.

Zıt yönde akım mevcut, özel sola dönüş şeridi var ise, düz geçen trafikte (aynı yaklaşım kolunu kullanan) gecikme olmamalıdır. Fakat sola dönenlerde geçiş fazında bir etki söz konusu olabilir ve c maddesindeki şekilde hesaplanır.

Sağa dönen trafiğin etkisi: Sağa dönüşlerin doygun akıma etkisi, dönüşlerin keskinliğine ve yaya akımlarına bağlıdır. Dönüş yarıçapına göre yukarıdaki bağıntılar geçerlidir. Sağa dönen taşıtlar akımın % 10'undan az ise düzeltme gerekmez, %10'dan çok ise 1 sağa dönen taşıt= 1.25 düz geçen taşıta eşit olmaktadır.

Yayaların etkisi: Yaya sayısı çok fazla ise ayrı faz düzenlenmelidir. Ve sola dönen trafiğe etkisi incelenmelidir.

Park eden taşıtların etkisi: Kavşakta dur çizgisinde park varsa, yol genişliği park genişliği kadar azaltılır. Kayıp yol genişliği:

$$W_{\text{kayıp}} = 5.5 - [0.9 (z-25)] / 9 \quad (5.21)$$

Şeklinde hesaplanmaktadır.

Yöre etkisi: Yöre etkisi iyi, orta ve kötü olmak üzere 3 şekilde göz önüne alınmaktadır.

Çizelge 5.2 Doygun Akıma Yöre Etkisi

Yöre tanımlaması	Tanım	Doygun akıma etki derecesi
İyi	Yayalar, park etmiş taşıtlar, sola dönen trafikle kayda değmeyen girişim. İyi görüş ve yeterli dönüş yarıçapı	120
Orta	Ortalama görünüm. İyi ve kötü durumların bazı karakteristikleri	100
Kötü	Ortalama hızda düşme. Duran taşıtlar, yayalar ve sola dönen taşıtlarla girişim. Kötü görünüm	85

5.2.2 Kayıp Zaman

İngiliz yöntemiyle devre uzunluğu hesabında, kavşakta taşıt başına ortalama gecikmeyi en küçük kılan devre uzunluğunun kayıp zamana ve fazların kullanılma değerine bağlı olduğu görülmüştür. Kayıp zamanın tespiti için Londra'da yapılan deneylerde ortalama bir sinyal devresinde başlangıç gecikmesi ve yavaşlayan akımdan dolayı meydana gelen kayıp zamanların her faz için yaklaşık 2 sn olduğu fakat çok değişken olduğundan 0 ile 7 sn arasında gözlenebileceği ortaya çıkmıştır. [7]

5.2.4 Doygunluk Derecesi

Kavşakta i. koldan geçen taşıt sayısı Q_i (taşıt/saat) ise ve kavşakta i. koldan geçebilecek taşıt sayısı, o yolun koşullarına göre S_i ise doyunluk derecesi veya oranı;

$$y_i = Q_i / S_i \quad (5.22)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

5.2.5 Gecikme

Sinyalizasyonda meydana gelen gecikmeleri hesaplamak için birçok laboratuarda trafiğin davranışı özel amaçlı bilgisayarlarla modellenmiştir.

Önceden ayarlı bir sinyalizasyon sisteminde gecikme hesaplarını yapmak için çeşitli akımlar, doyun akımlar ve sinyal düzenlemeleri göz önüne alınmış ve sonuç olarak herhangi bir tekil yaklaşım kolundaki ortalama gecikme için şu formül elde edilmiştir.

$$D = \left\{ \frac{c(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} \right\} + \left\{ \frac{x^2}{2q(1-x)} \right\} - \left[0.65 \left(\frac{c}{q^2} \right)^{1/3} x^{(2+5\lambda)} \right] \quad (5.23)$$

Bu formülde;

d= Her koldaki her bir taşıt için ortalama gecikmeyi,

λ = Etkin yeşilin devre süresine oranını,

x= Doygunluk derecesini ifade etmektedir.

Doygunluk derecesi akımın maksimum mümkün akıma oranıdır ve

$$x = q / \lambda S \text{ ile ifade edilir.} \quad (5.24)$$

Denklemin son kısmı gecikmenin % 5 ile % 15'i arasında bir değeri ifade etmektedir.

Gecikmenin denklemi;

$$d = 9/10 \{ [(c (1-\lambda)^2) / 2 (1- \lambda x) + (x^2) / 2q (1-x)] \} \quad (5.25)$$

şeklinde ve daha basitleştirilerek;

$$d = cA + B/q - c \quad (5.26)$$

formunda gösterilebilir.

Burada

$$A = (1-\lambda)^2) / 2(1- \lambda x) , B = (x^2) / 2 (1-x) \quad (5.27)$$

ve C üçüncü terimdir. A,B ve C değerleri çizelgeler yardımıyla hesaplanmaktadır.

5.2.6 Devre Süresi

Genel olarak y, varış akımının doygun akıma oranı olmak üzere minimum devre süresi ;

$$C_{\min} = L / (1-Y) \quad (5.28)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada Y ve L değerleri yaklaşım kolu için toplam değerlerdir.

Optimum devre süresini hesaplamak için öncelikle aynı fazda kayıp zamanı minimum olan kol seçilir ve optimum devre süresi;

$$C_{\text{opt}} = [\emptyset L + 5 / (1-Y)] \quad (5.29)$$

ile tanımlanabilir.

Bu ifadeye $\phi = 1.25$ ile 1.98 arasında bir katsayıdır. $C_{max} \leq 120$ sn dir, fakat 150 sn kadar kabul edilebilir. Genellikle üç ve daha çok devrelerde $\phi = 1.50$ alınır.

5.2.7 Yeşil Süre

İngiliz yönteminde yeşil süre hesabı için etkin yeşil sürelerin birbirine oranı ile y değerlerinin oranı eşitlenir. Ve genel olarak;

$$g_i = [(y_i) / Y] (c-L) \quad (5.30)$$

formülü ile yeşil süre hesaplanır. [13]

5.3 Amerikan HCM 2000 Yöntemi

5.3.1 GENEL

Sinyalize kavşaklar, trafik sistemlerinin en karmaşık kısmıdır. Amerika’da sinyalize kavşakların analizi için en çok kullanılan model HCM’dir. HCM ilk olarak 1985 yılında ortaya çıkmış ve sonraki basımlarında düzeltilip güncellenmiştir. [16]

HCM 2000’de 5 temel kavram vardır. Bunlar;

Kritik şerit grubu kavramı

v / s talep miktarı

Kapasite ve doymuş akım miktarı kavramı,

Hizmet ölçütü seviyesi ve kavramları

Etkin yeşil süre ve kayıp süre kavramları

HCM modelinde bir şerit grubunun toplam ihtiyacı kullanılır. Bu model kritik şeritleri tanımlamak yerine kritik şerit gruplarını tanımlar. [16]

Anayol kapasite tahmini, trafik çalışmaları için önemlidir. Anayol kapasite kılavuzunda anayol kapasitesi; akımın bir doğrultusunda üstün trafik ve yol koşullarındaki üniform geniş çevre yolu tarafından sağlanan, saatlik ve şeritlik araç ve yolcu birimleri ile ifade edilen maksimum taşınabilir 15 dakikalık akım oranı olarak tanımlanır.

Bu oran bir dereceye kadar belirsizdir ve değişmez değildir. Anayol kapasite tahmininde kullanılan gözlemlenmiş 15 dakikalık akım oranı trafik ve yol koşullarına göre çeşitlilik gösterir. Bu nedenle HCM tarafından tarif edilen anayol kapasitesi genel kabul edilebilir bir tanım değildir, fakat kısmi yol karakteristikleri için kabul edilebilir.

Anayol kapasitesini etkileyen faktörler:

Yol durumu

Trafik akım durumu

Trafik kontrol durumu

Otomatik teknolojiler

En yaygın iki anayol kapasite tahmin metodu hacim – yoğunluk ilişkisini kullanan HCM 2000 ve ölçülmüş hacim dağılımlarını kullanan bir istatistiksel metod olan Chang & Kim 2000' dir.

HCM 2000' de 15 dakikalık ana trafik verileri toplanır (hız, hacim, yoğunluk) Hız-hacim-yoğunluk ilişkisi incelenir, anayol kapasitesi belirlenir.

Anayol kapasitesi; Anayolun sürücü ve araçlara cevap verebilme yeteneği olarak ifade edilebilir. Bu yeterlilik, araç hızı ve ilerleme süresine bağlıdır. Kapasite sürücülerin, araçların ve ilerleme süresinin bir fonksiyonudur.

$$C_i = f(D, V, S, H) \quad (5.31)$$

C_i = Kapasite

D = Sürücü şartları

V = Araç şartları

S = Araç hızı

H = İlerleme süresi (sn)

6. SYNCHRO 4

Synchro 4 trafik sinyal sürelerinin optimizasyonu ve modellemesi için hazırlanmış bir yöntemdir. Çalışmada yapılan hesaplamalar Synchro yönteminde kullanılan formüller ile yapılmıştır.

Devre süresi:

Işıklı sinyallerin bir devreyi tamamlamaları sırasında geçen toplam zamandır.

Etkin devre süresi

C' etkin devre süresini simgelemektedir. Ön zamanlı ve etkin- koordine kontrol tiplerinde etkin devre süresi, devre süresine eşit kabul edilmiştir.

$$C' = C$$

Webster hesaplaması:

$$C' = \sum (g' \cdot YAR) \quad (6.1)$$

g'=Etkin yeşil süreler ile belirlenir ve Webster gecikme hesabında kullanılır.

Yüzdesel hesaplama

$$C_i = \sum \frac{C_i}{5} \quad (6.2)$$

C_i= Yüzdesel senaryo devre süresi

Doğal devre uzunluğu: Doğal devre uzunluğu,kabul edilebilir kapasiteyi veren en kısa devre süresidir. Genel olarak kavşağın, en iyi hizmet seviyesini sağlayan bir optimum devre süresi vardır. Daha kısa devre süresi kullanmak,

kavşakta bekleyerek karışıklığa sebep olan araçların ayrılması ve kavşağın temizlenmesi için yeterli yeşil süreyi sağlayamaz. Daha uzun bir devre süresi de kullanılmayan yeşil süreler oluştuğu için gecikmeleri arttırır.

İdeal doygun akım: Yöntemin mevcut ideal doygun akım değeri 1900araç/saat, şerit'tir. Bu HCM 1997'de tavsiye edilen değerdir. Fakat Synchro yönteminde gerçek değer sağa ve sola dönüş faktörleri yardımı ile hesaplanır. Korunan sola dönen akımlar için sola dönüş faktörü:

$$FLT = \frac{1}{1+1.05PLT} \quad (6.3)$$

PLT= Sola dönen trafiğin şerit gruplarına oranı

Doygun akım oranları: Doygun akım oranı ilgili şerit gruplarını etkileyen tüm faktörler düzeltildikten sonra ortaya çıkan gerçek, maksimum akım oranıdır. Şerit gruplarını etkileyen faktörler arasında, şerit genişlikleri, ağır araç ve otobüsler, park manevraları, dönen akımlar ve çevre faktörü sayılabilir. Bu oran kapasite, gecikme hesapları ve optimizasyon hesaplarında kullanılır.

Dönüş hızı: Bu değer araçların kavşak içindeki km/saat cinsinden hız değerleridir. Geniş kavşaklarda ya da geniş dönüş açısına sahip kavşaklarda dar ve dar açılı dönüşlere sahip kavşaklardan daha yüksek dönüş hızı kullanılmalıdır.

Sola dönüş oranı: Sola dönen akımların, doygun akım oranının azalmasına ne kadar etkili olduğunu gösterir.

Sağa dönüş oranı: Sağa dönen akımların, doygun akım oranının azalmasına ne kadar etkili olduğunu gösterir.

$$FRT= 1-0.85 PRT \quad (6.4)$$

PRT=Sağa dönen akımların şerit gruplarına oranı

Toplam kayıp zaman: Toplam kayıp zaman bir faz değişimi için kayıp sürelerin toplamıdır. Toplam kayıp süre 3 saniyeden az olmamalıdır aksi takdirde özel durumlar ortaya çıkar.

$$tL = I1 + I2 \quad (6.5)$$

tL = Toplam kayıp zaman

$I1$ = 2 sn (başlangıç kayıp zamanı)

$I2$ = Açıklık kayıp zamanı

$$I2 = Y_i - e \quad (6.6)$$

Y_i = Tüm kırmızı zamanlar

e = 2 sn

HCM 1994' te tavsiye edilen kayıp zaman 3 saniyedir ve HCM 1997' de kullanılan kayıp zaman sarı ve tüm kırmızı zamanların toplamıdır.

Hacim- kapasite oranı:

$$X_i = \sum (X_{crit}) \times \frac{C}{C-L} \quad X_i = \sum (X_{crit}) \times \frac{C}{C-L} \quad (6.7)$$

X_i = Kavşak hacminin kapasiteye oranı

X_{crit} = Kritik akımların hacim kapasite oranları

C = Devre uzunluğu

L = Kayıp zamanların toplamı

Webster sinyal gecikmesi:

Bir şerit grubu için ortalama gecikme aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$d = d1 * PF + d2 \quad (6.8)$$

d= Ortalama gecikme

d1= Üniform gecikme

PF= Devam faktörü

d2= Artan gecikme

Performans indeksi

$$PI = \frac{D * 1 + St * 10 + Qp * 100}{3600} \quad (6.9)$$

PI = Performans indeksi

D = Yüzdesel sinyal gecikmesi (sn)

QP = Kuyruk cezası

St = Duraklamalar

Kullanılan yakıt miktarı

$$F = \text{Toplam seyahat} * k1 + \text{Toplam gecikme} * k2 + \text{Duraklamalar} * k3 \quad (6.10)$$

$$k1 = 0.075283 - 0.0015892 * \text{Hız} + 0.000015066 * \text{Hız}^2 \quad (6.11)$$

$$k2 = 0.7329 \quad (6.12)$$

$$k3 = 0.0000061411 * \text{hız}^2 \quad (6.13)$$

F = Galon cinsinden yakıt kullanımı

Emisyon hesaplamaları

$$CO = F * 69.9 \text{ gr/galon} \quad (6.14)$$

$$NOx = F * 13.6 \text{ gr/galon} \quad (6.15)$$

$$VOC = F * 16.2 \text{ g / galon} \quad (6.16)$$

CO= Karbonmonoksit emisyonu (gr)

NOx= Nitrojen Oksit emisyonu (gr)

VOC= Oksijenin uçucu türevlerinin emisyonu (gr)

F = Yakıt tüketimi (galon)

Kuyruk hesaplamaları

$$Q = \frac{V}{3600} * (R - 6) \left[1 + \left[\frac{1}{s/v} - 1 \right] \right] * \frac{L}{n * Fu} \quad (6.17)$$

R = Yeşil süre (sn)

s = Doygun akım oranı (araç / saat)

v = Geliş oranı (araç / saat)

L = Araçların toplam uzunluğu

n = Şerit sayısı

Fu = Şerit kullanım faktörü

Doygun şeritler için kuyruk uzunluğu

$$Q' = (v * (C - 6) + (v - s * g/C) * C) / 3600 \quad (6.18)$$

Kuyruk cezası

$$QP = (BT50 + BT95) / 2 * VB \quad (6.19)$$

QP= Kuyruk cezası

BT50 = Trafiğin % 50'si tarafından bloke edilen akım yüzdesi

BT95 = Trafiğin % 95'i tarafından bloke edilen akım yüzdesi

VB = Bloke Hareket hacmi

Dist = Depolama uzunluğu

TQ = Bloke şeritteki zirve zaman (sn)

BT= Bloke edilen karşı akım zamanı veya yüzdesi

C = Devre süresi (sn)

Duraklamalar:

Çizelge 6.1 Duraklamalar

Araç Gecikmeleri(sn)	Duraklama Yüzdesi
0	0%
1	20%
2	58%
3	67%
4	77%
5	84%
6	91%
7	94%
8	97%
9	99%

Kavşak hizmet seviyeleri: Hizmet seviyeleri Webster'e göre belirlenmiştir.

Hizmet seviyesi	Araç başı kontrol gecikmesi
A	≤ 10
B	> 10 ve ≤ 20
C	> 20 ve ≤ 35
D	> 35 ve ≤ 55
E	> 55 ve ≤ 80
F	> 80

İlerleme faktörü: Yöntem ilerlemeleri ve bu sayede doymun akım oranı ve bireysel şerit gruplarını düzeltmek için bir ilerleme faktörü kullanır. İlerleme faktörü, şerit genişliği faktörü, sınıf faktörü, park faktörü, otobüs durakları faktörü ve yer faktörüne bağlı olarak hesaplanır.

$$HWF = \frac{1}{FW \times FG \times FP \times FBS \times FA} \times 1.3 - 0.3 \quad (6.20)$$

Çizelge 6.2 Tahminsel zirve saat değerleri

Toplam Hacim	Zirve Saat Değeri
2000 araç/saat	0.95
1000 saat/araç	0.93
500 araç/saat	0.92
200 saat/araç	0.87
100 araç/saat	0.83
50 saat/araç	0.78

Gelişme faktörü: Gelişme faktörü trafik hacimlerinin ayarlanmasında kullanılabilir. Mevcut hacimlerde gelişme faktörü kullanılarak gelecekteki hacimler hesaplanabilir. Gelişme faktörü geçmiş yıllar için hesaplanan gelişme oranına bağlıdır ve aşağıdaki şekilde formülize edilir. Gelişme faktörü 0.5 ile 3.0 arasında bir değerdir.

$$GF = (1+r)^Y \quad (6.21)$$

r =Gelişme oranı

Y =Yıl sayısı

Kontrol Tipleri:

Önzamanlı kontrol: Bu sinyalin herhangi bir etkisi yoktur. Tüm fazlar maksimum geri dönüşe göre kurulur.

Yarı aktif- koordine olmayan kontrol: Ana cadde fazları maksimum geri dönüşe sahiptir ve her zaman en yüksek yeşil süre değerine sahip olurlar. Yarı aktif çalışan sinyaller koordine değildirler ve değişken devre sürelerine sahiptirler.

Aktif- koordine olmayan kontrol: Sistemdeki hiçbir faz maksimum geri dönüşe sahip değildir. Tüm fazlar aktiftir, sıçrayabilirler ve erken ayrılabilirler.

Aktif- koordine kontrol: Koordine çalışmalarda kontrolör sabit bir devre üzerinde çalışır.

Sinyalize olmayan kontrol: Bu şekilde kurulan kavşaklarda hiçbir şekilde sinyalizasyon bulunmaz. Sinyalize olmayan kavşaklarda,trafiği kontrol etmek için, duruş işaretleri, ve arazi işaretleri kullanılır.

İşaret kontrolü: Eğer kavşak sinyalize değilse işaret kontrol türünü belirtmemiz gerekmektedir. Üç tür kontrol vardır.

Serbest Akım: Trafik akımı kavşak boyunca hiç durmadan hareket eder.

Yol veren akım: Akımda kavşak boyunca işaretlerle yavaşlanır ve sadece gerekli ise durulur.

Duran akım: Tüm akım durur ve karışıklık sona erene kadar bekler.

Sola Dönüş Türleri:

İzinli dönüş: Korumalı sola dönüş işareti yoktur. Araçlar yaklaşmakta olan trafiğe yol vererek dönüş yapmak mecburiyetindedirler.

Korumalı dönüş: Sola dönüş için sinyal mevcuttur. Araçlar yalnızca sola dönüş süresi içinde dönüşlerini gerçekleştirebilirler.

İzinli + Korumalı dönüş: Sola dönüş için sinyal vardır. Ayrıca yaklaşan trafikte bir aralık olması durumunda da sola dönüş gerçekleştirilebilir.

Ayrılmış dönüş: Ayrılmış faz yaygın olarak eğer şerit sola dönüş ve düz gidişler için bölünmüş ise kullanılır.

İsmarlama dönüş: Standart olmayan bir sola dönüş fazıdır.

Sağa Dönüş Türleri:

İzinli dönüş: Yeşil süre boyunca sağa dönüş yapılabilir fakat yayalara yol verilmek zorundadır.

Korumalı dönüş: Yeşil süre boyunca sağa dönüş yapılabilir yayalara yol verilmez

Üst üste dönüş: Sağa dönüş uygun olan sola dönüş fazı boyunca devam eder.

İzinli ve Üst-üste dönüş: Eğer uygulanabilirse yeşil süre boyunca yayalara yol vererek geçiş yapılır ve uygun bir sola dönüş fazı boyunca da sağa dönüş gerçekleştirilir.

Korumalı ve Üst-üste dönüş: Eğer uygulanabilirse yeşil süre boyunca yayalara yol vermeden geçiş yapılır ve uygun bir sola dönüş fazı boyunca da sağa dönüş gerçekleştirilir.

Serbest dönüş: Araç geçiş ve dönüş hareketlerinde serbesttir fakat yayalara yol verilmesi zorunludur.

7. TEK YÖN ve ÇİFT YÖN SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tek yön bir sistemi çift yönlü bir yola çevirmekle akım kapasitesi neredeyse yarı yarıya azalmaktadır. Tek yönde hizmet veren dört şeritli bir yolun kapasitesine çift yönlü bir yolda ulaşabilmek için bu yolun yedi şeritten oluşması gerekmektedir.

7.1 Güvenlik Açısından Karşılaştırma

Çift yön yolların tek yönlü yollardan daha tehlikeli olduğu karşı koyulamaz bir gerçektir. Birçok durumda, çift yönlü yollarda tek yönlü yollardakinin iki katı yayaların karıştığı kaza meydana gelmiştir.

7.2 Hava Kirliliği Açısından Karşılaştırma

Araçlar düşük hızda yüksek hızdakinden daha fazla kirlilik yaratırlar. Ayrıca hızlandıkları zaman da sabit hızla gittiklerine oranla daha fazla kirlilik yaratırlar. Dur- kalk trafiği çift yön yollarda daha yaygındır.

Birçok şehir planlamacısına göre tek yön sistemleri çift yön sistemlere dönüştürmek trafik gecikmelerinde %23 ve hava kirliliğinde ise % 10- %13 civarında bir artış sağlamaktadır.

7.3 Maliyet Açısından Karşılaştırma

Tek yön sistemden çift yöne dönüştürülen bir yolun ana kavşaklarından bir tanesinin düzenlenme bedeli yaklaşık \$ 150,000 dır. [12]

8. ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI KAVŞAKLARIN TANITILMASI

Çalışmanın Balıkesir kısmında Balıkesir'in en yoğun kavşaklarında sabah ve akşam zirve saatlerde yapılan gözlemler sonucu kavşak hacimleri belirlenmiştir. Çözümlerde kullanılan kavşak hacim değerleri yapılan bu gözlemlere bağlı olarak tespit edilmiştir. Balıkesir ili için iki farklı çözüm yapılmıştır. İki çözüm arasında sadece ağır taşıt yüzdelerinde farklılık vardır. Birinci çözümde ağır taşıt yüzdesi % 2 olarak kabul edilmiştir. İkinci çözümde ise bu değer % 13 olarak kabul edilmiştir. İkinci çözümde kabul edilen %13 değeri sözkonusu kavşaklarda yapılan sayım sonuçlarına göre belirlenmiştir.

Balıkesir ilindeki kavşaklar üç farklı durumda incelenmiştir.

1 No'lu durumda tüm kavşak özelliklerinin mevcut durumları dikkate alınmıştır. Sistem İzmir-Bursa ana hattında çift yönlü olarak işlemektedir. Hükümet Kavşağı'nın Kızılay Caddesi kolunda trafik tek yönlüdür. Hastane Kavşağında ise Örücüler Caddesi ve Devlet Hastanesi kolları tek yönlü olarak işlemektedir. Kavşakların tümünde kontrol tipi, etkin koordine kontroldür.

2 No'lu durumda sistemin İzmir-Bursa hattındaki kavşaklarından Hükümet Kavşağı ve Uğur Mumcu Kavşakları'nın akım kollarında değişiklikler yapılmıştır. Hükümet Kavşağı'nın Kızılay Caddesi kolu mevcutta tek yönlü iken 2 No'lu durumda bu kol çift yön olarak kabul edilmiştir. Mevcut durumdan farklı olarak, kavşağın İzmir kolundan Bahçelievler ve Kızılay Caddesi yönlerine ve Bursa kolundan da Bahçelievler yönüne dönüşler verilmiştir. Uğur Mumcu Kavşağı'nda ise İzmir kolundan NEF ve Bahçelievler yönlerine ve Bursa kolundan Bahçelievler yönüne dönüşler eklenmiştir. Bir No'lu durumda tek yön olan Anafartalar Caddesinin Müze Kavşağı ile Nef arasında kalan kısmı çift yön olarak değiştirilmiştir.

3 No'lu durumda Uğur Mumcu ve Gar Kavşakları arası tek yönlü olarak çözülmüştür. Alternatif geçişler Anafartalar Caddesi'nden verilmiştir. Hastane Kavşağı'nda Örücüler kolu 1 ve 2 No'lu durumlarda tek yönlü iken 3 No'lu durumda çift yöne dönüştürülmüştür.

8.1 SSK Kavşacı

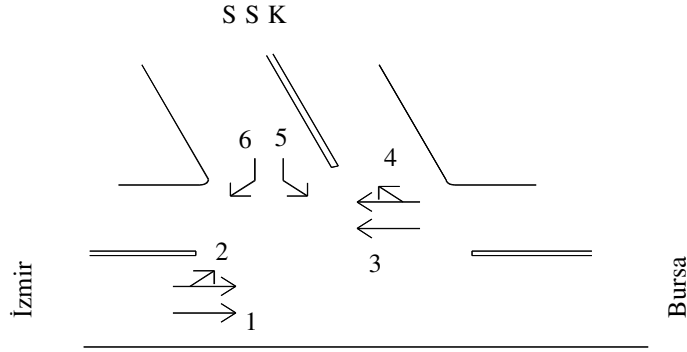
SSK kavşacı üç yönden gelen akımların kesiştiği, sinyalize bir eşdüzey kavşaktır. Bu akımlar İzmir, Bursa ve SSK Hastanesi akımlarıdır.

İzmir yönü iki gidiş ve iki geliş olmak üzere toplam dört şerittir. Kavşaca İzmir yönünden gelen araçlar düz geçiş yaparak Bursa yönüne doğru ilerleyebilir veya sola dönerek SSK Hastanesi yönüne gidebilirler.

Kavşaca Bursa yönünden gelen araçlar düz giderek İzmir ya da sola dönerek SSK Hastanesi yönüne gidebilirler. Kavşacın Bursa kolu iki gidiş ve iki geliş olmak üzere toplam dört şerittir.

Kavşacın SSK kolu bir gidiş ve bir geliş olmak üzere toplam iki şerittir. Araçlar SSK kolundan sağa dönerek İzmir yönüne gidebilirler, ya da sola dönüş yaparak Bursa koluna geçebilirler.

Sigorta Hastanesi'nin kavşaca yakın olması kavşak trafiğini arttırmaktadır. Kavşak trafiğinin bir kısmını şehir dışı ve çevre ilçelere giden ve buralardan gelen araçlar oluşturmaktadır.



Ş ek il 8.1 S S K K a v ş a ğ ı 1, 2, 3 N o 'lu D u r u m l a r

8.2 Uğur Mumcu Kavşağı

Uğur Mumcu Kavşağı dört yönden gelen akımların kesiştiği eşdüzey sinyalize bir kavşaktır. Bu dört ana akım kolu İzmir, Bursa, Necatibey Eğitim Fakültesi ve Bahçelievler Mahallesi'ne açılmaktadır.

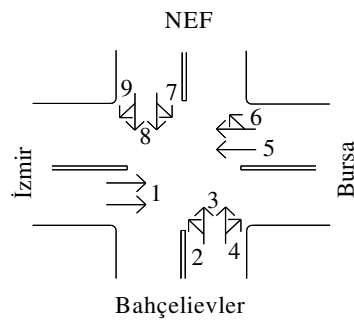
İzmir kolundan kavşağa ulaşan araçlar, Bursa yönüne gidebilmektedirler. İzmir kolu iki gidiş ve iki geliş olmak üzere toplam dört şerittir. İzmir kolundan NEF ve Bahçelievler yönlerine dönüş yoktur. Oluşturulan ve çözümü Synchro ile yapılan alternatif durumlardan bir tanesinde kavşağın İzmir kolundan her üç yöne de geçiş verilmektedir.

Kavşağın Bursa kolu iki gidiş ve iki geliş olmak üzere toplam dört şerittir. Kavşağın Bursa kolundan sağa dönen araçlar N.E.F, düz giden araçlar ise İzmir yönüne gitmektedir. Bursa kolundan Bahçelievler yönüne geçiş yoktur. Alternatif çözümlerden bir tanesinde Bahçelievler yönüne de dönüş verilmiştir.

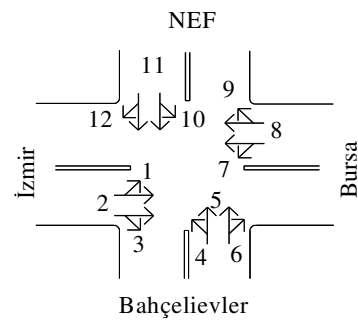
NEF yönünden kavşağa gelen akım kavşakta üç yöne ayrılır. Düz gidenler Bahçelievler koluna, Sağa dönenler İzmir ve sola dönenler ise Bursa yönüne giderler. Kavşağın bu kolu iki gidiş ve iki geliş olmak üzere toplam dört şerittir.

Kavşağın bir kolunun açıldığı Bahçelievler Mahallesi bir yaşam zonu olması sebebi ile sabah saatlerinde Bahçelievler yönünden diğer yönlere geçen araç sayısı günün diğer saatlerine oranla daha fazladır. Yine aynı nedenle akşam saatlerinde kavşağı kullanarak Bahçelievler yönüne geçen araç sayısı artmaktadır. Kavşağın bu kolu iki gidiş ve iki geliş olmak üzere toplam dört şerittir. Bahçelievler koluna gelen araçlar düz giderek NEF , sağa dönerek Bursa ve sola dönerek İzmir yönlerine ulaşabilmektedirler.

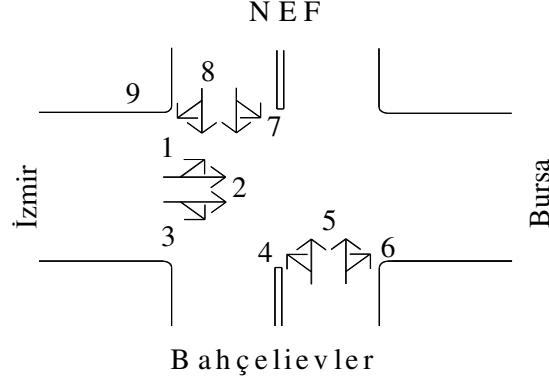
Cumartesi günleri kavşak yakınına kurulan semt pazarı kavşağı kullanan yaya sayısında artışa sebep olmaktadır. Yayaların sinyalizasyon işaretlerine uymamaları kavşakta karışıklıklara sebep olmaktadır. Kavşağın Bahçelievler kolunda kavşağa paralel devam eden tren yolundan geçen trenler, günde birkaç kez de olsa trafik akımında beklemelere yol açmaktadır. Tren geçişleri sırasında kavşağa gelen ve Bahçelievler yönüne geçmek isteyen araçlar kısa süreli de olsa beklemek zorundadırlar.



Şekil 8.2 Uğur Mumcu Kavşağı
1 No'lu Durum



Şekil 8.3 Uğur Mumcu Kavşağı
2 No'lu Durum



Şekil 8.4 Uğur Mumcu Kavşağı 3 No'lu Durum

8.3 Hükümet Kavşağı

Kavşak dört kollu sinyalizasyonlu bir kavşaktır. Kavşaktan İzmir, Bursa, Kızılay Caddesi ve Bahçelievler yönlerine geçiş sağlanmaktadır.

İzmir yönünden gelen araçlar düz devam ederek Bursa yönüne ya da sağa dönerek Bahçelievler Mahallesi yönüne gidebilirler. Kavşağın İzmir kolundan sola dönüş yoktur. Fakat mevcut duruma alternatif olarak incelenen diğer sistemlerde çarşı kolu çift yön olarak tasarlanmış ve İzmir yönünden çarşıya da geçiş verilmiştir.

Kavşaktan geçen ve Kızılay Caddesi'ne gitmek isteyen araçlar Gar Kavşağı'nı kullanmaktadırlar. Bu durum hem trafik akışını olumsuz etkilemekte hem de araçların daha çok yol katletmesine yol açmaktadır. Sola dönüş olmadığı için araçlar daha uzun sürede ve daha fazla yakıt tüketerek çarşıya ulaşmaktadırlar. Ayrıca çarşıya gidecek olan araçlar Gar Kavşağı'nda ve Milli Kuvvetler Caddesi'nde gereksiz trafik oluşturmaktadır.

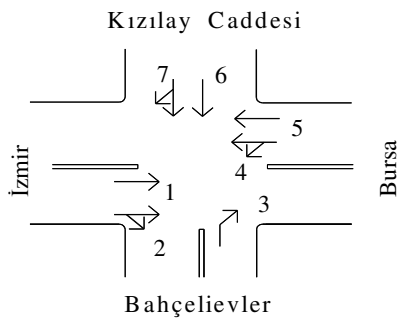
Kavşağın Bahçelievler kolu toplam üç şerittir. Burada bir şerit Bahçelievler yönünden gar yönüne dönen araçlara ayrılmıştır. Diğer iki şeridi ise kavşağa İzmir

yönünden gelerek sağa dönüş ile Bahçelievler Yönüne geçen araçlar kullanmaktadır. Mevcut duruma ilave olarak sunulan alternatiflerde Bahçelievler yönünden çarşıya ve İzmir yönüne de akım verilmiştir.

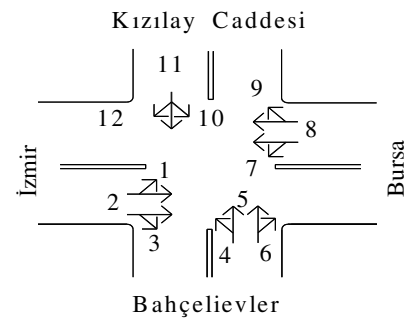
Bursa Yönünden kavşağa gelen araçlar için üç şerit ayrılmıştır. Bursa yönünden sola dönerek Bahçelievler'e gidecek araçlar en sağ şeridi, İzmir yönüne gidecek araçlar ise diğer iki şeridi kullanmaktadırlar. Mevcut duruma ilave olarak sunulan alternatiflerde Bursa yönünden Bahçelievler yönüne de akım verilmiştir

Kavşağın Kızılay Caddesi kolunda akım tek yönlüdür. Sadece Kızılay Caddesi yönünden İzmir ve Bahçelievler kollarına geçiş vardır. Mevcut duruma ilave olarak sunulan alternatiflerde bu koldaki akım çift yönlü olarak değiştirilmiş ve değişimler incelenmiştir.

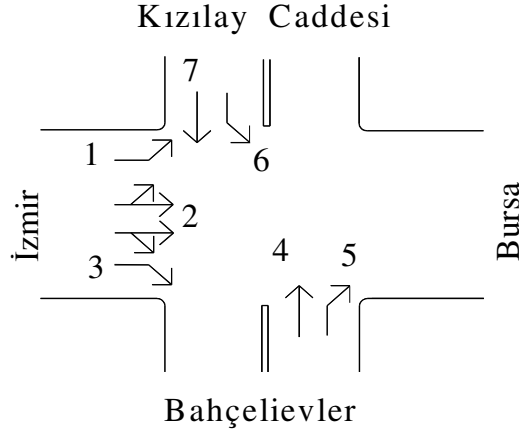
Kavşakta yapılan yeni düzenlemeler sonucu mevcut üstgeçit kaldırılmış ve yayalar için sinyal fazları ayrılmıştır. Bu durum yayaların güvenli geçişlerinde etkili olmuştur. Kavşağa yayalar için de sinyalizasyon işaretleri yerleştirilmiştir.



Şekil 8.5 Hükümet Kavşağı 1 No'lu Durum



Şekil 8.6 Hükümet Kavşağı 2 No'lu Durum



Şekil 8.7 Hükümet Kavşağı 3 No'lu Durum

8.4 Gar Kavşağı

Gar Kavşağı dört kollu sinyalizasyonlu bir kavşaktır. Kavşak kolları Bursa, İzmir, Milli Kuvvetler Caddesi ve Edremit yönlerine açılmaktadır. Kavşakta İzmir yönünden gelerek Edremit ve Milli Kuvvetler yönüne geçmek isteyen araçlar için bir cep mevcuttur.

Gar Kavşağı Balıkesir'in en yoğun kavşaklarından bir tanesidir. Hükümet Kavşağı'ndan çarşı yönüne geçiş olmadığı için İzmir yönünden gelerek çarşıya ulaşmak isteyen araçlar da bu kavşağı kullanmaktadır.

İzmir yönünden gelen araçlar iki şerit kullanarak Bursa yönüne geçmektedir. İzmir yönünden cebe giren araçlar da sağdaki şeridi kullanmaktadırlar.

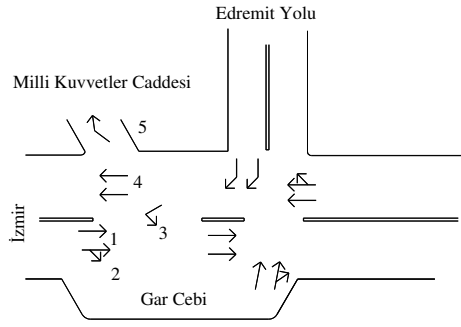
Bursa kolu iki gidiş ve üç geliş olmak üzere toplam beş şerittir. Bursa yönünden İzmir koluna iki şeritten düz geçiş sağlanmaktadır.

Edremit yönü üç gidiş ve iki geliş olmak üzere toplam beş şerittir. Edremit yönünden gelen araçlar Milli Kuvvetler Caddesi'ne ve İzmir yönüne dönmekte ayrıca ada etrafında dönerek Bursa yönüne gidebilmektedirler..

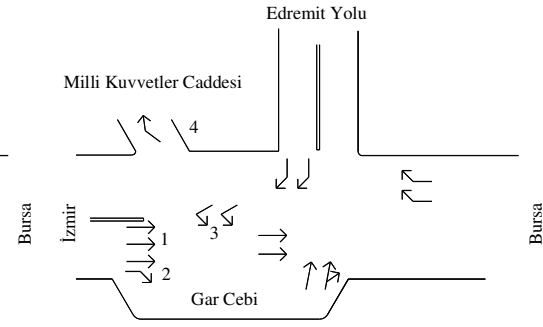
Milli Kuvvetler kolu tek yöndür. Bursa ve Edremit yönlerinden gelen araçlar çarşıya ulaşmak için bu kola geçmektedirler. İzmir yönünden gelip çarşı yönüne geçmek isteyen araçlar da cep aracılığıyla sola dönmekte ve Milli Kuvvetler yönüne geçmektedirler.

Balıkesir Şehirlerarası Otobüs Terminali'nin taşınması kavşaktan geçen otobüs sayısında büyük azalma sağlamıştır.

1 ve 2 no'lu durumlarda Gar Kavşağında trafik çift yönlü olarak işlemektedir. 3 no'lu durumda ise, kavşaktaki trafik akımı İzmir yönünden Bursa yönüne doğru tek yönlü olarak ilerlemektedir.



Şekil 8.8 Gar Kavşağı 1, 2 No'lu Durumlar



Şekil 8.9 Gar Kavşağı 3 No'lu Durum

8.5 Hastane Kavşağı

Hastane Kavşağı, dört kollu sinyalizasyon eşdüzey bir kavşaktır. Kavşaktaki akımlar Bursa, İzmir, Devlet Hastanesi ve Bandırma Caddesi yönüne açılmaktadır.

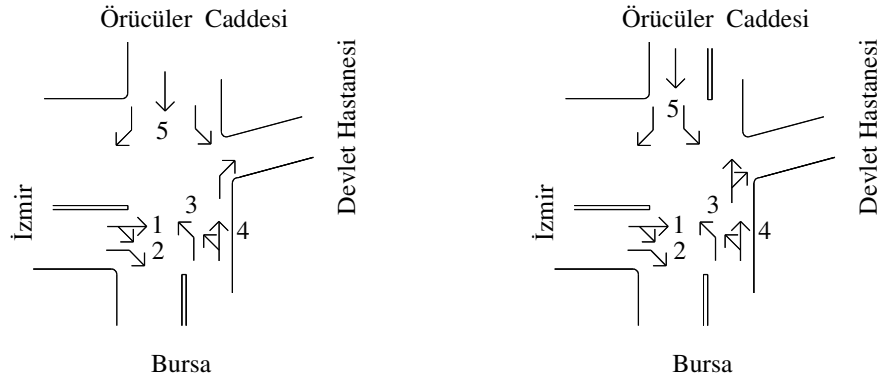
Kavşak yoğunluğu sabah ve akşam saatlerinde artış göstermektedir. Kavşağın Bursa yönünde Elliikievler semti yer almaktadır. Elliikievler yerleşim birimlerinin yoğunlukta olduğu bir semttir. Sabah saatlerinde semtten şehir merkezine doğru eğitim, iş ve alışveriş amaçlı bir trafik oluşmaktadır. Akşam saatlerinde ise işten, okuldan, alışveriş ve eğlenceden dönen semt sakinleri kavşağın Bursa koluna geçen trafik hacmini arttırmaktadır.

Garajın taşınması ile şehirlerarası otobüsler trafikten çıkartılmıştır fakat yeni garaja yolcu taşıyan otobüsler sisteme dahil olmuştur. Kavşak yakınında Devlet

Hastanesi ve Atatürk İlköğretim Okulu vardır. Hafta içi günlerde okul giriş ve çıkış saatlerinde kavşaktaki yaya hacmi artmaktadır.

Kavşağın Bursa kolundan İzmir ve Hastane yönlerine geçiş vardır. İzmir yönünden gelen araçlar ise Bursa ve Devlet Hastanesi yönlerine gidebilirler. Bandırma Caddesi yönünden ise Bursa, İzmir ve Hastane kollarına geçiş mevcuttur.

1 ve 2 no'lu durumlarda kavşağın İzmir ve Bursa kollarında çift yönlü, Devlet Hastanesi ve Örücüler Caddesi kollarında ise tek yönlü trafik akımı mevcuttur. 3 no'lu durumda ise Örücüler Caddesi de çift yönlü olarak değiştirilmiştir.



Şekil 8.10 Hastane Kavşağı 1 ve 2 No'lu Durumlar Şekil 8.11 Hastane Kavşağı 3 No'lu Durum

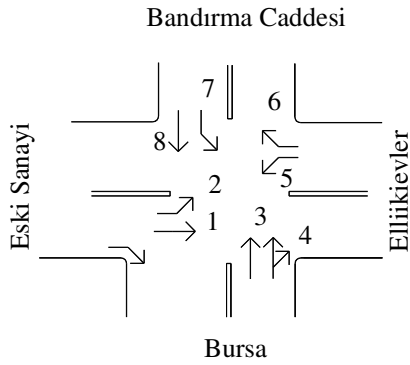
8.6 Emniyet Kavşağı

Emniyet Kavşağı dörtkollu, sinyalize yuvarlakada bir eşdüzey kavşaktır. Kavşak İzmir, Bursa; Elliikievler Mahallesi ve Eski Sanayi yönlerine açılan dört koldan oluşmaktadır.

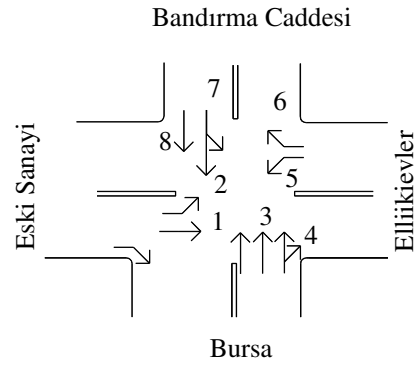
Elliikievler kolu sabah saatlerinde gidiş yönünde yoğunlaşmaktadır. Akşam saatlerinde ise geliş yönü daha yoğundur. Kavşak yakınında alışveriş ve eğlence merkezleri bulunmaktadır. Bu da kavşağın kapasitesini etkileyen bir faktördür.

Kavşağın Bursa kolundan gelen araçlar en sağ şeridi kullanarak Elliiki evler koluna geçebilirler. Bursa yönünden iki şerit düz geçişler için ayrılmıştır. İzmir yönünden kavşağa gelen araçlar Elliikievler ve Bursa yönlerine gidebilirler. Eski sanayi kolu tek yön gelişler için kullanılmaktadır. Bu nedenle İzmir , Bursa ve Elliikievler kollarından eski sanayi yönüne trafik akımı yoktur.

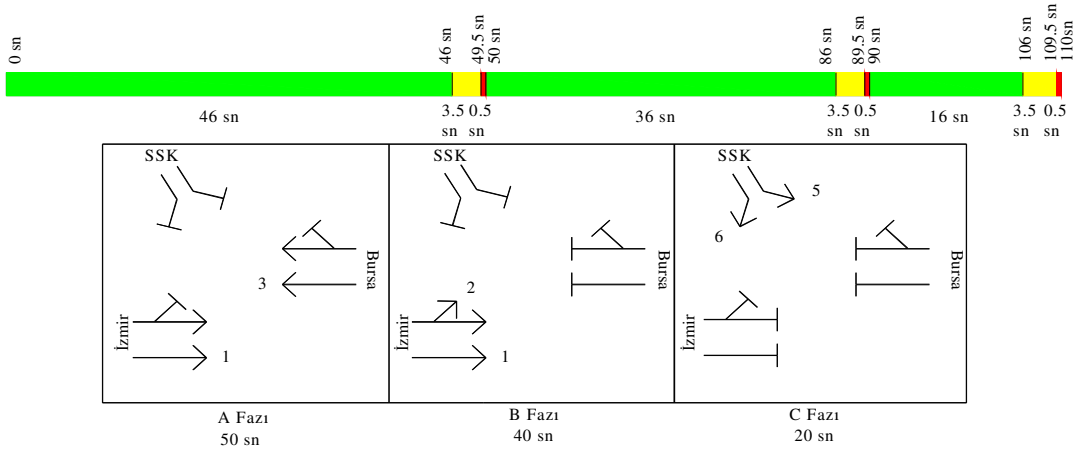
Kavşağın Elliikievler kolundan Bursa ve İzmir yönlerine gidiş ve bu yönlerden de kavşağa geliş mevcuttur.



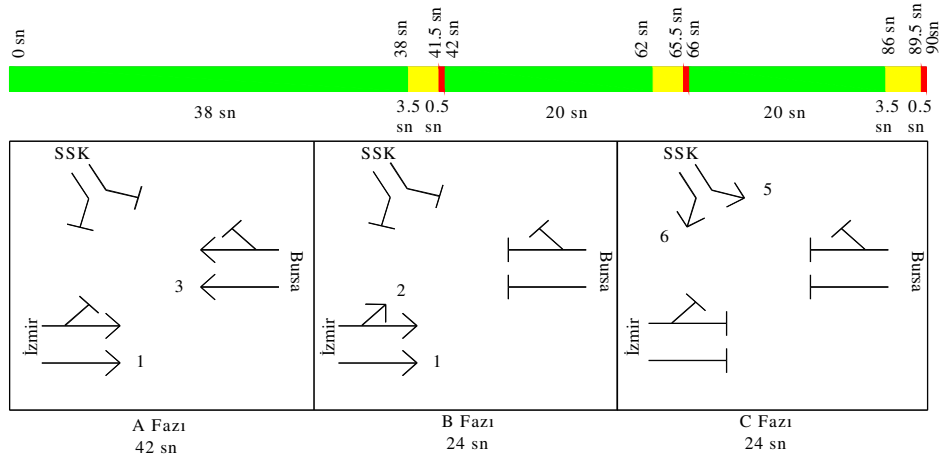
Şekil 8.12 Emniyet Kavşağı
1 ve 2 No'lu Durumlar



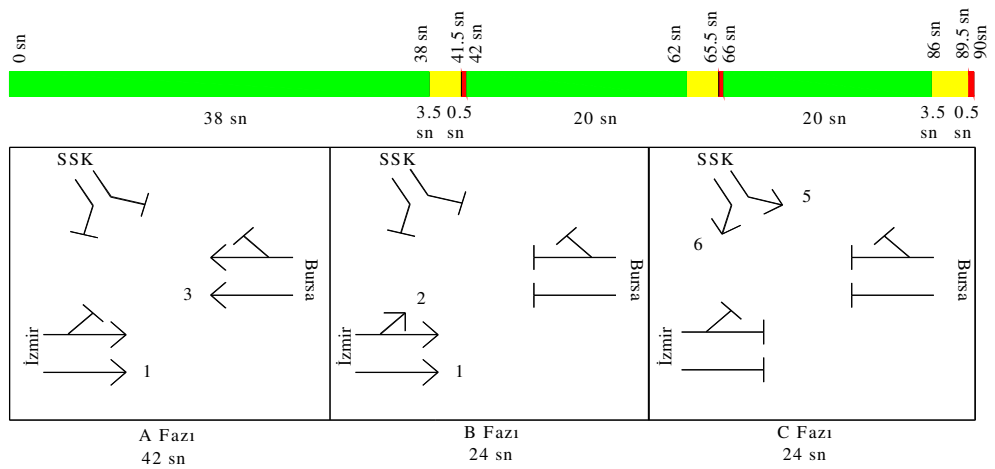
Şekil 8.13 Emniyet Kavşağı 3 No'lu Durum



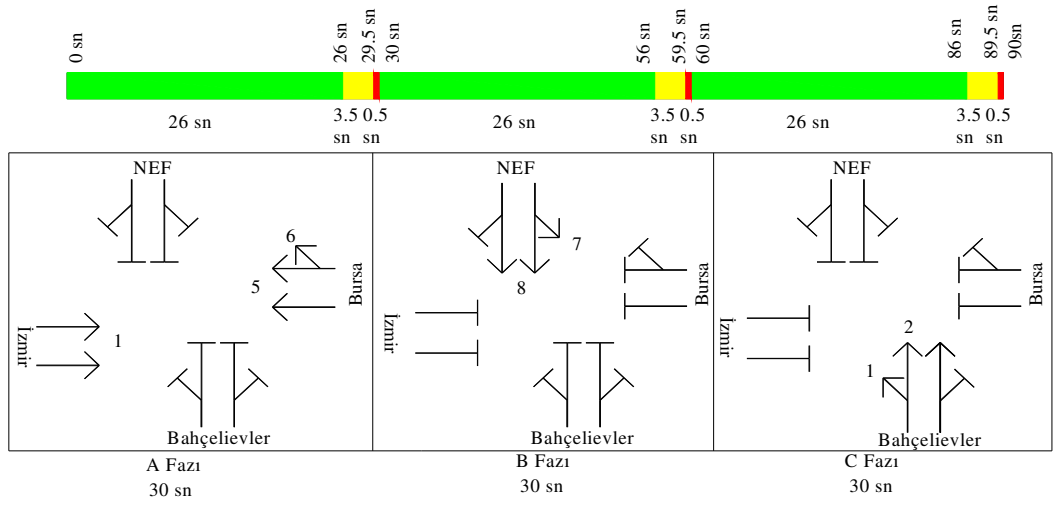
Şekil 8.14 Ssk Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



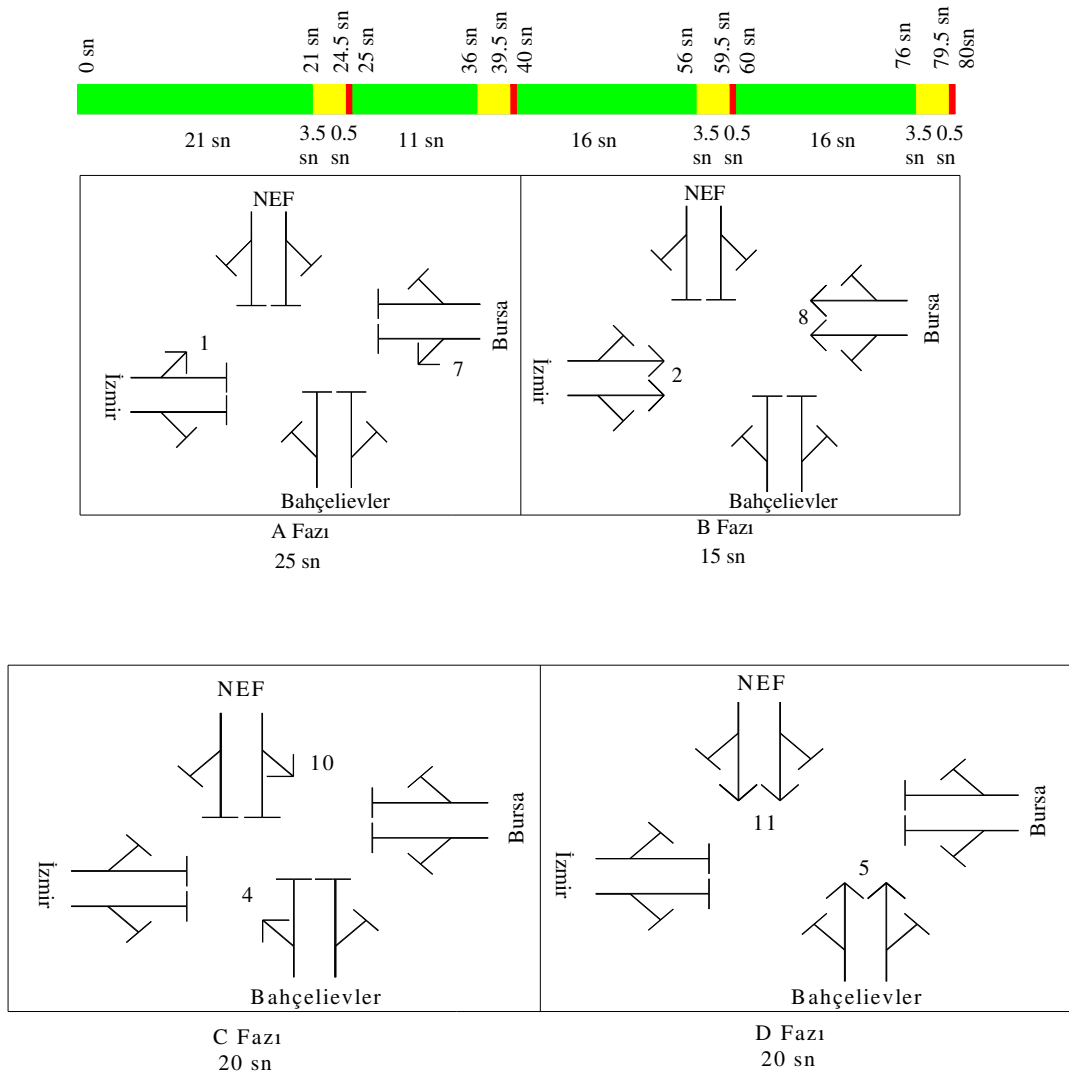
Şekil 8.15 Ssk Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



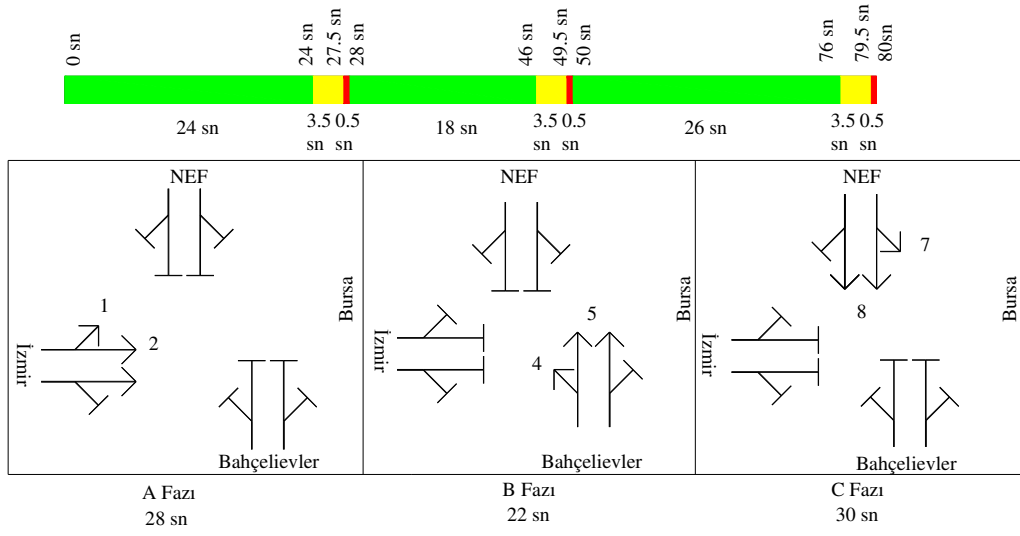
Şekil 8.16 Ssk Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



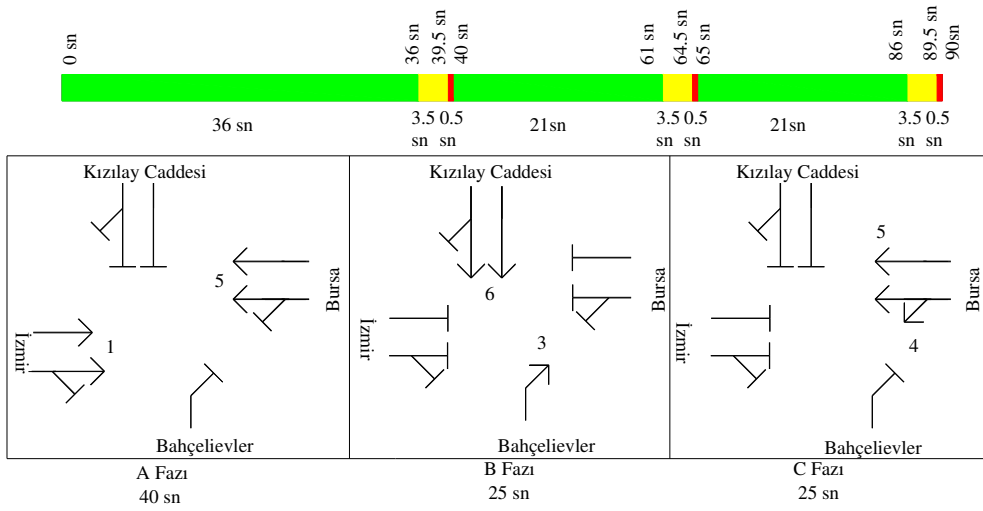
Şekil 8.17 Uğur Mumcu Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



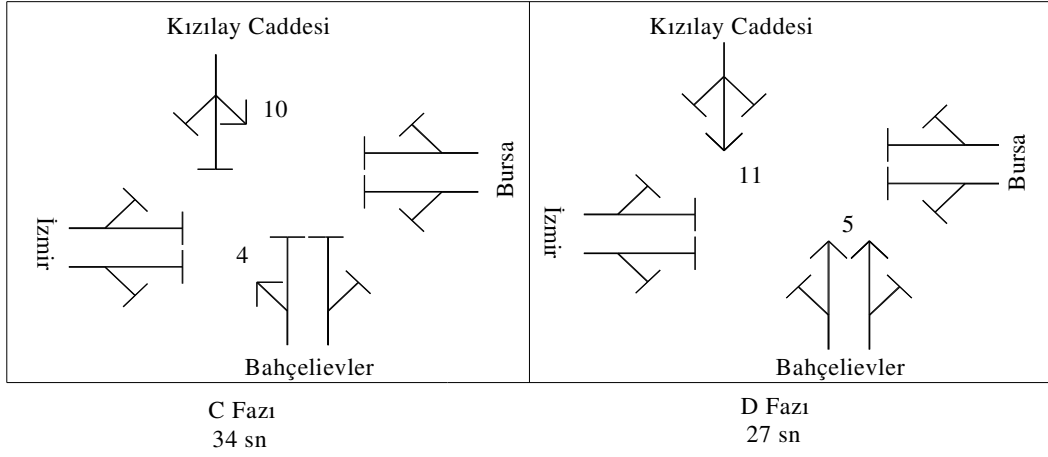
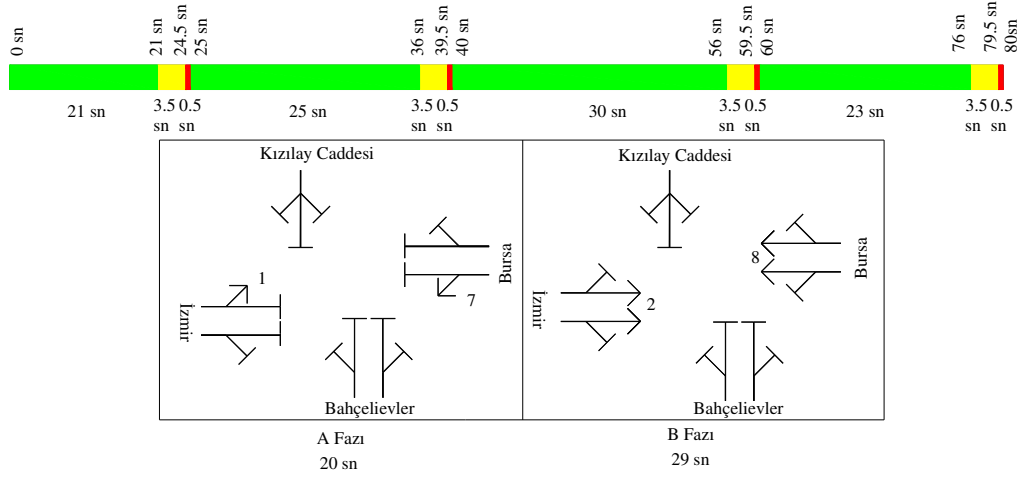
Şekil 8.18 Uğur Mumcu Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



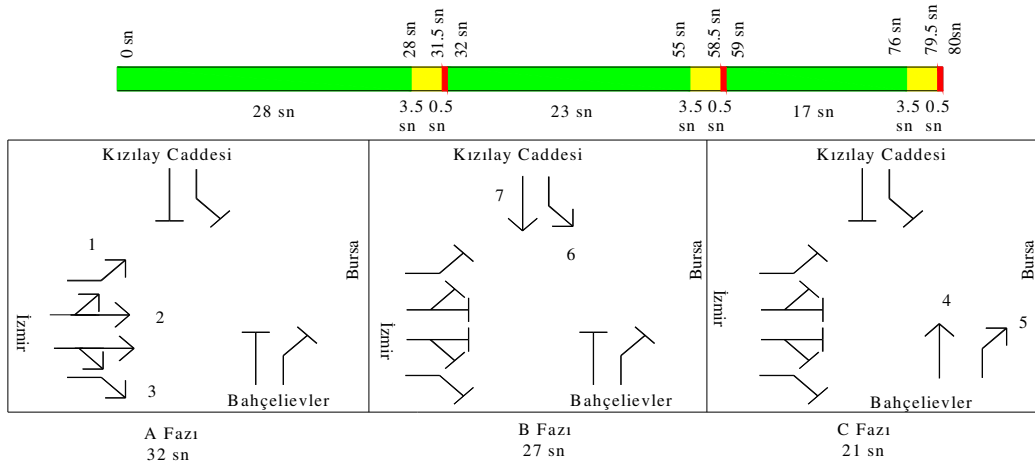
Şekil 8.19 Uğur Mumcu Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



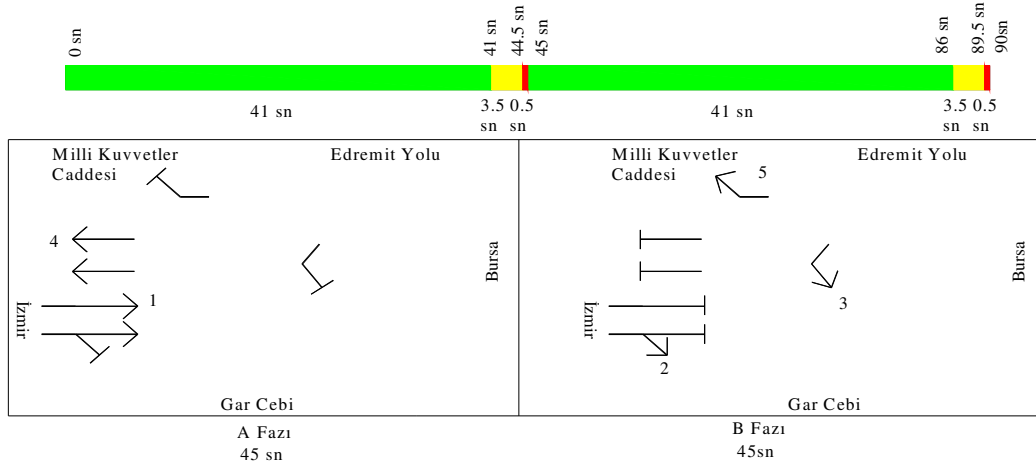
Şekil 8.20 Hükümet Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



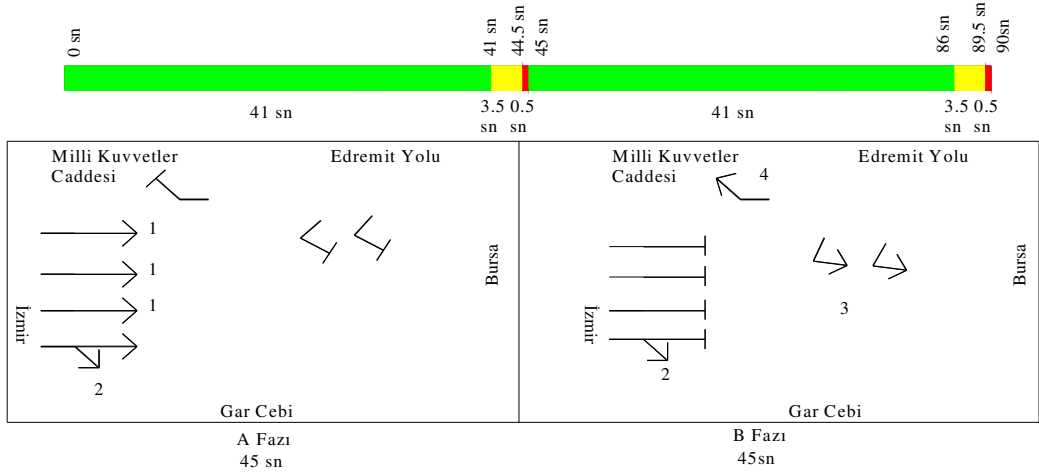
Şekil 8.21 Hükümet Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



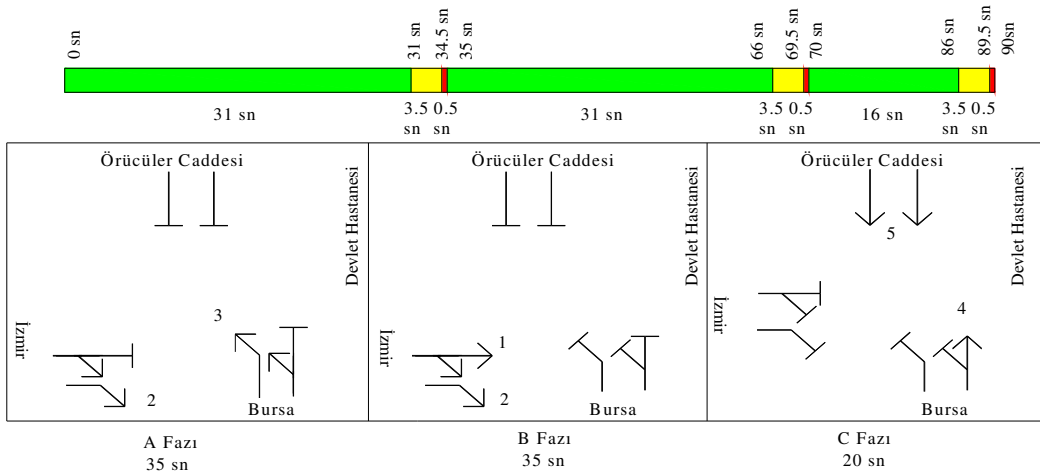
Şekil 8.22 Hükümet Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



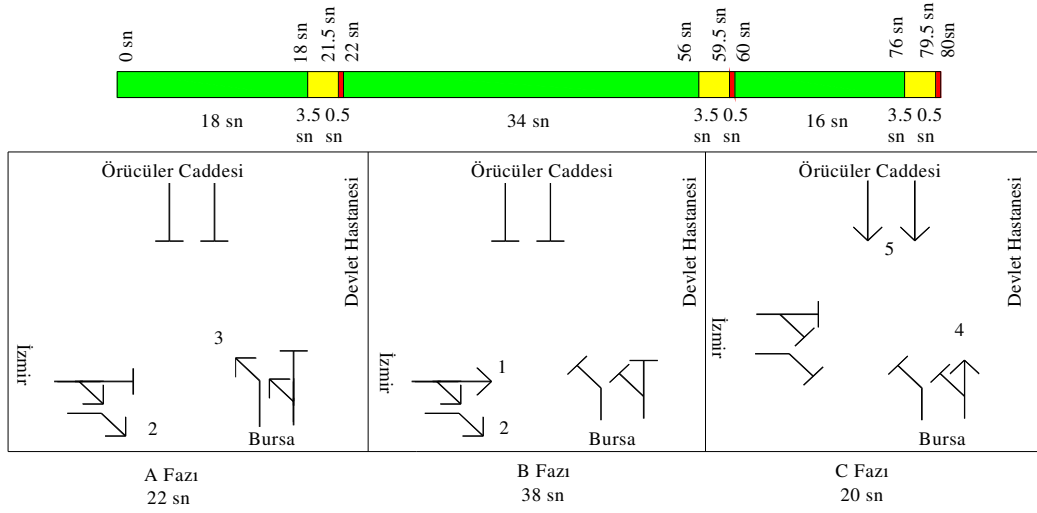
Şekil 8.23 Gar Kavşağı 1, 2 No'lu Durumlar İçin Faz Diyagramı



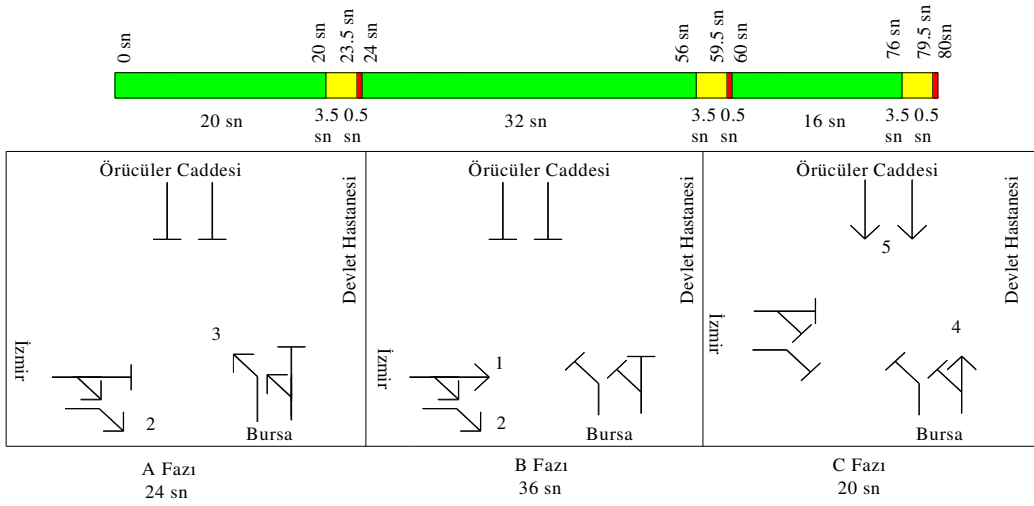
Şekil 8.24 Gar Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



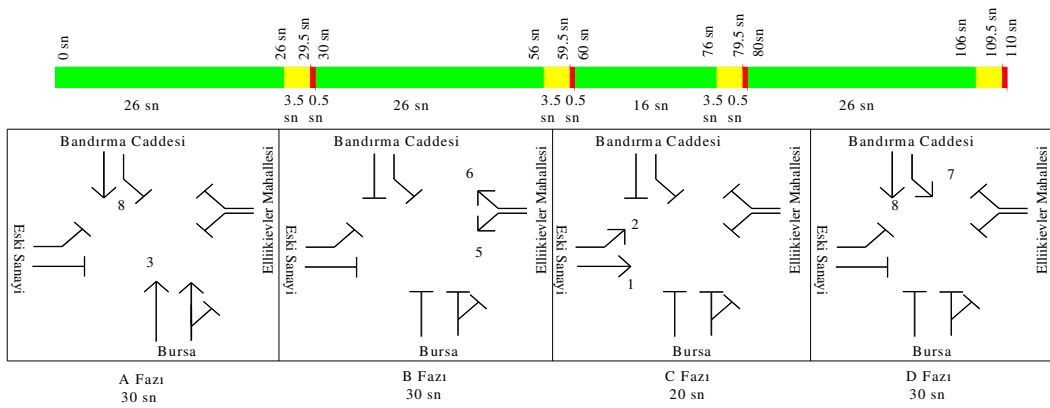
Şekil 8.25 Hastane Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



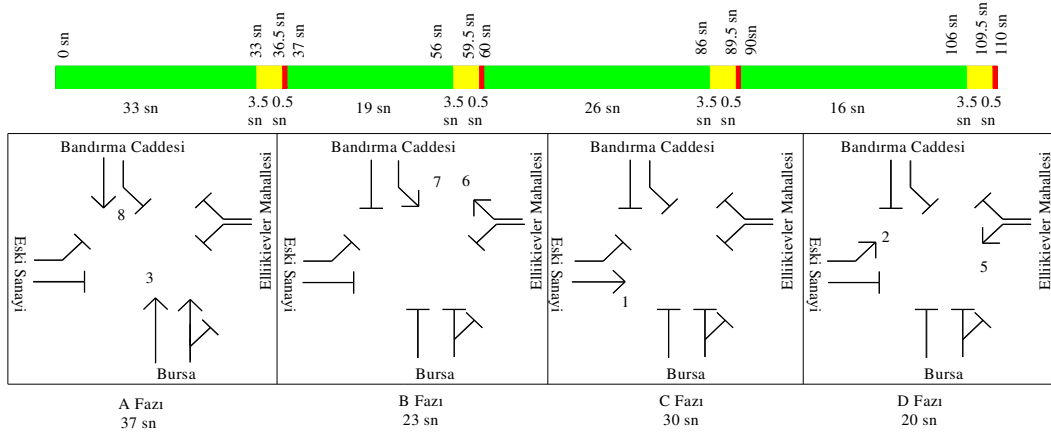
Şekil 8.26 Hastane Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



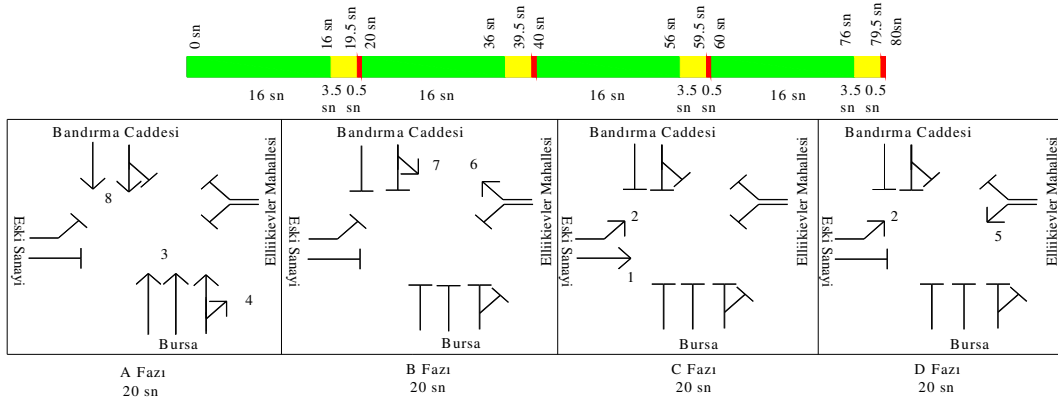
Şekil 8.27 Hastane Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



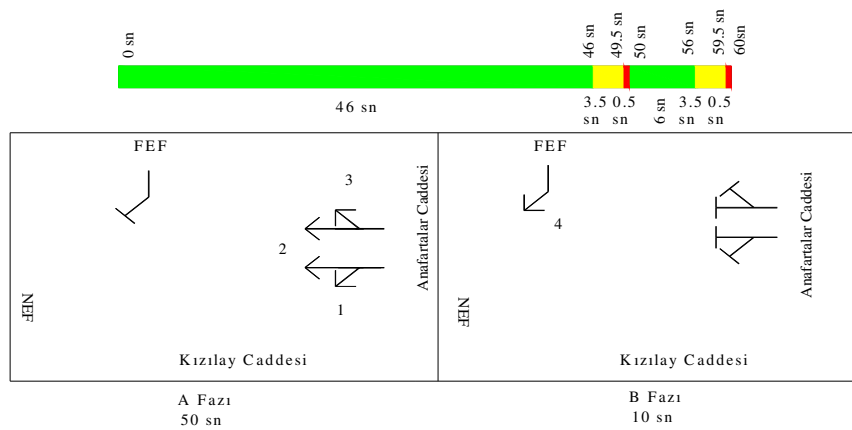
Şekil 8.28 Emniyet Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



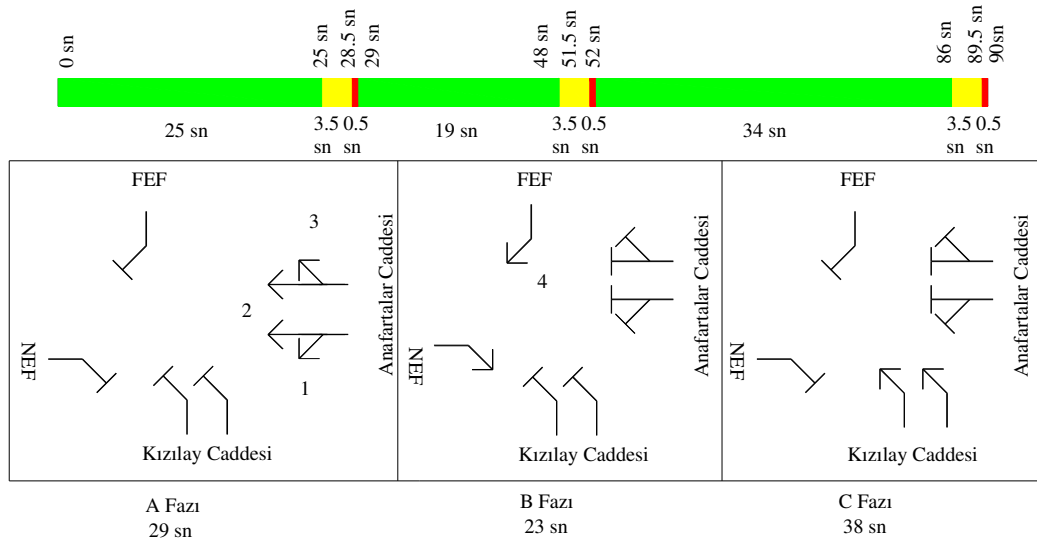
Şekil 8.29 Emniyet Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



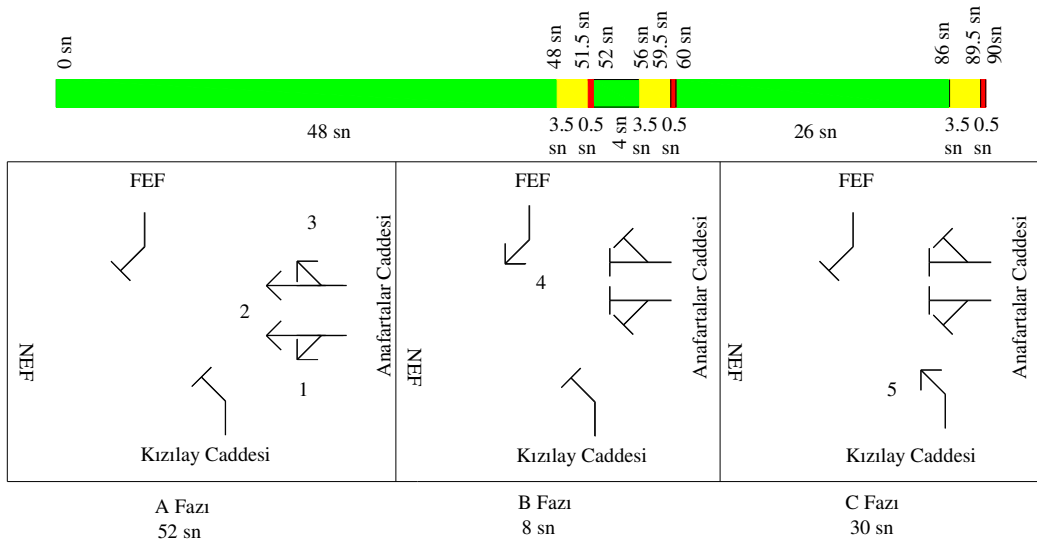
Şekil 8.30 Emniyet Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



Şekil 8.31 Müze Kavşağı 1 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



Şekil 8.32 Müze Kavşağı 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



Şekil 8.33 Müze Kavşağı 3 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı

8.7 İzmir İli Örneğindeki Kavşaklar

İzmir iline ait çözümlerde kullanılan yol ağı Gazi ve Fevzi Paşa Bulvarları dikkate alınarak çizilmiştir.

1, 5, 9, 13 no'lu kavşaklar Gazi Bulvarı ve 3, 6, 10, 14 no'lu kavşaklar da Fevzi Paşa Bulvarındaki kavşaklarla benzerdir. 11, 15, 25, 28 no'lu kavşaklar Alsancak yönündeki kavşakları, 12 ve 16 no'lu kavşaklar da İkiçeşmelik yönündeki kavşakları temsil etmektedir.

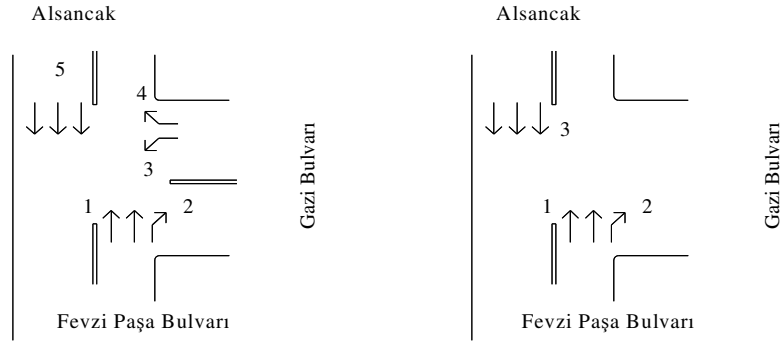
İzmir için dört farklı durum incelenmiştir. 1. durumda tüm akımlar mevcut duruma göre düzenlenmiştir. Kavşak hacimleri daha önce yapılan trafik hacim sayımlarından faydalanılarak belirlenmiştir. Sinyal süreleri Gazi ve Fevzi Paşa Bulvarları'nda yapılan gözlemler sonucu belirlenmiştir.

2 No'lu durumda Gazi Bulvarı olarak vasayılan 1, 5, 9, 13 no'lu kavşakların koordine çalıştığı güzergahın tek yönlü kabul edildiği durumdur. Kavşak sinyal süreleri program tarafından belirlenmiş optimizasyon yapılarak en verimli durum seçilmiştir.

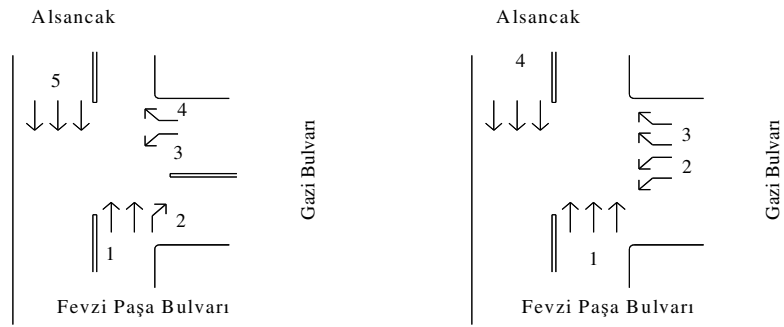
3 No'lu durumda Fevzi Paşa Bulvarı olarak vasayılan 3, 6, 10, 14 no'lu kavşakların koordine çalıştığı güzergahın tek yönlü kabul edildiği durumdur. Kavşak sinyal süreleri program tarafından belirlenmiş optimizasyon yapılarak en verimli durum seçilmiştir.

4 No'lu durumda Fevzi Paşa Bulvarı ve Gazi Bulvarı olarak vasayılan 1, 3, 5, 6, 9, 10, 13, 14 no'lu kavşakların bulunduğu güzergahın tek yönlü olarak işletildiği durumdur. Kavşak sinyal süreleri program tarafından belirlenmiş optimizasyon yapılarak en verimli durum seçilmiştir.

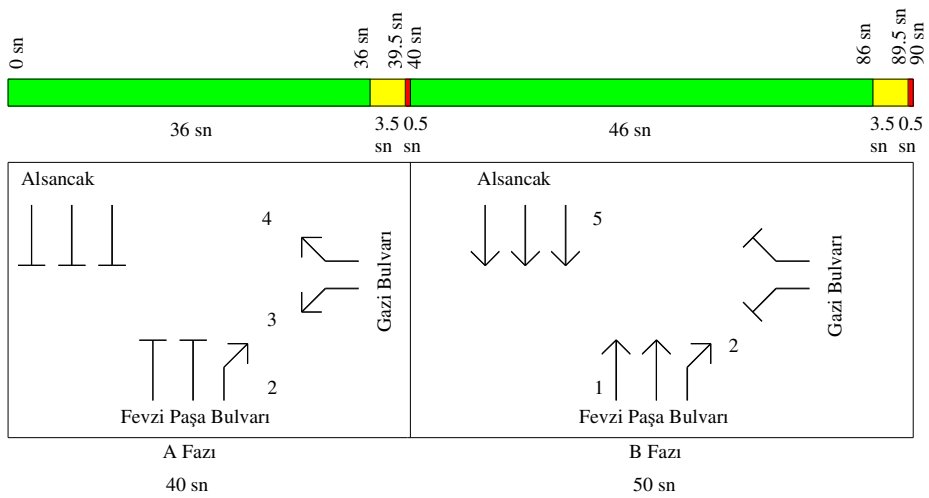
İzmir ili için iki farklı çözüm yapılmıştır. İki çözüm arasında sadece ağır taşıt yüzdelerinde farklılık vardır. Birinci çözümde ağır taşıt yüzdesi % 2 olarak kabul edilmiştir. İkinci çözümde ise bu değer % 10 olarak kabul edilmiştir.



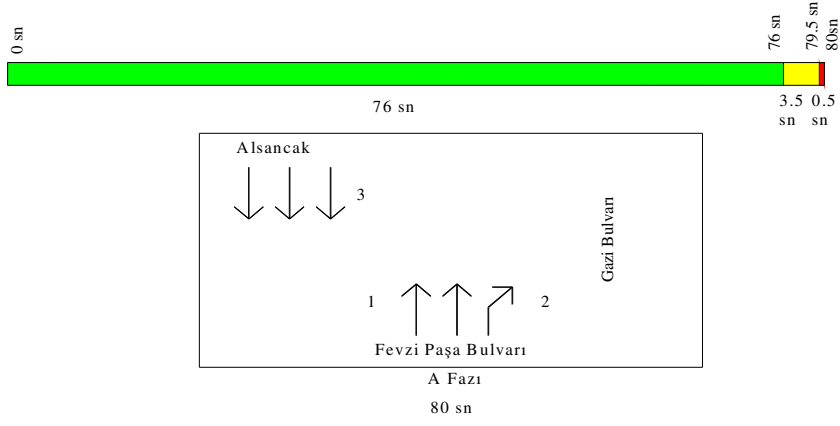
Şekil 8.34 1 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Şekil 8.35 1 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum



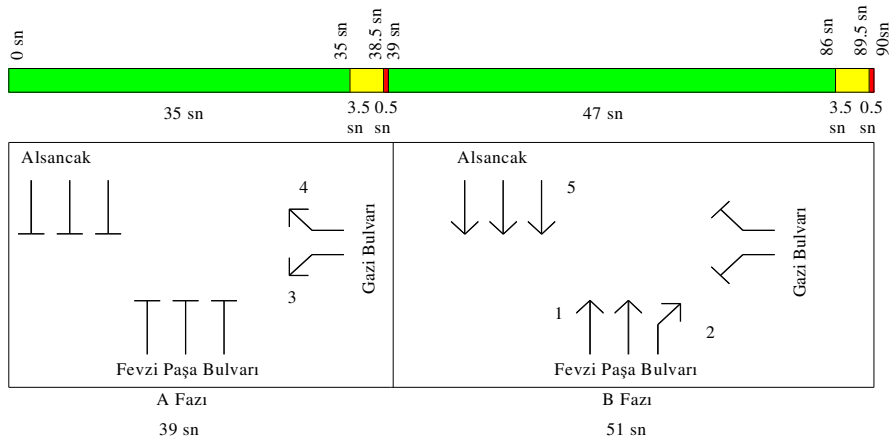
Şekil 8.36 1 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Şekil 8.37 1 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum



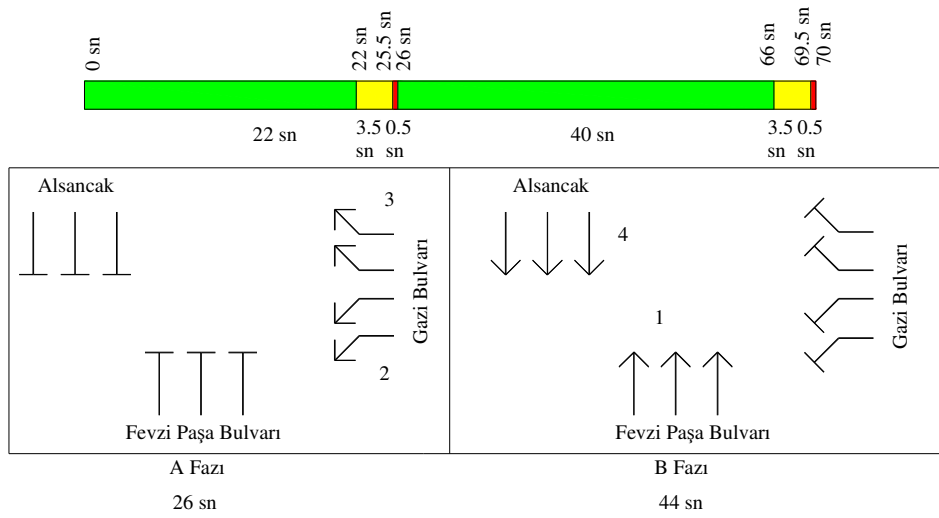
Şekil 8.38 1 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



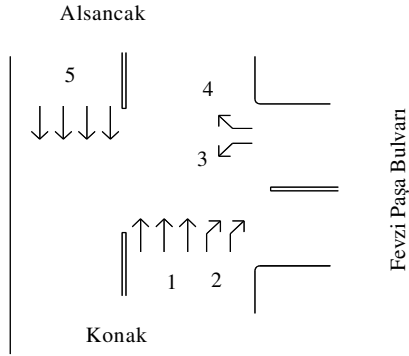
Şekil 8.39 1 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



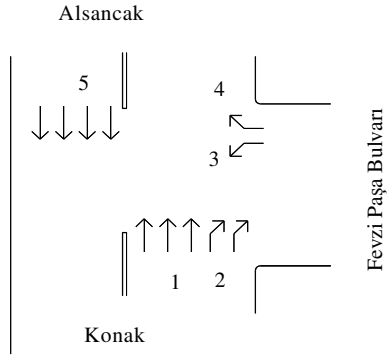
Şekil 8.40 1 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



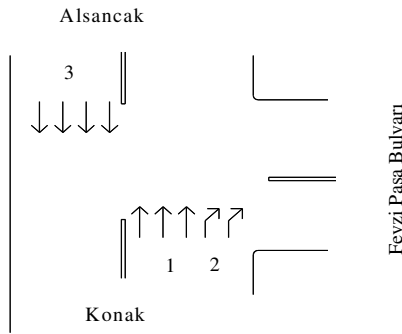
Şekil 8.41 1 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



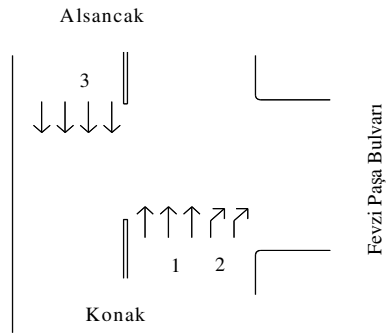
Şekil 8.42 3 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum



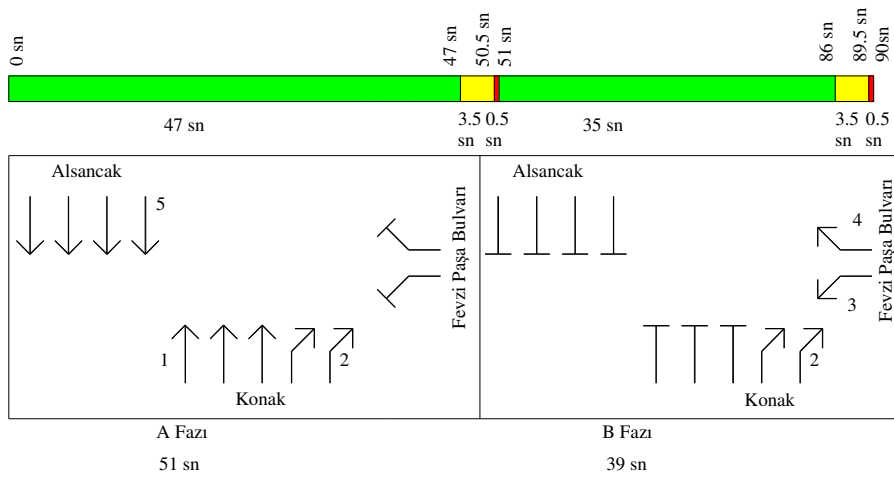
Şekil 8.43 3 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum



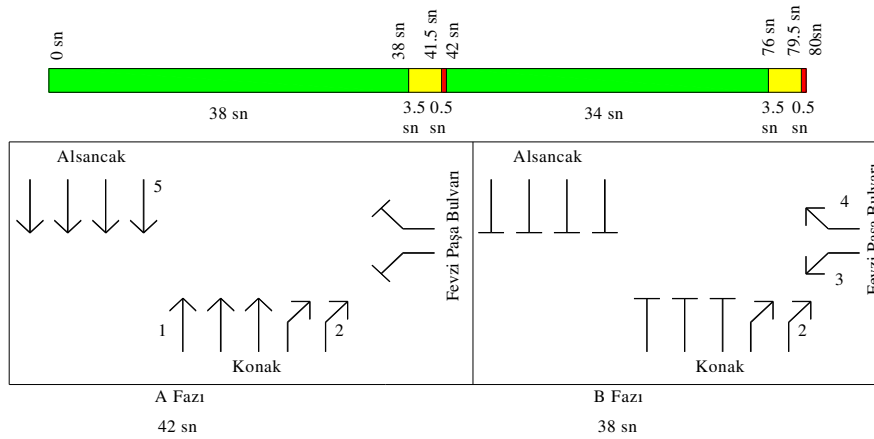
Şekil 8.44 3 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum



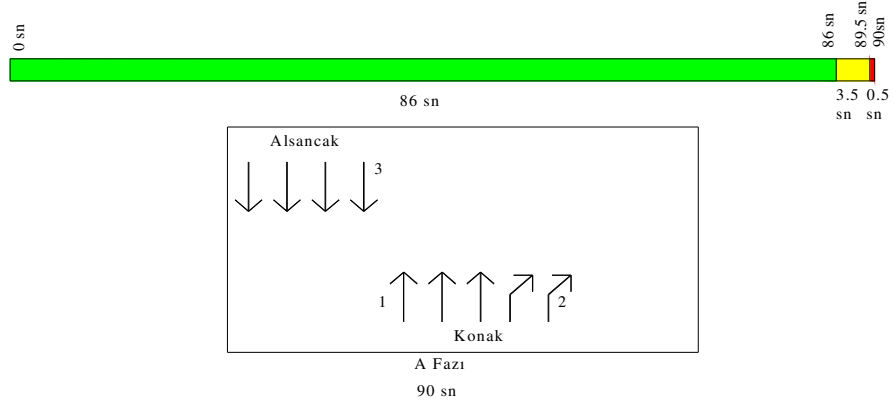
Şekil 8.45 3 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum



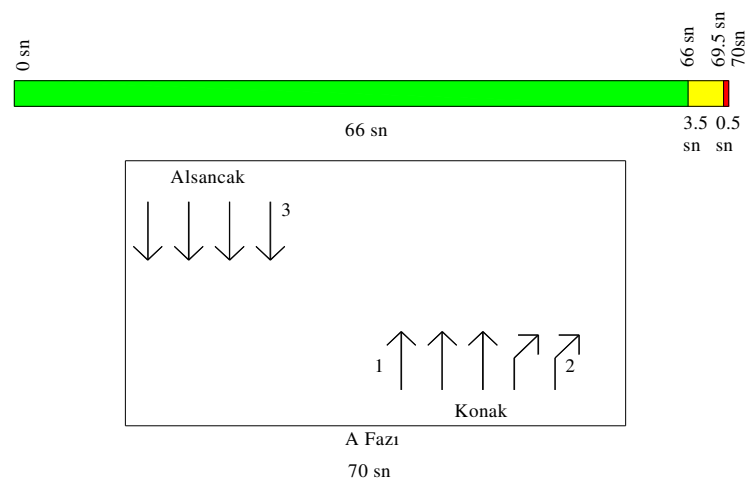
Şekil 8.46 3 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



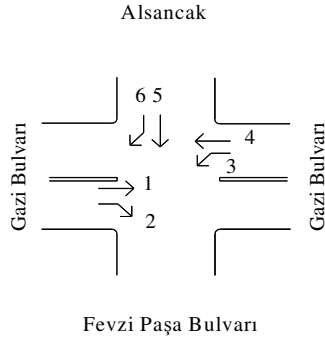
Şekil 8.47 3 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



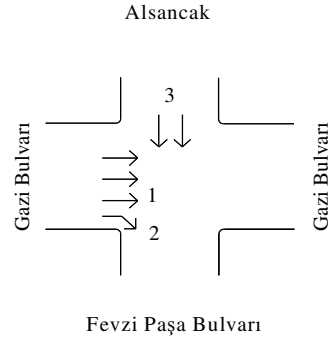
Şekil 8.48 3 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



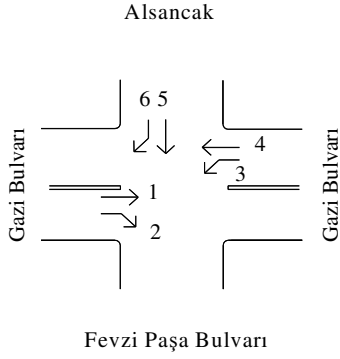
Şekil 8.49 3 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



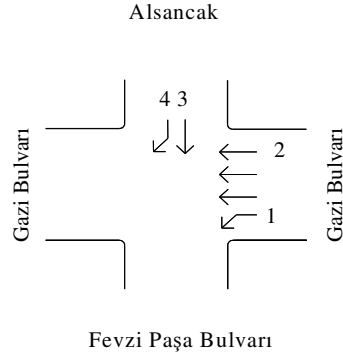
Şekil 8.50 5 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum



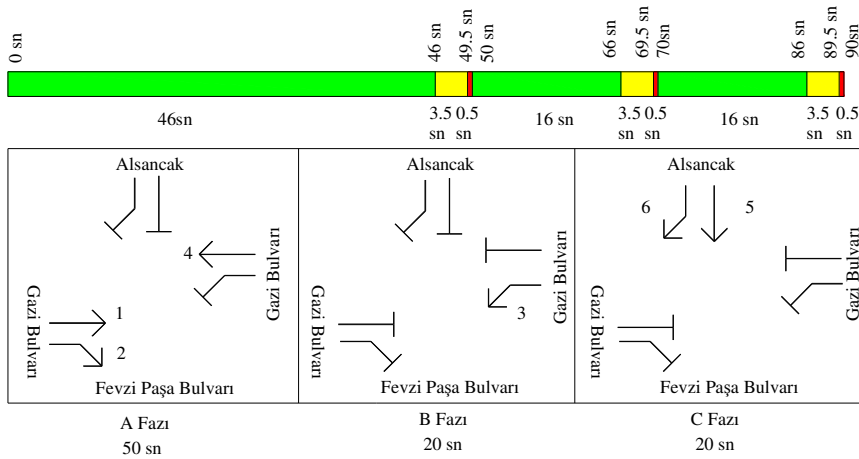
Şekil 8.51 5 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum



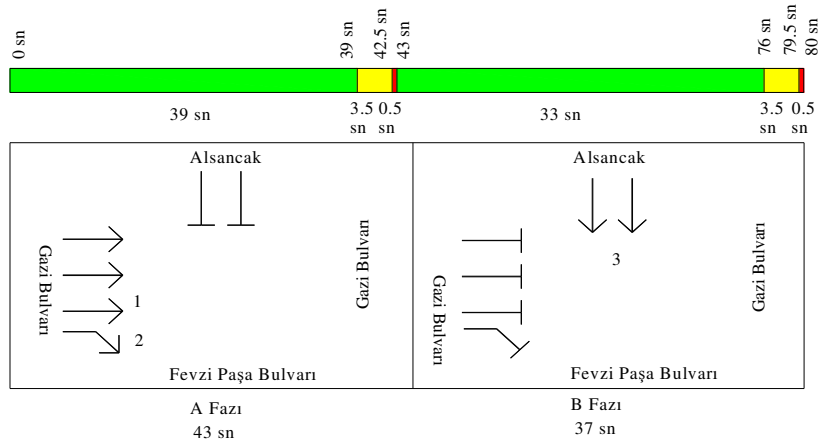
Şekil 8.52 5 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum



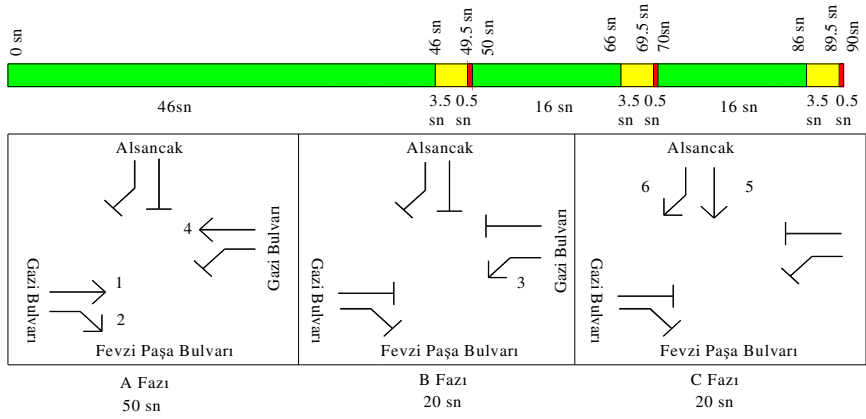
Şekil 8.53 5 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum



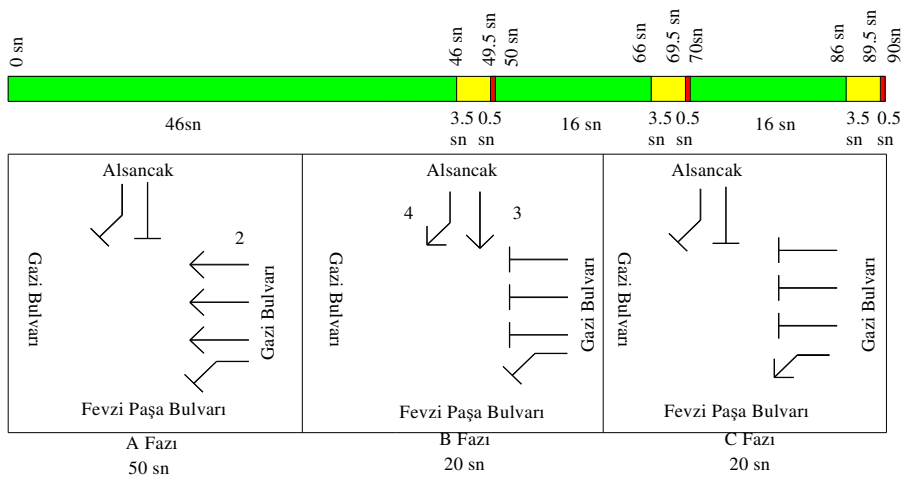
Şekil 8.54 5 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



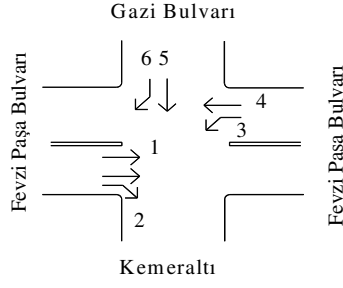
Şekil 8.55 5 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



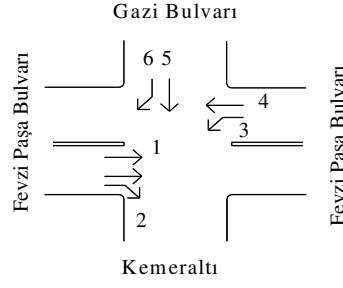
Şekil 8.56 5 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



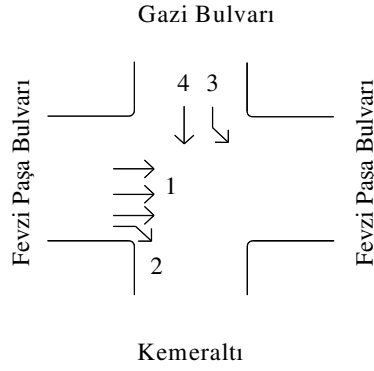
Şekil 8.57 5 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



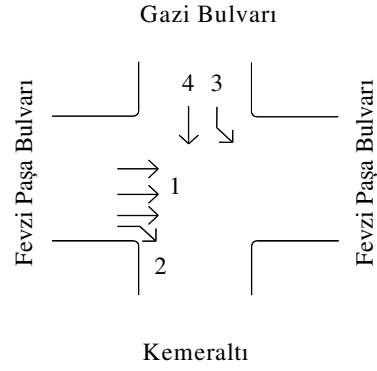
Şekil 8.58 6 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum



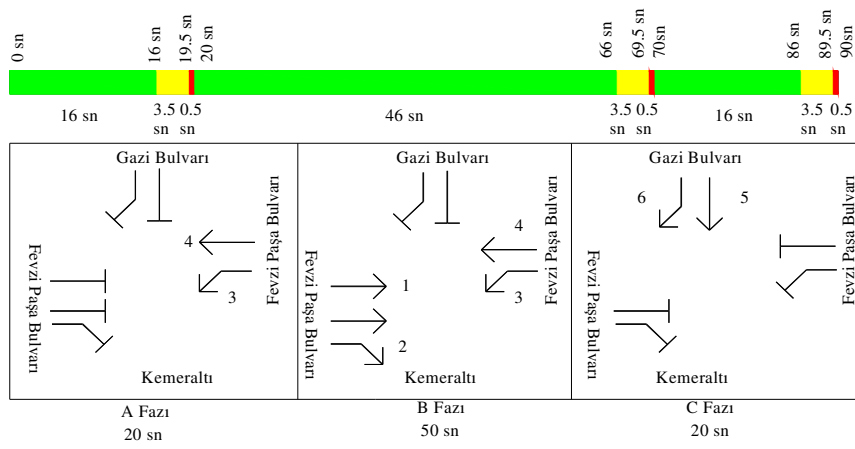
Şekil 8.59 6 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum



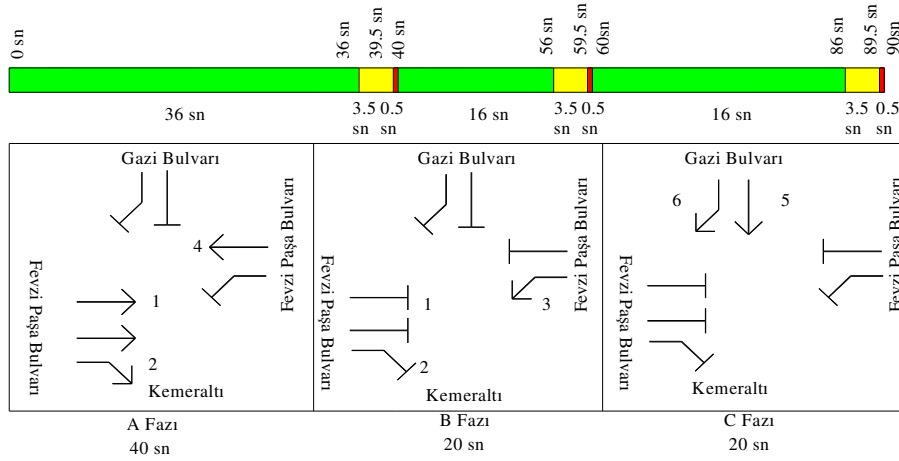
Şekil 8.60 6 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum



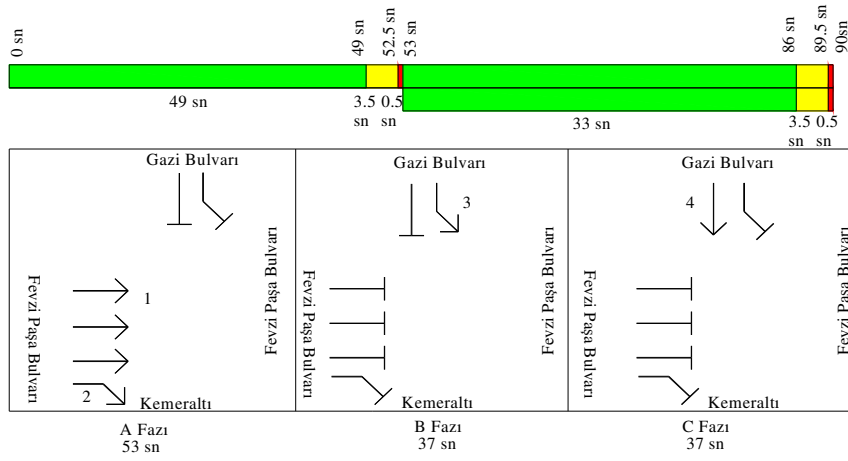
Şekil 8.61 6 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum



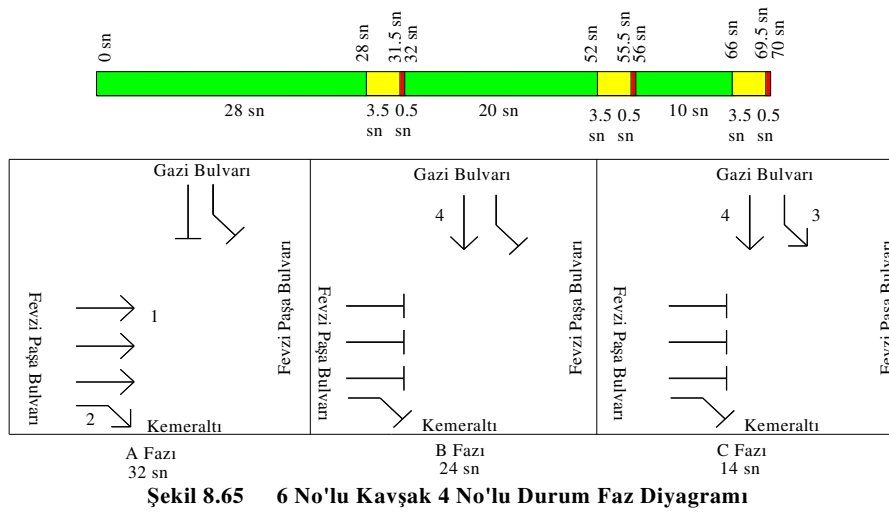
Şekil 8.62 6 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



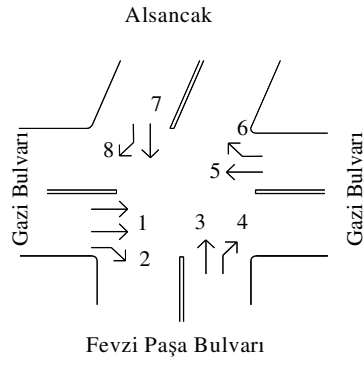
Şekil 8.63 6 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



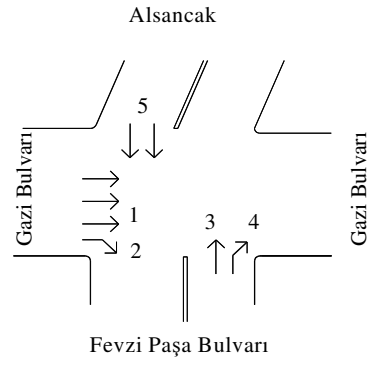
Şekil 8.64 6 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



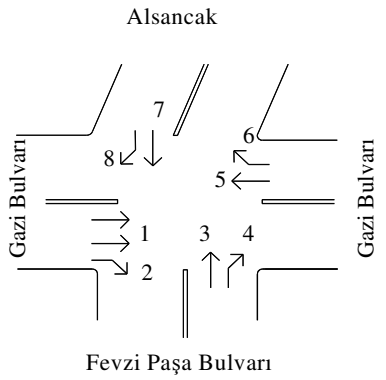
Şekil 8.65 6 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



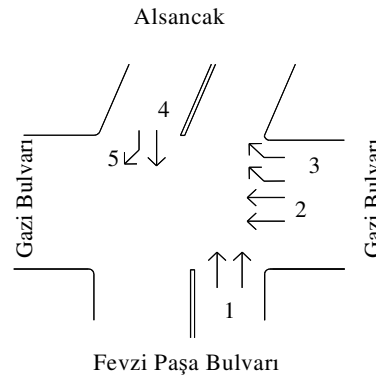
Şekil 8.66 9 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum



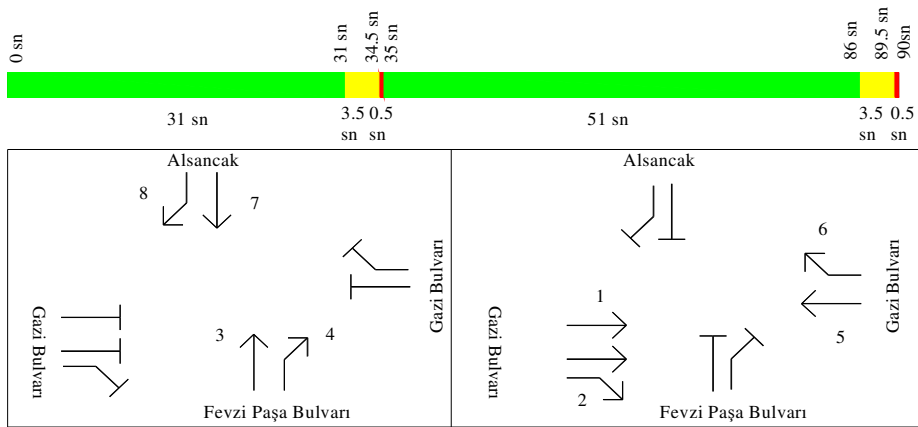
Şekil 8.67 9 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum



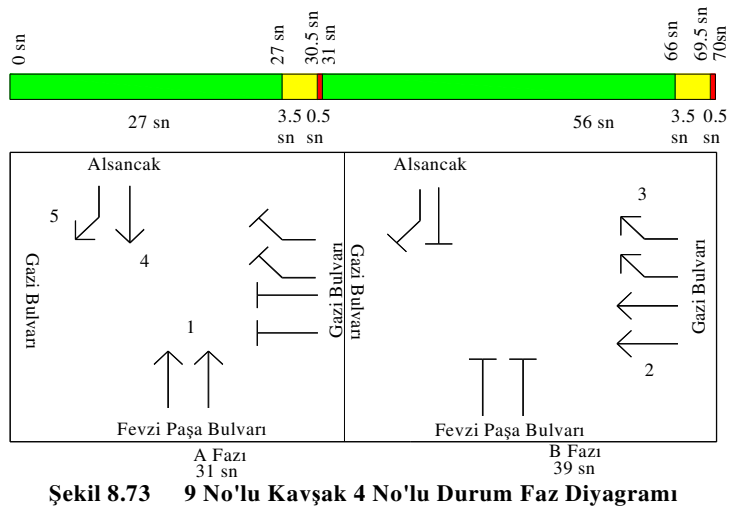
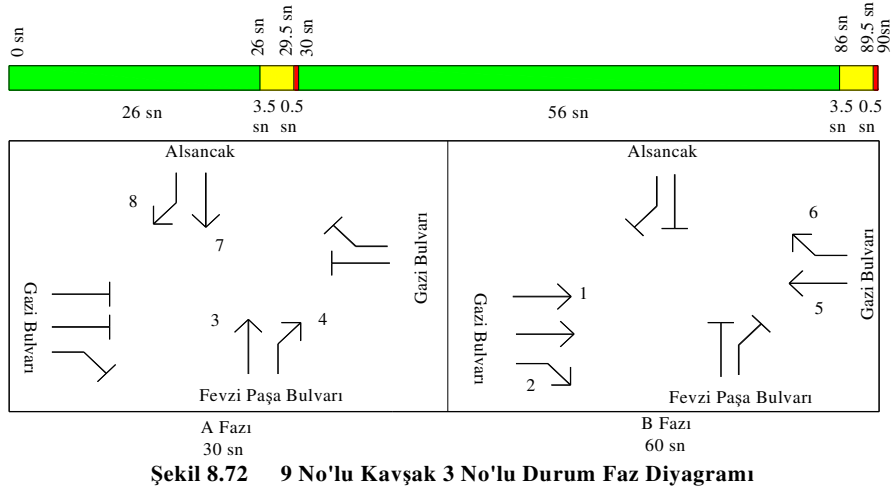
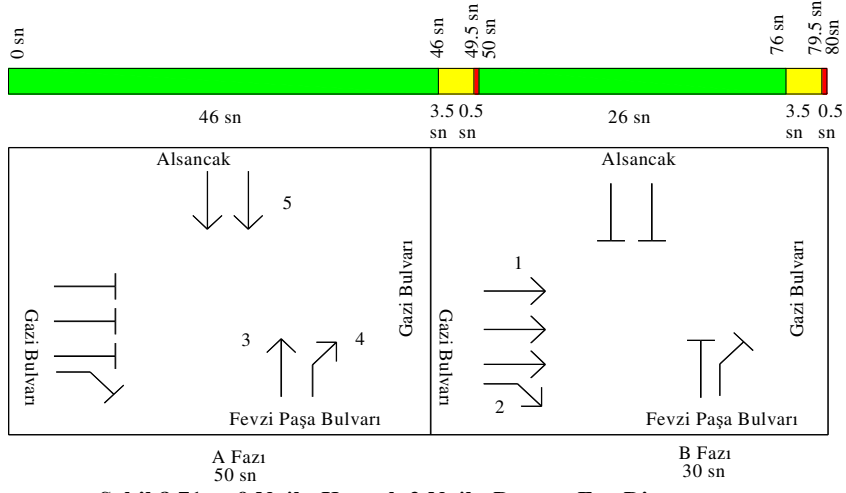
Şekil 8.68 9 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum

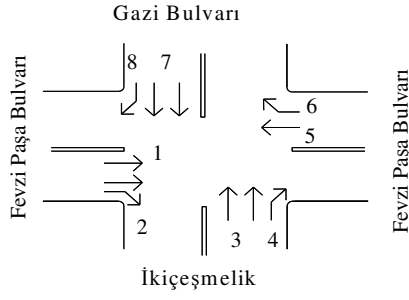


Şekil 8.69 9 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum

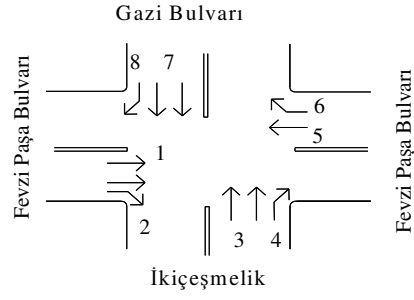


Şekil 8.70 9 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı

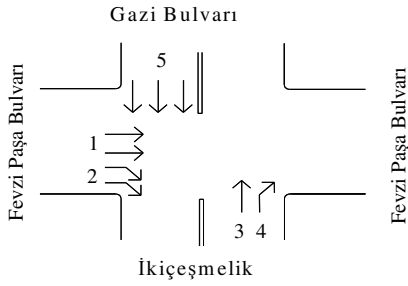




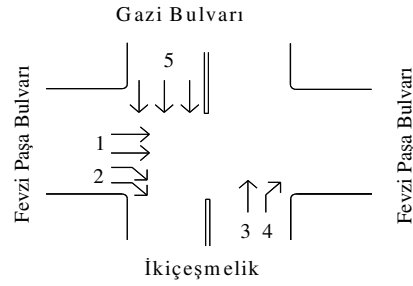
Şekil 8.74 10 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum



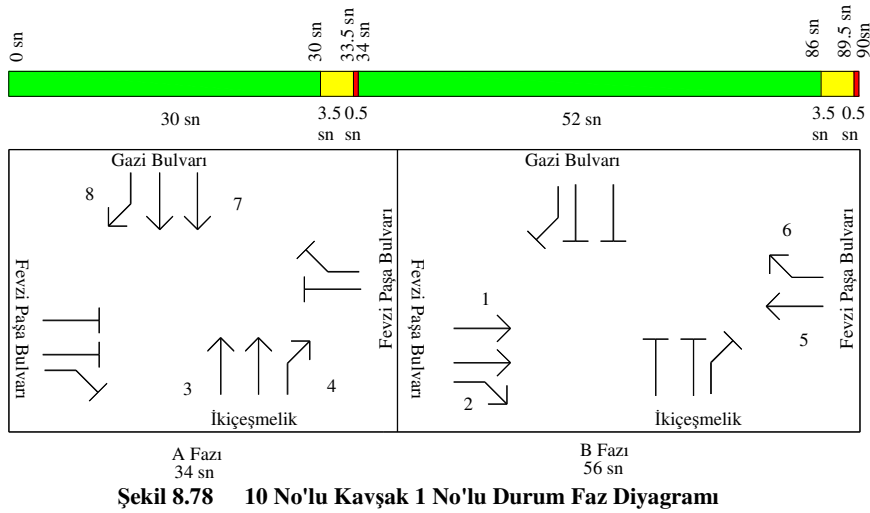
Şekil 8.75 10 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum

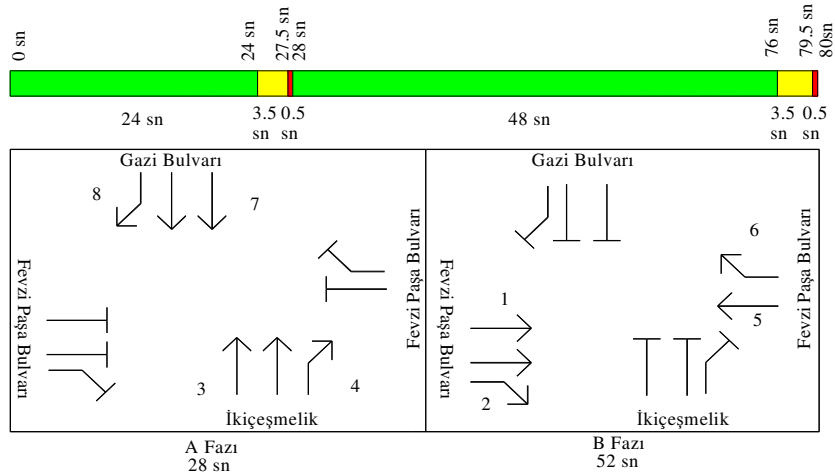


Şekil 8.76 10 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum

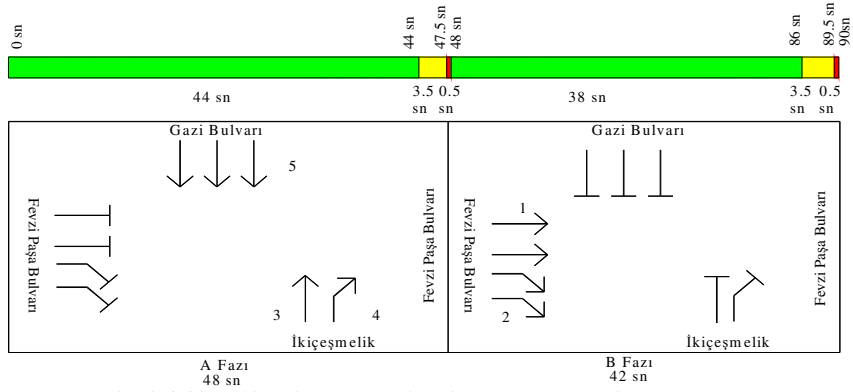


Şekil 8.77 10 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum

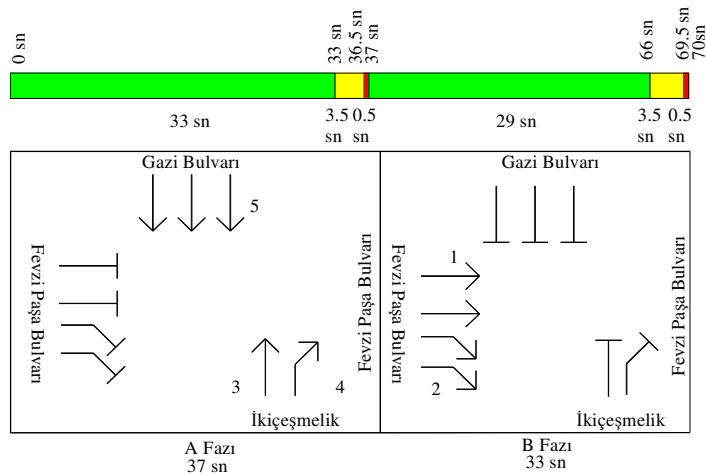




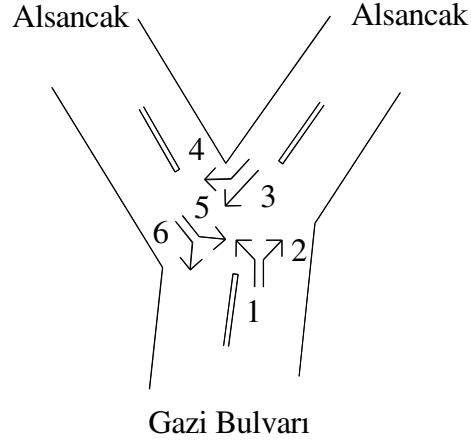
Şekil 8.79 10 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



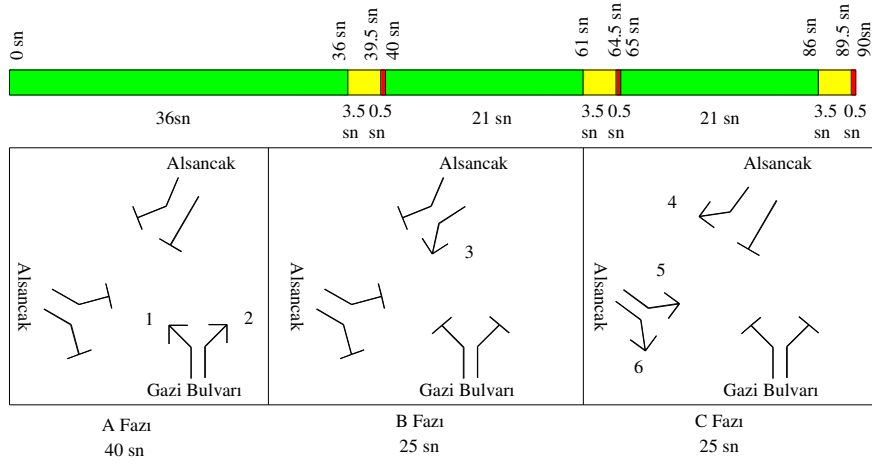
Şekil 8.80 10 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



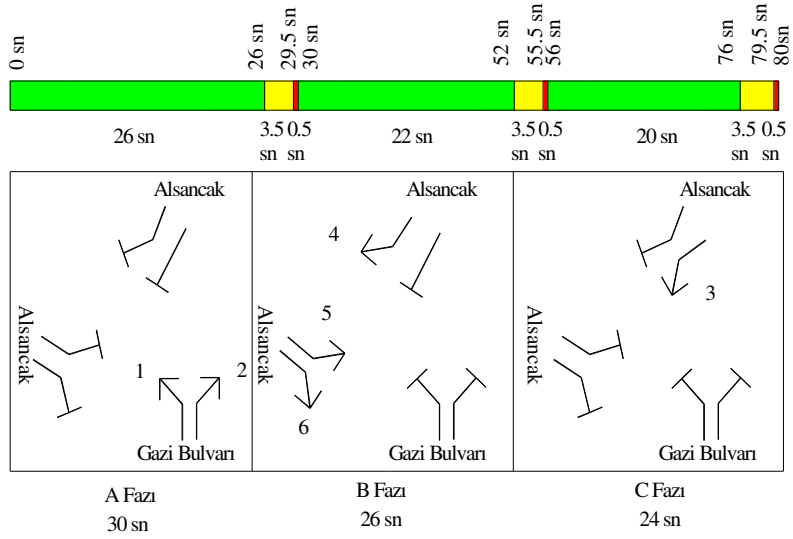
Şekil 8.81 10 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



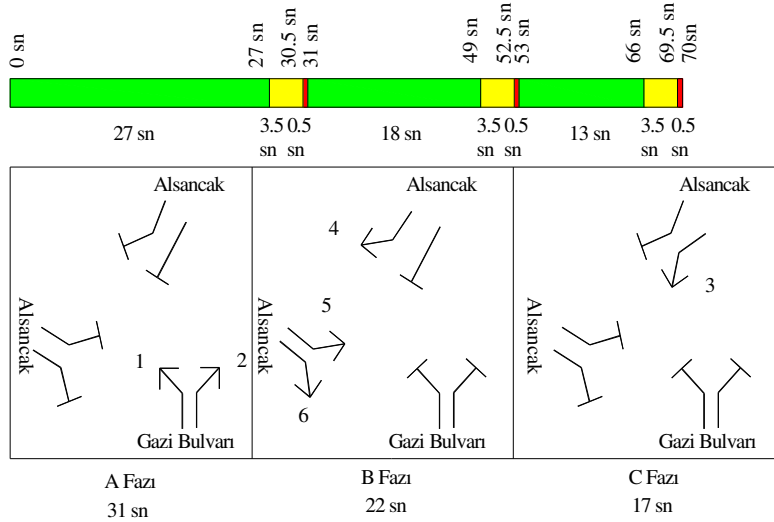
Şekil 8.82 11 No'lu Kavşak 1,2,3,4 No'lu Durumlar



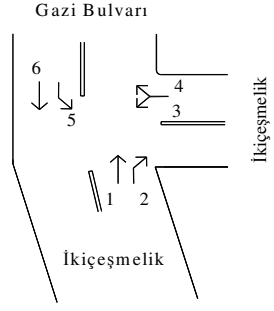
Şekil 8.83 11 No'lu Kavşak 1,3 No'lu Durumlar Faz Diyagramı



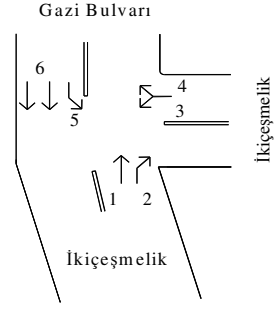
Şekil 8.84 11 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



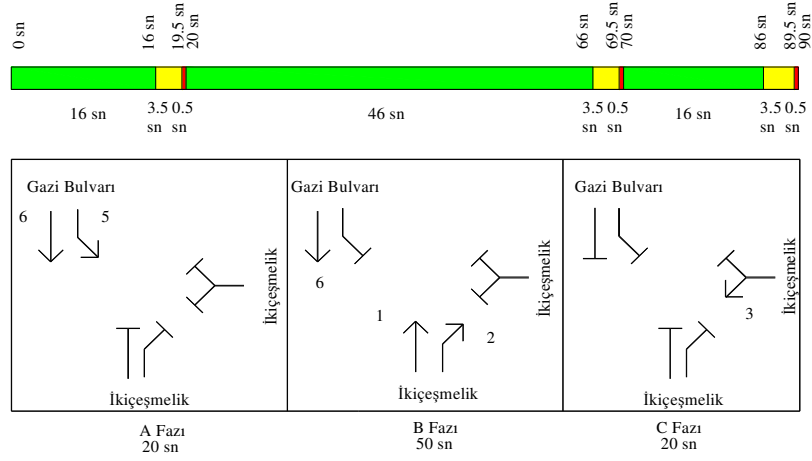
Şekil 8.85 11 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



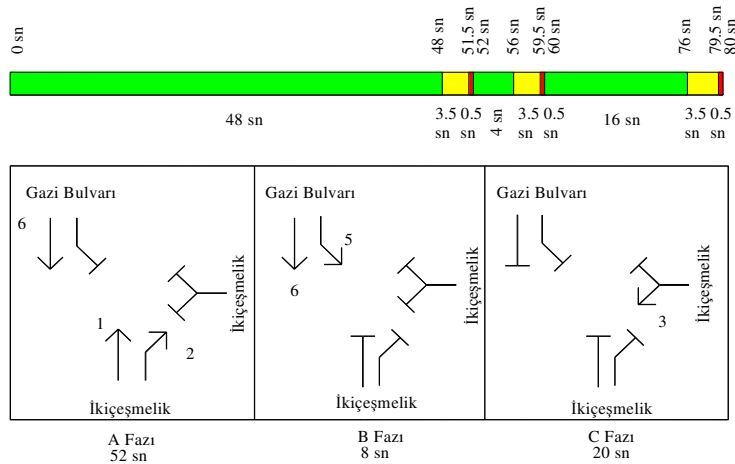
Şekil 8.86 12 No'lu Kavşak 1,2 No'lu Durum



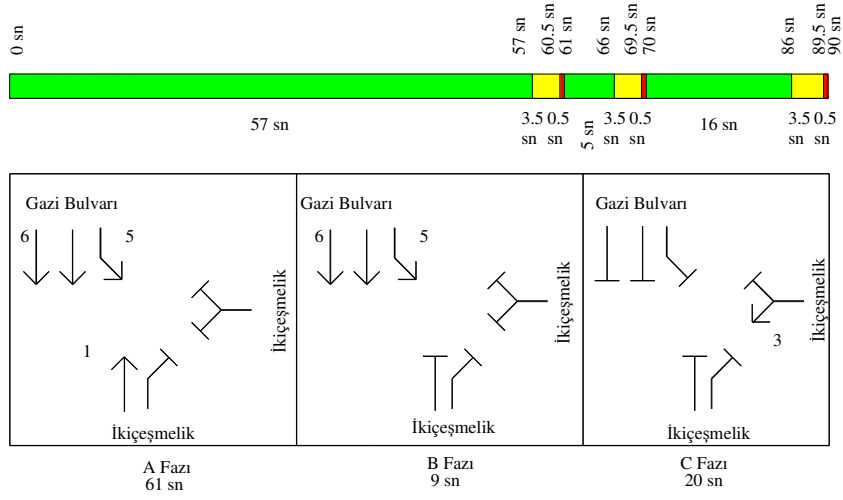
Şekil 8.87 12 No'lu Kavşak 3,4 No'lu Durum



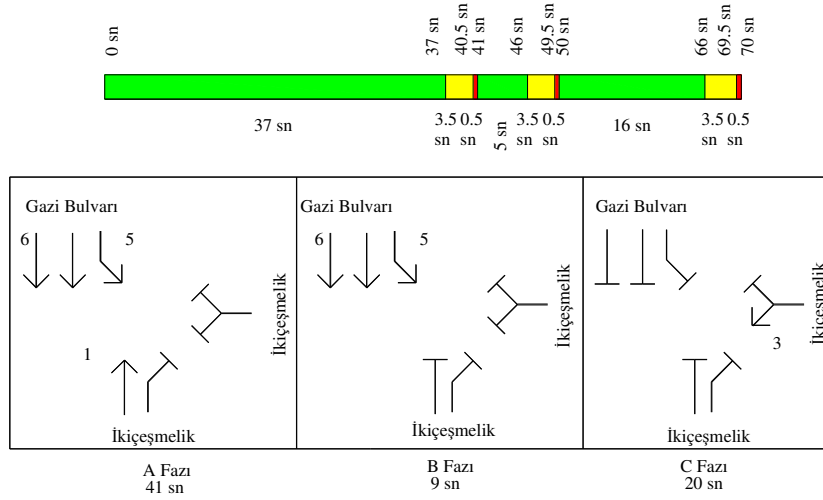
Şekil 8.88 12 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



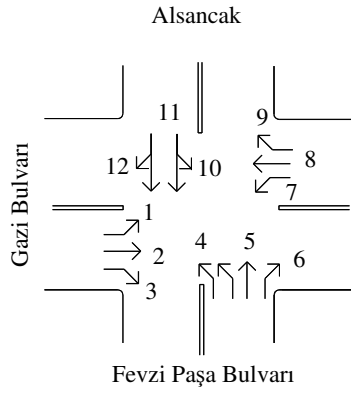
Şekil 8.89 12 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



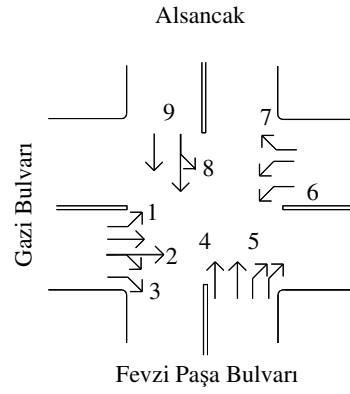
Şekil 8.90 12 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



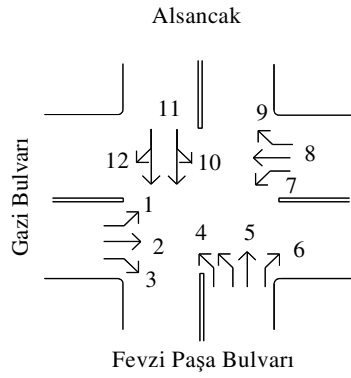
Şekil 8.91 12 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



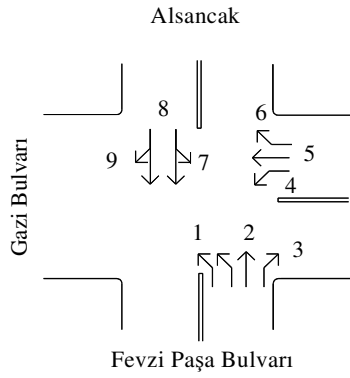
Şekil 8.92 13 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum



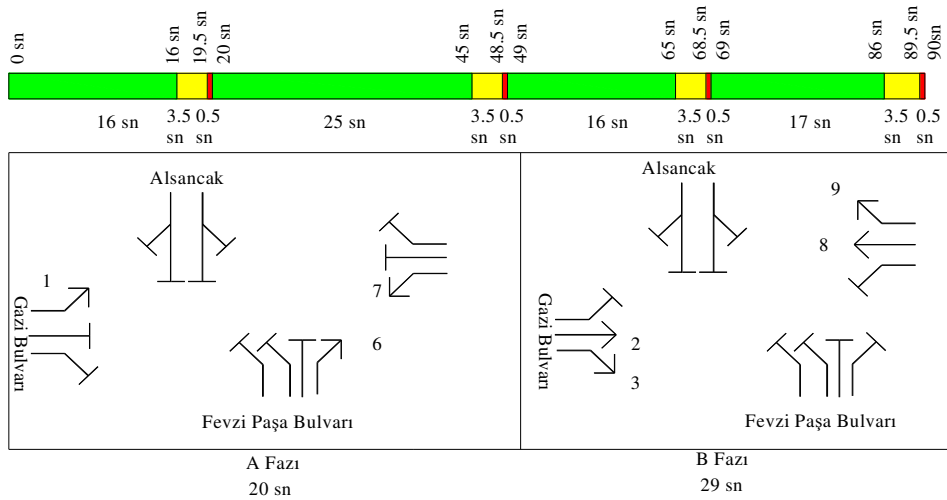
Şekil 8.93 13 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum

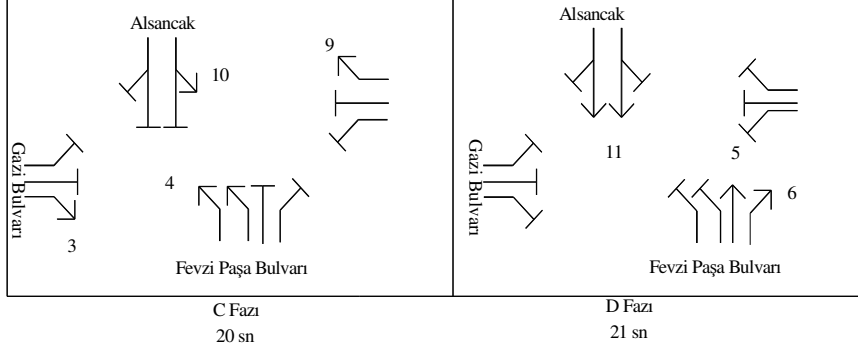


Şekil 8.94 13 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum

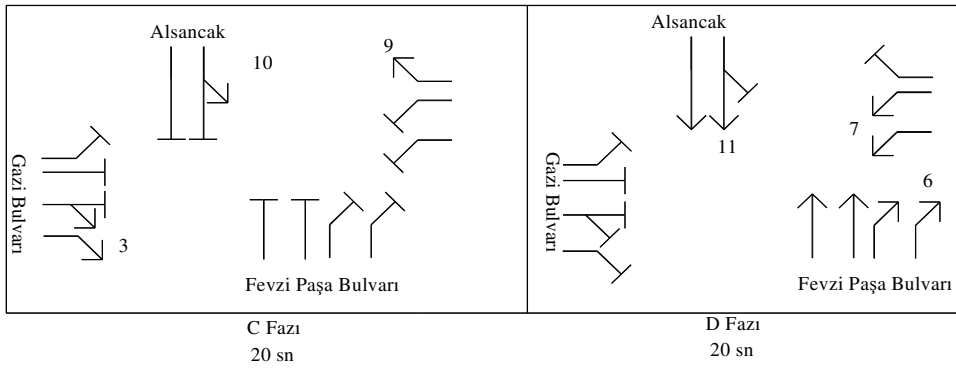
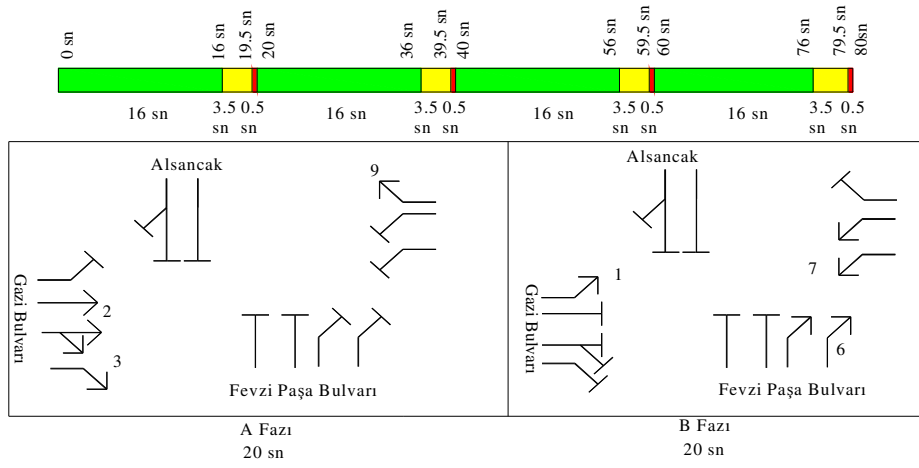


Şekil 8.95 13 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum

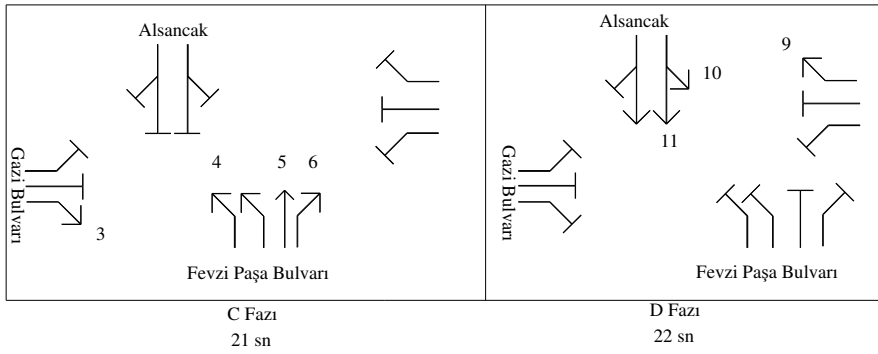
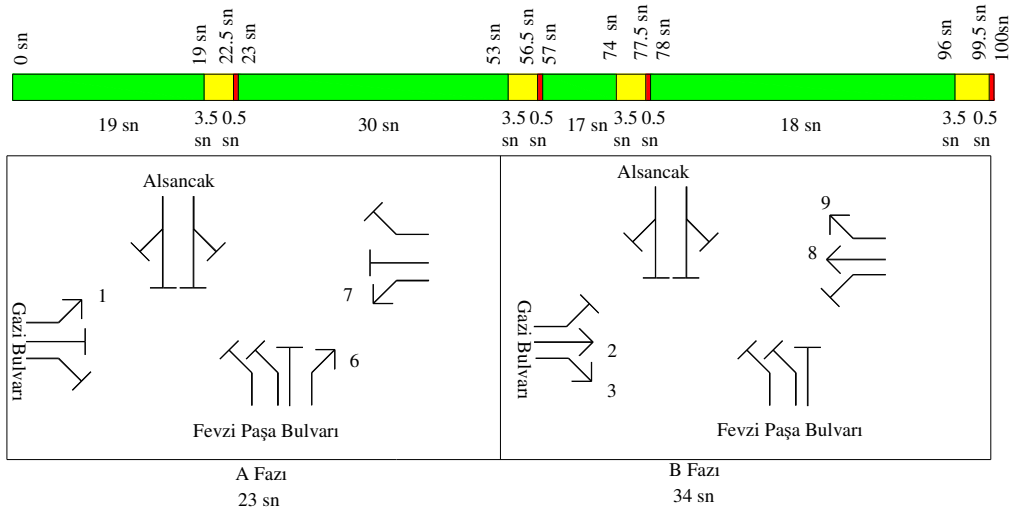




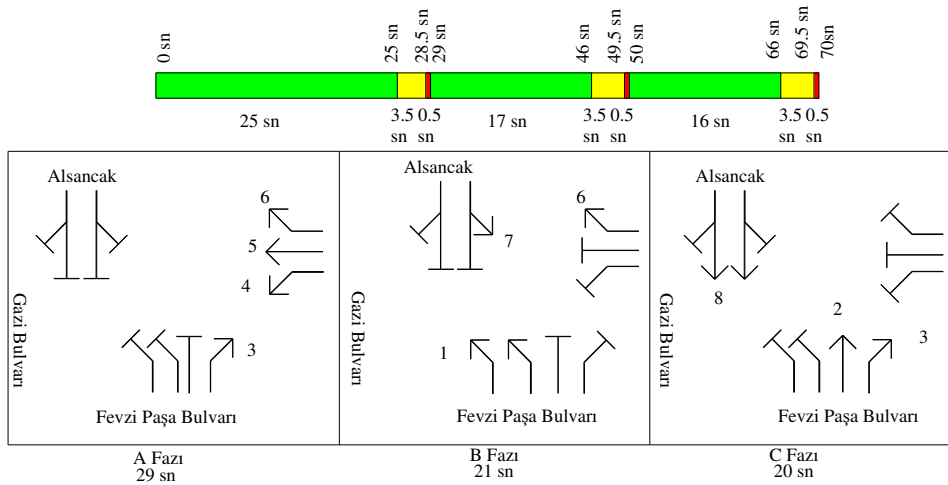
Şekil 8.96 13 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



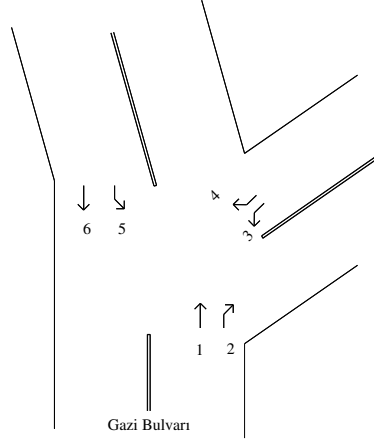
Şekil 8.97 13 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



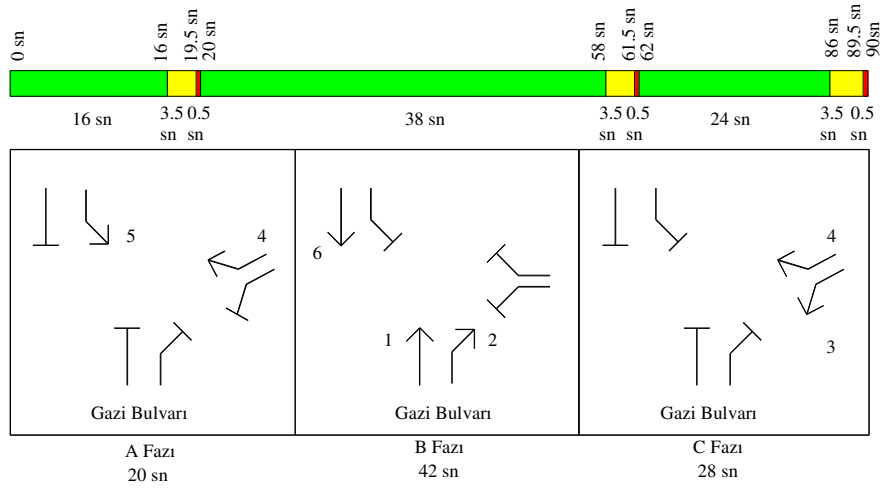
Şekil 8.98 13 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



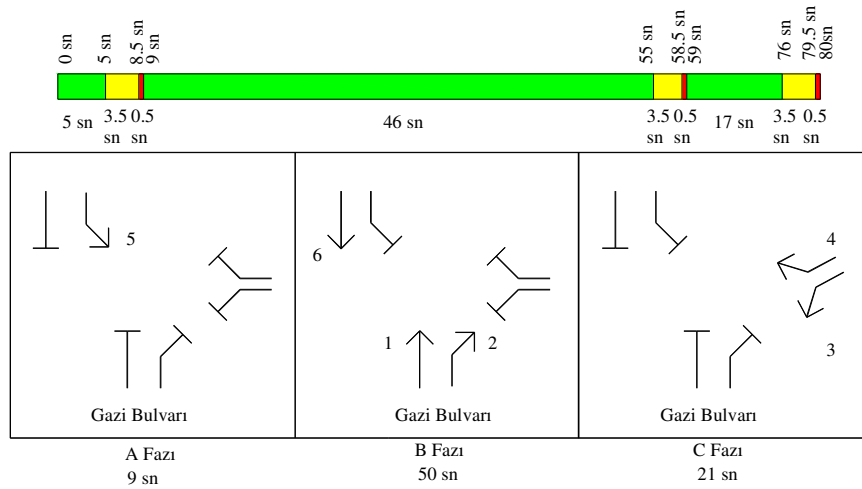
Şekil 8.99 13 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



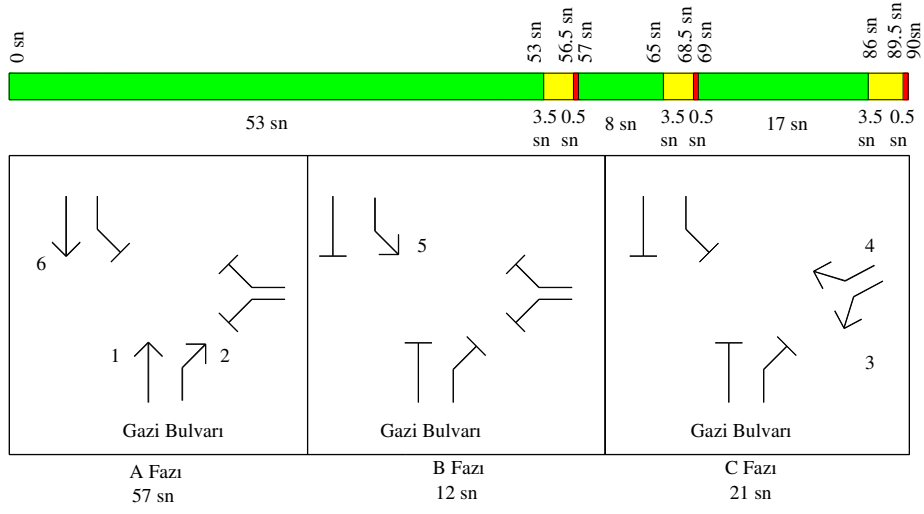
Şekil 8.100 15 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durum



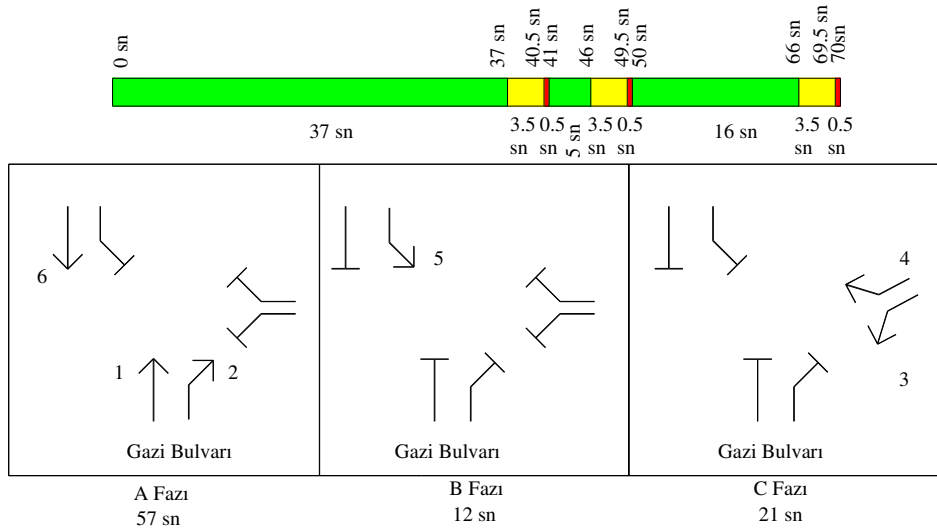
Şekil 8.101 15 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



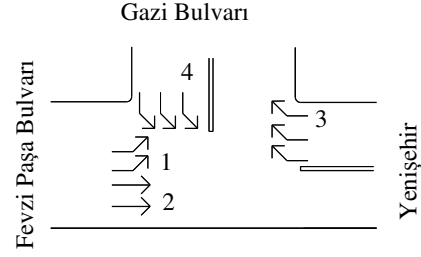
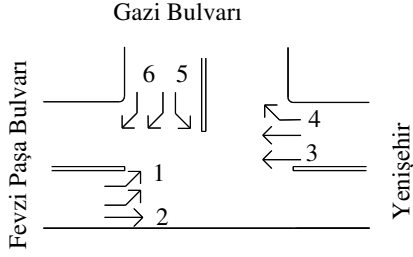
Şekil 8.102 15 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



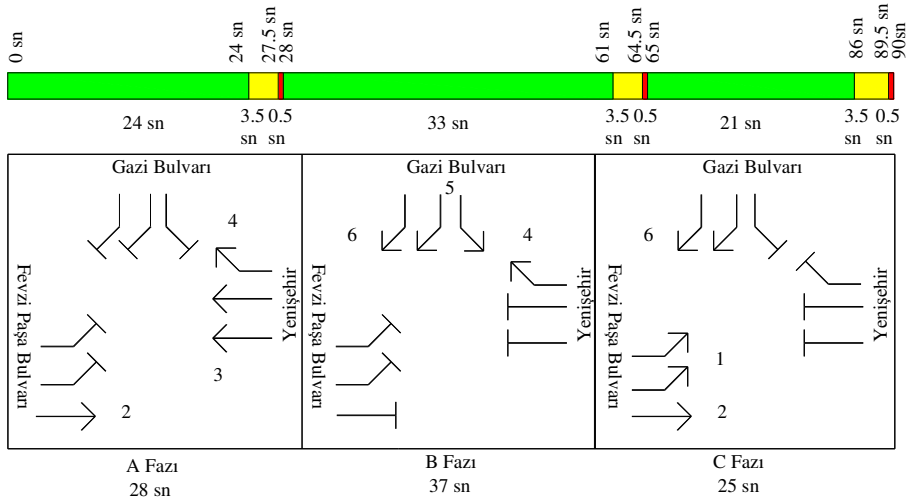
Şekil 8.103 15 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum



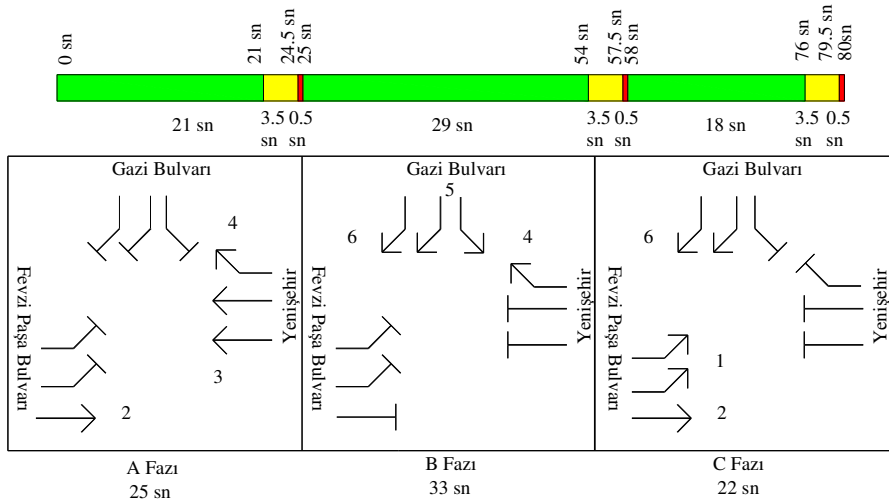
Şekil 8.104 15 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



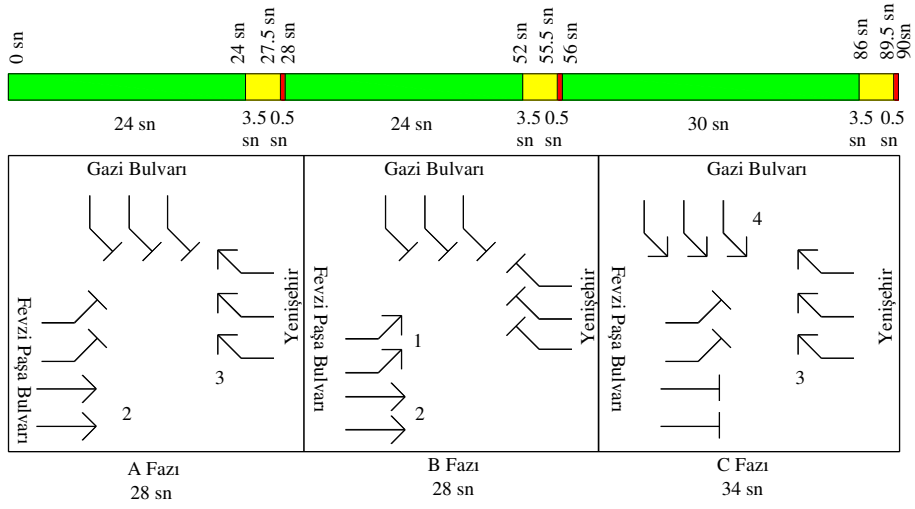
Şekil 8.105 14 No'lu Kavşak 1,2 No'lu Durum Şekil 8.106 14 No'lu Kavşak 3,4 No'lu Durum



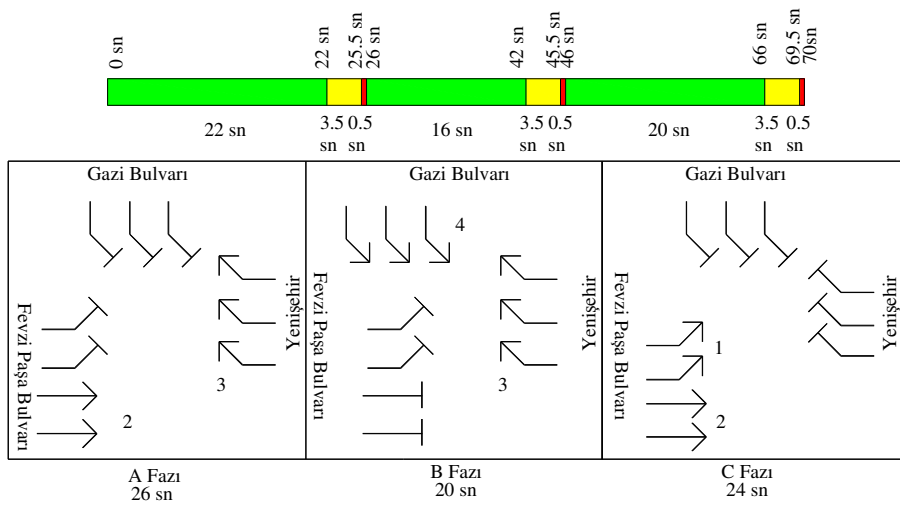
Şekil 8.107 14 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



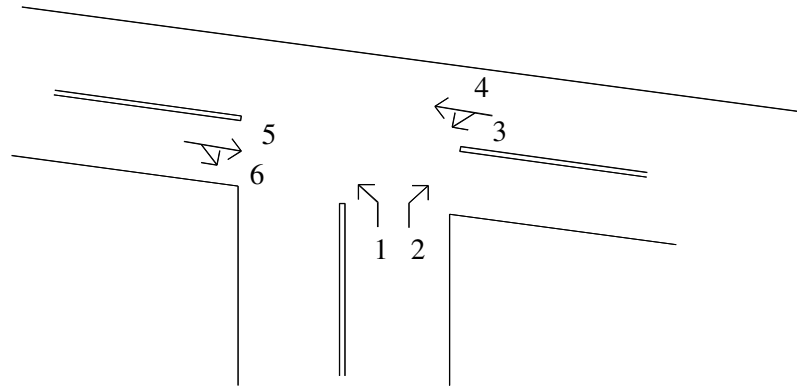
Şekil 8.108 14 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



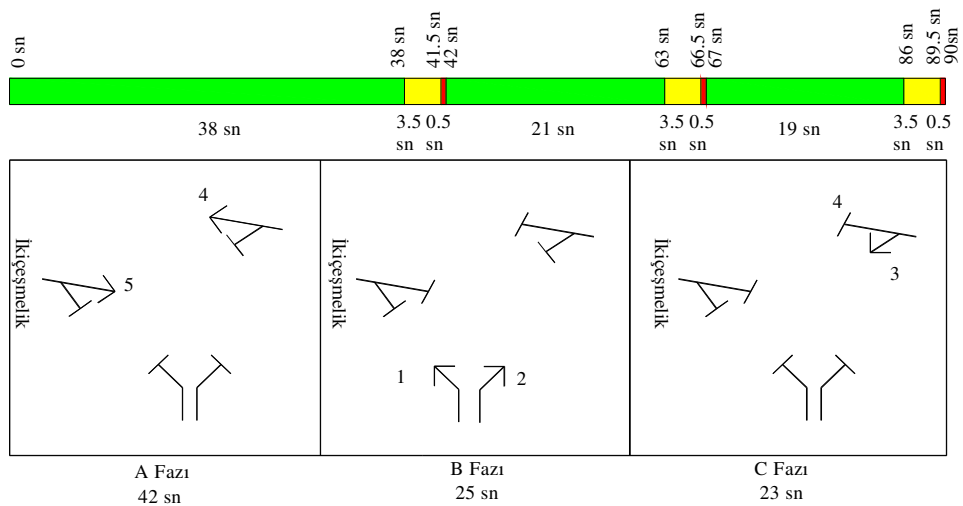
Şekil 8.109 14 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



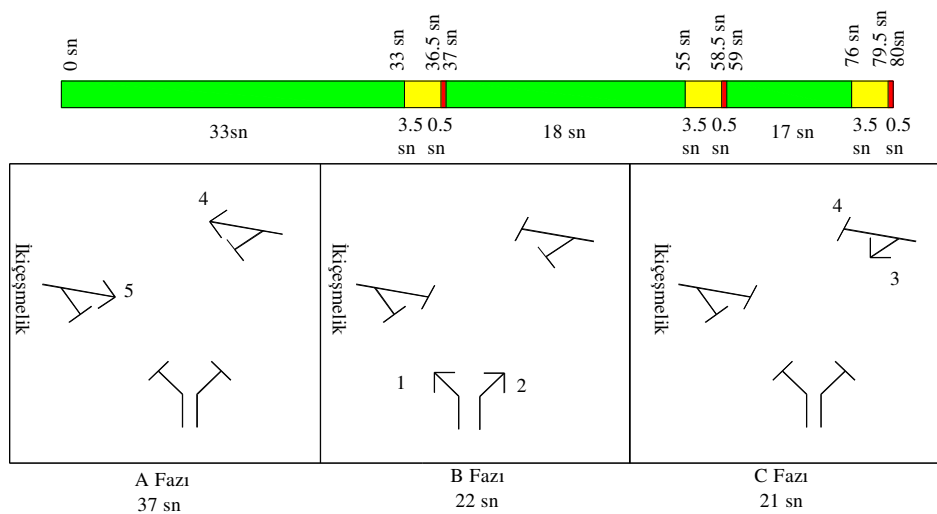
Şekil 8.110 14 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



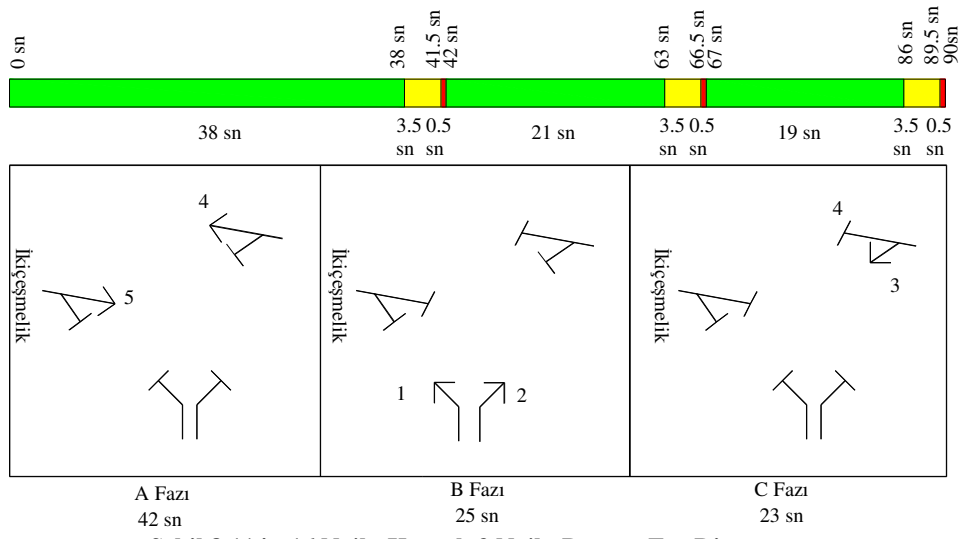
Şekil 8.111 16 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durumlar



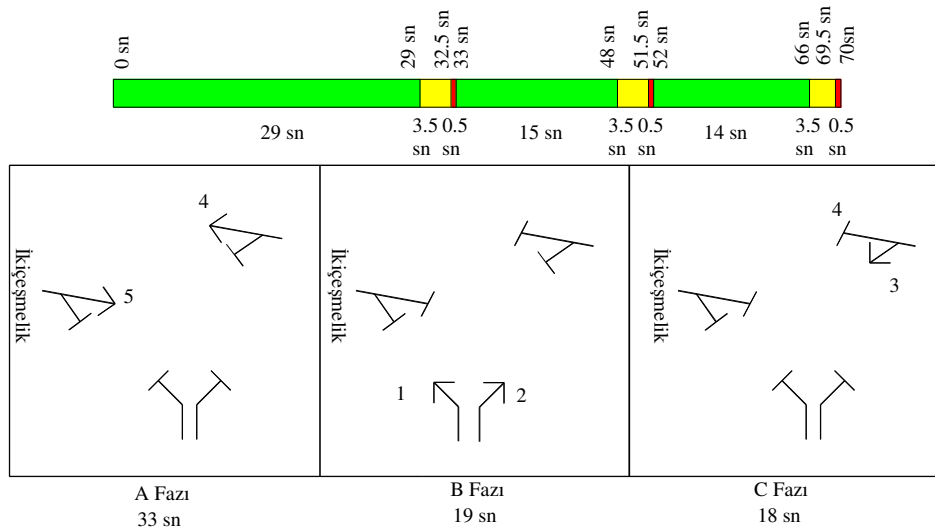
Şekil 8.112 16 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı



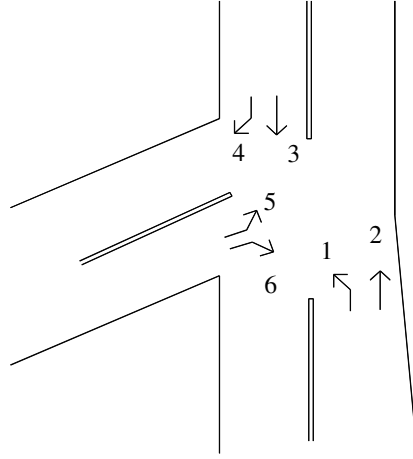
Şekil 8.113 16 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı



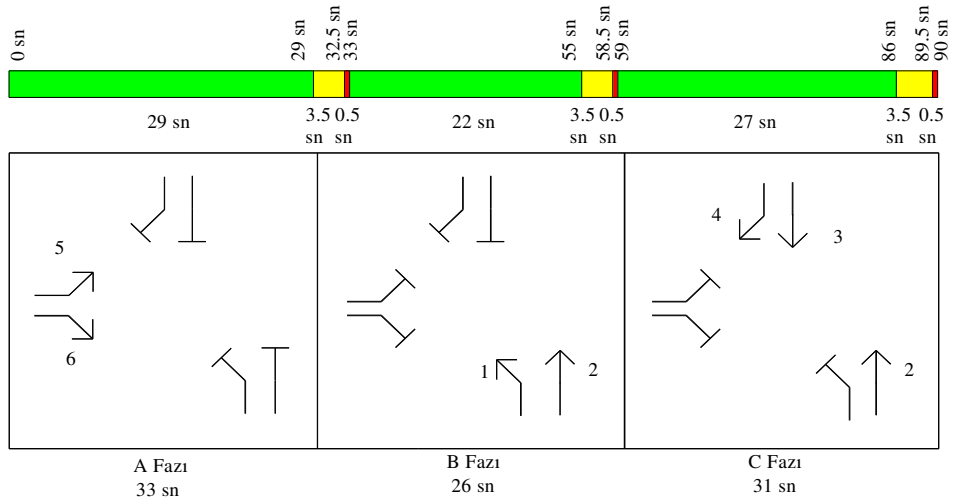
Şekil 8.114 16 No'lu Kavşak 3 No'lu Durum Faz Diyagramı



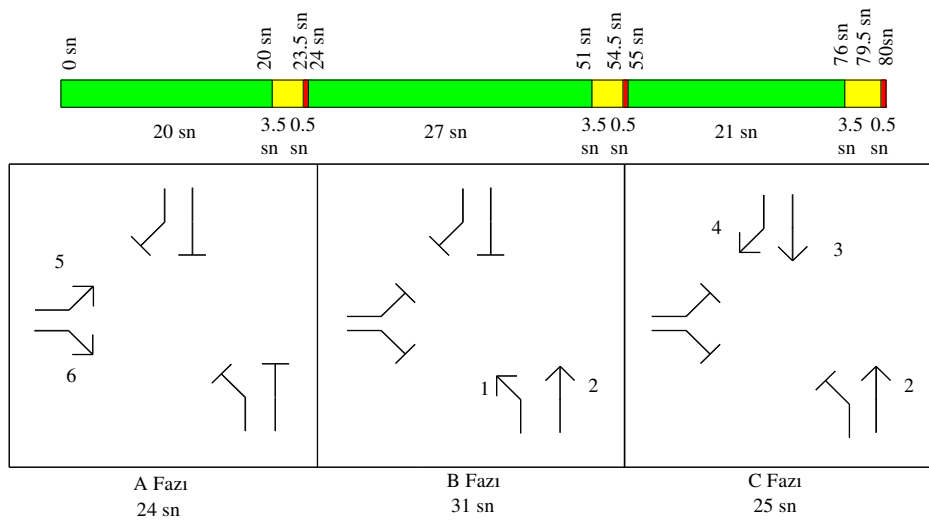
Şekil 8.115 16 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum Faz Diyagramı



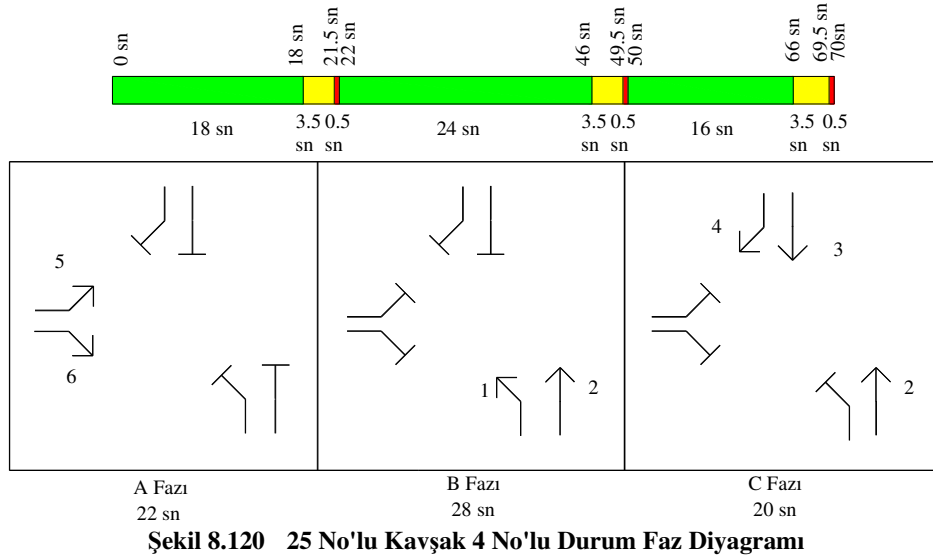
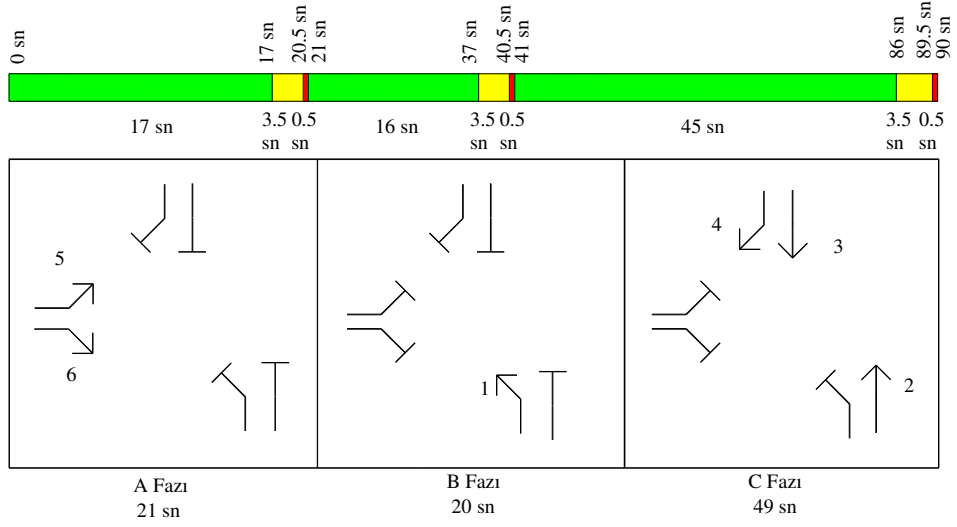
Şekil 116 25 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durumlar

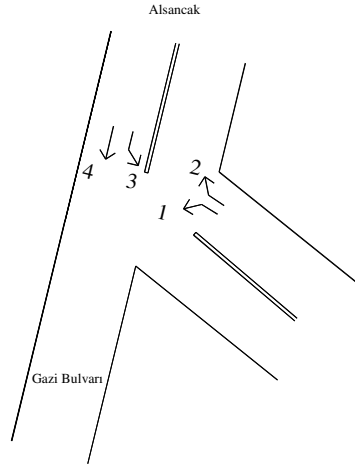


Şekil 8.117 25 No'lu Kavşak 1 No'lu Durum Faz Diyagramı

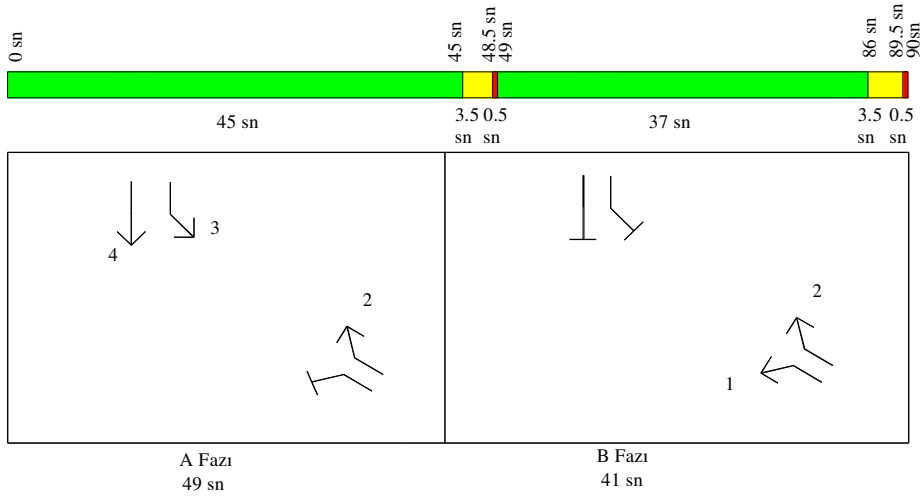


Şekil 8.118 25 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum Faz Diyagramı

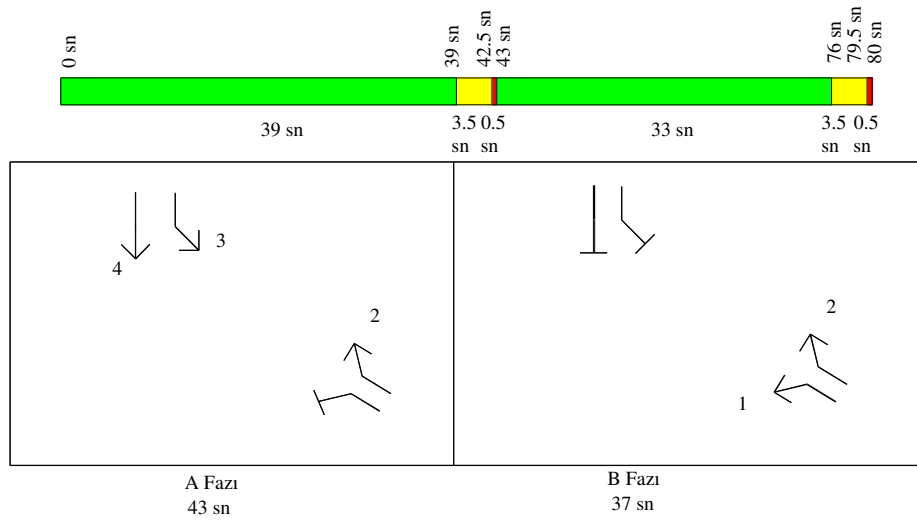




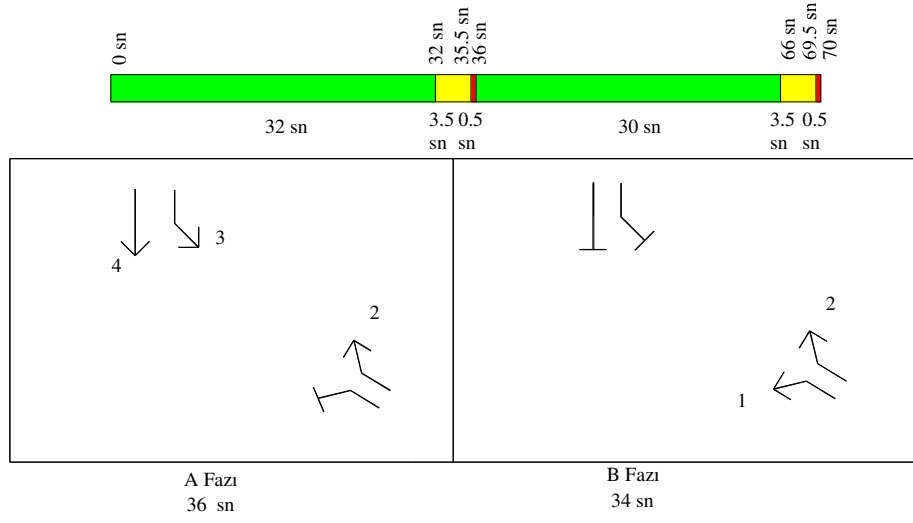
Şekil 8.121 28 No'lu Kavşak 1, 2, 3, 4 No'lu Durumlar



Şekil 8.122 28 No'lu Kavşak 1, 3 No'lu Durumlar İçin Faz Diyagramı



Şekil 8.123 28 No'lu Kavşak 2 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı



Şekil 8.124 28 No'lu Kavşak 4 No'lu Durum İçin Faz Diyagramı

9. SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI ve DEĞERLENDİRİLMESİ

9.1 İzmir İli Sonuçları

İzmir İli Gazi ve Fevzi Paşa Bulvarları baz alınarak yapılan bu çalışma sonucunda program tarafından oluşturulan raporlar incelenmiştir.

1 No'lu kavşakta ortalama hızın en yüksek olduğu durum 2 no'lu durumdur. Ağır taşıt etkisi dikkate alınmadan yapılan hesaplarda maksimum hız 42 km/saat iken ağır araç oranı %10 olduğu durumda bu değer 40 km/saate düşmektedir. En az toplam yüzdesel sinyal gecikmesi ve Webster sinyal gecikmesi de yine 2 no'lu durumda görülmektedir. Kavşağın Gazi Bulvarı girişinde olduğunu varsaydıığımızdan kavşakta tek yön sistem uygulandığı zaman hızın artması beklenen bir durumdur. Açığa çıkan karbon monoksit, nitrojen oksit ve oksijenin diğer uçucu türevleri açısından da 2 no'lu durum daha elverişlidir. Ağır araç oranı % 10 olarak kabul edilen durumda ortaya çıkan CO miktarı 2 no'lu durumda 1,36 kg dır. 2 no'lu durumda açığa çıkan nitrojenoksit miktarı 0,26 kg ve oksijen türevleri ise 0,31 kg dır. Toplam seyahat süresi en düşük durum da 2 no'lu durumdur.

Kuyruk cezaları karşılaştırıldığında ise 4 no'lu durum daha iyi işlemektedir. Kuyruk cezaları sistemin kuyruk uzunluğu ve bloklama süresi ile ilgilidir. Her iki bulvarın da tek yön olarak düşünüldüğü sistemde kuyruk cezası oluşmamaktadır. Kuyruk cezasının azaltılması için devre süresi kısaltılabilir. Kavşak hizmet seviyeleri Gazi Bulvarı'nın tek yön olduğu durum haricinde B bu durumda ise A'dır. Ağır araç etkisi dikkate alındığında da hizmet seviyeleri değişmemektedir. Fakat ağır araç yüzdesinde meydana gelecek artış hizmet seviyelerinde olumsuz değişimler yol açacaktır. Ağır araç yüzdesi arttıkça kavşağın işleyişi olumsuz yönde değişecektir. Kavşağın Gazi Bulvarı'nın girişinde olduğunu varsayarsak tek yön sistemlerde hizmet seviyesi daha iyidir diyebiliriz. Fakat kavşak karakteristikleri bütün olarak ele alınır ve hizmet seviyesinde etken tüm özellikler incelenirse bu değerler değişebilir.

3 No'lu kavşakta kavşağın tek yönlü kabul edildiği durum en yüksek ortalama hıza sahiptir. Hava Kirliliği açısından değerlendirdiğimizde de en uygun durum kavşağın tek yönlü işletildiği 3. ve 4. durumlardır. Yakıt tüketimi tek yönlü işletimlerde daha düşük ve yakıt kazancı fazladır. Ayrıca sistem tek yönlü olarak çalıştığında kavşakta kuyruk cezası oluşmamaktadır. Mevcut durum olarak kabul edilen çift yön sisteminin çözümünde 19 araçlık bir kuyruk cezası oluşmaktadır. Ağır araç yüzdesinin %10 olduğu durumda ise bu değer 68 araca yükselmektedir. En büyük geri bloklama yüzdesi ise ikinci durumda oluşmaktadır. %50. ve 90. geri bloklama yüzdeleri yüksektir ve kavşak akımlarının üç tanesinde geri bloklama görülmektedir.

5 No'lu kavşakta her iki bulvarın da tek yönlü olarak işletilmesi ile yüksek hız elde edilir. Ortalama hız tek yönlü trafiğin uygulandığı 4 no'lu durumda en yüksektir ve 42 km/saat değerindedir. Hava kirliliği açısından da en uygun durum tek yönlü ulaşımdır. Bu durumda kuyruk uzunlukları düşük ve kuyruk cezası sıfırdır. Geri bloklamanın ve dolayısıyla kuyruk cezasının fazla olduğu kavşağın çift yönlü işlediği durumlarda hizmet düzeyi daha kötüdür. Kavşakta 2 ve 4 no'lu durumlarda kuyruk cezası oluşmamaktadır. Kavşakta her durumda etkin – koordine kontrol tipi uygulanmıştır. Yakıt kullanımı açısından en uygun durum 2 no'lu durumdur. Yakıt kullanım miktarı ağır araç miktarı %2 iken sırasıyla 98, 32, 111, 47 litre ve %10 iken de sırasıyla 112, 32, 126, 85 litredir. Kavşakta en kısa seyahat süresi 2 no'lu durumda elde edilmektedir. En düşük toplam sinyal gecikmesi 4. durumda görülmektedir.

6 No'lu kavşakta çevre kirliliği açısından en uygun durum her iki bulvarın da tek yönlü çalıştığı durumdur. 6 no'lu kavşağın bulunduğu Fevzi Paşa Bulvarı'nın tek yönlü olarak işletildiği 3 no'lu durum da 1 ve 2. durumlara oranla çok daha iyi işlemektedir ve çok düşük bir kuyruk cezası oluşmaktadır. Kavşakta en yüksek hız 24 km/saattir ve her iki bulvarın da tek yönlü olarak işletildiği durumda elde edilmektedir. Çevre kirliliğine yol açan gazlar açısından da en elverişli durum 4. durumdur. En az yakıt kullanımı da 4 no'lu durumda elde edilmektedir. Ağır araç oranı %2 iken bu değer 55 litre ve % 10 iken de 57 litredir. En düşük toplam sinyal gecikmesi de 4. durumda oluşmaktadır.

9 No'lu kavşak her iki bulvarın yoğun şekilde bağlantılı olduğu bir yerdedir. Bu nedenle tek yön içeren tüm çözümler uygundur. Kavşakta görülen en düşük toplam sinyal gecikmesi 4. durumda oluşmaktadır. Kavşakta oluşan en yüksek hız 36 km/saat'tir ve 4. durumda oluşmaktadır. Toplam seyahat süresi en iyi çözüm de 4. durumdur. 2 no'lu durum da 1 ve 3. durumlara oranla daha iyidir. Yakıt kullanımında da aynı durum sözkonusudur. En ekonomik durum 2 ve 4. durumlardır. 2. durumda kullanılan yakıt miktarı 99 litre ve 4. durumda ise 89 litredir. Açığa çıkan gazlar açısından bakıldığında en iyi durum 4. durumdur. Kavşakta 2. ve 4. durumlarda kuyruk cezası oluşmamaktadır.

10 No'lu kavşak için en uygun değerler 4. durumda elde edilmektedir. Kavşağın Fevzi Paşa Bulvarına açılan kolları haricindeki iki kol tüm alternatiflerde çift yön olarak kabul edilmiştir. Kavşağın Fevzi Paşa kollarının tek yönlü olarak çalıştığı durumlarda araç hızları yüksektir. Genel olarak da tek yön sistemlerinde araç hızlarının çift yön sistemlere oranla daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Toplam yüzdesel sinyal gecikmesinin en az olduğu durum 4. durumdur ve 4 saatlik sinyal gecikmesi oluşmuştur. En yüksek ortalama hız da 37 km/saat olarak 4. durumda görülür. Ağır araç miktarı %2 iken ise en yüksek ortalama hız 36 km/saat ile yine 4. durumda oluşmaktadır. Çevre kirliliği açısından da en elverişli çözüm 4. durumdur. Çünkü açığa çıkan gazlar incelendiğinde de en az kirlilik yaratan gaz miktarı 4. durumda ortaya çıkmıştır.

11 No'lu kavşak tüm alternatiflerde çift yönlü olarak kabul edilmiştir. Fakat sistemin kendi içinde meydana gelen değişiklikler bu kavşağı az da olsa etkilemektedir. Sistemde tek yön uygulamasına gidildiğinde kavşaktaki yakıt tüketimi azalmakta ve kirliliğe etkili gazların çıkış miktarları da azalmaktadır. Genel olarak incelenirse en uygun durum Fevzi Paşa Bulvarı'nın tek yön kabul edildiği 3. durum kavşak için en uygun çözümdür.

12 No'lu kavşak tüm alternatiflerde çift yönü olarak kabul edilmiştir. Fakat kavşağın etkileştiği diğer kavşaklarda oluşan değişimler bu kavşağı etkilemektedir. Kavşağın etkileştiği diğer kavşaklarda tek yön uygulamasına gidildiğinde kavşak

hizmet düzeyi kötüleşmektedir. Kavşaktaki araçların ortalama hızları düşmekte ve hava kirliliği açısından daha yüksek karbon monoksit ve diğer zararlı gazlar açığa çıkmaktadır. Yakıt tüketimi kavşağın bağlantılı olduğu 10 nolu kavşak tek yönlü olarak işletilirse maksimum değerlerine ulaşmaktadır. Kavşakta tüm durumlarda etkin koordine kontrol tipi uygulanmıştır.

13 No'lu kavşak Gazi Bulvarı üzerinde olduğu varsayılan kapasitesi yüksek bir kavşaktır. Sistemin her iki bulvarı tek yön olarak kabul ettiği çözümde hava kirliliğinde etken değerler diğer durumlardan düşüktür. Ortalama araç hızı her iki bulvarın da çift yönlü olarak işletildiği durumda çok düşüktür. En yüksek ortalama hız değeri 22 km/saat'tir ve Gazi Bulvarı'nın tek yönlü olduğu durumda oluşmaktadır. Kavşağın iki kolunun bağlantılı olduğu güzergahın çift yönlü olarak tasarlandığı üç nolu sistemde hizmet seviyesi diğer durumlardan daha kötüdür. Toplam seyahat süresi ve kullanılan yalıt miktarları incelenirse en elverişli durumun her iki bulvarın da tek yönlü olarak işletildiği durum olduğu görülür. Toplam seyahat mesafesinin en az olduğu durum da yine 4. durumdur.

14 No'lu kavşakta iki bulvarın da tek yönlü olarak tasarlandığı durumda hizmet seviyesi yüksek Webster sinyal gecikmesi ve yüzdesel sinyal gecikmesi diğer durumlardan daha düşüktür. Bir ve üç nolu durumlarda kavşak ön zamanlamalı diğer durumlarda ise koordine varsayılmıştır. Hizmet düzeyinin en iyi olduğu durum ana yolların tek yönlü kabul edildiği 4 nolu durumdur. En yüksek hız 4. durumda görülmektedir ve 39 km/saat'tir. Açığa çıkan zehirli gazlar açısından bakıldığında da 4. durum diğer çözümlerden çok daha elverişlidir. Kullanılan yakıt miktarı düşünülürse diğer alternatiflere göre 4. çözüm çok daha ekonomiktir. Mevcut durumdaki yakıt tüketimi ile kıyaslanırsa 4. durum neredeyse yarı yarıya yakıt tasarrufu sağlamaktadır.

15 No'lu kavşakta tüm durumlarda çift yönlü trafik mevcuttur. Kavşağın bir kolu 13 nolu kavşakla bağlantılıdır. 15 nolu kavşakta tek yönlü trafik uygulamasının yapıldığı durumda kavşak en yüksek hız, en az hava kirliliği sağlamaktadır. Kavşağın tüm çözümlerde kontrol tipi etkin-koordine kontroldür.

16 No'lu kavşakta trafik hacminin düşük olması nedeniyle tüm sistemler birbirine yaklaşık çözümler vermektedir. Kavşak kontrol tipi her durumda etkin-koordine kontroldür.

25 No'lu kavşak tüm çözümlerde çift yönlü trafiğe açık kabul edilmiştir. Kavşak hizmet düzeyi tüm çözümlerde B olmakla birlikte tek yönlü sistemin uygulandığı 4 nolu çözüm daha iyi performans sağlamaktadır.

28 No'lu kavşak trafik hacmi düşük bir kavşaktır. Kavşak trafiği,tüm çözümlerde çift yönlü olarak kabul edilmiştir. Kavşakta tüm çözümler birbirine yakın sonuçlar vermektedir. En yüksek hız 1 no'lu durumda oluşmaktadır. Kavşak hacmi düşüktür. En düşük yakıt tüketimi ve açığa çıkan gazlar açısından da en elverişli durum yine 1. durumdur.

9.2 Balıkesir İli Sonuçları

SSK Kavşağının mevcut durumda 110 sn olan devre süresi diğer durumlarda 90 sn olarak alınmıştır. Kavşak her üç durumda da A hizmet düzeyinde çalışmaktadır. Ağır araç etkisi dikkate alındığında ise hizmet düzeyleri B olmaktadır. Kavşakta hiçbir durumda kuyruk cezası oluşmamaktadır. En az yakıt tüketimi 3. durumda oluşmaktadır. Açığa çıkan gazlar açısından da en elverişli durum 3. durumdur. 1 ve 3. durumlarda ağır araç oranının % 13 olduğu durumda oluşan seyahat hızları birbirine eşittir ve 43 km/saat'tir. 2. durumda ise bu değer 42 km/saat'tir.

Uğur Mumcu Kavşağının mevcut durumda 90 sn olan devre süresi diğer iki alternatifte 80 sn olarak alınmıştır. Kavşağın kontrol tipi her üç durumda da etkin-koordine kontroldür. Her üç durumda da hacim / kapasite oranı birbirine yakın değerler almıştır. Mevcut durumda hava kirliliğine yol açan açığa çıkan karbon monoksit, nitrojen oksit ve oksijen gazı türevleri daha fazladır. Kavşak hacmi mevcut durumda daha düşüktür. Bunun sebebi Kızılay Caddesi yönüne Bahçelievler yönünden gidecek olan araçların ortaya çıkan diğer alternatif yolları

kullanabilmeleridir. Ayrıca üçüncü durumda Uğur Mumcu ve Gar kavşakları arası tek yönlü olarak işletilmektedir. 2 no'lu durumda Hükümet Kavşağı'nda Kızılay Caddesinin çift yönlü trafiğe açılması Bahçelievler yönünden çarşıya gidecek araçların Hükümet Kavşağı'nı kullanabilme olasılığını oluşturur ve bunun sonucunda Uğur Mumcu Kavşağında trafik hacminde azalmalara yol açar.

Kavşakta en yüksek hız 2. durumda elde edilmektedir. % 2 ağır araç oranı ile yapılan çözümde 2. durumdaki hız değeri 40 km/saat'tir. Ağır araç oranı % 13'e çıkarılınca bu değer 39'a düşmektedir. En düşük toplam yüzdesel sinyal gecikmesi yine 2. durumda oluşur. Ağır araç yüzdesinin % 13 olduğu durumda bu değer 10 saattir. En düşük yakıt tüketimi 3. durumda elde edilir. Açığa çıkan zararlı gazlar açısından 2. ve 3. durumlar elverişlidir.

Hükümet Kavşağı'nın mevcut durumda 90 sn olan devre süresi diğer iki alternatifte 110 ve 80 sn olarak alınmıştır. Hükümet Kavşağı'nda her bir akım koluna geçiş hakkı verilen 2 no'lu durumda seyahat hızı düşüktür. Bunun nedeni kavşağın Kızılay Caddesi ve Bahçelievler kollarının şerit sayılarının az olmasıdır. 2 nolu durumda özellikle sağa dönüşlerde uzun kuyruklar oluşmaktadır. Hizmet seviyesinin en kötü olduğu durum yine 2 nolu durumdur. Mevcut olmayan akımların etkin hale getirilmesi kavşakla koordine diğer kavşaklarda rahatlamalar sağlamıştır. Fakat kavşağın kendisi bu durumdan olumsuz etkilenmiştir.

En yüksek hız 1. durumda elde edilmektedir. Yakıt tüketimi açısından uygun olan çözümler 1. ve 3. çözümlerdir. 2. durumda yakıt tüketimi yüksektir. En az yakıt tüketiminin olduğu durum 3. durumdur. Açığa çıkan, kirliliğe yol açan gazlar açısından bakıldığında en elverişli durum 3. durumdur 2. durum ise çevre kirliliği açısından kesinlikle tercih edilmez.

Gar Kavşağında devre süresi her üç durum için de 90 sn olarak alınmıştır. Kavşaktaki cep trafik akışını rahatlatmaktadır. Üç no'lu durumda kavşakta meydana gelen hava kirliliği minimum seviyededir. En yüksek hız 3. durumda elde edilmektedir. Kavşağın üç no'lu durumda diğerlerinden daha iyi bir performans gösterdiği anlaşılmaktadır.

Hastane Kavşağında mevcut durumda 90 sn olan devre süresi diğer iki alternatif çözümde 80 sn olarak değiştirilmiştir. 1 No'lu durumda hizmet düzeyi C diğer durumlarda ise B olarak belirlenmiştir. 1 No'lu durumda hava kirliliği yaratan gazların açığa çıkma miktarı diğer durumlardan fazladır ve en düşük araç hızı bu durumda oluşmaktadır.

Emniyet Kavşağında en iyi hizmet düzeyi 3 nolu durumda oluşmaktadır. Ortalama hızın en yüksek olduğu durum da 3 no'lu durumdur. 1 no'lu durumda yüksek kuyruk cezası oluşmaktadır. Bunun nedenlerinden bir tanesi Ellikievler semtinden çarşıya gidecek araçların iç yollardan hastane yönüne geçişine izin verilmesi ve Hastane Kavşağı'nın Demirciler Caddesi'ne açılan kolunun çift yön kabul edilmesidir.

Müze Kavşağı bir no'lu durumda en yüksek araç hızına sahiptir. İkinci durumda kavşağın Kızılay Caddesi kolunun çift yöne dönüştürülmüş olması ve üç nolu durumda ana arterin tek yön kabul edilip alternatif geçişlerin Müze Kavşağını da kapsayan güzergaha kaydırılması bunun en önemli sebepleridir. En az yakıt tüketimi ve kirlilik de birinci durumda görülmektedir.

Her iki ilde de alternatif çözümlerden performans indeksi en iyi olan tek yön sistemleri içeren çözümlerdir. Her iki ilde de ağır araç yüzdelerinin % 2 olarak kabul edildiği 1. çözümler daha iyi verim sağlamaktadır. Ağır araç yüzdesi arttıkça, kavşak işletim şartları kötüleşmektedir. Ağır araçlar trafikte daha yavaş seyreden ve daha düşük manevra kabiliyetine sahip araçlardır. Bu araçların büyük kısmının halk otobüsleri olduğu dikkate alınır, bu araçların duraklamalarının da trafiği olumsuz etkilemesi kaçınılmazdır.

Ağır araç yüzdesi yüksek olan kavşaklara ait sayısal değerlerin olumsuz yönde artışına rağmen tek yön sistemlerinin çift yön sistemlerine üstünlüğü değişmemiştir. Balıkesir ve İzmir illerinde belirlenen kavşaklarda elde edilen sonuçlar tek yönlü sistemlerin çevreyi daha az kirleten, daha hızlı seyahat sağlayan, yakıt tüketimi açısından daha ekonomik sistemler olduğu görülmektedir. Ayrıca tek yön sistemlerde daha düşük gecikme değerleri ve daha kısa kuyruklar oluşmaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre her iki il için de tek yön sistemler daha yüksek performans sağlamaktadır diyebiliriz. Fakat tek yön sistemler her koşul ve her yerleşim biriminde uygulanabilir ve daha iyidir denilemez. Tek yön ve çift yön sistemler arasında bir tercih yapılacak ise, çalışmanın yapılacağı yerde yolların yapısı, genişliği, trafik yoğunluğu, park eden araçların etkisi vb. birçok faktör birlikte incelenerek tek yön ve çift yön sistemler arasında karar verilmelidir.

Sonuç olarak tek yön ve çift yön sistemlerinin, oluşturulacakları yol ağının, kullanıcıları ve sistemin yer aldığı yerleşim biriminin özellikleri göz önünde bulundurulduğu takdirde tek yön veya çift yön sistemlerden hangisinin daha uygun olabileceği belirtilebilir.

EKLER

EK A. BALIKESİR İLİ KAVŞAKLARI İÇİN ELDE EDİLEN DEĞERLER

Çizelge A.1 SSK Kavşağı Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum
Devre Süresi	110	90	90
Toplam Kayıp Süre	9	9	9
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.53	0.53	0.54
Kavşak Yüzdesele Sinyal Gecikmesi	9.5	9.3	9.5
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	7.2	7.8	7.4
Kavşak Hizmet Seviyesi	A	A	A

Çizelge A.2 Uğur Mumcu Kavşağı Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	80
Toplam Kayıp Süre	9	12	9
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.76	0.72	0.78
Kavşak Yüzdesele Sinyal Gecikmesi	28.6	12.0	20.7
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	32.1	13.2	24.2
Kavşak Hizmet Seviyesi	C	B	C

Çizelge A.3 Hükümet Kavşağı Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum
Devre Süresi	90	110	80
Toplam Kayıp Süre	9	12	9
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.72	0.91	0.60
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	13.0	35.6	19.2
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	13.0	33.6	20.8
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	C	C

Çizelge A.4 Gar Kavşağı Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum
Devre Süresi	90	90	90
Toplam Kayıp Süre	6	6	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.68	0.58	0.51
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	10.7	10.5	0.6
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	10.2	8.4	1.0
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	A	A

Çizelge A.5 Hastane Kavşağı Sonuçları

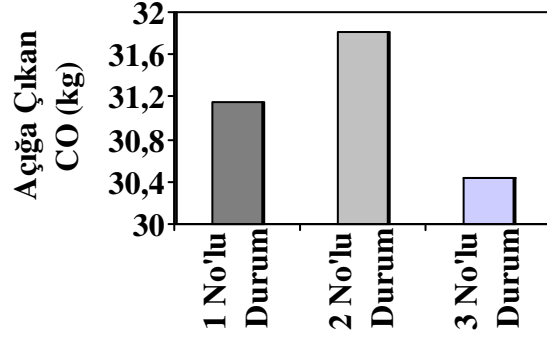
	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	80
Toplam Kayıp Süre	6	9	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.66	0.64	0.71
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	24.0	15.7	16.3
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	26.5	18.3	16.4
Kavşak Hizmet Seviyesi	C	B	B

Çizelge A.6 Emniyet Kavşağı Sonuçları

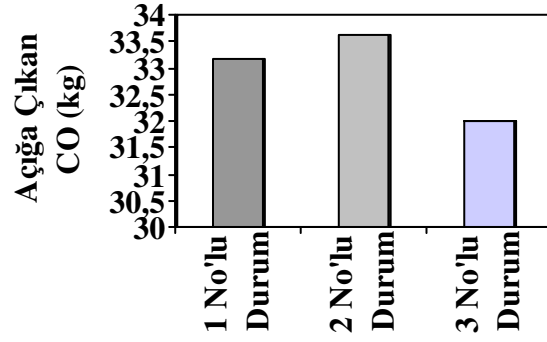
	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum
Devre Süresi	110	100	80
Toplam Kayıp Süre	12	12	12
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.66	0.73	0.65
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	24.5	28.9	17.0
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	23.2	30.6	15.3
Kavşak Hizmet Seviyesi	C	C	B

Çizelge A.7 Müze Kavşağı Sonuçları

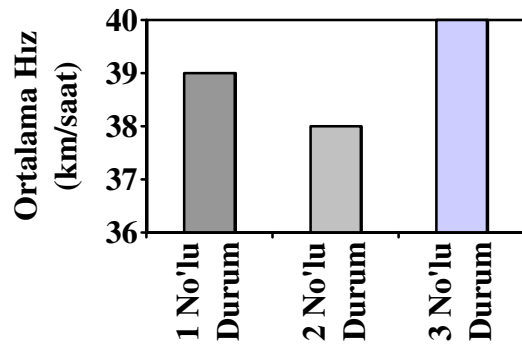
	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum
Devre Süresi	90	90	90
Toplam Kayıp Süre	6	9	9
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.36	0.55	0.79
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	0.1	15.5	18.3
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	0.1	12.1	18.7
Kavşak Hizmet Seviyesi	A	B	B



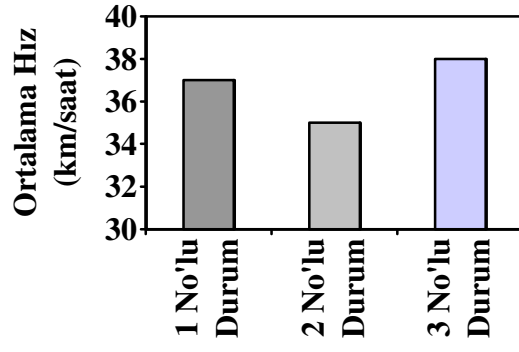
Şekil A.1 Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan CO



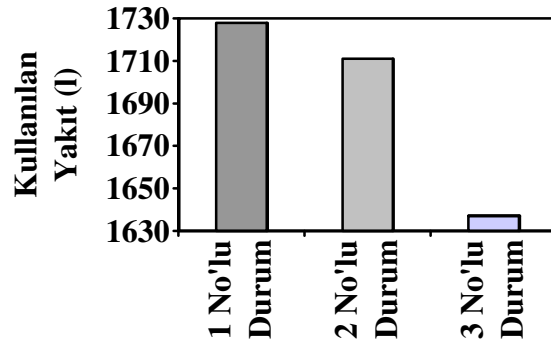
Şekil A.2 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan CO



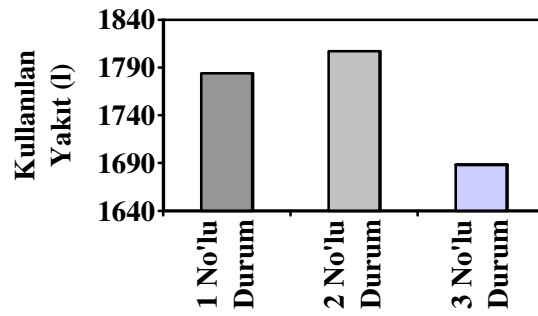
Şekil A.3 Balıkesir İli Kavşakları İçin Ortalama Hız



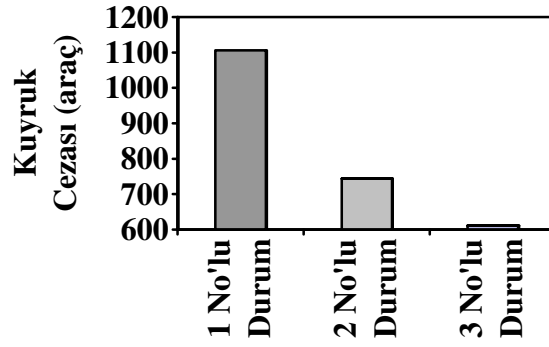
Şekil A.4 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Ortalama Hız



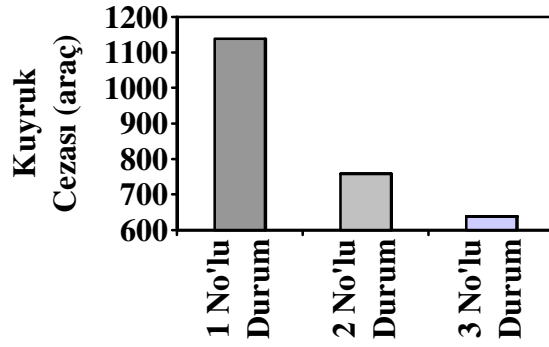
Şekil A.5 Balıkesir İli Kavşakları İçin Kullanılan Yakıt



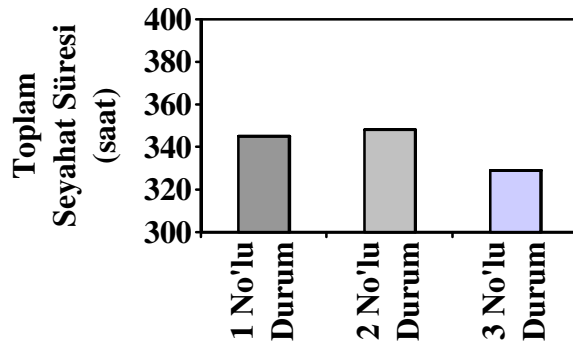
Şekil A.6 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Kullanılan Yakıt



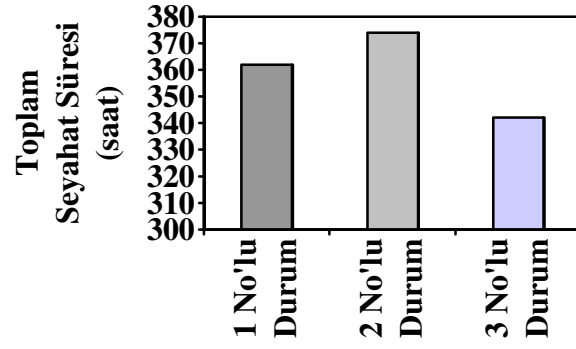
Şekil A.7 Balıkesir İli Kavşakları İçin Kuyruk Cezası



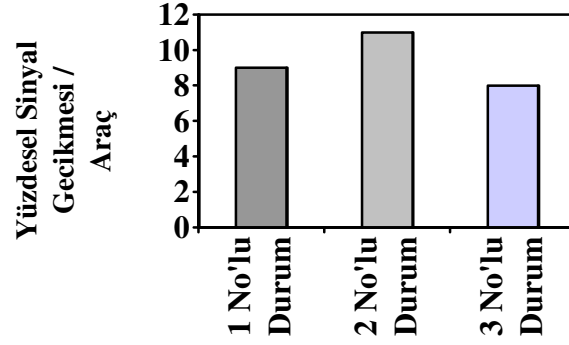
Şekil A.8 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Kuyruk Cezası



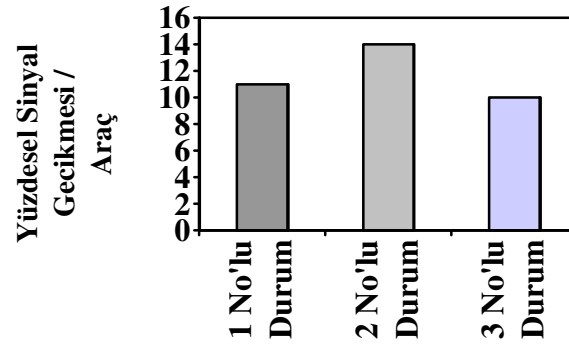
Şekil A.9 Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Süresi



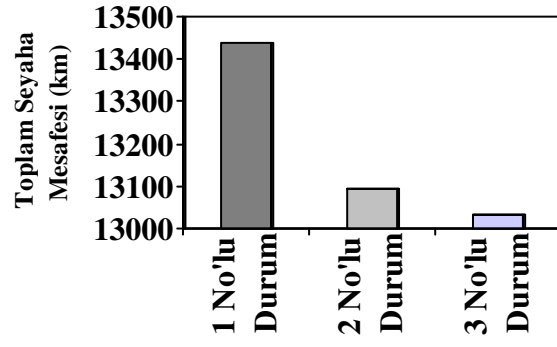
Şekil A.10 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Süresi



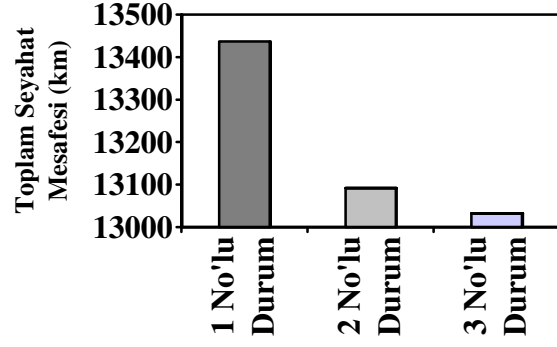
Şekil A.11 Balıkesir İli Kavşakları İçin Yüzdesel Sinyal Gecikmesi / Araç



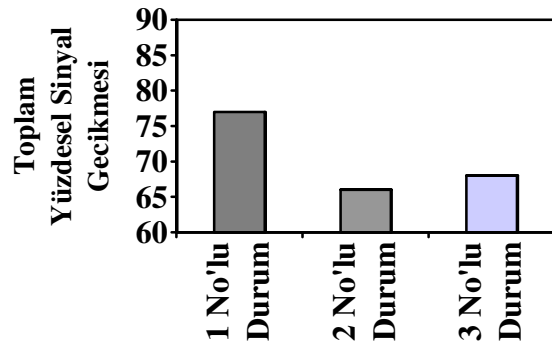
Şekil A.12 Ağır Araç etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Yüzdesel Sinyal Gecikmesi / Araç



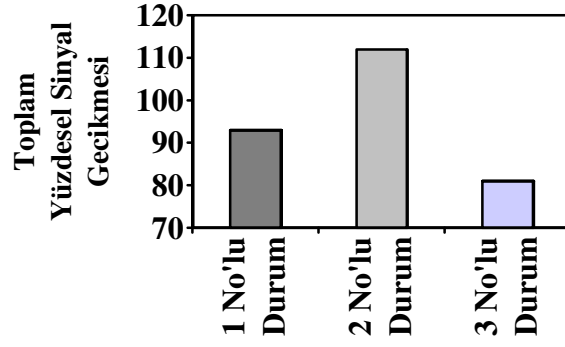
Şekil A.13 Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Mesafesi



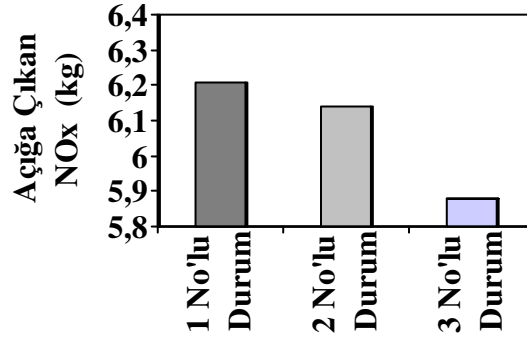
Şekil A.14 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Mesafesi



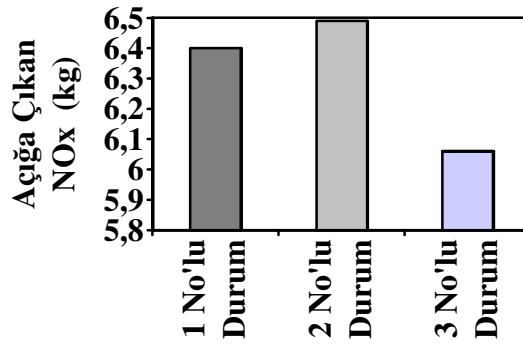
Şekil A.15 Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Yüzsdel Sinyal Gecikmesi (saat)



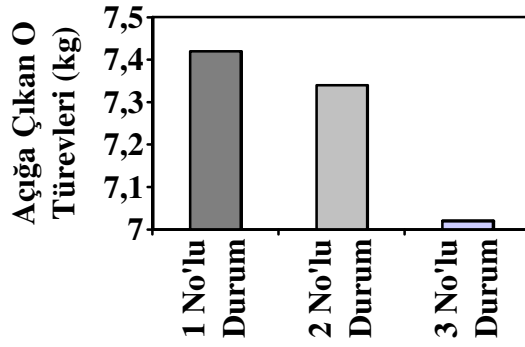
Şekil A.16 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Toplam Yüzdesel Sinyal Gecikmesi (saat)



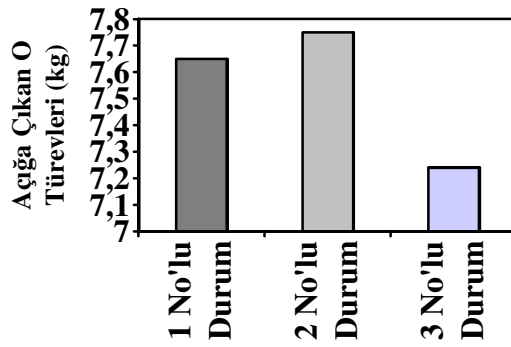
Şekil A.17 Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan NOx



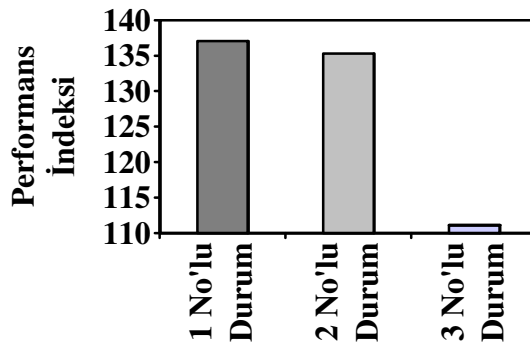
Şekil A.18 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan NOx



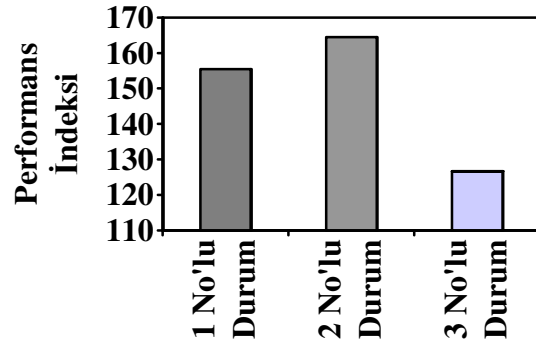
Şekil A.19 Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan O Türevleri



Şekil A.20 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan O Türevleri



Şekil A.21 Balıkesir İli Kavşakları İçin Performans İndeksi



Şekil A.22 Ağır Araç Etkisi Altında Balıkesir İli Kavşakları İçin Performans İndeksi

EK B. İZMİR İLİ KAVŞAKLARI İÇİN ELDE EDİLEN DEĞERLER

Çizelge B.1 1 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	0	0	6	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.80	0.80	0.93	0.74
Kavşak Yüzdesele Sinyal Gecikmesi	14.7	1.8	16.8	10.4
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	15.7	0.6	19.0	11.9
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	A	B	B

Çizelge B.2 3 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	6	6	0	0
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.77	0.90	0.64	0.64
Kavşak Yüzdesele Sinyal Gecikmesi	10.6	13.5	0.0	0
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	11.3	15.9	0.5	0.5
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	B	A	A

Çizelge B.3 5 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	9	6	9	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.78	0.33	0.81	0.33
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	16.3	4.7	16.1	4.0
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	15.4	2.3	14.5	4.2
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	A	B	A

Çizelge B.4 6 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	9	90	6	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.71	0.80	0.45	0.46
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	14.4	21.1	16.3	8.3
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	15.1	13.5	10.6	8.1
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	B	B	A

Çizelge B.5 9 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	6	6	6	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.83	0.60	0.90	0.46
Kavşak Yüzdesele Sinyal Gecikmesi	10.0	10.4	11.9	7.5
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	11.4	10.7	13.6	7.1
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	B	B	A

Çizelge B.6 10 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	6	6	6	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.69	0.72	0.78	0.60
Kavşak Yüzdesele Sinyal Gecikmesi	6.3	8.5	8.2	6.3
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	7.0	9.2	9.7	5.5
Kavşak Hizmet Seviyesi	A	A	A	A

Çizelge B.7 11 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	9	9	9	9
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.53	0.43	0.43	0.53
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	13.0	9.0	7.4	6.7
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	9.7	4.3	5.5	6.5
Kavşak Hizmet Seviyesi	A	A	A	A

Çizelge B.8 12 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	6	6	6	9
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.66	0.73	0.81	0.68
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	6.2	5.8	11.0	6.5
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	6.2	6.7	10.1	8.8
Kavşak Hizmet Seviyesi	A	A	B	A

Çizelge B.9 13 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	100	70
Toplam Kayıp Süre	9	9	12	12
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.75	0.61	0.96	0.73
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	16.7	12.5	40.9	10.4
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	19.1	13.0	47.2	12.4
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	B	D	B

Çizelge B.10 14 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	6	3	6	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.56	0.58	0.44	0.36
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	12.5	11.3	11.7	5.5
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	13.4	12.6	11.7	5.2
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	B	B	A

Çizelge B.11 15 No'lu Kavşak Sonuçları

	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	6	9	9	9
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.48	0.63	0.58	0.77
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	8.2	6.9	9.0	12.1
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	7.0	7.7	9.6	12.4
Kavşak Hizmet Seviyesi	A	A	A	B

Çizelge B.12 16 No'lu Kavşak Sonuçları

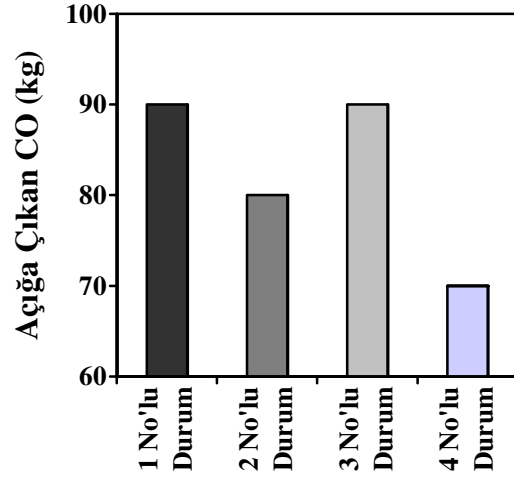
	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	9	9	9	9
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.23	0.24	0.23	0.24
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	7.3	7.2	7.1	5.3
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	5.5	5.1	5.5	4.0
Kavşak Hizmet Seviyesi	A	A	A	A

Çizelge B.13 25 No'lu Kavşak Sonuçları

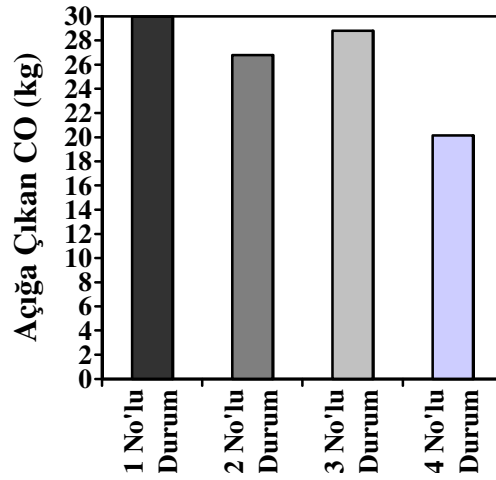
	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	9	6	9	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.58	0.67	0.71	0.79
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	15.0	9.9	13.3	11.2
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	14.8	11.2	14.4	12.4
Kavşak Hizmet Seviyesi	B	B	B	B

Çizelge B.14 28 No'lu Kavşak Sonuçları

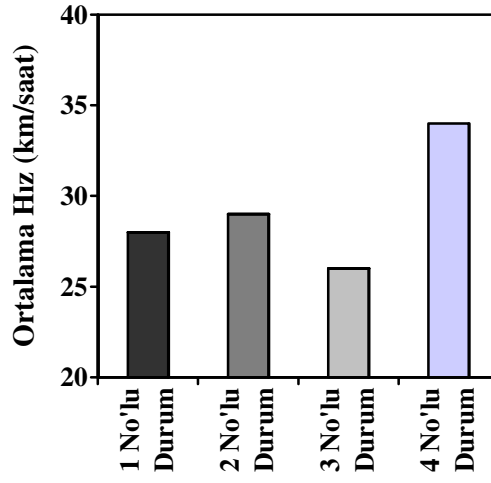
	1 No'lu Durum	2 No'lu Durum	3 No'lu Durum	4 No'lu Durum
Devre Süresi	90	80	90	70
Toplam Kayıp Süre	6	6	6	6
Kavşak Hacim/Kapasite Oranı	0.29	0.30	0.30	0.31
Kavşak Yüzdesel Sinyal Gecikmesi	4.5	6.1	5.4	5.6
Kavşak Webster Sinyal Gecikmesi	4.1	4.7	4.1	5.7
Kavşak Hizmet Seviyesi	A	A	A	A



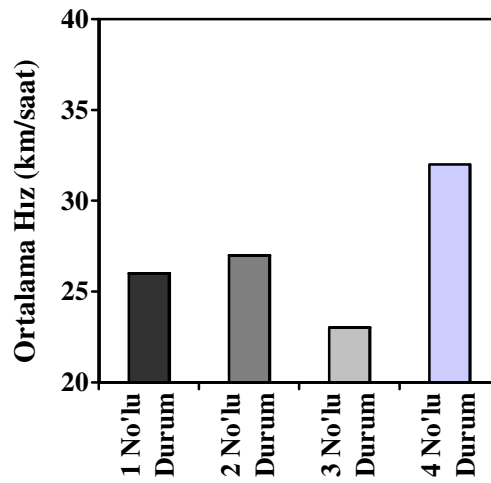
Şekil B.1 İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan CO



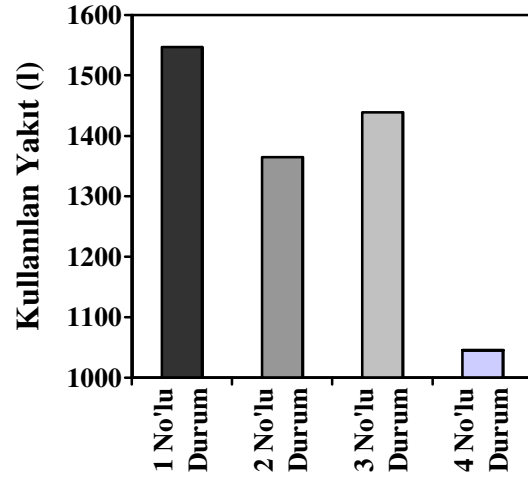
Şekil B.2 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan CO



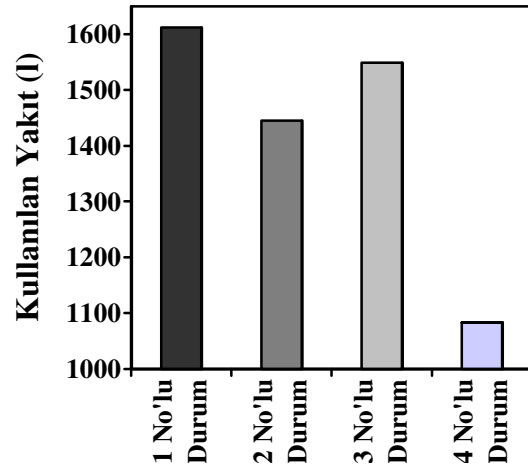
Şekil B.3 İzmir İli Kavşakları Ortalama Hız



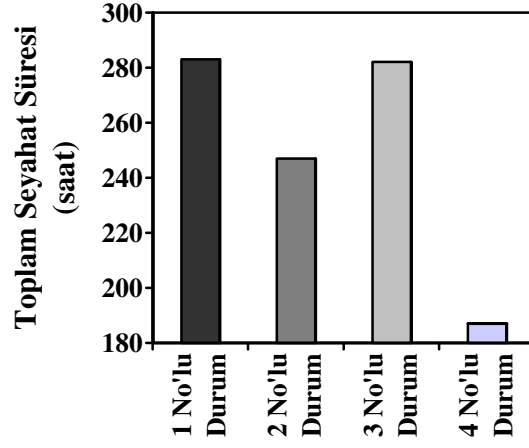
Şekil B.4 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları Ortalama Hız



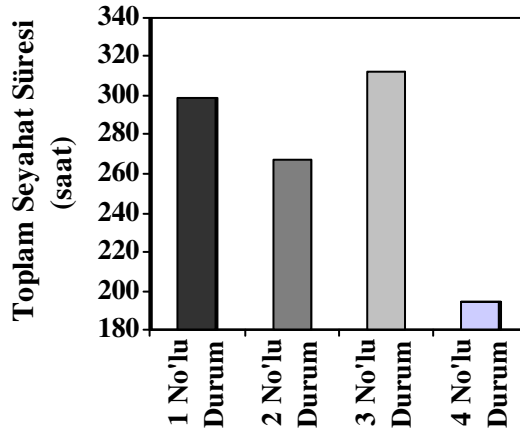
Şekil B.5 İzmir İli Kavşakları Kullanılan Yakıt



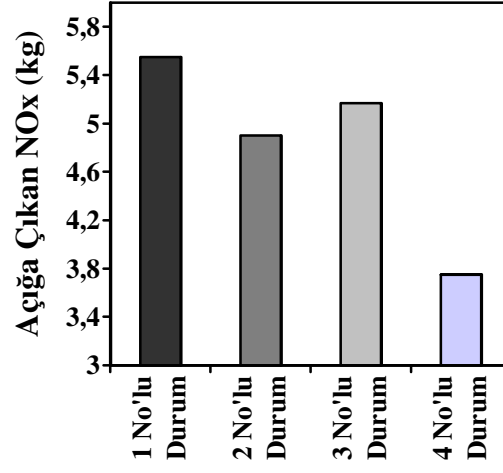
Şekil B.6 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları Kullanılan Yakıt



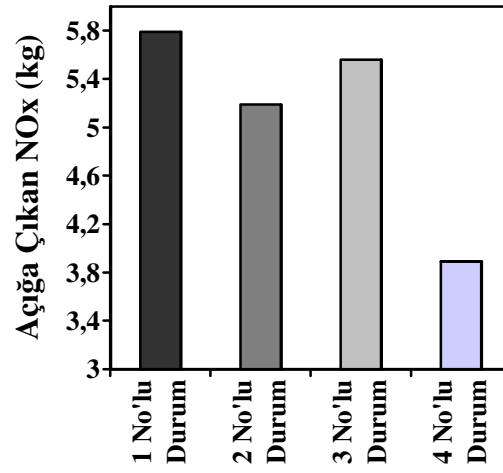
Şekil B.7 İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Süresi



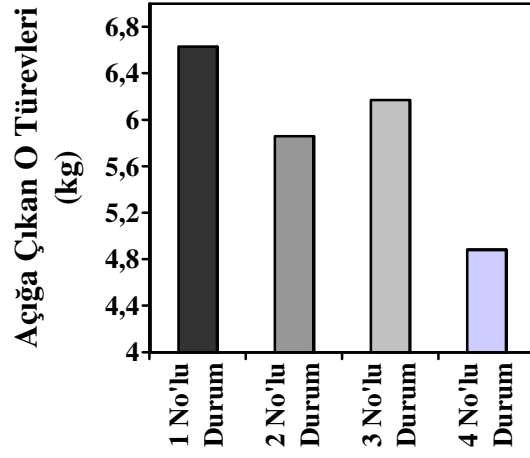
Şekil B.8 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Seyahat Süresi



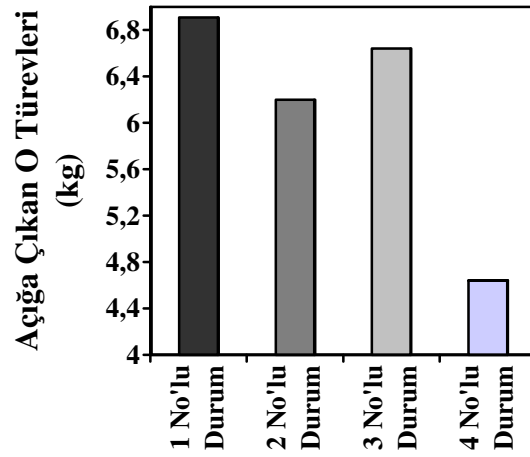
Şekil B.9 İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan NOx



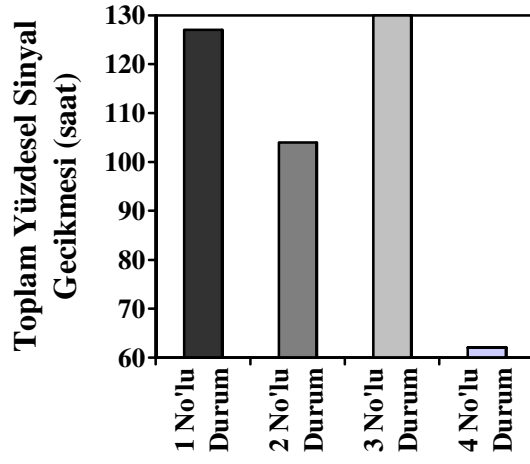
Şekil B.10 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan NOx



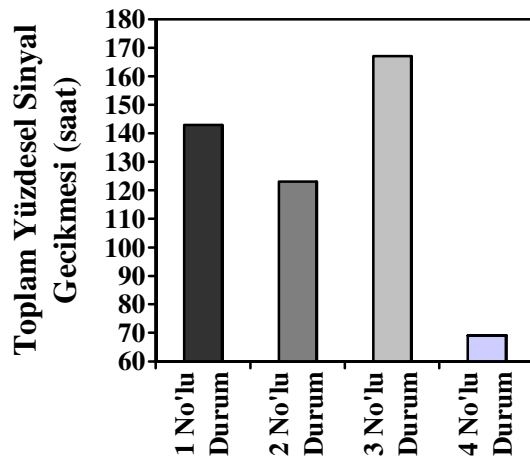
Şekil B.11 İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan O Türevleri



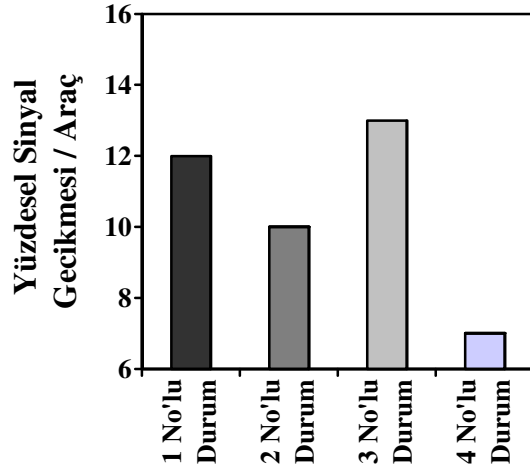
Şekil B.12 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Açığa Çıkan O Türevleri



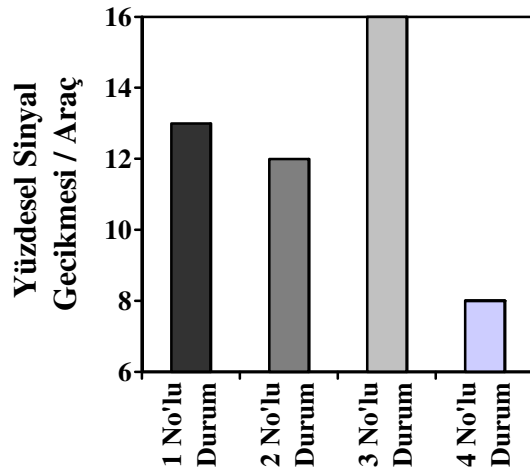
Şekil B.13 İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Yüzdesel Sinyal Gecikmesi



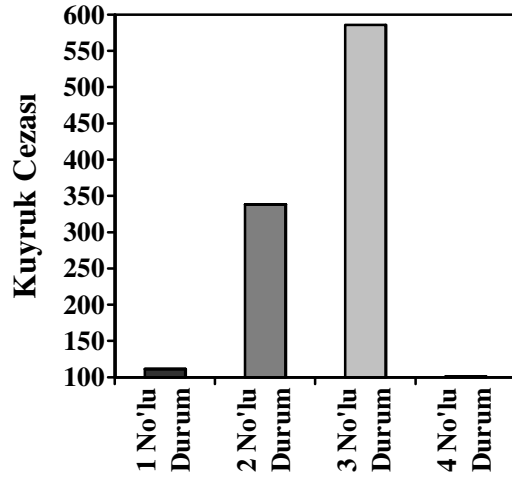
Şekil B.14 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Toplam Yüzdesel Sinyal Gecikmesi



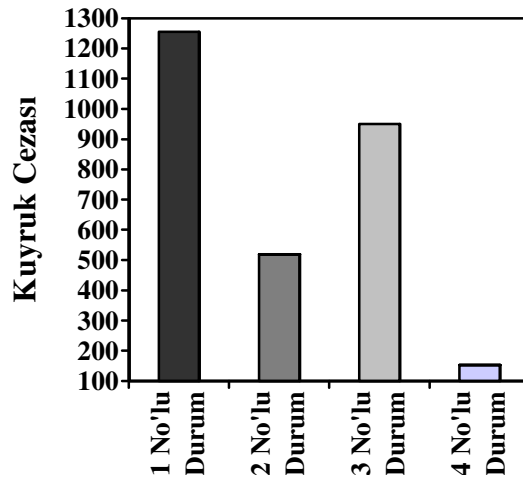
Şekil B.15 İzmir İli Kavşakları İçin Yüzdesel Sinyal Gecikmesi/Araç



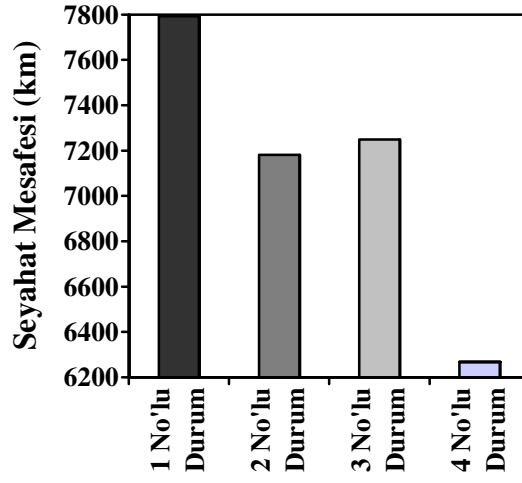
Şekil B.16 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Yüzdesel Sinyal Gecikmesi/Araç



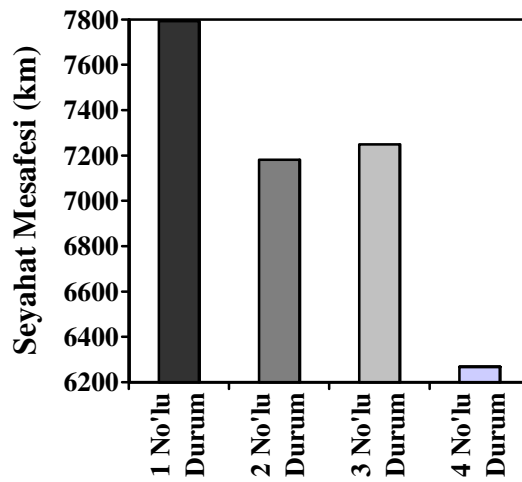
Şekil B.17 İzmir İli Kavşakları İçin Kuyruk Cezası



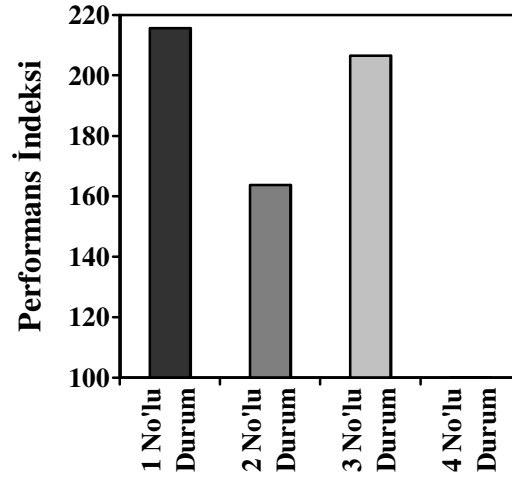
Şekil B.18 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Kuyruk Cezası



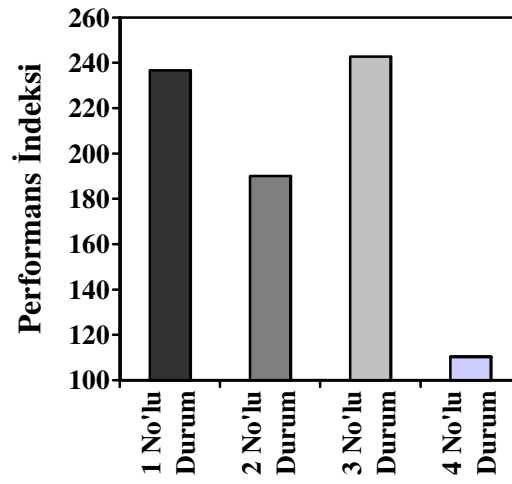
Şekil B.19 İzmir İli Kavşakları İçin Seyahat Mesafesi



Şekil B.20 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Seyahat Mesafesi



Şekil B.21 İzmir İli Kavşakları İçin Performans İndeksi



Şekil B.22 Ağır Araç Etkisi Altında İzmir İli Kavşakları İçin Performans İndeksi

10. KAYNAKLAR

- [1] Varlıorpak Ç., Trafik Ders Notları, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar, İzmir, (2005).
- [2] Özdemir T., Trafik Tekniği Ders Notları, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, (2003).
- [3] Kutlu, K., Trafik Tekniği, Üçüncü Baskı, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, (1993).
- [4] National Cooperative Highway Research Program Report 279: Intersection Channelization Design Guide, TRB, National Research Council, Washington D.C., (1985).
- [5] Bulut, A., Trafik ışıklı İşaret Tesisleri, T.C. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, (1985).
- [6] Ayfer, M.Ö., Trafik Sinyalizasyonu, TC. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, (1977).
- [7] Akçelik, R., Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis, Avustralian Road Research Board LTD, Victoria, (1993).
- [8] Adal, E.E., Yeşil Dalga Koordinasyon Sistemlerinin Kent İçi Trafikine Etkileri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1999).
- [9] Özdirim, M., Trafik Mühendisliği. Cilt 1-2, T.C.K. Genel Müdürlüğü, Ankara, (1993).

- [10] Akçelik, R., Progression Factors In The HCM 2000 Queue and Delay Models For Traffic Signals, Akcelik & Associates Pty Ltd., (2001).
- [11] Highway Capacity Manual (HCM)., Transportation Research Board, Natioanal Research Council, Special Report 209, Washington D.C., (1997).
- [12] Randal-O'Toole., Dont Abandon One Way Streets., The Heartland Institue, Cambridge, (2003).
- [13] Yetiş, Ş.M., Denizli Şehriçi Kavşaklarındaki Trafik Akımlarının Bilgisayarla İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (1996).
- [14] Akçelik, R., Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis, Avustralian Road Research Board LTD, No 123, Fifth Reprint, Victoria, (1993).
- [15] Webster, F.V., and Cobbe, B.M., Traffic Signals, First Edition, Her Majesty's Stationery Office, London, (1996).
- [16] Roess, R.p., Prassas, E.S., McShane, W.R., Traffic Engineering, Pearson education International, Third Edition, New Jersey, (2004).