

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**DENİZLİ SEHİRİÇİ KAVŞAKLARINDAKİ TRAFİK  
AKIMLARININ  
BİLGİSAYARLA İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Yetiş Şazi MURAT**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANİSYON MERKEZİ**

**TEMMUZ 1996**

**DENİZLİ**

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

**DENİZLİ ŞEHİRİÇİ KAVŞAKLARINDAKİ TRAFİK AKIMLARININ**

**BİLGİSAYARLA İNCELENMESİ**

**93680**

**İnş. Müh. Yetiş Şazi MURAT**

**Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne**  
**“İnşaat Yüksek Mühendisi”**

**Ünvanı verilmesi için kabul edilen tezdır.**

**Tezin enstitüye verildiği tarih: 09/07/1996**

**Tezin sözlü savunma tarihi : 17/09/1996**

**Tezin danışmanı : Prof. Dr. İbrahim ALYANAK**

**Jüri Üyesi :Yrd. Doç. Dr. Çetin VARLIORPAK**

**Jüri Üyesi :Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman ŞİMŞEK**

**Enstitü Müdürü :Prof. Dr. Hikmet RENDE**

**TEMMUZ 1996**  
**DENİZLİ**

Yetiş Şazi MURAT'ın yüksek lisans tezi olarak hazırladığı “ Denizli Şehiriçi Kavşaklarındaki Trafik akımlarının Bilgisayarla İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimizce Fen Bilimleri Enstitüsü lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.


17 / 09 / 1996

Üye : Prof. Dr. İbrahim ALYANAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Çetin VARLIORPAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman ŞİMŞEK

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun 18.09.1996 tarihli ve 19/8 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Hikmet RENDE  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı Yüksek Lisans programında yapılmıştır. Çalışmada, Denizli’de yoğunluğu fazla olan bazı şehir içi kavşaklarda trafik akımlarının durumları araştırılarak sinyalizasyon hesapları yapılmış ve incelenen kavşaklarda görülen problemlerin çözümü için öneriler getirilmiştir.

Tez çalışmasını yöneten öncelikle Sayın Prof. Dr. İbrahim ALYANAK olmak üzere, büyük katkıda bulunan ve yardımını esirgemeyen İ.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Ulaştırma Anabilimdalı’ndan Sayın Prof. Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU’na, Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ulaştırma Anabilimdalı’ndan Sayın Yrd. Doç. Dr. Çetin VARLIORPAK’a ve bana sürekli destek olan aileme ve üniversitedeki çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Temmuz 1996, DENİZLİ

Y. Şazi MURAT

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İç Kapak	I
Önsöz	II
İçindekiler	III
Çizelgeler Dizini	VII
Şekiller Dizini	VIII
Özgeçmiş	IX
Özet	X
Abstract	XI
1.GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	1
1.2. Çalışmanın Amaç Ve Kapsamı	2
2.KAVŞAKLAR VE TRAFİĞİN YÖNETİMİ	3
2.1. Genel	3
2.2. Kavşak Düzenleme İlkeleri	3
2.3. Kavşak Çeşitleri	8
2.3.1. Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklardaki Trafik Akımları	9
2.3.2. Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklardaki Karışıklık Ve Kaza Noktaları	11
2.4. Kavşak Tasarım İlkeleri	12
2.5. Trafik Akımlarının Yönetilmesi	19
2.5.1. Durma Ve Park Etmenin Düzenlenmesi	20
2.5.2. Tek Yön Sistemlerinin Kurulması	21
2.5.3. Dönüş Hareketlerinin Yasaklanması	22
2.5.4. Trafik İşaret Levhalarının Kullanımı	24
2.5.5. Sinyalizasyon	24
3.KAVŞAKLARDA SİNYALİZASYON VE SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ	25
3.1. Trafik Ve Sinyalizasyon Temel Terimleri	25
3.2. Sinyalizasyon Sistemlerinin Gerekliliği	26

3.3.Sinyalizasyon Sistemleri	27
3.3.1. İzole Sinyalizasyon Sistemleri	27
3.3.1.1.Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi	27
3.3.1.2.Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi	28
3.3.1.3.Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi	28
3.3.1.4.El İle Kumandalı Sinyalizasyon Sistemi	29
3.3.2.Koordine Sinyalizasyon Sistemleri	29
3.3.2.1.Senkronize Sistem	29
3.3.2.2.Alternatif Sistem	30
3.3.2.3.Progresif Sistem	31
3.3.2.4.Arazi Trafik Kontrolü Sistemi	32
<b>4.SİNYALİZASYON YÖNTEMLERİ</b>	<b>33</b>
4.1.Avustralya Yöntemi İle Sinyalizasyon	33
4.1.1.Giriş	33
4.1.2.Temel Terimler Ve Tanımlamalar	33
4.1.3.Akımlar Ve Fazlar	34
4.1.4.Sinyal Devresi	35
4.1.5.Akım Karakteristikleri	36
4.1.6.Kritik Akımlar	37
4.1.7.Kavşak Kayıp Zamanı	38
4.1.8.Kapasite Ve Doygunluk Derecesi	39
4.2.Avustralya Yöntemi İle Sinyalizasyon Hesabı Adımları	41
4.2.1.Devre Hesabı	41
4.2.2.Doygun Akım ve Kayıp Zaman Hesapları	44
4.2.3.Performans Ölçümleri	45
4.3.İngiliz Yöntemi İle Sinyalizasyon	47
4.3.1.Genel	47
4.3.2. Kapasite ve Doygun Akım Hesabı	47
4.3.3.Kayıp Zaman	51
4.3.4.Doygunluk Derecesi	51
4.3.5.Gecikme	51

4.3.6.Devre Süresi	52
4.3.7.Yeşil Süre	53
4.4.Amerikan (HCM) Yöntemi İle Sinyalizasyon	53
4.4.1.Genel	53
4.4.2.Kapasite Ve Hizmet Düzeyi	53
4.4.3. Hesap Yöntemi	57
4.4.3.1.Giriş Modülü	58
4.4.3.2.Hacim Düzeltme Modülü	59
4.4.3.3.Doygun Akım Modülü	63
4.4.3.4.Kapasite Analizi Modülü	69
4.4.3.5.Hizmet Düzeyi Modülü	71
4.4.4.Devre Ve Faz Sürelerinin Hesabı	74
<b>5.ARAZİ ÇALIŞMALARI</b>	<b>76</b>
5.1. Sinyalizasyon Hesabı Yapılan Kavşakların Tanıtımı	76
5.1.1.Topraklık Kavşağı	76
5.1.2.Vilayet Önü Kavşağı	77
5.2.Hacim Sayımı	78
5.3.Gecikme Etüdü	80
5.4.Doygun Akım Etüdü	81
5.5.İlk Hareket Etüdü	83
<b>6.SİNYALİZASYON HESAPLARININ BİLGİSAYAR PROGRAMLARI İLE</b>	<b>87</b>
<b>YAPILMASI</b>	
6.1.Avustralya Yöntemi İçin Değerlendirme	87
6.2.Amerikan Yöntemi (HCM) İçin Değerlendirme	98
6.3. İngiliz Yöntemi İçin Değerlendirme	101
<b>7.SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>104</b>
<b>8.KAYNAKLAR</b>	<b>107</b>

- Ek.1. İngiliz Yöntemi için Bilgisayar Programı Listesi
- Ek.2. Topraklık Kavşağı Girdi Dosyası
- Ek.3. Vilayet Önü Kavşağı Girdi Dosyası
- Ek.4. Topraklık Kavşağı Çıktı Dosyası
- Ek.5. Vilayet Önü Kavşağı Çıktı Dosyası
- Ek.6. Topraklık ve Vilayet Önü Kavşakları için SIDRA Sonuçları
- Ek.7. İngiliz Yöntemi Bilgisayar Programı için Akış Şeması





## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2-1 Kavşak Tasarımı İçin Taşıt Özellikleri	6
2-2 Eşdüzey Kavşaklarda Karışıklık Görülen Nokta Sayıları	11
4-1 Faz-Akım Matrisi	35
4-2 Kritik Akım Araştırma Çizelgesi	41
4-3 Doygun Akıma Yöre Etkisi	50
4-4 Sinyalize Kavşaklarda Hizmet Düzeyi-Gecikme İlişkisi	57
4-5 Çözüm Yöntemi Aşamaları	58
4-6 Analiz için Tipik Şerit Grupları	62
4-7 Şerit Kullanım Faktörü	62
4-8 Şerit Genişliği için Düzeltme Faktörleri	63
4-9 Ağır Taşıtlar için Düzeltme Faktörü	64
4-10 Eğim Düzeltme Faktörleri	64
4-11 Park için Düzeltme Faktörü	64
4-12 Otobüs Blokaj Faktörü	65
4-13 İlerleme Faktörü	72
5-1 Topraklık Kavşağı Trafik Sayım Değerleri	78
5-2 Vilayet Önü Kavşağı Trafik Sayım Değerleri	79
5-3 Topraklık Kavşağı Gecikme Etüdü Sonuçları	81
5-4 Vilayet Önü Kavşağı Gecikme Etüdü Sonuçları	81
5-5 Doygun Akım Etüdü Föyü Örneği	82
5-6 Topraklık Kavşağı Doygun Akım Etüdü Sonuçları	83
5-7 Vilayet Önü Kavşağı Doygun Akım Etüdü Sonuçları	83
5-8 Topraklık Kavşağı İlk Hareket Etüdü Sonuçları	84
5-9 Vilayet Önü Kavşağı İlk Hareket Etüdü Sonuçları	85
6-1 Topraklık Kavşağı'nda Mevcut Devre Süresi için SIDRA Sonuçları	88
6-2 Topraklık Kavşağı'nda C=86 sn Devre Süresi için SIDRA Sonuçları	88
6-3 Vilayet Önü Kavşağı'nda Mevcut Devre Süresi için SIDRA Sonuçları	93
6-4 Vilayet Önü Kavşağı'nda C=150sn Devre Süresi için SIDRA Sonuçları	94
6-5 Topraklık Kavşağı'nda Mevcut Devre Süresi için SIDRA Sonuçları	98
6-6 Topraklık Kavşağı'nda C=86 sn Devre Süresi için SIDRA Sonuçları	99
6-7 Vilayet Önü Kavşağı'nda Mevcut Devre Süresi için SIDRA(HCM) Sonuçları	99
6-8 Vilayet Önü Kavşağı'nda C=150 sn Devre Süresi için SIDRA (HCM) Sonuçları	100
6-9 Topraklık Kavşağı'nda C=89 sn Devre Süresi için Bilgisayar Programı Sonuçları	102
6-10 Vilayet Önü Kavşağı'nda C=103 sn Devre Süresi için Bilgisayar Programı Sonuçları	102

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2-1 Trafik Akımlarının Kesişme Durumu	9
2-2 Trafik Akımlarının Yaklaşma Durumu	10
2-3 Trafik Akımlarının Ayrılma Durumu	11
2-4 Dört Kollu Çift Yönlü Bir Eşdüzey Kavşaktaki Karışıklık Noktaları	12
2-5 Akımların Kanallama ile Ayrılması	13
2-6 Sola Dönüşlerin Ayrılması	13
2-7 Yaklaşım Kolundan Kavşağa Girişin Yasaklanması	14
2-8 Kavşağa Gelen Ayağın Kapatılması	14
2-9 Adalar Yardımıyla Karşılaşma Alanının Karmaşıklığının Azaltılması	15
2-10 Kavşak Kollarının Şaşırtmalı Düzenlenmesi	15
2-11 Kavşak Kollarının Dik Açılı Düzenlenmesi	16
2-12 Özel Sola Dönüş Şeritleri Yardımıyla Karışıklığın Azaltılması	16
2-13 Duruş Kontrollü Kavşaklardan Sinyal Kontrollü Kavşaklara Yönlendirme	17
2-14 Dar Açılı Katılma Ve Hızlanma Şeridi	17
2-15 Yavaşlama İçin Düzenlenen Yavaşlama Şeridi	18
2-16 Geniş Açılı Katılma	18
2-17 Sola Dönüş Yerine Q Dönüş	22
2-18 Sola Dönüş Yerine T Dönüş	22
2-19 Sola Dönüş Yerine G Dönüş	23
3-1 Senkronize Sistem	30
3-2 Alternatif Sistem	31
3-3 Progresif Sistem	32
4-1 Örnek Faz Diyagramı	34
4-2 Sinyal Devre Diyagramı	35
4-3 Temel Model ve Tanımlamalar	36
4-4 Kritik Akım Arama Diyagramı Örneği	38
4-5 İngiliz Yöntemine Göre Doygun Akım Grafiği	47
6-1 Topraklık Kavşağı Faz Diyagramı	87
6-2 Topraklık Kavşağı SIDRA Programı Çözümü- Gecikme ve Hizmet Düzeyi	89
6-3 Topraklık Kavşağı Akımların Doygunluk Dereceleri	90
6-4 Topraklık Kavşağı Geometrisi	91
6-5 Topraklık Kavşağı Ortalama Gecikme-Devre Süresi İlişkisi	92
6-6 Topraklık Kavşağı Kuyruk Uzunluğu-Devre Süresi İlişkisi	92
6-7 Vilayet Önü Kavşağı Geometrisi	95
6-8 Vilayet Önü Kavşağı'nda C=102 sn devre süresi için Gecikme ve Hizmet Düzeyi	96
6-9 Vilayet Önü Kavşağı'nda C=150 sn devre süresi için Gecikme ve Hizmet Düzeyi	96
6-10 Vilayet Önü Kavşağı'nda C=150 sn devre süresi için Akım Doygunluk Dereceleri	97
6-11 Vilayet Önü Kavşağı Faz Şeması	97

## **ÖZGEÇMİŞ**

Yetiş Şazi MURAT 1971 yılında Elazığ' da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Elazığ'da tamamlayarak 1988 yılında Elazığ Mehmet Akif Ersoy Lisesi'nden mezun olmuştur.

1988 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne girerek İzmir'de lisans öğrenimine başlamıştır. 1992 yılında lisans öğrenimini tamamlamıştır. 1994 yılında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. 1994 yılında Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı'nda yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.



**MURAT, Y.,Ş.(1996):** Denizli Şehiriçi Kavşaklarındaki Trafik Akımlarının Bilgisayarla İncelenmesi. Denizli, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

### **ÖZET**

Günümüzde hızlı nüfus artışı ile paralel olarak artan seyahat talebi sebebiyle trafikte sorunlar ortaya çıkmaktadır. Özellikle şehiriçinde trafik yoğunluğu daha fazla olduğundan kavşaklarda tıkanmalar görülmekte ve çözümlenmesi gerekmektedir. Birçok çözüm yöntemi mevcut olmakla birlikte, özellikle geometrinin değiştirilmesi için yeterli hacim bulunmayan kavşaklarda en etkin ve ekonomik çözüm yöntemi sinyalizasyon sistemleridir.

Bu çalışmada Denizli'nin trafik yoğunluğu bakımından önemli sinyalize kavşakları incelenmiş ve kavşaklarda oluşan gecikmeler ile kuyruğun sebepleri araştırılarak kavşağın mevcut durumu etüd edilmiş ve yeni devre uzunlukları önerilmiştir. Ayrıca trafiğin daha etkin akışının sağlanabilmesi için geometriye bağlı çözüm önerileri getirilmiştir. Sinyalizasyon hesapları, Avustralya Yöntemi'ne dayanan SIDRA isimli paket bilgisayar programı ve İngiliz Yöntemi'ne göre QuickBasic dili ile hazırlanan bilgisayar programı ile yapılmıştır.

**MURAT, Y., Ş.(1996):**Examining of Traffic Flows by Using Computer Programs at Urban Intersections of Denizli, Denizli , Pamukkale University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, Masters of Degree in Civil Engineering.

### ***ABSTRACT***

Nowadays, traffic problems are seen in urban area of cities, because of rapid increasing in population and in demand of journey. Because of density of traffic flow, congestions are seen especially at the intersections of urban area and some solutions are needed for this congestions. There are a lot of solution methods for this problem but generally lackness of enough area for changing geometry of intersection, the most effective and economic method is signalization system.

In this study, intersections of Denizli, which are very important about density of traffic flow are examined, the reason of queu and delay at this intersections is searched, the calculation of signalization is done and new cycle length is recommended. However, new solutions which are based on intersection geometry are recommended, providing for the effectiveness of traffic flow at urban area. The calculation of signalization is done with two computer program. First of this program is called SIDRA that is based on Australian Method and is prepared by Australian Road Research Board Ltd., the other program is based on English Method and is prepared by the author of this study.

## **1. GİRİŞ**

### **1.1. Genel Bilgiler**

İnsan hayatındaki en önemli faktörlerden biri de ulaşımır. İnsanlığın gelişimi, kültürel ve teknik etkileşimler ulaşımın gelişmesi ile paralellik göstermiştir. Artan nüfusa bağlı olarak ulaşımında bazı problemler ortaya çıkmıştır.

İnsanların çoğalması ve gelişen teknik ile beraber doğal olarak araç sayısı da artmış ve bazı planlama eksikliklerinden dolayı trafik problemleri görülmeye başlanmıştır. Trafikte başgösteren problemlerin, insanların sağlığı ve düzenli bir hayat sürdürebilmeleri için çözüme ulaştırılması gereği ortaya çıkmıştır.

Trafik problemlerinin çözüme kavuşturulabilmesi için öncelikle problemin en uygun şekilde ve oldukça sağlıklı olarak tespit edilmesi gerekir. Problemlerin tespiti için yapılacak temel işlem trafikteki araçların sayımı ve bu sayımlara dayanarak trafiğin mevcut durumu ile değişiminin belirlenmesidir. Fakat genellikle ülkemizde bu şekilde detaylı çalışmalara son yıllara kadar rastlanmamaktadır. Yapılan çalışmaların çoğu yetersiz veya yanlış (yada eksik) verilere dayanmıştır. Dolayısıyla trafik problemlerinin çözümü için yeterince gerçekçi bir yaklaşım yapılamamıştır. Ve hazırlanan projeler de ihtiyaca cevap verebilir nitelikte olamamıştır.

Denizli şehri, büyükşehir veya metropol olma yolunda dev adımlarla ilerleyen bir sanayii şehridir. Gelişmiş sanayisinden dolayı Denizli'ye çok fazla göç olmakta, dolayısıyla insan ve araç sayısında sürekli bir artış gözlenmektedir. Bu artışlar doğal olarak trafikte problemlerin oluşmasına neden olmakta ve özellikle kavşaklarda tıkanıklıklar gözlenmektedir.

Bu nedenle kavşaklardaki trafik akımlarının ve bu akımların yönlendirilmesinde büyük rolü olan sinyalizasyon sistemlerinin uygun şekilde, ihtiyaca göre yeniden düzenlenmesi gereği ortaya çıkmaktadır.

## ***1.2. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı***

Bu çalışmada trafik yoğunluğu fazla olan Denizli şehiriçi kavşaklarındaki trafik akımları üzerinde araştırmalar yapılarak, sinyalizasyon sistemleri ile ilgili etüdüler yapılmıştır. Yapılan sayımlara ve etüdülere dayanarak oluşturulan veriler üç metoda göre hazırlanan bilgisayar programları yardımıyla çözülmüştür.

İçerik olarak çalışmanın ilk bölümünde genel bilgiler verilerek çalışmanın amacından bahsedilmiştir, ikinci bölümde kavşak tasarım ilkeleri ve trafik akımlarının yönetilmesi konularına değinilmiştir, üçüncü bölümde sinyalizasyon temel terimleri ve sinyalizasyon sistemleri genel olarak anlatılmıştır. Sinyalizasyon yöntemleri ve detayları dördüncü bölüm kapsamında açıklanmıştır. Çalışmanın beşinci bölümünde yöntemlerin uygulamasının yapıldığı kavşaklar tanıtılarak, yöntem kapsamında yapılan ölçümler hakkında bilgi verilmiştir. Altıncı bölümde ise, bilgisayar programları ile ölçüm verileri değerlendirilerek, sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak yedinci bölümde kavşaklar için çeşitli çözüm önerileri getirilmiştir.

Çalışmada kullanılan matematik model için, Highway Capacity Manual 1985, ARRB Special Report ve Traffic Signals adlı kitaplar referans alınmıştır. Ülke trafik şartları gözönüne alınarak matematik model üzerinde bazı değişikliklere gidilmiştir.

İngiliz yöntemi için yapılan bilgisayar programında Quick Basic programlama dili kullanılmıştır. Avustralya'da kullanılan yöntem için ise ARRB (Australian Road Research Board) tarafından hazırlanan özel raporda yer alan çözüm yönteminden ve bu rapora dayanan SIDRA 4.13 (Signalized Intersection Design And Research Aid) isimli paket programdan faydalanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan HCM (Highway Capacity Manual) 1985'e göre yapılan hesaplarda da SIDRA programından faydalanılmıştır. SIDRA programı İstanbul Teknik Üniversitesi'nde çalıştırılmıştır.

## **2.KAVŞAKLAR VE TRAFİĞİN YÖNETİMİ**

### **2.1.Genel**

Kavşaklar, birden fazla yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, ayrıldığı, birleştiği ve örüldüğü, diğer bir deyişle ortak olarak kullandığı alanlardır./18/

Kavşaklardaki yaklaşım kolları, tanımdan da anlaşıldığı üzere ortak olarak kullanılmak istendiğinden çeşitli problemler ile karşılaşmamak için ya da en azından problem sayısını minimum düzeye indirmek amacıyla en doğru şekilde planlanmalıdır.

Bu sebeplerle kavşak planlamasında temel olarak şu üç faktör gözönüne alınmalıdır:/10/

1. Güvenlik
2. Konfor
3. Kapasite

Güvenlik faktörü ile kastedilen farklı yönlerden gelen taşıtların çarpışmalarının önlenmesi veya farklı yönlerden gelen trafik akımlarına ve yolu kullanan yayalara güvenli kullanma imkanının sağlanmasıdır. Frenleme ve hızlanmadan oluşan zaman, yakıt kaybının minimuma indirilmesi konusu ise, konfor faktörünün içeriğini oluşturmaktadır. Kavşağın kapasitesinin de yüksek olması ve kavşağı kullanacak farklı yönlü trafiğin birbirini minimum engellemesi kriteri de planlama için istenilen bir durumdur.

### **2.2.Kavşak Düzenleme İlkeleri**

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

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:/18/

- 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.

Kavşaklarda meydana gelen karışıklıkların sebeplerinin, sonuçlarının ve 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 katılma olmak üzere üç türlü karışıklık noktası sözkonusu olmaktadır.

Bu karışıklıklar çözümlenmediği 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./13/

Buna göre karışıklıkları, kullanıcı ve kavşağın işletim özellikleri olarak iki açıdan değerlendirmek gerekir:/13/

### ***Kullanıcı Özellikleri***

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

#### ***A. İnsan Faktörü***

Kavşak yaklaşım kolundaki bir taşıtta bulunan sürücünün 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:/13/

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

Kavşağın işletim kalitesini artırmak için kavşak tasarımında sürücülerin beklentileri gözönüne alınmalıdır.

#### ***B. Taşıtların Özellikleri***

Kavşak tasarımı için, fiziksel boyutlar ve taşıtların işletim özellikleri kavşağı etkilemektedir. Minimum ve istenen şerit genişlikleri, dönüş yol genişlikleri ve yedek şerit uzunlukları taşıtların özelliklerinin fonksiyonudur. İşletim özellikleri (hızlanma, yavaşlama, minimum dönüş yarıçapı) tekil şeritler, yavaşlama, hızlanma şeritleri, dönüş yolları ve köşe adaların tasarımını etkilemektedir.(Çizelge 1.1)

### Çizelge 1.1.Kavşak Tasarımı İçin Taşıt Özellikleri/13/

#### Taşıt Özellikleri

#### Etkilenen Kavşak Tasarım Elemanı

#### Fiziksel Özellikler

Uzunluk.....	Yardımcı Şeritlerin uzunluğu
Genişlik .....	Şeritlerin Genişliği
	Dönen yolların genişliği
Yükseklik.....	Başüstü sinyal ve işaretlerinin yerleşimi, üst yapı yüksekliği

#### İşletim Özellikleri

Dönüş Manevrası.....	Dönüş Yarıçapı
	Dönen şeritlerin genişliği
Hızlanma Yeteneği.....	Hızlanma şeritleri ve şerit uzunlukları
Yavaşlama ve Fren Yeteneği.....	Yavaşlama şeritleri ve daralmaların uzunluğu
	Duruş görüş mesafesi

#### 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 ederler. Kavşağın etkinliği büyük oranda alan türüne ve çevredeki alanın kullanımına bağlıdır. Bölgesel iklim şartları da tasarım amacıyla değerlendirilmelidir. (Sürekli yağış alan bölgelerde tasarım farklılığı)

### ***Kavşakların İşletim Özellikleri***

Kavşak işletim karakteristiklerinin iyi çözümü beraberinde kanallama (yönlendirme) ilkeleri ve kavşak tasarımının daha uygun değerlendirilmesini getirmektedir. Özellikle güvenlik (frekans, tür ve kaza şiddeti) ve kapasite konuları önem arz etmektedir./13/

Kavşak kazalarının sebepleri çok çeşitlidir. Bu sebepleri şöyle sıralayabiliriz:

- Yaklaşım kolunda kısa, yetersiz görüş mesafesi
- Köşelerde zayıf görüş mesafesi
- Kavşak yaklaşımında engeller
- Uygun olmayan trafik kontrolü
- Çoklu yaklaşımlar
- Kavşakta eğrilerin(kurpların) varlığı
- Yan yol yada giriş noktalarının sayısı
- Uygun olmayan kurp yarıçapı
- Dar şeritler

Trafik kazalarının sayısını azaltmak için alınabilecek mühendislik kararları ise şöyledir:

- Tekil dönüş şeritlerinin eklenmesi
- Trafik kontrol şeklinin geliştirilmesi
- Görüş mesafesinin artırılması
- Sabit nesnelere kaldırılması

Kesişme açılarının dik, ayrılma ve katılma açılarının dar yapılması

### ***2.2.2. Kavşak Çeşitleri***

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

- Eşdüzey Kavşaklar
- Farklı Düzeyli Kavşaklar

Trafik problemleri doğal olarak eşdüzey kavşaklarda daha fazla gözlemlenmektedir. Bu nedenle öncelikle eşdüzey kavşaklar incelenecektir.

### ***Eşdüzey Kavşaklar :***

Genel olarak trafik akımlarının aynı düzlemde kesiştiği kavşaklar eşdüzey veya hemzemin kavşaklar olarak isimlendirilir. Trafik problemlerinin veya trafik kazalarının büyük bir çoğunluğu genellikle eşdüzey kavşaklarda meydana geldiğinden eşdüzey kavşakların düzenlenmesine gereken önemin verilmesi gerekmektedir.

Eşdüzey kavşaklar genel olarak kendi içerisinde üç kısımda incelenir :

A-) Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklar

B-) Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar

C-) Yuvarlakada Kavşaklar

Denetimsiz eşdüzey kavşaklarda, kavşağa gelen yaklaşım kollarında herhangi bir kontrol mekanizması yer almamaktadır. Diğer bir deyişle kavşaktaki trafik akımları, trafik kurallarının ışığında tamamıyla sürücülerin insiyatif ve anlayışına bırakılmıştır. Bu tür kavşaklarda trafik yoğunluğu az ise problem oluşmamakta, fakat trafik yoğunluğu arttığında birçok problemle karşılaşmakta ve kavşağın durumuna göre kontrol mekanizmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Sinyalizasyon ile denetlenen eşdüzey kavşaklarda ise sinyalizasyon hesaplarının yanlış yapılması, trafik yoğunluğuna mevcut devre sürelerinin yetersiz kalması sebebiyle problemler gözlenmektedir.

### ***Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar***

Sinyalizasyon ile kontrol edilen bir eşdüzey kavşakta, uniform bir girdi akımının kırmızı trafik ışığı nedeniyle aniden durması halinde geriye doğru bir şok dalgası oluşmakta, taşıtların akım hızı sıfıra düşmekte ve yoğunluk yolun taşıyabileceği değere yaklaşmakta, hatta geçmektedir. Böylece kuyruk oluşmaktadır. Buna karşılık, yeşil ışık nedeniyle durgun trafik akımının tekrar ileriye akması (boşalma) durumunda öndeki aracın istenilen bir hıza ulaşabileceği varsayılabilir. Ancak burada sağa veya sola dönmeye çalışan araçların trafik akımına etkisi de sözkonusu olmaktadır. Dolayısıyla geride bekleyen araçların hareketi öndekilere uymalı olarak algılanabilir.

### **2.3.1. Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklarda Trafik Akımları**

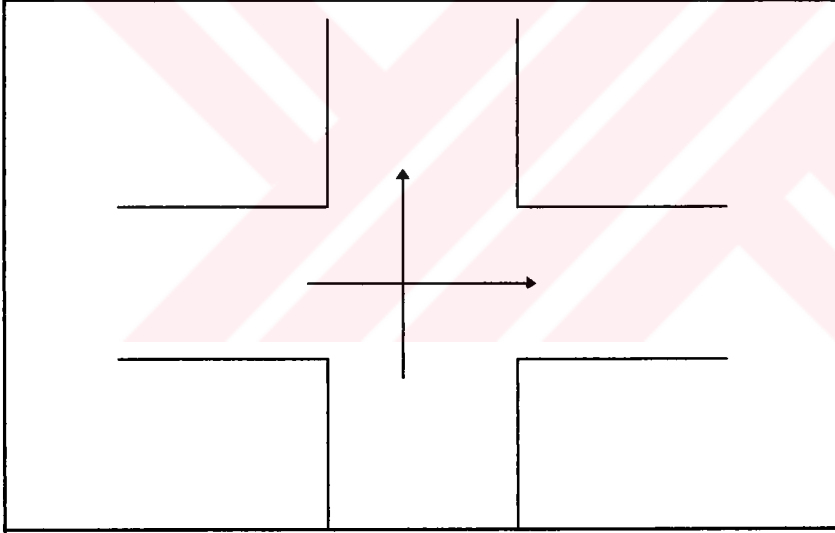
Eşdüzey kavşaklar tanımından anlaşıldığı üzere farklı yerlerde hizmet gören ulaşım doku elemanlarının ortak olarak kullanılmak zorunda oldukları alanlardır./18/

Kavşağa gelen yaklaşım kollarındaki taşıtların amaçları farklı olduğundan, kavşakta değişik akımların oluşmasına neden olur.

Gözlemlenen bir eşdüzey kavşakta yaklaşım kollarındaki trafik akımlarının hareket talebine göre şu durumlar görülmektedir:/15/

#### **1. Kesişme Durumu:**

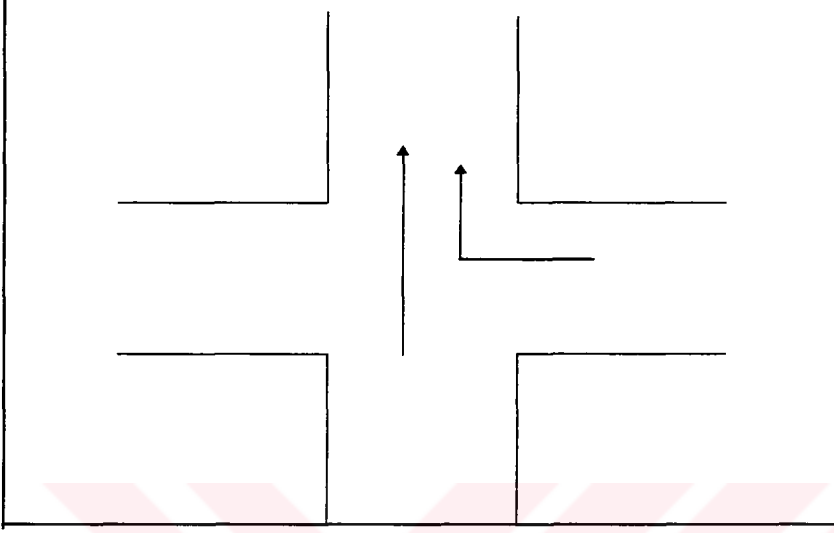
Kavşağa farklı iki yönden giren taşıtların, kavşağı farklı yönde terketmeleri ile meydana gelen akım şeklidir.(Şekil.2.1)



Şekil.2.1 Trafik akımlarının kesişme durumu

**2. Yaklaşma Durumu:**

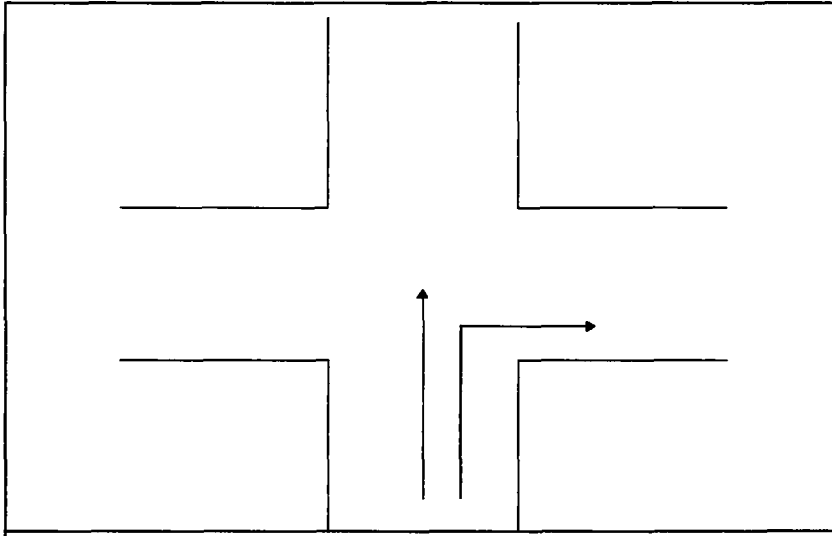
Kavşağa farklı iki yönden giren taşıtların aynı yönde kavşağı terk etmeleri ile oluşan akım şeklidir.(Şekil 2.2 )



Şekil 2.2. Trafik akımlarının yaklaşma durumu

**3. Ayrılma Durumu:**

Kavşağa aynı yönden giren taşıtların farklı yönde kavşağı terk etmeleri ile meydana gelen akım şeklidir.(Şekil 2.3.)



Şekil 2.3. Trafik akımlarının ayrılma durumu

### 2.3.2. Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklardaki Karışıklık Ve Kaza İhtimalleri

Eşdüzey kavşaklarda gözlemlenen trafik akımlarının oluşturduğu kesişme, yaklaşma ve ayrılma manevraları, kavşakta her bir gecikmelere hem de trafikte karışıklıklara sebebiyet vermektedir. Bu karışıklıklar, sadece manevra yapan taşıtlar için değil, aynı zamanda takip eden diğer taşıtlar içinde kaza olasılığını artırmaktadır. Trafik yoğunluğunun fazla olduğu, yani karışıklık ve kaza olasılığının yüksek olduğu kavşaklarda taşıtlar daha dikkatli hareket etmek zorunda olduğundan trafiğin hızı azalmakta ve kavşağın kapasitesi düşmektedir. Genellikle kapasitenin düştüğü bu bölge karışıklık sahası, kaza olasılığının çok yüksek olduğu nokta ise kaza sahası olarak isimlendirilir./10/

Kaza oranının azaltılması için yapılacak düzenleme çalışmalarında amaç kaza sahasının mümkün olduğunca ortadan kaldırılması ve karışıklık ihtimallerinin düşürülmesidir. Kavşağa gelen yaklaşım kollarının sayısı arttıkça kavşaktaki karışıklık noktalarının sayısında da artış olmaktadır.(Çizelge 2.2)/10/

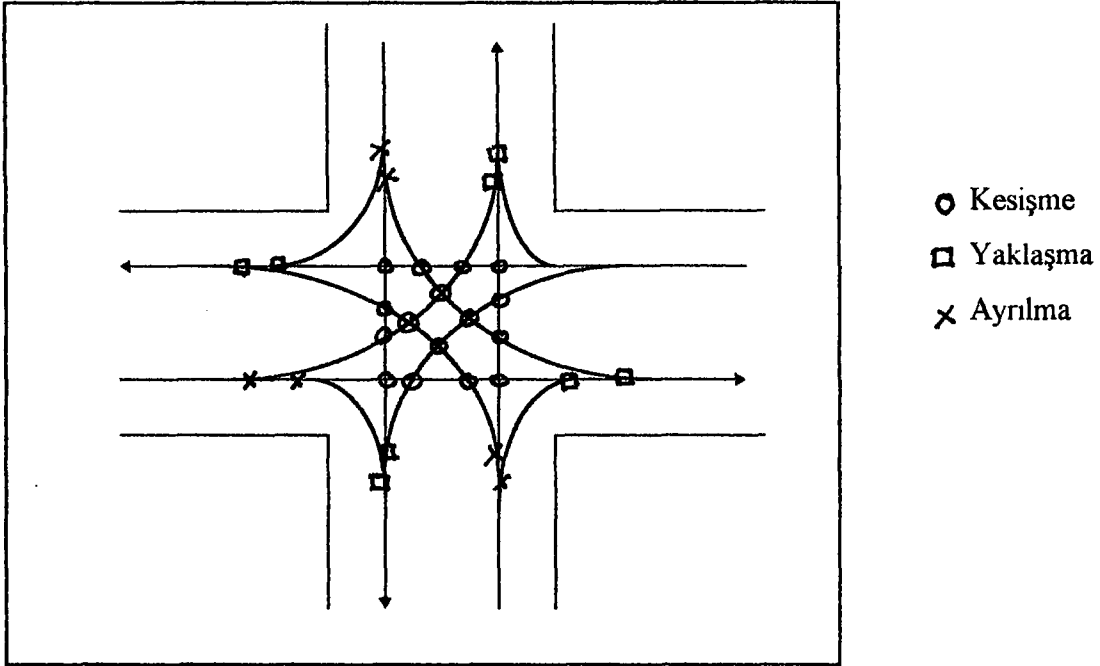
Çizelge 2.2 Eşdüzey Kavşaklarda Karışıklık Görülen Nokta Sayıları./10/

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

Çizelgeden anlaşılacağı üzere eşdüzey kavşaklarda, kavşağa gelen kol sayısı ile doğru orantılı olarak problem sayısında artış görülmektedir. Kavşakta uygulanan kontrol mekanizmasına rağmen çoğu zaman karışıklıklar ve kazalar meydana gelmektedir. Bu durumda dönüşlerin yasaklanması, sinyalizasyonun tekrar düzenlenmesi gibi tedbirlerle kavşakların güvenliği artırılabilir.

Şekil.2.4'te Dört Kollu Çift Yönlü Bir Eşdüzey Kavşaktaki Karışıklık Noktaları görülmektedir.





Şekil 2.4. Dört Kollu Çift Yönlü Bir Eşdüzey Kavşaktaki Karışıklık Noktaları

#### 2.4.Kavşak Tasarım İlkeleri

Kavşaklarda görülen karışıklıklar ve kazaların sayısını azaltmak için temel olarak kavşak tasarımına daha fazla önem verilmesi gerekmektedir.

Tüm yolların tasarımında kavşak tasarımı aynı gerçek temele dayanır:

- Tasarım ve trafik kontrol şekli trafik akımlarının işletim kalitesini optimize etmelidir.
- Kavşaklar kazaları ve olumsuz sonuçlarını minimize edecek şekilde tasarlanmalıdır.

Kavşaklarda işletim kalitesi ifadesi; hizmet düzeyi, gecikme ve konfor ile rotanın kolayca takibini içerir. Güvenlik ise yalnızca kaza frekansını değil aynı zamanda kaza sayısında içerir. Dolayısıyla iyi tasarlanmış kavşaklar, yabancı sürücüler tarafından kolayca kullanılabilir, tüm kullanıcılar için minimum gecikmeyi ve maksimum güvenliği sağlayacak nitelikte olmalıdır.

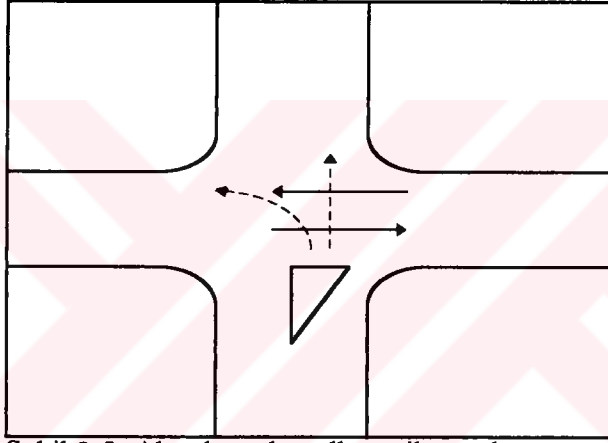
Kavşaklarda güvenliği sağlamak ve etkin işletim için karışıklık noktalarını azaltmak gereklidir. Dolayısıyla iyi kavşak tasarımı ve trafik kontrolü için şunlar yapılmalıdır:/13/

1. Etkin işletim için potansiyel karışıklık noktalarının sayısı azaltılmalıdır, alan daraltılmalıdır.
2. Mümkünse karşılaşma alanının karmaşıklığı azaltılmalıdır
3. Sürekli karşılaşmaların frekansı sınırlandırılmalıdır.
4. Karışıklıkların sayısı sınırlandırılmalıdır.

#### ***Karışıklık Noktalarının Sınırlandırılması***

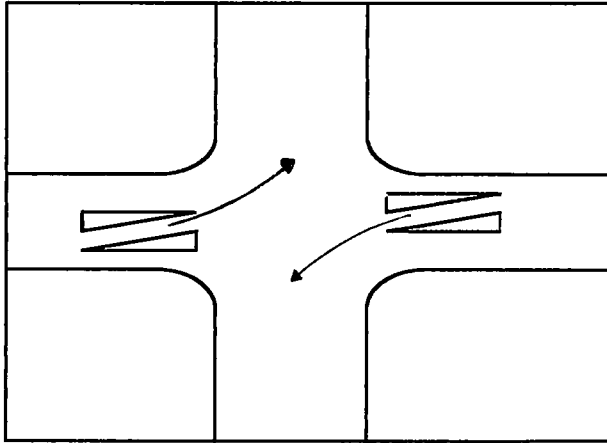
Kavşakta kontrolün sağlanması için alınabilecek önlemlerden başlıcası karışıklık noktalarının sınırlandırılmasıdır.

1. Direkt geçen ve sola dönen akımların fiziksel kanallama (yönlendirme) ile yasaklanması kesişme noktalarını azaltır./13/



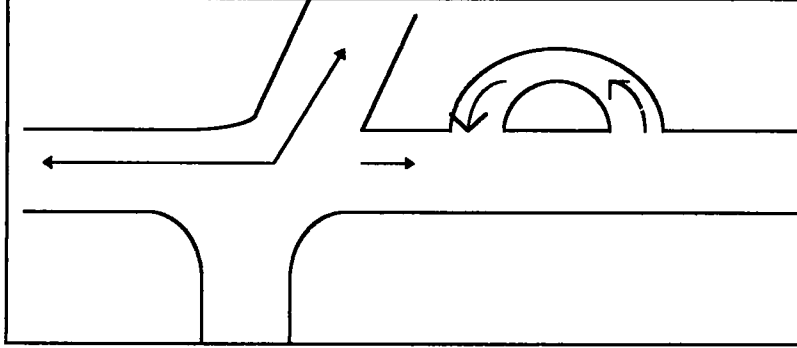
Şekil 2.5. Akımların kanallama ile ayrılması.

2. Zıt (karşılıklı) sola dönüş şeritlerinin ayrılması, potansiyel karşılaşma noktalarını yok eder./13/



Şekil 2.6. Sola dönüşlerin ayrılması.

3. Bir yaklaşım kolundan kavşağa trafiğin girişinin yasaklanması bir çok karşılaşma noktasını ortadan kaldıracaktır./13/

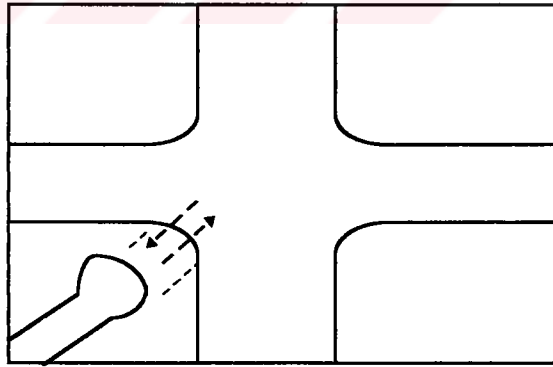


Şekil 2.7. Yaklaşım kolundan kavşağa girişin yasaklanması.

#### ***Karşılaşma Alanı Karmaşıklığının Sınırlandırılması***

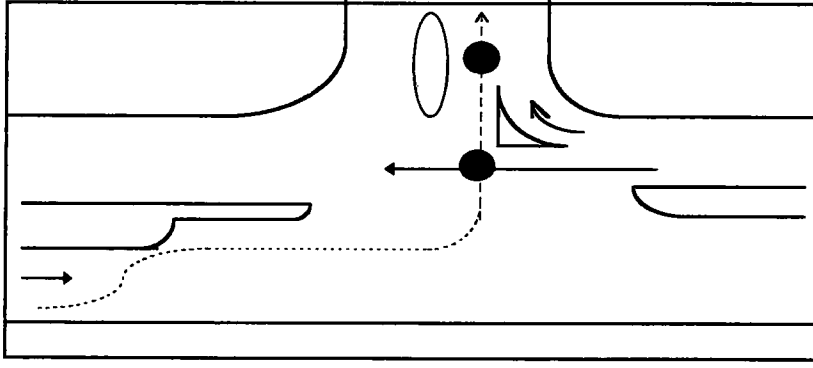
Kavşağa gelen akımların karşılaşma alanının karmaşıklığının sınırlandırılması ile kavşağın işletim kalitesinde artış gözlenebilir.

1. Çok ayaklı kavşaklarda, kavşağa (kilit noktasına) gelen ayaklardan bazılarının ortadan kaldırılması kavşağın işletilmesini daha fazla kolaylaştıracaktır./13/



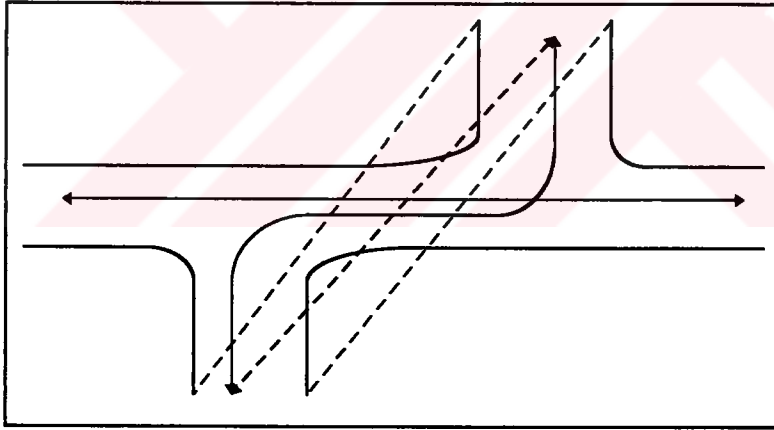
Şekil 2.8. Kavşağa gelen ayağın kapatılması.

2.Kanalize sola dönüş ve çıkış ayakları ile karşılaşma (karışıklık) noktaları ayrılır ve araç yollarının tanımlanması ile (diğer yönden gelip sağa dönen) sola dönüş hareketi oldukça basitleştirilir./13/



Şekil 2.9.Adalar yardımıyla karşılaşma alanının karmaşıklığının azaltılması

3.Kavşaktaki kolların şaşırtmalı düzenlenmesi direkt geçişlerdeki karışıklık ve zorluğu elimine edecektir.

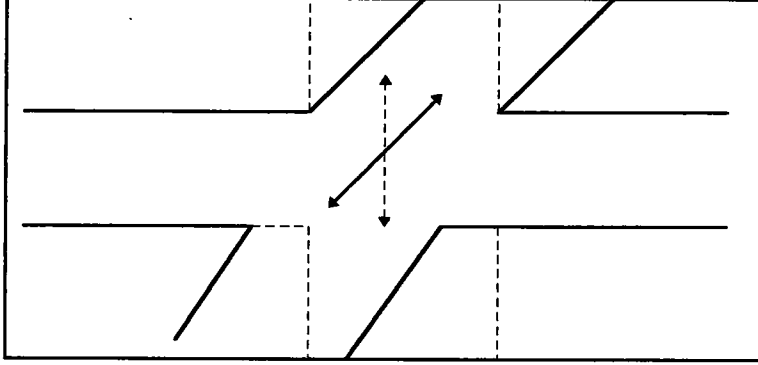


Şekil 2.10. Kavşak kollarının şaşırtmalı düzenlenmesi.

### ***Karışıklık (karşılaşma) Frekansının Sınırlandırılması***

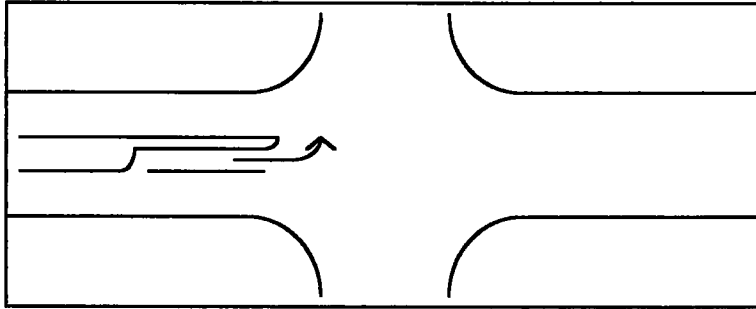
Akımların karşılaşma frekansının sınırlandırılması ile kavşağın işletiminde iyileşme sağlanabilir.

1.Kavşağın dik açılı(90°) olarak düzenlenmesi geçen trafiğe açık olma süresini azaltır , aynı zamanda yeni düzenleme ile geçiş karışıklıklarının ihtimali de azalır./13/



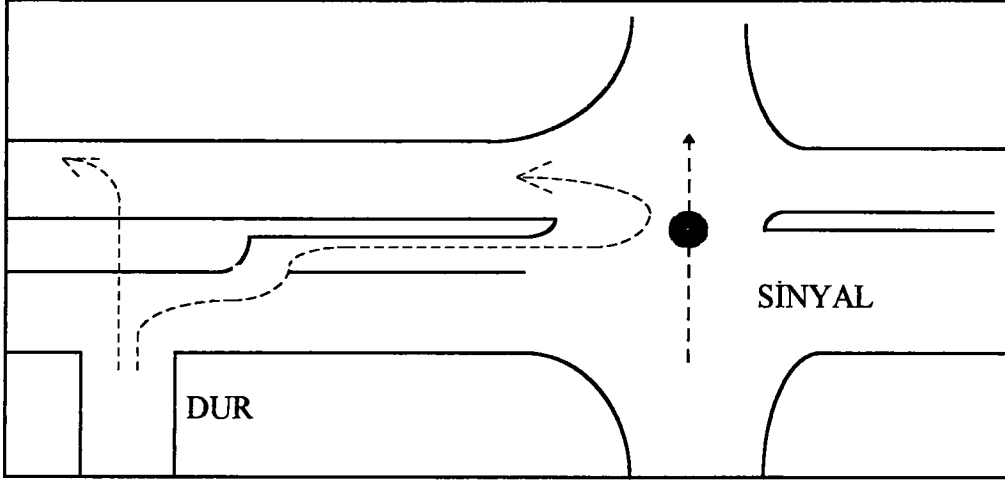
Şekil 2.11.Kavşak kollarının dik açılı düzenlenmesi .

2.Tekil (özel) sola dönüş şeritlerinin kullanımı kavşakta doğru geçen akımların kullandığı şeritlerdeki sola dönüş kuyruklarını azaltır, dolayısıyla gerideki sola dönecek olan taşıtların oluşturduğu karışıklığı ortadan kaldırır.



Şekil 2.12. Özel sola dönüş şeritleri yardımıyla karışıklığın azaltılması

3.DUR işaretiyle kontrollü kavşaklardaki sola dönüşleri daha güvenli hale getirmek için engelleyerek sinyal kontrollü kavşaklara yönlendirilebilir.

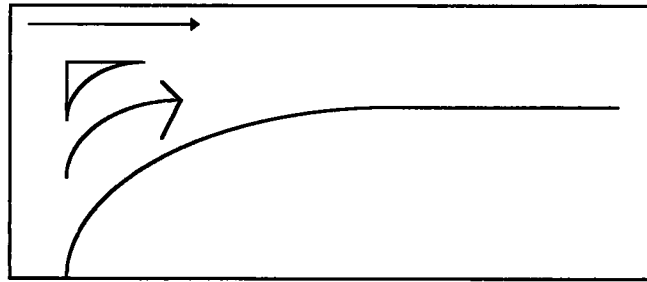


Şekil 2.13.Duruş kontrollü kavşaklardan Sinyal kontrollü kavşağa yönlendirme.

### ***Karışıklık Derecesinin Sınırlandırılması***

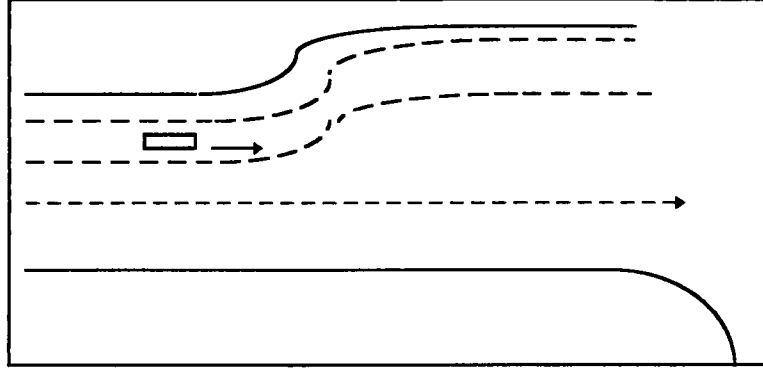
Kavşaktaki karışıklığın derecesinin sınırlandırılması ile kavşak daha güvenli duruma getirilmektedir.

1.Küçük açılar ile katılmaların gerçekleşmesi ya da hızlanma şeridinin (bandının) kullanımı karışıklık şiddetini azaltır./13/



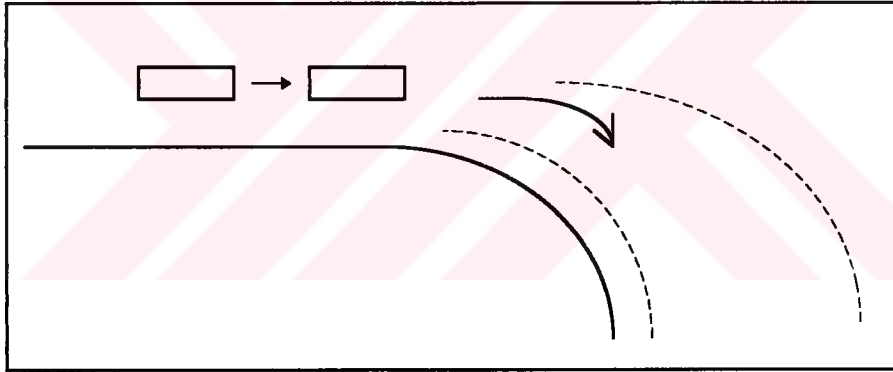
Şekil 2.14.Dar açılı katılım ve hızlanma şeridi.

2.Uzun geçiş bantları ve dönüş Şeritleri konforlu yavaşlama ile güvenli hız azaltılmasına imkan vermektedir.



Şekil 2.15 Yavaşlama için düzenlenen yavaşlama Şeridi.

3.Geniş sağa dönüş açısı yüksek hızlı dönüşlere ve daha küçük hız farklarına , dolayısıyla geride daha az sertlikte karışıklıklara sebep olur.



Şekil 2.16. Geniş açılı katılma.

### ***Kavşaklarda Kanallamanın(Yönlendirme) Prensipleri***

Genel olarak kavşaklarda kanallamanın 9 prensibi vardır:/13/

1. İstenmeyen ya da yanlış yön akımları direkt kanallama ile engellenmelidir.
2. Tüm kavşak elemanları ile araçlar için gerekli yollar tanımlanmalıdır.
3. İstenen ve güvenli araç hızları kavşak tasarımı ile teşvik edilmelidir.
4. Kavşak tasarımı karışıklık noktalarını mümkün olduğu kadar ayırmalıdır.
5. Trafik akımları dik açığa yakın kesişmeli ve katılmalar dar açılı olmalıdır.
6. Kavşak tasarımında öncelikli trafik akımlarına kolaylıklar sağlanmalıdır.

5. Trafik akımları dik açığa yakın kesişmeli ve katılmalar dar açılı olmalıdır.
6. Kavşak tasarımında öncelikli trafik akımlarına kolaylıklar sağlanmalıdır.
7. Kavşak tasarımı trafik kontrol şemasına uygun olmalıdır.
8. Kavşakta yavaşlayan araçlar için ya da duran araçlar için bir şerit ve hızla geçiş için direkt geçiş şeridi düzenlenmelidir.
9. Refüjler yayalar için motorlu taşıtlardan güvenli hale getirilmeli ve gerekirse uygun engeller konulmalıdır.

### **2.5. Trafik Akımlarının Yönetilmesi**

Trafik akımlarının yönetilmesinde temel amaç kavşakta güvenlik, konfor ve kapasitenin sağlanabilmesidir. Kavşak tasarımında ve taşıtların yönlendirilmesinde bir önceki başlıkta bahsedilen tedbirlerin yanısıra bazı etkin trafik yönetim prensiplerine gerek duyulmaktadır. Bu amaçtan hareketle tanım olarak 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 ve yönlendirme ve de hız etüdüleri gelmektedir. Bu çalışmalara ek olarak, son üç yılın kaza istatistikleri değerlendirilmeli, eldeki bu veriler yardımıyla yeni önerilerin doğruluğu kanıtlanmaya çalışılmalıdır. Yapılacak değerlendirmelere dayanarak kazalar ve olumsuz sonuçları minimize edilmelidir./18/

En yaygın ve etkin trafik yönetim önlemleri :

- Durma ve park etmenin düzenlenmesi
- Tek yön sistemlerinin kurulması
- Dönüş hareketlerinin yasaklanması
- Sinyalizasyon
- Trafik işaret levhalarının kullanımı

olarak sıralanabilir./10/



Bu önlemler vasıtasıyla kavşaklardaki problemler önlenebilir veya en azından minimum düzeye indirilebilir. Ayrıca kavşağın kapasitesinin artması sağlanarak, trafiğin daha güvenli ve konforlu olarak akışı sağlanabilir.

### **2.5.1.Durma Ve Park Etmenin Düzenlenmesi**

Taşıtların belirli süreler için ve çeşitli amaçlarla statik hale gelmeleri, durma ve park etme olarak ifade edilmektedir./10/

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./18/

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 artırmaktadır.

Durma ve park etme düzenlemelerinin ;

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

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

Park etme eyleminin ise;

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

### **2.5.2. Tek Yön Sistemlerinin Kurulması**

Trafik akımlarının yönetilmesi amacıyla alınabilecek önlemlerden biride tek yön sistemlerinin kurulmasıdır. Tek yön sistemlerinin kurulması ile elde edilebilecek yararlar şu şekilde sıralanabilir:

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

Tek yön sistemlerinin kurulması ile yukarıda sayılan yararlar sonucunda taşıtların birbirlerini engellemesi ortadan kalkar, kavşak kapasitesi artar, gecikmeler azalır ve kavşaktaki akımların hareketleri daha güvenli duruma getirilmiş olur.

### **2.5.3. Dönüş Hareketlerinin Yasaklanması**

Trafiğin yolun sağından aktığı ülkelerde, sola dönüş hareketleri, kavşak kapasitesini önemli oranda etkilemektedir/18/. Bu sorun, sinyalize kavşaklarda sola dönüşler için ayrı bir faz ayrılmasıyla çözülebilmektedir. Sola dönüşlerin, sinyalize kavşaklara olan etkisi daha sonraki kısımlarda incelenecektir.

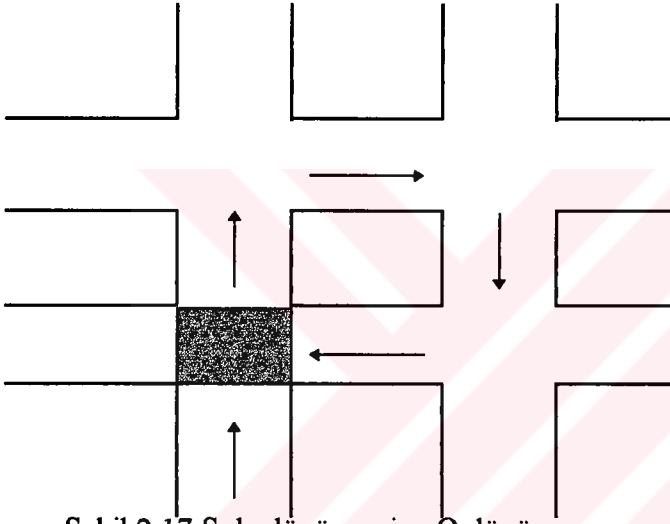
- Kontrolsüz kavşaklarda sola dönüş hareketleri, yolu kullanım sıra ve şeklinin karmaşıklığı nedeniyle, trafik güvenliğini azaltmakta; kapasiteyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Önemli bir kavşak, maksimum kapasitesine ulaştığında sola dönüşlerin birkaçını veya hepsini yasaklamak gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu yasaklama sonucunda, sola dönüş yapacak araçların tek bir dönüş hareketi yerine, birden fazla dönüşle hareketlerini tamamlamaları yoluna gidilmektedir. Aşağıda bu uygulamanın en yaygın şekilleri açıklanmıştır: /6/

- Q Dönüşlerinde taşıtlar, 3 kez sağa dönerek amaçladıkları sola dönüş hareketini gerçekleştirirler. Bu dönüşün sakıncası, sola dönecek taşıtların kavşağı iki kez kat ederek trafik hacmini artırmalarıdır. (Şekil 2.17)

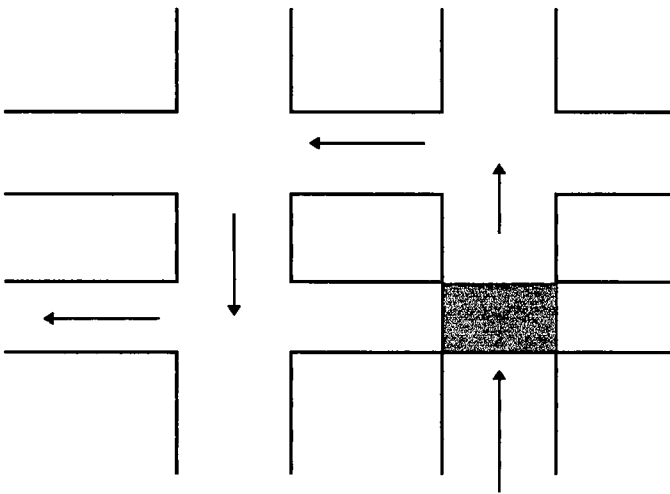
- T Dönüşlerde taşıtlar, önemli bir kavşakta yapacakları tek dönüş yerine, iki tali kavşakta sola dönüş yaparak sola dönüş hareketlerini gerçekleştirirler. (Şekil 2.18)

- G Dönüşlerde taşıtlar, T dönüşlerde olduğu gibi önemli bir kavşakta yapacakları sola dönüş hareketini, bir sağa ve bir sola dönüş hareketiyle gerçekleştirirler. (Şekil 2.19)

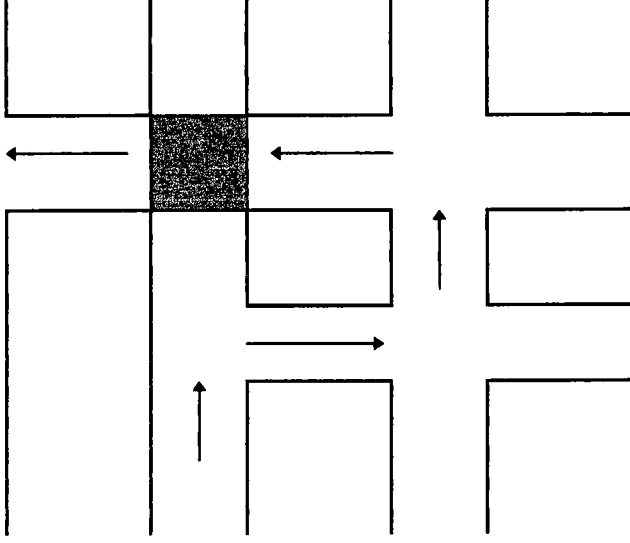
Sola dönüşlerin yasaklanması planlanırken, yol ağı bir bütün olarak düşünülmeli, tali kavşaklarda kapasitenin düşüp düşmediği araştırılmalıdır.



Şekil 2.17 Sola dönüş yerine Q dönüş



Şekil 2.18 Sola dönüş yerine T dönüş



Şekil 2.19 Sola dönüş yerine G dönüş

#### 2.5.4. Trafik İşaret Levhalarının Kullanılması

Trafik işaret levhaları veya pano işaretleri, şoför ve yayaların güvenle seyahatine yardım etmek amacıyla hazırlanmış kelime veya sembol ihtiva eden levhalardır.

Pano işaretler hareket yönünde, yol eksenine dik olarak yolun sağına konulmaktadır. Bu işaretlerin yüksekliği şehir dışı yollarda 1.5m şehir içinde 2m olabilir/10/. Altından geçilmesi gereken işaretler en az 4.5 m yüksekliğe konulmalıdır. İşaretler hız yollarında, kaldırımsız yollarda, kaplama kenarından 1.80m den daha yakına ve 3m den daha uzak mesafeye konulmamalıdır. Kaldırıma konan işaretler için ise işaretin kaldırım kenarına en yakın mesafesi 30 cm den az olmamalıdır.

#### 2.5.5. Sinyalizasyon

Sinyaller veya diğer bir deyişle ışıklı işaretler, yollar üzerinde ve özellikle kavşaklarda düzenli ve güvenli bir akım sağlamak için kullanılan trafik kontrol gereçleridir. Sinyalizasyon ile trafik akımlarının ve yayaların en güvenli şekilde ve optimum kapasite ile kavşağı kullanmalarına imkan verilir. Işıklı işaret tesisleri günümüzde sürekli artan ulaşım içerisinde önemli bir işletme tedbiri olarak yer almaktadır.

Sinyalizasyon sistemleri genel olarak trafik akımlarını düzenlemek, kavşaklarda güven, konfor ve kapasite gereklerini sağlamak için kurulmasına rağmen bazı olumsuz yanları da olmaktadır.

Bunlar sıralanırsa:

- Sabit yatırım masrafı
- İşletme, bakım, onarım masrafı
- Anayolda seyreden araçların gereksiz yere durdurulup, beklemeleri sonucu enerji, zaman ve amortisman kayıpları
- Seyahat konforunun azalması
- Çevre kirliliğinin artması

Tüm olumsuzluklarına rağmen, sinyalizasyon sistemlerinin genel olarak denetimsiz kavşaklar için en uygun çözüm olduğu söylenebilir.



### **3.KAVŞAKLARDA SİNYALİZASYON VE SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ**

#### **3.1.Trafik Ve Sinyalizasyon Temel Kavramları**

Sinyalizasyon sistemleri için kullanılan bazı temel trafik ve sinyalizasyon kavramları şunlardır:/4/,/9/

**Trafik Şeridi:** Karayolunun tek bir sıra taşıta hizmet etmesi beklenen bölümüdür.

**Sığınma Şeridi:** Sağa veya sola dönüş yapacak taşıtların, düz giden taşıtların akım hattından ayrılarak hızlarını düşürebilecekleri trafik şeridi.

**Sinyalizasyon:** Trafığın ışıklı işaretler ve bunları kumanda eden cihazlar kullanılarak düzenlenmesi.

**Trafik Hacmi:** Bir yoldan birim zaman içinde geçen taşıtların sayısı.

**Taşıt Kompozisyonu:** Belli bir noktadan geçmekte olan değişik taşıt cinslerinin (otomobil, kamyon, otobüs v.b.) toplam trafik hacmi içindeki oranları.

**Otomobil Birimi Eşdeğeri:** Bir taşıtın, mevcut trafik ve yol koşulları altında bir trafik akımı içinde yerini kapladığı otomobil sayısı.

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

**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.

**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(Simultane Sistem):** Koordine kavşakların hepsinde aynı anda aynı ışıklı sinyalleri veren sistem.

**Alternatif Sistem:** Bitişik kavşaklarda sıra ile birbirine zıt ışıklı işaretleri veren sistem.

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

### 3.2.Sinyalizasyon Sistemlerinin Gerekliği

Genel olarak sinyalizasyon sistemleri kontrolsüz kavşaklarda kontrolü sağlamak ve aynı zamanda kavşakta meydana gelebilecek kazaları önleyerek gecikmeleri azaltmak amaçları ile kullanılmaktadır. Bununla birlikte, gelişigüzel ve gereklilik kriterlerine uyulmadan kurulan bir sinyalizasyon tesisi hem gecikmelerin uzamasına hemde kaza sayısının artmasına sebep olabilir. Dolayısıyla her kavşağa sinyalizasyon sistemi yapmak hem ekonomik açıdan, hemde çevre açısından zararlı olabilir. Fakat bazı durumlarda sinyalizasyon sisteminin yapılmaması daha kötü sonuçlar doğurabilir. Bu durumlar şu şekilde sıralanabilir:/4/

- Tali yollardan hareket etmek isteyen araçlar, gerekli zaman boşluklarını bulamamakta; ana yoldan geçen araçlar buna izin vermemektedir.
- Kavşaklardaki işaretlemeye rağmen, ulaşım güvenliği sağlanamamakta, sürekli veya birbirine benzer karakteristikteki kazalar oluşmaktadır.
- Kavşaklardaki düzensiz ulaşım bekleme, sıkışıklıklara, tıkanıklıklara ve gecikmelere yol açmakta; dolayısıyla kavşağın ekonomik kullanımı azalmakta, enerji ve zaman kaybına neden olmaktadır.
- Kavşak kapasitesinden yeterince yararlanılamamaktadır.
- Yayalar emniyetle hareket olanağı bulamamaktadır.
- Kavşağın fiziki ve geometrik yapısı bir işaretlemeyi gerektirmektedir.

Belirtilen durumlardan biri veya birkaçı kavşakta gözlenir ise, bu kavşağın sinyalizasyon edilmesi gerekir. Birbirine bağlı kavşaklarda, yeşil kuşak oluşturulabilir. Böylece araçlar, gruplar halinde tutularak durma, bekleme ve yol verme zamanları ayarlanmaya çalışılır.

Bu sayede:

- Ulaşım güvenliğinin artması,
- Kapasite kullanımı,
- Bekleme zamanlarının azalması,
- Ekonomiklik,
- Ulaşım akımlarının iyileşmesi, bunun sonucu olarakta seyahat süresinin azalması ve konforun iyileşmesi, yakıt tasarrufları,
- Durma ve bekleme yüzünden meydana gelen CO(karbonmonoksit) fazlalığı ve durma kalkmalardan meydana gelen gürültünün azalması sebebiyle çevre şartlarının iyileşmesi sağlanmış olur.

### **3.3.Sinyalizasyon Sistemleri**

Sinyalizasyon sistemleri kontrol ettikleri kavşakların durumuna göre izole ve koordine sistemler olarak iki başlıkta incelenmektedir.

#### **3.3.1. İzole Sinyalizasyon Sistemleri**

İzole sinyalizasyon sistemleri, yakınındaki diğer kavşaklarda kurulmuş bulunan başka sinyalizasyon sistemleri ile herhangi bir bağıntısı olmayan ve diğer sinyalizasyon tesislerinin etkilemediği sistemdir. İzole sinyalizasyon sistemleri dört değişik biçimde gerçekleştirilebilir /4/.

1. Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi
2. Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi
3. Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi
4. El ile Kumandalı Sinyalizasyon Sistemi

##### **3.3.1.1.Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi**

Sabit zamanlı sinyalizasyon sisteminde, kavşağa değişik yönlerden yaklaşan taşıt ve yaya trafiğine önceden hazırlanmış zaman programlarına uygun olarak sıra ile geçiş hakkı verilmektedir. Çeşitli yönlerden kavşağa yaklaşan trafiğe verilecek geçiş hakkı süreleri (yeşil süreler) ve bu sürelerin birbirine olan oranı ortalama trafik yükü değerlerine göre saptanır. Dolayısıyla, bu sistemin başarılı olabilmesi için mümkün mertebe çok sayıda ve dikkatli trafik sayımlarının yapılması gerekmektedir/19/.

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

Sabit zamanlı sinyalizasyon sisteminin en büyük sakıncası trafik akımlarının projede kullanılan ortalama değerlere uymayarak kavşaklarda gereksiz bekleme yol açmasıdır. Bu sakıncanın etkisini mümkün mertebe azaltmak için, sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi kurulmuş bir kavşağın sürekli olarak kontrol altında tutulması, mevsimlere göre ve zamanla değişen trafik koşullarına uygun olarak zaman programlarının düzeltilmesi gereklidir.



### **3.3.1.2. Trafik Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi**

Trafik uyarmalı sinyalizasyon sisteminde, taşıtların geçiş hakkı sıra ve süreleri uyarıcılar (dedektörler) tarafından saptanan trafik talep ve yoğunluklarına göre düzenlenmektedir. Bu sistem genel olarak iki türlü uygulanmaktadır:

a)Yarı-Trafik Uyarmalı Sistem: Bu tip sinyalizasyon sisteminde kavşak yaklaşım kollarının bazılarında uyarı kabul edilir. Genellikle “ana yol” niteliğinde olan yol üzerindeki akım yönlerine sürekli olarak yeşil ışıklı sinyal verilir ve tali yol veya yolların herhangi birinden geçiş talebi uyarısı almadıkça cephe gruplarının ışıklı sinyallerinde bir değişiklik olmaz

b)Tam-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.

### **3.3.1.3. Yaya Uyarmalı Sinyalizasyon Sistemi**

Sinyalizasyon tesisleri genellikle kavşaklarda, bazı bağlantı yollarının giriş çıkışlarında ve kavşak olmayan yaya geçitlerinde kurulur. Kavşaklardan uzak olan yaya geçitlerinde, sürekli olarak veya günün belirli saatlerinde, yayalara güvenli geçiş hakkı tanımak üzere sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi uygulanabilir. Yaya akımının az olduğu yer ve saatlerde ise taşıtlara verilen sürekli geçiş hakkı yayaların butonlara basmaları ile kesilir.

Yaya uyarıları kavşaklarda da kullanılabilir. Bu uyarılar yarı veya tam-trafik uyarmalı olarak düzenlenmiş bir sistemin kapsamına alınabildiği 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 alabilmek için butonlara basmak ve beklemek zorundadırlar.

### **3.3.1.4. El İle Kumandalı Sinyalizasyon Sistemi**

Herhangi bir kavşaktaki bütün ışıklı cephe grupları bir kumanda çizelgesine bağlanarak ışıklı sinyallerin dışarıdan yönetilmesi sağlanabilir. “El ile kumanda edilen sinyalizasyon

sistemi” denilen bu sistem, özellikle sabit zamanlı olarak tesis edilmiş bulunan fakat bazı zamanlardaki trafik akımlarının ortalama değerlerden büyük sapmalar ve sık dalgalanmalar gösterdiği kavşaklarda kullanılır. “Manuel İşletme” adı da verilen bu sistem trafik ve yaya uyarımalı sistemlere benzemekte, ancak talepler dışarıdan gözlem ile değerlendirilmektedir.

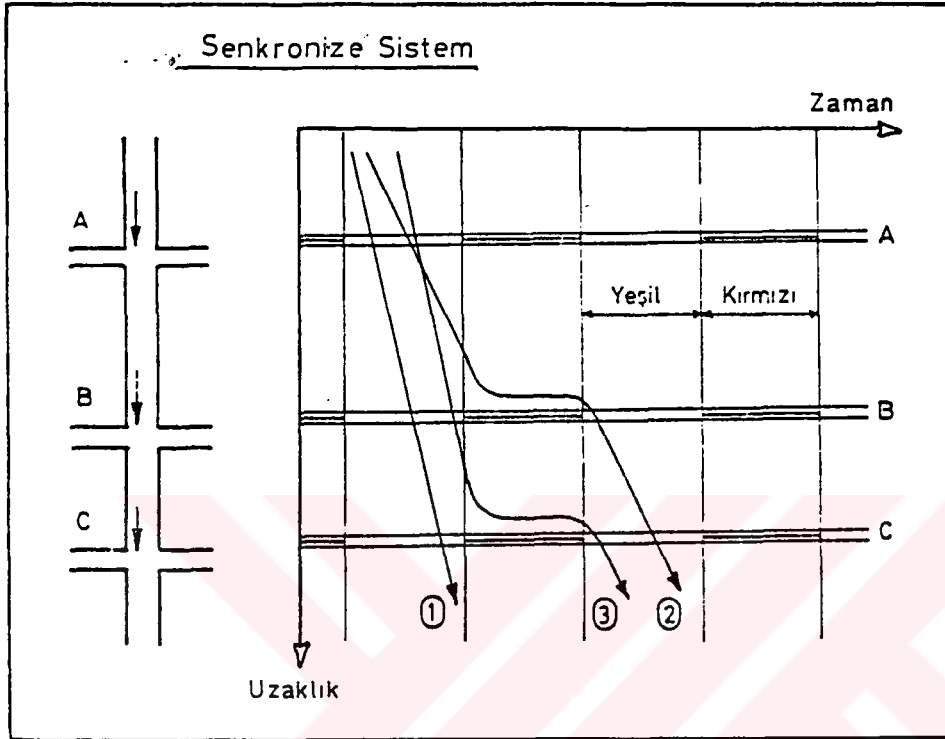
### **3.3.2. Koordine Sinyalizasyon Sistemleri**

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

#### **3.3.2.1. Senkronize Sistem**

Senkronize sistem ile, birbirine bağlanan bütün kavşaklarda ana yol üzerindeki taşıt cepheleri aynı zamanda aynı ışıklı sinyali vermektedir. Şekil 3.1’de bir ana yol üzerinde senkronize sistemde sinyalizasyon edilmiş üç kavşak görülmektedir. Normal hızla seyreden (1) nolu taşıt her üç kavşaktan da geçmekte, oldukça yavaş seyreden (2) nolu taşıt ise (A) kavşağını geçtikten sonra (B) kavşağında takılmaktadır. Başlangıçta (2) nolu taşıtın gerisinde bulunan (3) nolu taşıt ise (A) kavşağında (2) nolu taşıtı geçerek daha hızlı gittiğinden (B) kavşağında yeşil ışığa yetişebilmektedir/4/.

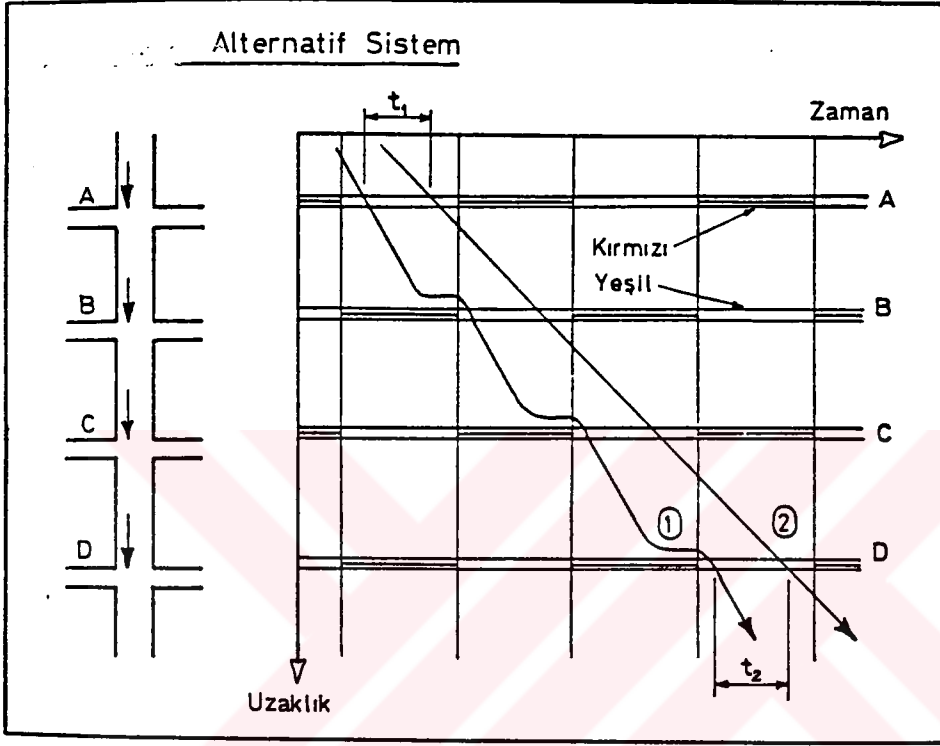
Senkronize sistem Şekil 3.1’de gösterilen örnekte olduğu gibi taşıt sürücülerini kırmızı ışıkta takılmamak için hızlı gitmeye yöneltmektedir. Ancak ana yol üzerindeki taşıt trafiği hacmi yol kapasitesine yakın derecede yüksekse, tali yollara geçiş hakkı verilirken her kavşakta biriktirilecek ana trafik akımı yükünün hemen hemen aynı olmasını sağlamak bakımından senkronize sistem yararlıdır.



Şekil 3.1. Senkronize Sistem

### 3.3.2.2. Alternatif Sistem

Bu sistemde bir ana yol boyunca birbirini izleyen kavşaklarda arka arkaya zıt ışıklı sinyaller verilir. (Şekil 3.2) Alternatif sistemin amacı, taşıtların iki kavşak arasındaki uzaklığı ışıklı sinyallerin bir devresinin yarısı kadar zamanda almalarını sağlamak, böylelikle taşıtların ana yol boyunca belirli bir hızda seyretmelerini gerçekleştirmektir. Şekil.19'da görülen (2) nolu taşıt proje hızına yakın bir hızla seyrettiğinden bütün kavşaklarda yeşil ışık bularak geçmekte, kalkışından sonra yüksek hızla seyreden (1) nolu taşıt ise her kavşakta durmak zorunda kalmaktadır. (A) kavşağında (2) nolu taşıt (1) nolu taşıttan  $t_1$  saniye geride iken (D) kavşağı geçildiğinde bu zaman farkı ancak  $t_2 - t_1$  kadar artmaktadır. Dolayısıyla alternatif sistem, hızlı giden taşıtları beklemeye zorladığından taşıt hızlarında bir düşme olmaktadır.

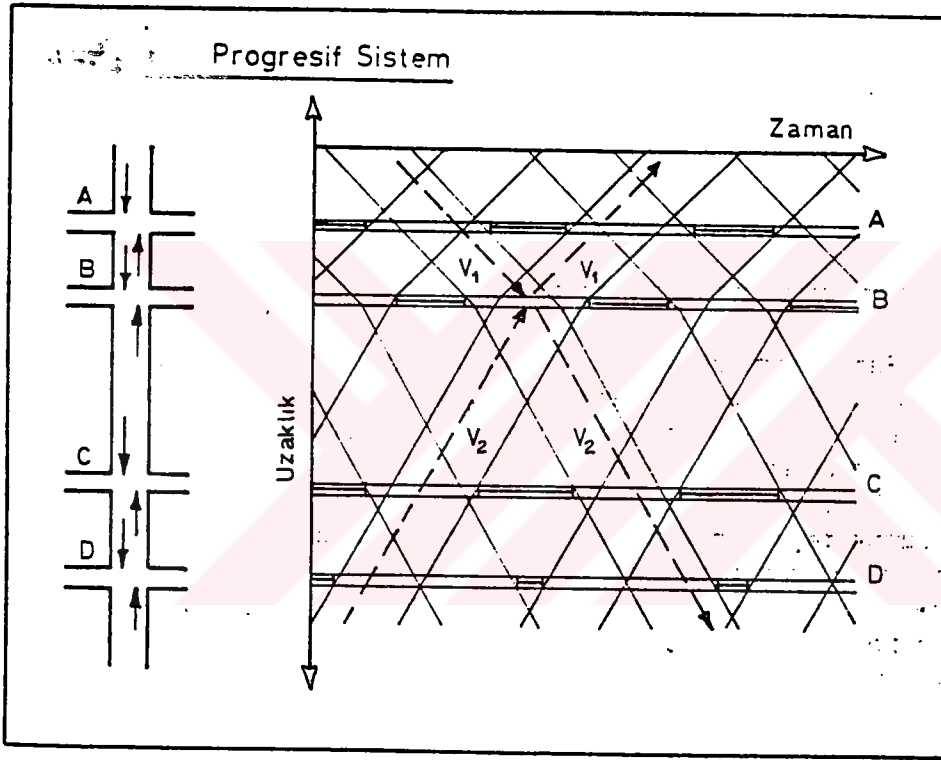


Şekil 3.2. Alternatif Sistem

Basit alternatif sistemin başarıyla uygulanabilmesi için kavşak aralıklarının belirli uzaklıklar arasında olması, ve birbirini izleyen kavşaklar arasındaki uzaklıkların çok farklı olmaması gerekmektedir.

### 3.3.2.3. Progresif Sistem

Bu sistemde ana yol üzerindeki bütün kavşaklarda ışıklı sinyallerin devre süreleri aynı olmakla birlikte, gerekli yeşil süreler proje hızına uygun olarak seyreden bir taşıtın bütün kavşaklardan takılmadan geçebileceği biçimde ayarlanmıştır. Şekil 3.3'de basit bir progresif sistem görülmektedir.



Şekil 3.3 Progresif Sistem

Özellikle progresif sistemlerde belirli hız limitleri dışına çıkmadan seyreden taşıtların birbiri ardınca her kavşakta durmadan geçiş hakkı elde edebilmeleri için Zaman-Uzaklık diyagramı üzerinde içinde bulunmaları gereken alana Yeşil Dalga adı verilir. Bir diğer deyişle, Zaman-Uzaklık diyagramında yeşil dalga içinde seyreden bir taşıt her kavşakta kesinlikle yeşil ışıklı sinyal bulacaktır.

#### ***3.3.2.4.Arazi Trafik Kontrolu Sistemi***

Bahsedilen koordinasyon sistemleri, aynı doğrultu üzerinde yer alan bir kaç kavşak arasında gecikmeleri azaltmak veya en uygun olacak bir işletme biçimini gerçekleştirmek amacıyla bir yeşil dalga tesis etmek için kullanılır. Ancak, bir çok farklı doğrultu üzerindeki trafik akımları için aynı ilkenin uygulanması söz konusu olursa, kesişmeler nedeniyle basit bir koordinasyon sistemi kurularak çözüme ulaşılması mümkün değildir. Sinyalizasyon tesislerinin tümü arasında genel olarak gecikmelerin minimuma indirilmesini sağlamak üzere en uygun sinyallerin verilmesini düzenleyen ve bilgisayarlar kullanılarak yürütülen sistemlere Arazi Trafik Kontrolu adı verilir.



## **4.SİNYALİZASYON HESAP YÖNTEMLERİ**

### **4.1.AVUSTRALYA YÖNTEMİ İLE SİNYALİZASYON HESAPLARI**

#### **4.1.1.Giriş**

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; doygun akım, etkin yeşil süre, kayıp süre, akım oranı ve doygunluk derecesi gibi akım ve kavşak parametreleri tanımlanmıştır.

Sinyalize kavşakların kapasite analizinde en önemli tekil parametre olan doygun 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), istenen işletim koşulları için devre süresi ve yeşil sürenin hesabı yapılmış ve genel olarak sinyal tasarım sorunları tartışılarak öneriler getirilmiştir.

Trafik mühendisleri için sinyalizasyon tasarımında analitik temele dayanan bu yöntem çok faydalıdır. Tanımlanan bu metoda dayanan bilgisayar programları mevcuttur. SIDRA (Signalized Intersection Design And Research Aid) isimli bilgisayar programı da Avustralya yöntemine dayanan temel programlardan biridir.

#### **4.1.2.Temel Terimler Ve Tanımlamalar**

Bu kısımda Avustralya metodunda kullanılan temel terimler tanımlanmıştır/1/.

**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 herbir 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 ya da yaya akımına geçiş hakkı veren sağa veya sola dönen akım olabilir.

Bunların dışında Avustralya metodunda kullanılan bazı notasyon ve tanımlamalar çalışmanın ilk kısmında notasyonlar adı altında verilmiştir.

#### 4.1.3. Akımlar Ve Fazlar

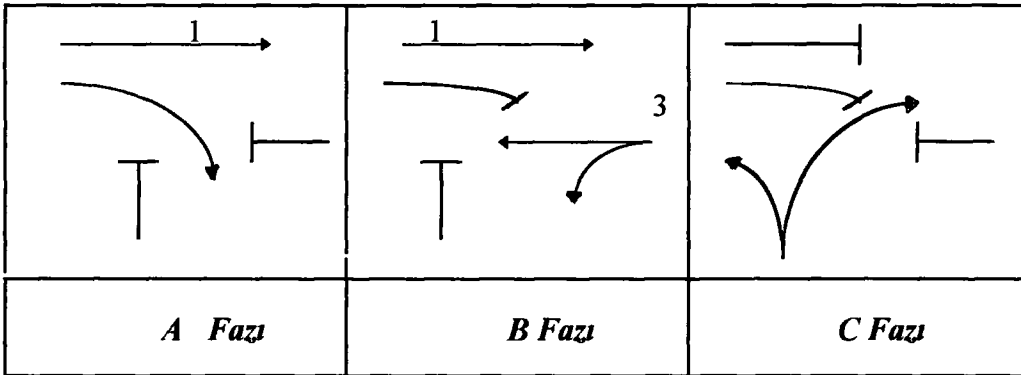
Sinyal fazı, sinyalize bir kavşağın etkin işletimi ve güvenliğinin belirlenebildiği temel kontrol mekanizmasıdır. Sinyalizasyon teknolojisindeki son gelişmeler oldukça esnek fakat aynı zamanda karmaşık sinyal fazlarının seçilmesine imkan vermektedir. Dolayısıyla trafik akımları ve sinyal fazlarının birbirleriyle olan ilişkilerini anlamak oldukça önemlidir.

Sinyalize kavşaklardaki yaklaşım kolundaki trafik akımları yönleri, şerit işgali ve faz durumları ile ifade edilir. Trafik akımlarının geçiş hakkı almaları sinyal faz sistemi ile belirlenir.

Bir sinyal faz sistemi çeşitli araç ve yaya akımlarına nasıl geçiş sırası verileceğini belirler.

Sinyalize bir kavşakta faz sisteminin seçimi kavşağın geometrisine ve dönen trafik akımlarının derecesine göre tesbit edilir. Sinyal fazı tasarımı ile beklenen akımların karşılaşmasını azaltarak trafik kazalarını minimuma indirmek, bunun yanında aynı zamanda gecikmeleri, kuyruk uzunluklarını ve durma sayılarını azaltarak kavşağın etkin işletimini maksimize etmektir. Bir faz, başlangıcında en az bir akımın geçiş hakkı alması ve de bitiminde en az bir akımın geçiş hakkının sona ermesi ile tanımlanabilir.

Birden fazla fazda geçiş hakkı alan akımlara tekrarlı akımlar adı verilir.(Şekil 4.1.)/1/



Şekil 4.1.Örnek faz diyagramı.



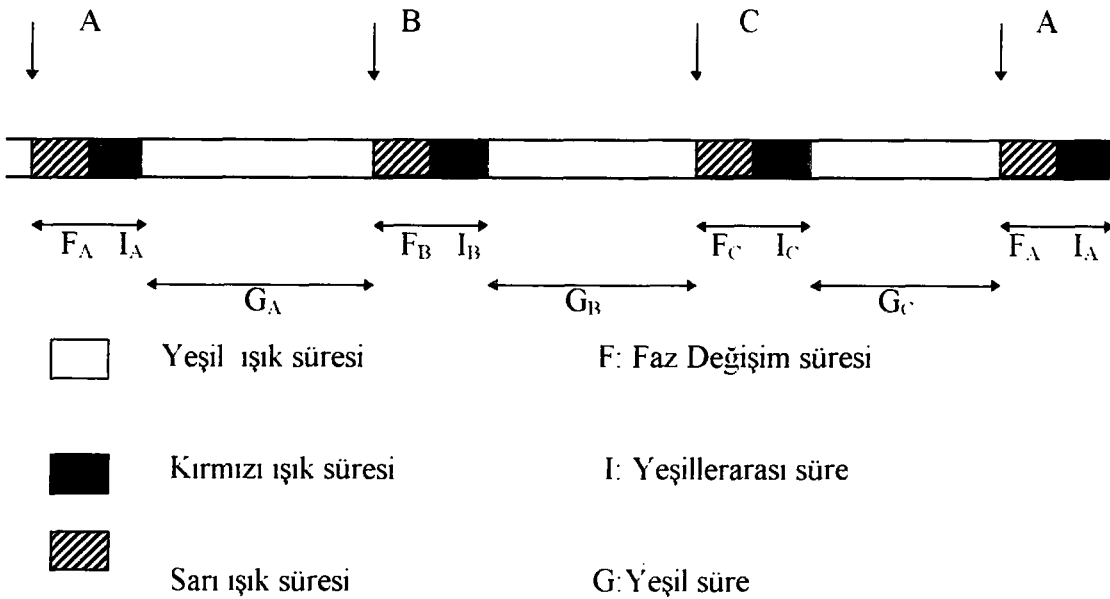
Bir faz sistemi faz-akım matrisi ile tanımlanabilir. Faz-akım matrisi herbir akımın faz numaraları ile herbir hareketin ne zaman başlayıp ne zaman sona erdiğini belirtir. Şekil 4.1'deki faz diyagramına göre faz akım matrisi şu şekilde yazılabilir:/1/

Çizelge 4.1.Faz-Akım Matrisi

<i>Akım</i>	<i>Başlangıç Fazı</i>	<i>Bitiş Fazı</i>
1	A	C
2	A	B
3	B	C
4	C	A

#### 4.1.4.Sinyal Devresi

Sinyal devresi tamamlanan bir dizi sinyal fazının toplamından meydana gelir. Buna göre bir devrede sinyal fazları yeşil, sarı ve kırmızı ışıkların yanışı ile birbirini takip etmektedir. Bir fazdaki yeşil periyodun bitişi ile, takip eden fazdaki yeşil periyodun başlangıcı arasındaki süreye yeşillerarası süre adı verilmekte ve sinyalizasyon hesaplarında etkin yeşil sürenin tesbitinde önemli bir parametre olarak yer almaktadır. Örnek faz diyagramı için sinyal devresi şu şekilde gösterilmektedir./1/



Şekil 4.2.Sinyal Devre Diyagramı

Şekildende anlaşılacağı üzere A fazı için yeşil ışık süresi  $G_A$  ile gösterilmekte, faz değişim süreleri  $F$  ile, yeşillerarası süreler ise  $I$  ile ifade edilmektedir. Tüm fazların yeşillerarası ve yeşil sürelerinin toplamı devre süresini oluşturmaktadır. Buna göre devre süresi

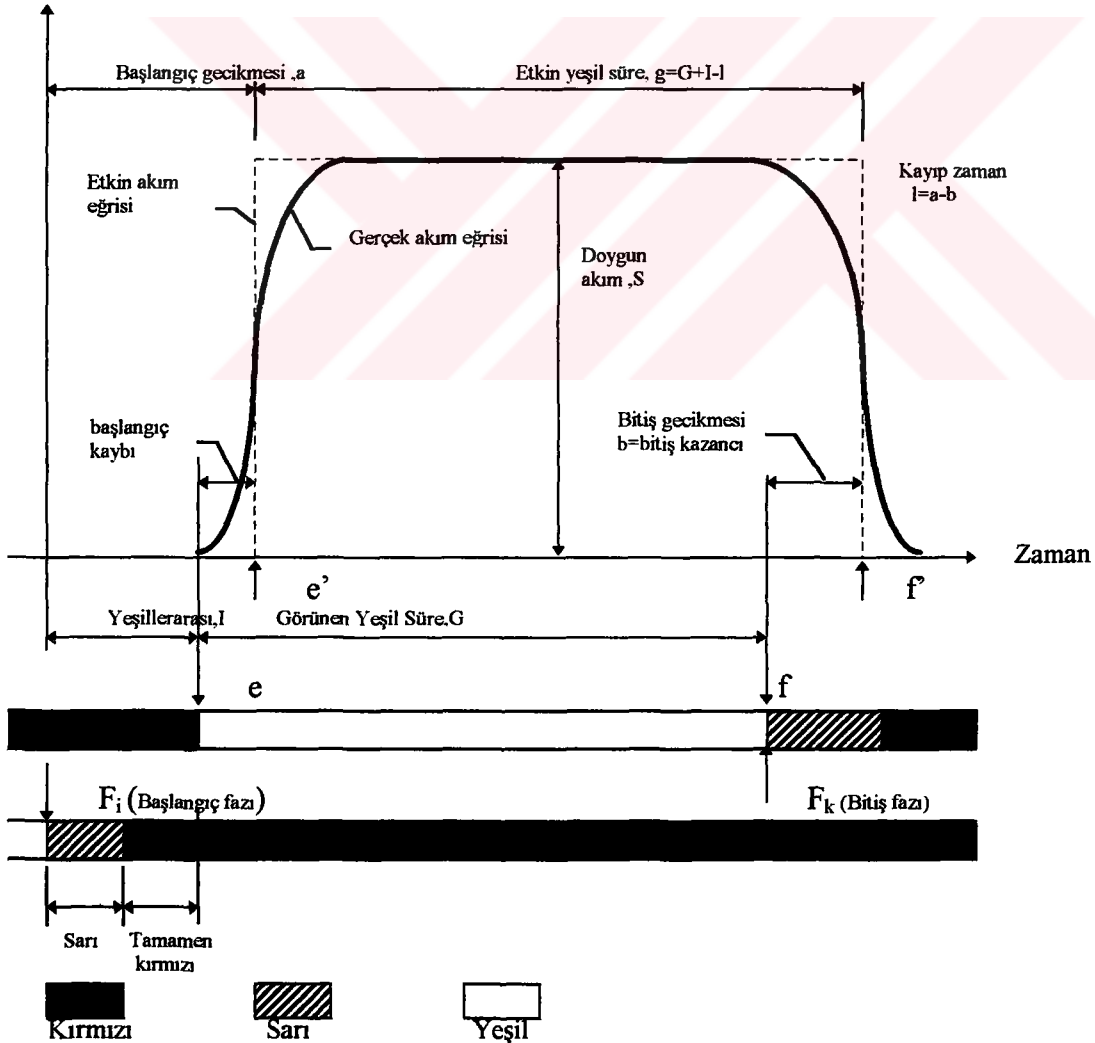
$$C = \sum(I+G) \quad (4.1)$$

şeklinde ifade edilebilir.

#### 4.1.5. Akım Karakteristikleri

Temel akım karakteristikleri olarak doymuş akım, etkin yeşil süre ve kayıp zamanlar akla gelmektedir. Bu karakteristikleri ifade ederken geleneksel olarak kullanılan (Clayton 1940-41; Wardrop 1952, Webster 1958; Webster ve Cobbe 1966 ; Miller 1968a ve b; Allsop and Murchland 1978) şu şekli çizmek mümkündür: (Şekil 4.3.)/1/

Tamamen doymuş yeşil periyotta  
kuyruk boşalma oranı



Şekil 4.3. Temel model ve tanımlamalar

Temel modele göre yaklaşım kolunda bekleyen taşıtlar yeşil ışık yandığı zaman hızla harekete geçerler ve sabit bir oranda kavşağa giriş yaparlar. Taşıtların kavşağa giriş yaptığı bu sabit oran doyma akımı veya doygun akım olarak adlandırılır. Başlangıçta kuyrukta bekleyen taşıtların hareketi yavaştır. Ve taşıtlar sabit bir oranda harekete geçinceye kadar ilk harekete geçişlerden dolayı bir kayıp sözkonusu olmaktadır. Bu kayıp süre başlangıç kaybı olarak anılmaktadır. Şekil 4.3'de başlangıç kaybı gerçek akım eğrisi ile etkin akım eğrisi arasında başlangıçta meydana gelen fark ile ifade edilmektedir ( $ee'$ ). Benzer şekilde doyma akımına ulaşıldıktan sonra yeşil ışığın sönmesi ve sarı ışığın yanması halinde hala kavşakta hareket eden taşıtların buldukları akım kolunun yeşiline ekledikleri süre bitiş kazancı olarak nitelendirilmektedir. Şekil 4.3'de gerçek akım eğrisi ile etkin akım eğrisi arasında bitiş noktalarında gözlemlenen fark bitiş kazancını ifade etmekte ve  $ff''$  olarak gösterilmektedir.

Akım karakteristiklerinden olan akım kayıp zamanı; başlangıç ve bitiş aralıkları arasındaki fark olarak ifade edilmektedir. Şekil 4.3'de akım kayıp zamanı yeşillerarası süreye başlangıç gecikmesinin eklenip bitiş kazancının çıkarılmasıyla bulunabilir. Buna göre akım kayıp zamanı ;

$$l = l + ee' - ff'' \quad (4.2)$$

olarak yazılabilir.

Akım için etkin yeşil süre görünen yeşil süreden başlangıç kaybının çıkarılıp bitiş kazancının eklenmesiyle hesaplanır. Şekil 4.3 için etkin yeşil süre ifadesi ;

$$g = G - ee' + ff'' \quad (4.3)$$

olmaktadır.

#### 4.1.6. Kritik Akımlar

Kritik akım tanımlaması, kapasite ve zaman hesaplamaları yapılmadan önce şu veriler belirlenmektedir:

- Başlangıç ve bitiş faz numaraları
- Yeşillerarası süre,  $l(sn)$
- Minimum görünen yeşil süre,  $G_m(sn)$
- Varış akım oranı,  $q(\text{araç/saat})$
- Doyma Akımı oranı,  $S(\text{araç/saat})$

- Kayıp zaman,  $l(sn)$
- Pratik (maksimum kabul edilebilir ) doyguluk derecesi,  $X_p$

Kritik akımlar genel olarak bir kavşağın kapasite ve zaman ihtiyacını belirleyen akımlardır. Aynı zamanda bir fazdaki en uzun zamanı gerektiren akımlar şeklinde de tanımlanabilir. Kritik akımlar en yüksek doyguluk derecesine sahip olduğundan sinyalizasyonun bu akımlara göre projelendirilmesi mantıklı olacaktır. Eğer her kritik akıma, kapasite gereksinmesini karşılamak için yeterli zaman verilirse, tüm akımlar yeterli kapasiteye sahip olur. Kritik akımlara bağlı olarak devre süresi;

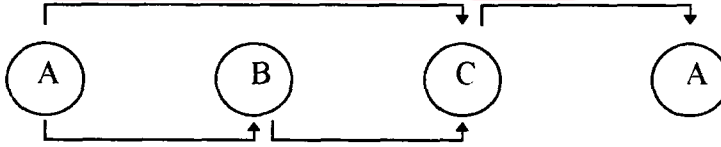
$$c = \Sigma(G+I) \quad (4.4)$$

ya da

$$c = \Sigma(g+l) \quad (4.5)$$

şeklinde tanımlanabilir.

Kritik akımları belirleyebilmek için fazlara bağlı kritik akım arama diyagramından faydalanılmaktadır. Kritik akım arama diyagramında öncelikle faz değişimleri yazılır ve süreler yazılarak en fazla zamanı gerektiren akım ( $g+l$ ) kritik akım olarak belirlenir. Eğer tekrarlı akımlar varsa, tekrarlı akımın ( $g+l$ ) değeri ile bu akımla aynı zamanda geçiş hakkı alan diğer akımların ( $g+l$ ) değerleri karşılaştırılır. Diğer bir deyişle, kritik akım belirleme bir kritik akım arama diyagramında (Şekil 4.4.) en uzun yolu belirleme işlemidir.



Şekil 4.4. Kritik Akım Arama Diyagramı Örneği.

#### 4.1.7. Kavşak Kayıp Zamanı

Bir kavşaktaki kayıp zaman, devre süresini ifade eden denklem (4.5)'in  $c = \Sigma g + \Sigma l$  şeklinde yazılması ile

$$L = \Sigma l \quad (4.6)$$

olarak tanımlanır. Yani kritik akımların kayıp süreleri toplamı kavşak kayıp zamanını oluşturmaktadır.

#### 4.1.8.Kapasite Ve Doygunluk Derecesi

Bir akımın kapasitesi, araçların hareket edebileceği en yüksek oran, yani doygun akım  $s$ , ile o akımın etkin yeşil süresi arasındaki ilişkiye bağlıdır, ve şu şekilde ifade edilir:

$$Q=s(g/c) \quad (4.7)$$

Burada  $Q$  kapasiteyi,  $s$  doygun akımı ve  $(g/c)$  ise akımın sahip olduğu etkin yeşil süreyi ifade etmektedir.

Kapasite ve doygunluk derecesi hesaplarında gözönüne alınan diğer bir parametre ise etkin yeşil sürenin devre süresine oranı ile hesaplanan yeşil zaman oranıdır. Yeşil zaman oranı;

$$u=g/c \quad (4.8)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Yararlı diğer bir akım parametresi de varış akımının (hacmin) doygun akıma oranı şeklinde hesaplanan akım oranıdır. Akım oranı  $y$  ile ifade edilmekte ve ;

$$y=q/s \quad (4.9)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Akımın doygunluk derecesi hacmin kapasiteye oranıdır. Doygunluk derecesi ;

$$X=q/Q=qc/sg=y/u \quad (4.10)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Bu ifadede akım oranı “talebi” simgeleyen sabit bir parametre ve yeşil süre oranı da “arzı” simgeleyen kontrol parametresi olarak düşünülmektedir. Doygunluk derecesi bu iki parametreyi birbirine bağlayan orandır.

Yeterli akım kapasitesi sağlamak için

$$Q>q \text{ ya da } X<1 \quad (4.11)$$

diğer bir ifadeyle

$$sg>qc \text{ ya da } u>y \quad (4.12)$$

olmalıdır.

Akım kapasitesi, yeşil süre oranı arttıkça artmaktadır.

$L$ ,  $U$  ve  $Y$  kritik akım parametreleri olmak üzere ve toplamlar kritik akımlar için olmak üzere kavşak yeşil zaman oranı toplam uygun yeşil zamanın devre zamanına oranıdır ve;

$$U=\sum u =(C-L)/C \quad (4.13)$$

olarak tanımlanmaktadır.

Kavşak akım oranı ise;

$$Y=\Sigma y \quad (4.14)$$

olarak tanımlanmaktadır.

Kavşak doygunluk derecesi  $X$ , yaklaşım kollarındaki akımların en büyük doygunluk derecesi şeklinde düşünülmektedir. Kavşak doygunluk derecesi aynı zamanda;

$$X=YC/(C-L) \quad (4.15)$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Pratikte, kabul edilebilir maksimum doygunluk derecesi 1.0'den küçük olmalıdır, s çünkü yaklaşım akımları kapasitesi, aşırı gecikmeler, duruşlar ve kuyruk uzunlukları yüzünden trafik şartları stabil değildir. Genel olarak 0.8-0.9 arası değerler tatminkar işletim koşullarını ifade etmektedir.

Bir akıma tanınan süre ;

$$t=g+l \quad (4.16)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu ifadede  $g$ , etkin yeşil süreyi;  $l$  ise kayıp sürelerin toplamını temsil etmektedir.

Gereken akım süreleri;

$$t=uc+l \quad (4.17)$$

veya pratik olarak ;

$$t=100u+l \quad (4.18)$$

denklemleri yardımıyla hesaplanmaktadır. (4.18) ifadesindeki 100 sayısı ilk anda tahmin edilen devre süresi olarak alınmaktadır.

Gerekli yeşil zaman oranı, maksimum kabul edilebilir (pratik) doygunluk derecesine,  $X_p$ , ulaşmak için hesaplanmaktadır:

$$u=y/x_p \quad (4.19)$$

Bu ifadede farklı akımlar için farklı  $X_p$  değerleri kullanılabilir. Genelde önerildiği üzere  $X_p = 0.9$  değeri kullanılmaktadır.

## 4.2. Avustralya Yöntemiyle Sinyalizasyon Hesabı Adımları

### 4.2.1. Devre Hesabı

Avustralya yöntemi ile sinyalizasyon hesaplarının metodolojisi kritik akım tanımlamasını, kapasite ve zaman hesaplamalarını içermektedir. Genel olarak şu adımlar izlenmektedir:/1/

1. Gerekli akım zamanının tespit edilmesi,  $t$ .
2. Kritik akım araştırma diyagramı hazırlanması.
3. Tekrarlı akımlar için toplam gerekli akım zamanının hesabı, en büyük  $T$  değerini veren kritik akımın seçimi.
4. Kavşak kayıp zamanı, akım oranı ve yeşil zaman oranının hesabı ( $L, Y, U$ ).
5. Pratik ve yaklaşık optimum devre sürelerinin hesaplanması ( $C_p, C_o$ ).
6.  $C_p$  ve  $C_o$  arasında bir devre süresinin seçimi.
7. Seçilen devre süresi için kritik akımların geçerliliğinin kontrolü.
8. Yeşil sürelerin hesabı
9. Akım doygunluk derecesinin hesabı ( $X$ ) ve tüm akımlar için  $X \leq X_p$  halinin kontrolü.

#### 1. Adım :

Metodolojinin ilk adımında kritik akım araştırma çizelgesi (Çizelge 4.2) hazırlanır./1/

Akım	Başlangıç Fazı	Bitiş Fazı	Yeşillerarası süre	Minimum Gösterilen yeşil süre	Hacim	Doygun Akım	Kayıp Süre	Minimum Etkin yeşil	Pratik Doymunluk Derecesi

Çizelge 4.2. Kritik akım araştırma çizelgesi.

Çizelge 4.2'de gösterilen kritik akım araştırma çizelgesine sırasıyla akım numaraları, akımların başlangıç ve bitiş fazları, yeşillerarası süre, minimum gösterilen yeşil süre, akım hacimleri, doymun akım değerleri, kayıp süreler, minimum gösterilen etkin yeşil süreler ve pratik doymunluk derecesi değerleri girilir.

Ardından her akım için  $y=q/s$ ,  $u=y/x_p$ ,  $(100u+1)$  ve  $(g_m+1)$  değerleri hesaplanır. Gereken hareket zamanı  $t$ 'nin belirlenmesi için  $(100u+1)$  ya da  $(g_m+1)$  değerleri karşılaştırılarak en büyüğü seçilir.

Yaya akımları için  $y$  ve  $u$  değerleri 0 alınır ve  $t=g_m+1$  değeri kullanılır.

### **2.Adım:**

Metodolojinin bu bölümünde Şekil 4.4'de gösterilen kritik akım arama diyagramı çizilir.

### **3.Adım:**

Her faz için tekrarlı olmayan akımların  $t$  değerleri karşılaştırılır, ve en büyük  $t$  değerine sahip akım seçilerek diğer akımların  $t$  değerleri elenir.

Eğer varsa aynı akımda geçiş alan tekrarlı akımların  $t$  değerleri karşılaştırılır. En büyük  $t$  değerli akım alınır. Sonuç olarak kritik akım arama diyagramında "en uzun yol" bulunur.

### **4.Adım:**

Kavşak parametreleri olan kayıp süre ( $L$ ), akım oranı ( $Y$ ), ve yeşil süre oranı ( $U$ ) değerleri hesaplanır.

### **5. Adım:**

Bu aşamada pratik ve optimum devre süreleri bulunur. Optimum devre süresi:

$$C_o = \frac{(1.4 + k) L + 6}{1 - Y} \quad (4.20)$$

denklemleriyle hesaplanır.

Bu ifadede  $k$ , yakıt tüketimini, maliyetleri, kirlenici etkenleri vb. en aza indirgeyen bir parametredir. " Stop Penalty " olarak adlandırılır.

Pratik devre süresi ise:

$$C_p = \frac{L}{1-U} \quad (4.21)$$

eşitliğinden bulunur.

### **6.Adım:**

$C_p$  ve  $C_o$  değerleri arasında, maksimum devre süresini (120-150 sn) aşmayacak şekilde bir devre süresi seçilir.



**7.Adım:**

Kritik akımların devre süresine bağlı olduğu durumlar söz konusu olabilir. Bunu kontrol etmek için önce  $(uc+l)$  değeri bulunur. Bu değerle  $(gm+l)$  değeri karşılaştırılarak büyük olan değer yeni gereken zaman  $(t)$  değeri olarak yazılır. Tekrar kritik akım arama işlemi yapılır ve bir değişiklik olup olmadığı kontrol edilir.

**8.Adım:**

Bu aşamada faz yeşil zamanları bulunur. İlk olarak

$$g = \left( \frac{c - l}{U} \right) // \quad (4.22)$$

denklemleri yardımıyla kritik akımların etkin yeşil süreleri hesaplanır. Kritik olmayan akımların  $g$  değerleri de hesaplanır.

Eğer bir fazda iki tekrarsız akım varsa kritik olmayan akımın  $g$  değeri kritik akımlara bağlı olarak;

$$g = (g_c + l_c) - l \quad (4.23)$$

denklemleriyle bulunur.

Eğer kritik akım iki faz süren tekrarlı bir akım ise, bu akım bir alt devre  $(c^*)$  olarak kabul edilir.

$$c^* = g_c + l_c \quad (4.24)$$

Bu durumda eldeki toplam yeşil süre  $(c^* - L^*)$ dir. Burada  $L^*$  tekrarsız akımların kayıp süreleri toplamıdır. Bu süre tekrarsız akımlara şu şekilde paylaşılır:

$$g = \left( \frac{c^* - L^*}{U^*} \right) // \quad (4.25)$$

Burada  $U^*$  tekrarsız akımların yeşil zaman oranları toplamıdır.

Eğer iki faz boyunca süren akım kritik değil de tekrarsız akımlar kritik ise bu tekrarlı akımın  $g$  değeri

$$g = (\sum g_c + \sum l_c) - l \quad (4.26)$$

olarak bulunur.

$\Sigma g_c$  ve  $\Sigma l_c$  tekrarsız akımların (g) ve (l) değerleri toplamı, l ise tekrarlı akımın kayıp süresidir.

Ardından gösterilecek olan yeşil süre de

$$G=(g+l)-I \quad (4.27)$$

eşitliğinden çıkarılır.

### 9. Adım:

Son aşamada akımların doygunluk dereceleri

$$X=(g/c)y \quad (4.28)$$

denklemleri bulunur. Ve  $X \leq X_p$  koşulu kontrol edilir.

#### 4.2.2. Doygun Akım Ve Kayıp Zaman Hesapları

Doygun akım, yeşil periyotta kuyruktaki maksimum sabit hareket oranı olarak tanımlanmaktadır. Doygun akımın yanısıra kayıp zaman hesabı da sinyalizasyon hesaplarında büyük önem arz etmektedir. Doygun akım arazide gözlem ile veya çizelgelerden faydalanılarak tahmin yoluyla hesaplanabilir.

Doygun akım hesabı yapmak için önce arazide doymun akım ölçümü yapmak gerekmektedir. Bu ölçüm yöntemi hakkında detaylı bilgiler Arazi Çalışmaları bölümünde verilmiştir.

Araç/saniye olarak doymun akım şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$s^* = \frac{x_2}{x_4 - 10n} \quad (4.29)$$

Bu ifadede  $x_2$  orta aralıkta geçen araç sayısını,  $x_4$  doymun sürelerin toplamını, n ise gözlemlenen örnek sayısını belirtmektedir.

$s^*$  değerini araç/saat'e çevirmek için

$$s = 3600 s^* \quad (4.30)$$

denklemleri kullanılmaktadır.

Saniye cinsinden kayıp süre ;

$$I=I+10 - \frac{1}{s^*} \left( \frac{x_1 + x_3}{n} \right) \quad (4.31)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır. Bu denklemlerde I, yeşiller arası süre,  $x_1$  ilk aralıkta,  $x_3$  de son aralıkta geçen araç sayısıdır.

#### 4.2.3. Performans Ölçümleri

Sinyal kontrollü bir kavşağın etkin işletimi çeşitli performans ölçüm terimleri ile ifade edilmektedir. Performans ölçümlerinde gecikme ve duran araç sayısı temel iki terim olarak yer almaktadır. Bu temel terimlerin yanısıra yakıt tüketimi, fiyat gibi ikincil terimlerde mevcuttur.

Bir taşıt için gecikme, kavşağa yaklaşırken beklemeden yaptığı seyir süresi ile bekleyerek yaptığı seyir süreleri arasındaki fark olarak ifade edilmektedir. Bu ifade taşıtın hızlanması ve yavaşlaması sırasındaki gecikmesi ile kuyruktaki gecikmesini içermektedir.

Bir akımdaki araçların ortalama gecikmesini bulabilmek için öncelikle bu akımın oluşturduğu kuyruğun uzunluğunun hesaplanması gerekmektedir. Kuyruk uzunluğu değeri şu denklem yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$N_o = \frac{QT_f}{4} \left( z + \sqrt{z^2 + \frac{12(x + x_o)}{QT_f}} \right) \quad (4.32)$$

Eğer  $X_o > X$  ise  $N_o$  değeri 0 olmaktadır. Denklemlerde kullanılan notasyonlar şu anlamları ifade etmektedir:

$N_o$  = Araç cinsinden ortalama kuyruk uzunluğu (birden fazla şerit varsa, tüm şeritlerdeki araç sayısı toplamı)

Q = Araç/saat cinsinden kapasite

$T_f$  = Akım süresi, yani saat cinsinden zaman, q değerinin elde edildiği süre

$QT_f$  =  $T_f$  süresi boyunca geçebilecek maksimum araç sayısı.

$x$  =  $q/Q$  doyumluk derecesi

$z$  =  $x-1$

$x_0$ = Kuyruğun yaklaşık olarak 0 olduğu en büyük doymunluk derecesi

$$x_0 = 0.67 + sg/600 \quad (4.33)$$

bağıntısıyla hesaplanır. Bu bağıntıda;

$s$ = araç/saniye cinsinden doymun akımı,

$g$ =etkin yeşili ifade etmektedir.

İzole önceden ayarlı bir sinyalize kavşakta bir akım için yaklaşık toplam gecikme değeri aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$D = \frac{qc(1-u)^2}{2(1-y)} + N_0x \quad (4.34)$$

Bu denklemde ;

$D$ =toplam gecikme

$qc$ = her devrede gelen ortalama araç sayısı ( $q$ =araç/saniye biriminden akım,  $c$ =saniye biriminden devre süresi )

$u$ =yeşil zaman oranı ( $=g/c$ )

$y$ = akım oranı ( $=q/s$ )

$N_0$ =(4.32) denkleminden hesaplanan araç biriminden kuyruk uzunluğu'nu ifade etmektedir.

Ayrıca her araç için ortalama gecikme ise ;

$$d = D/q \quad (4.35)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. (4.35) ifadesinde kullanılan  $D$  notasyonu toplam gecikmeyi,  $q$  notasyonu ise araç/saniye cinsinden akımı ifade etmektedir.

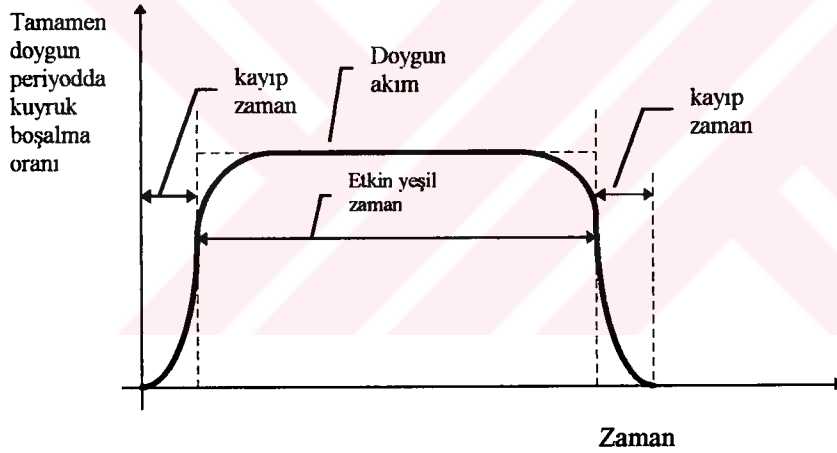
### 4.3. İNGİLİZ YÖNTEMİ İLE SİNYALİZASYON

#### 4.3.1 Genel

Sinyal kontrollü bir kavşaktaki yaklaşım kolundan geçen trafik 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.

#### 4.3.2. Kapasite ve Doygun Akım Hesabı

İngiliz yönteminde doygun akım, kırmızı ışıkta kuyrukta bekleyen taşıtların yeşil ışık yandığında tahliye olmaya başladığı sabit oran olarak tanımlanmaktadır. Ve doygun akım grafik olarak şu şekilde ifade edilmektedir:/19/



Şekil 4.5. İngiliz Yöntemine göre doygun akım grafiği.

Şekildeki grafikten de anlaşılacağı üzere, İngiliz Yöntemi'ne göre doygun akım, kırmızı ışıkta kuyrukta bekleyen taşıtların harekete geçinceye kadar belli bir süre kaybettikten sonra sabit bir orana ulaşan tahliye oranları ile ifade edilmektedir. Yalnız Avustralya Yöntemi'nden farklı olarak yeşil ışıktan sonra sarı ve kırmızı ışıkta yapılan geçişler de kayıp zaman da yapılmış olarak kabul edilmektedir.

Kavşaktan geçen akımın kapasitesi, o akımın işgal ettiği etkin yeşil sürenin devre süresine oranı ile doygun akımın çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Etkin yeşil süre Şekil.4.6'dan da görüleceği gibi toplam yeşil süreden kayıp sürelerin çıkarılmasıyla bulunmaktadır.

$$Q = \left( \frac{g}{c} \right) S \quad (4.36)$$

ve etkin yeşil süre;

$$g = G - I \quad (4.37)$$

denklemleriyle hesaplanmaktadır. Bu denklemlerde kullanılan notasyonların anlamları şu şekildedir:

G=Yeşil ve sarı periyod (sn)

g=Etkin yeşil süre (sn)

C= Devre süresi (sn)

I=Kayıp süre (sn)

S=Doygun Akım (araç/saat)

Doygun akım ve kayıp zamanın tesbitinde asıl istenen direkt ölçümdür fakat pratikte bunun gerçekleştirilmesi oldukça zor olmaktadır. Doymun akıma geometrik ve çevresel birçok etki sözkonusu olmaktadır. Bu faktörlerin hepsinin etkisi gözönüne alınarak doymun akım tahmin edilmektedir.

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

Ve,

$$S = 160 w \quad (4.38)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu denklemdede w yaklaşım kolu genişliğini göstermektedir./19/

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

İ.Ö.  
SINAGRETTİMİZ  
DOKÜMANLASYON MERKEZİ

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

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 gözönüne 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.

**a)**Zıt yönde akım yok, tekil sola dönüş şeridi mevcut değil ise dönüş akımları dikkate alınmadan diğer kurallara göre doygun akım tahmin edilir.

**b)**Zıt yönde akım yok, tekil sola dönüş şeridi mevcut ise, sola dönen akım için doygun akım ayrı elde edilir. Dik açıda dönen bir akımın doygun akımı dönüş yarıçapına bağlıdır. Ve r dönüş yarıçapı olmak üzere;

$$S = \frac{1800}{5} \text{ o.b. / saat} \quad (4.39) \text{ tek şerit için}$$

$$1 + \frac{r}{r}$$

$$S = \frac{3000}{5} \text{ o.b. / saat} \quad (4.40) \text{ iki şerit için}$$

$$1 + \frac{r}{r}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

**c)**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 gecikmelere sebep olmaktadır. Üçüncü olarak yeşil periyodun sonunda sola dönen taşıtlar hala kavşakta mevcut olduğunda tahliye için belli bir zamanı işgal etmekte, geçiş fazının başlamasında gecikmelere sebebiyet vermektedir.

d) 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 sözkonusu 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 ayrıca incelenmelidir.

**Parkeden taşıtların etkisi:** Kavşakta dur çizgisinde park varsa yol genişliği park genişliği kadar azaltılır. Kayıp yol genişliği:

$$w'_{kayıp} = 5.5 - \frac{0.9(z - 25)}{9} \quad (4.41)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

**Yöre etkisi:** Yöre etkisi iyi, orta ve kötü olmak üzere 3 şekilde gözönüne alınmaktadır:

Çizelge 4.3 Doygun Akıma Yöre Etkisi./19/

Yöre Tanımlaması	Tanım	Doygun akıma etki derecesi (%)
İyi	Yayalar, parketmiş taşıtlar, sola dönen trafikte 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



### 4.3.3. 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 tesbiti için Londra'da yapılan deneylerde ortalama bir sinyal devresinde başlangıç gecikmesi ve yavaşlayan akımdan dolayı meydana gelen kayıp zamanların her faz için yaklaşık 2sn olduğu fakat çok değişken olduğundan 0 ile 7 sn arasında gözlenebileceği ortaya çıkmıştır.

### 4.3.4. 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 doygunluk derecesi veya oranı :

$$y_i = \frac{Q_i}{S_i} \rightarrow \text{değişecek} \quad (4.42)$$

$$y = \frac{q}{\lambda S} =$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

$$\lambda = g / c = \text{yeşil/devre}$$

### 4.3.5. Gecikme

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

Önceden ayarlı bir sinyalizasyon sisteminde gecikme hesaplarını yapmak için çeşitli akımlar, doygun akımlar ve sinyal düzenlemeleri gözönüne alınmış ve sonuç olarak herhangi bir tekil yaklaşım kolundaki ortalama gecikme için şu formül elde edilmiştir:

$$d = \frac{c(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0.65 \left( \frac{c}{q^2} \right)^3 x^{(2.5\lambda)} \quad (4.43)$$

Bu formülde;

$d$  = Her koldaki herbir taşıt için ortalama gecikmeyi,

$\lambda$  = Etkin yeşilin devre süresine oranını,

$x$  = Doygunluk derecesini ifade etmektedir. Doygunluk derecesi akımın maksimum mümkün akıma oranıdır ve  $x = q/\lambda S$  ile ifade edilir.

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

$$d = \frac{9}{10} \left\{ \frac{c(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} \right\} \quad (4.44)$$

şeklinde ve daha basitleştirilerek

$$d = cA + \frac{B}{q} - C \quad (4.45)$$

formunda gösterilebilir.

Burada  $A = \frac{(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)}$  ,  $B = \frac{x^2}{2(1-x)}$  ve C üçüncü terimdir. A, B ve C değerleri çizelgeler yardımıyla hesaplanmaktadır.

#### 4.3.6.Devre süresi

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

$$C_{\min} = \frac{L}{1-Y} \quad (4.46)$$

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

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

$$C_{opt} = \frac{\phi L + 5}{1-Y} \quad (4.47)$$

ile tanımlanabilir.

Bu ifadede  $\phi=1.25$  ile 1.98 arasında bir katsayıdır.  $C_{\max} \leq 120$  sn dir, fakat 150 sn kadar kabul edilebilir. Genellikle üç ve daha çok fazlı devrelerde  $\phi=1.5$  alınır.

#### 4.3.7. Yeşil süre

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

$$g_i = \frac{y_i}{Y}(c - L) \quad (4.48)$$

formülü ile yeşil süre hesaplanır.

### 4.4. AMERİKAN (HCM) YÖNTEMİ İLE SİNYALİZASYON

#### 4.4.1. Genel

Sinyalize kavşakların kapasitesi ve hizmet düzeyinin analizi büyük önem arz etmektedir. Sinyalize kavşakların analizi trafik hareketlerinin miktarı ve dağılımı, trafik kompozisyonu, geometrik karakteristikleri ve kavşak sinyalizasyonunun detaylarını içermektedir. Sinyalize kavşaklarda, kapasitenin içeriğinde uygun zaman tahsisi sözkonusu olmaktadır./16/

Amerikan yönteminde sunulan metodoloji, kavşak yaklaşım kollarının kapasitesi ve hizmet düzeyi ile kavşağın bir bütün olarak hizmet düzeyinin belirlenmesi ile yapılacak hesaplara dayanır. Kapasite, akım talep oranının kapasiteye oranı ( $v/C$ ) şeklinde, hizmet düzeyi ise herbir araç için ortalama duruş gecikmesi olarak değerlendirilebilir ( $sn/araç$ ). Kavşaklardaki yaklaşımların karşılaştırılması ve ana hareketlerin yerleşiminin farklılığı kavşakların tasarımı ve sinyalizasyonunda görülen değişik yaklaşımlar kavşağın kapasitesinin bir bütün olarak ele alınamayacağı sonucunu getirmektedir.

#### 4.4.2. Kapasite ve Hizmet Düzeyi

Sinyalize bir kavşaktaki hem kapasite hem de hizmet düzeyi kavşaktaki tüm işlemlerin değerlendirilmesiyle tamamen alakalıdır. Kavşağın kapasite analizi, tekil hareketlerin  $v/C$  oranının hesabı ve kavşaktaki kritik hareketler ya da şerit gruplarının toplamının bileşik  $v/C$  oranının hesaplanmasına dayanmaktadır. Hizmet düzeyi kavşaktaki çeşitli hareketler için her aracın ortalama duruş gecikmesine dayanmaktadır.  $v/c$  oranı gecikmeyi etkilerse de, hareketin ilerleyişi, yeşil faz uzunluğu, devre uzunluğu gibi bazı parametreler de daha etkili

olmaktadır. Dolayısıyla, herhangi bir v/c oranı gecikme değerlerinin sınırlarının tesbitinde kullanılmaktadır./16/

Kavşaklardaki kapasite her bir yaklaşım için tanımlıdır. Kavşak yaklaşım kapasitesi, pratik trafik, yol ve sinyalizasyon koşullarında kavşaktan geçen maksimum akım oranıdır.

Trafik şartları yaklaşım kollarının hacimlerini, hareket eden araçların dağılımını (sol, direkt, sağ), kavşaktaki otobüs duraklarının yerini ve kullanılmasını, yaya geçiş oranını ve kavşak alanındaki park hareketlerini içerir.

Yol şartları, kavşağın temel geometrisini, şeritlerin genişlik ve sayısını, eğimleri ve yol kullanımını içermektedir.

Sinyalizasyon şartları, sinyal fazının, zamanının, kontrol türünün tanımlanması ve herbir yaklaşım kolunda sinyal işleminin değerlendirmesini içerir.

Sinyalize kavşaklardaki kapasite, doyma akımı ve doyma akımı oranları konularına dayanır. Doyma akımı oranı %100 etkin yeşil zamana sahip bir yaklaşım kolundan pratik trafik ve yol şartlarında geçen maksimum akım oranı olarak tanımlanabilir. Doyma akım oranı  $S$  ile ifade edilir ve etkin yeşil zaman için araç/saat olarak birimlendirilir. Bir yaklaşım kolu için kapasite:

$$C_i = S_i \left( \frac{g}{c} \right)_i \quad (4.49)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Bu denklemde,

$C_i$ = i' ninci yaklaşım kolu ya da şerit grubunun kapasitesini (araç/saat),

$S_i$ =i' ninci yaklaşım kolu ya da şerit grubunun doyma akımı oranını (araç/saat),

$(g/c)_i$ =i' ninci yaklaşım kolu için yeşil oranı ifade etmektedir.

Kavşak analizinde akım oranının kapasiteye oranı (v/C),  $X$  sembolü ile gösterilir. Bu sembol kapasite ile sinyalizasyon şartlarının kuvvetli ilişkisini vurgulamakta ve literatürde doyma derecesi olarak anılmaktadır. Ve;

$$X_i = \frac{v_i C_i}{S_i g_i} = \frac{(v/S)_i}{(g/C)_i} \quad (4.50)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır. Bu denklemde:

$X_i$ = i'ninci yaklaşım kolu için v/C oranı,

$V_i$ =i'ninci yaklaşım kolu için gerçek akım oranı (araç/saat),

$S_i$ =i'ninci yaklaşım kolu için doyma akımı oranı (araç/saat),

$g_i$ =i'ninci yaklaşım kolu için etkin yeşil süre (sn) dir.

$X_i$  değeri akım oranı kapasiteye eşit olduğu zaman sınır değer olan 1.00 değerini, akım oranı sıfır ise  $X_i=0$  değerini almaktadır.

Sinyalize kavşakların incelenmesinde faydalı diğer bir kapasite içeriği ise kritik v/C oranıdır( $X_c$ ). Bu oran verilen bir sinyal fazı için yalnızca yaklaşım kolunu ilgilendiren en yüksek akım oranını içerir(v/S). Kavşak için kritik v/C oranı şu şekilde tanımlanır:

$$X_c = \sum_i \left( \frac{v}{S} \right)_{ci} \left[ \frac{c}{c-L} \right] \quad (4.51)$$

Bu denklemde;

$X_c$ =Kavşak için kritik v/C oranını,

$\sum_i \left( \frac{v}{S} \right)_{ci}$  = Tüm kritik şerit yaklaşımlarının akım oranları toplamını,

$c$ =Devre uzunluğunu (sn),

$L$ =Her devredeki toplam kayıp zamanı

ifade etmektedir.

Bu denklem geometrisi ve toplam devre uzunluğu gözönüne alınarak tüm kavşakların değerlendirilmesi için faydalıdır. Tüm kritik hareketler için yeşil zamanın uygun tahsis edildiği kabulü ile v/C oranını verir.

Sinyalize kavşaklarda kapasite kadar önemli olan diğer bir kavram da hizmet düzeyidir. Hizmet düzeyi gecikme terimi ile tanımlanır. Gecikme; sürücünün rahatsızlığı, gerilimli ve sınırlı hali, yakıt tüketimi ve kayıp seyahat zamanının ölçülmesi ile ifade edilir. Özellikle hizmet düzeyi kriteri, her bir araç için 15 dakikalık analiz periyodunda ortalama duruş gecikmesinin ölçülmesiyle tanımlanabilir.

Gecikmeler yerinde ölçülebilir, ya da 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'e kadar sınıflandırılır./16/

**A Hizmet Düzeyi:** İşletimin çok düşük bir gecikmeyle sürdüğünü ifade etmektedir (Yani her bir araç için 5sn'den daha az). Bir çok araç yeşil periyotta geçmekte ve ilerleme hareketi oldukça iyi gerçekleşmektedir. Araçların çoğunluğu hiç durmamaktadır. Kısa devre uzunluklarının düşük gecikmelere katkısı sözkonusu olmaktadır.

**B Hizmet Düzeyi:** Bu hizmet düzeyinde her bir araç için 5.1 sn ile 15 sn arasında gecikmeler tanımlanmaktadır. İlerleme hareketi iyi durumdadır. Devre uzunluğu kısaltılmalıdır. A hizmet düzeyinden daha fazla araç durmaktadır.

**C Hizmet Düzeyi:** Her bir araç için 15.1sn ile 25 sn arasında gecikmeler sözkonusudur. 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 düzeyde her bir araç için 25.1sn ile 40 sn arasında gecikmeler tanımlanmaktadır. D hizmet düzeyinde artık tıkanmaların etkisi belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Gecikme süresinin artması, yetersiz ilerleme, uzun devre süresi ve yüksek v/C oranının bir sonucudur. Duran (bekleyen) araç sayısı iyice artmıştır. Devre bozuklukları artık dikkate alınacak düzeydedir.

**E Hizmet Düzeyi:** Gecikme süreleri her bir araç için artık 40.1sn ile 60sn gibi yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu düzey kabul edilebilir gecikmelerin sınırı olarak kabul edilmektedir. Kötü ilerleme hareketi, uzun devre süresi ve yüksek v/C oranları gecikme sürelerinin artmasına sebep olmaktadır. Devre bozuklukları daha sıkça görülmektedir.

**F Hizmet Düzeyi:** En olumsuz koşulları ifade eden hizmet düzeyidir. Her bir araç için 60sn'yi aşan gecikmeler sözkonusudur. Bu durum bir çok sürücü için kabul edilemez olarak nitelendirilmektedir. Yüksek gecikme değerlerinin ana sebebi doyumluğun aşılmasıdır. Aynı zamanda 1.00'in altında fakat yüksek v/C oranları sebebiyle devre bozuklukları gözlenmektedir. Taşıtların ilerleyişi iyice kötü bir hal almıştır ve uzun devre süreleri görülmektedir.

Çizelge 4.4'de Hizmet düzeyi-Gecikme süresi için değerler görülmektedir.

Çizelge.4.4 Sinyalize Kavşaklarda Hizmet Düzeyi-Gecikme Süresi İlişkisi /16/

Hizmet Düzeyi	Her araç için duruş gecikmesi (sn)
A	$\leq 5.0$
B	5.1-15.0
C	15.1-25.0
D	25.1-40.0
E	40.1-60.0
F	$> 60.0$

#### 4.4.3. Hesap Yöntemi

HCM(Highway Capacity Manual)'ye göre sinyalize bir kavşakta yapılacak çözümleme için öncelikle her bir şerit grubu ya da yaklaşım kolu için kapasite ve hizmet düzeyinin belirlenmesi, daha sonra kavşak için hizmet düzeyinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle kavşakta geometrik, trafik ve sinyalizasyon şartları detaylı olarak belirlenmektedir. Yöntemde çözüm için 5 ayrı modül takip edilmektedir:

**1.Giriş Modülü :** Bu modülde yapılacak hesaplamalara dayanan gerekli tanımlamalar yapılmaktadır. Kavşak geometrisi, trafik hacimleri ve koşulları ve sinyalizasyon ile ilgili tüm gerekli veriler girilmektedir.

**2.Hacim Düzeltme Modülü :** Pik saat için araç/saat biriminde talep hacimleri girilmektedir. Talep hacim değerleri 15 dakikalık analiz periyoduna çevrilmekte, aynı zamanda şerit dağılımı da gözönüne alınmaktadır.

**3.Doygun Akım Oranı Modülü :** Doyma akım oranı modülünde incelenen kavşaktaki yaklaşım kolları için doygularakım oranı hesaplanmaktadır. Bu modülde ideal doygularakım oranı seçilmekte ve bu oran pratik koşulların etkisine göre düzeltilmektedir.

**4.Kapasite Analizi Modülü :** Bu modülde hacim değerleri ve doygun akım oranları yardımıyla, her şerit grubu için v/C oranları , kapasite ve kavşak için kritik v/C oranı hesaplanmaktadır.

**5.Hizmet Düzeyi Modülü :** Hizmet düzeyi modülünde ele alınan herbir şerit grubu için gecikmeler tahmin edilmekte, kavşak ve yaklaşım kolları için bütün olarak gecikme ölçümleri toplanmakta ve hizmet düzeyi belirlenmektedir.

Bu modüller Çizelge 4.5.'te özet olarak görülmektedir:

Çizelge 4.5.Çözüm Yöntemi Aşamaları /16/

1.GİRİŞ MODÜLÜ	2.HACİM DÜZELTME MODÜLÜ	3.DOYGUN AKIM ORANI MODÜLÜ	4.KAPASİTE ANALİZİ MODÜLÜ	5.HİZMET DÜZEYİ MODÜLÜ
-Geometrik Koşullar -Trafik Koşulları -Sinyalizasyon Koşulları	-Pik saat faktörü -Şerit grubu yerleşimi -Şerit gruplarına göre hacimler	-İdeal doygun akım oranı -Düzeltilmeler	-Şerit grubu kapasitesinin hesabı -Şerit grubu v/C oranının hesabı -Sonuçların toplanması	-Şerit grubu gecikmelerinin hesabı -Gecikmelerin toplanması -Hizmet düzeyinin belirlenmesi

#### 4.4.3.1. Giriş Modülü

##### 4.4.3.1.1. Geometrik Koşullar

Yaklaşım eğimleri, şerit sayıları ve genişlikleri ve park şeritleri gibi kavşakla ilgili veriler diyagram formunda tanımlanmaktadır. Ayrıca özellikle sağa ve sola dönüşler gözlenmektedir.

##### 4.4.3.1.2. Trafik Koşulları

Kavşak için trafik hacim değerleri her yaklaşım kolu için tanımlanmaktadır. Ağır taşıt yüzdesi ve kavşaktan geçen otobüs sayısı da tespit edilmektedir. Kavşakta sağa ve sola dönüşlere etkili olan yaya sayımları da gözönüne alınmaktadır. Ayrıca önemli trafik özelliklerinden biri olan yaklaşım koluna varış türü için bu modülde bir sınıflandırma yapılmakta ve 5 türde incelenmektedir:/16/



**1.Tür:** Kırmızı periyodun başlangıcında yoğun bir varış ifade etmektedir. En kötü varış türü olarak nitelendirilmektedir.

**2.Tür:** Kırmızı periyodun ortasında yoğun bir varış hali yada kırmızı periyod sırasında dağınık olarak varış ifade edilmektedir. 1.tür varış halinden iyi olmasına rağmen hala istenmeyen bir durumdur.

**3.Tür:** Tüm kırmızı ve yeşil periyod esnasında dağınık takımlar halinde varışlar ifade edilmektedir. Kabul edilebilir ortalama koşullar olarak nitelendirilir.

**4.Tür:** Yeşil periyodun başlangıcında yoğun bir varış ya da tüm yeşil periyod esnasında dağınık yoğun varışlar ifade edilmektedir. Arzu edilen takım varış halidir.

**5.Tür:** Yeşil periyodun başlangıcında yoğun bir varış ifade edilmektedir. En çok istenen varış türüdür.

#### 4.4.3.1.3. Sinyalizasyon Koşulları

Kavşaktaki sinyalizasyonun durumu ile ilgili detaylı bilgiler verilmektedir. Devre uzunluğu, yeşil süreler ve değişim aralıkları bir faz diyagramı ile gösterilmektedir. Yayalar için minimum yeşil süreler hesaplanmaktadır (4.52).

$$G_p = 7.0 + \left( \frac{W}{4.0} \right) - Y \quad (4.52)$$

$G_p$  = Minimum yeşil süre (sn)

$W$  = Kaldırım kenarından en yakın yaya refüj adasına olan mesafe (ft)

$Y$  = Değişim aralığı (sarı ve kırmızı süre) (sn)

Ortalama devre uzunluğu ve yeşil süreler arazide detaylı incelemelerden sonra yapılmaktadır. Kavşağa önerilecek yeni sinyalizasyon değerleri düzeltilmiş hacim ve doymun akım değerlerinin tespitinden sonra hesaplanmaktadır.

#### 4.4.3.2. Hacim Düzeltme Modülü

Hesaplamalar üç grup başlığı altında yapılmaktadır:

1. Hacim değerlerinin 15 dakikalık pik analiz periyoduna dönüştürülmesi
2. Analiz için şerit gruplarının belirlenmesi
3. Grupta bulunan şerit sayısına göre şerit grubu akımlarının düzeltilmesi

#### 4.4.3.2.1. *Pik Akım Oranlarına Göre Hacimlerin Düzeltilmesi*

İlk olarak saatlik hacim değerleri pik saat faktörü yardımıyla 15 dakikalık pik hacim değerlerine dönüştürülmektedir. Pik saat faktörü şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$PHF = V / (4 * V_{15}) \quad (4.53)$$

Burada:

PHF= Pik saat faktörü

V= Saatlik hacim

$V_{15}$ = Pik saatteki 15 dakikalık maksimum hacim dir.

Pik saat faktörü hesaplandıktan sonra akım oranı:

$$v_p = \frac{V}{PHF} \quad (4.54)$$

denklemlerle hesaplanmaktadır. Burada:

$v_p$  = 15 dakikalık pik periyotta akım oranı (taşıt/saat)

V= Saatlik hacim(taşıt/saat)

PHF= Pik saat faktörü.

#### 4.4.3.2.2. *Analiz İçin Şerit Gruplarının Belirlenmesi*

Şerit grubu, bir ya da daha fazla trafik akımına hizmet veren şerit sayısı olarak tanımlanmaktadır. Yaklaşım kolunu şerit gruplarına bölerek incelemek trafik akımlarının dağılımının gözlenmesi bakımından yararlı olmaktadır. Şerit grupları şu şekilde belirlenmektedir:

1. Özel bir sola veya sağa dönüş şeridi ayrı bir grup olarak tasarlanmalıdır.
2. Yaklaşım kolundaki özel sola ya da sağa dönüş şeritleri ile diğer tüm şeritler genellikle tekil bir şerit grubu içermektedir.
3. Bir yaklaşım kolunda şayet birden fazla şerit varsa ve bu şeritler hem sola dönen hem de düz geçen araçlar tarafından kullanılıyorsa, limit denge koşulları gözönünde

bulundurularak sola dönüş fazla ise bu şeritlerden biri özel dönüş şeridi olarak tasarım edilebilir.

Son koşul şu şekilde kontrol edilebilir:

$$v_{LE} = v_L \frac{1900}{(1400 - v_o)} \quad (4.55)$$

$v_{LE}$ =Yaklaşık eşdeğer sola dönen akımoranı (taşı/saat)

$v_L$ =Gerçek sola dönen akım oranı (taşı/saat)

$v_o$ =Toplam karşıt(ters yönde) akım oranı (taşı/saat)

Eğer  $v_o \geq 1400$  ise  $v_{LE}$  bir anlam ifade etmez. Sola dönüşler için korumalı faz düzenlenir.

Eğer sola dönen akım oranı düz geçen akım oranından büyükse özel sola dönüş şeridi düzenlenmelidir. Sola dönen akım oranı düz geçen akım oranından küçükse şeritler hem sola dönen hemde düz geçen akımlar tarafından dengeli kullanılabilir ve bu durum tekil şeritli yaklaşım olarak isimlendirilir. Dolayısıyla şayet;

$$v_{LE} \geq (v_o - v_L) / (N-1) \quad (4.56)$$

ise sola dönüş şeridi, ve şayet;

$$v_{LE} < (v_o - v_L) / (N-1) \quad (4.57)$$

ise paylaşımlı şerit yapılmalıdır.

Çizelge 4.6'da bazı şerit grubu uygulamaları görülmektedir.

Çizelge 4.6. Analiz için tipik şerit grupları./16/

Şerit Sayısı	Şeritlerdeki Akımlar	Şerit Grubu İhtimalleri
1	LT+TH+RT	1
2	EXC LT TH+RT	2
2	LT+TH TH+RT	1 2
3	EXC LT TH TH+RT	2  3

#### 4.4.3.2.3. Şerit Kullanımı İçin Düzeltmeler

Yaklaşım kolunda birden fazla şerit olduğunda akımlar eşit olarak dağılmadığından eşit olmayan şerit kullanımı söz konusu olmaktadır. Şerit kullanımı için yapılan düzeltmeler bu eşit olmayan kullanımı düzenlemekte ve akımoranını buna göre hesaplamaktadır. Bu düzeltme (4.58) bağıntısıyla yapılmaktadır:

$$v = v_g \cdot U \quad (4.58)$$

Burada:

$v$  = Şerit grubu için düzeltilmiş akım talep oranı (taşıt/saat)

$v_g$  = Şerit grubu için düzeltilmemiş akım talep oranı (taşıt/saat)

$U$  = Şerit kullanım faktörüdür.

Şerit kullanım faktörü çoklu şeritli bir yaklaşım kolunda en çok kullanılan şeridin belirlenmesinde kullanılır. Çizelge 4.7'de şerit sayılarına göre şerit kullanım faktörleri görülmektedir:

Çizelge 4.7. Şerit Kullanım Faktörü /16/

Gruptaki Direkt Geçen Şerit Sayısı	Şerit Kullanım Faktörü(U)
1	1.00
2	1.05
$\geq 3$	1.10

#### 4.4.3.3. Doygun Akım Modülü

Bu kısımda her yaklaşım kolu için doygun akım değeri hesaplanmaktadır. Doygun akım oranı, şerit grubu tarafından yaklaşım kolunda daima yeşil periyodun hakim olduğu kabulü ile saatteki araç sayısını veren akımdır/16/.

Hesaplamaların ilk adımı ideal doygun akımın seçilmesiyle başlamaktadır. Bu değer genellikle 1900 taşıttır (her şeritteki bir saatlik yeşil sürede geçen). İdeal doygun akım değeri kapasiteyi etkileyen çevresel faktörler ile düzeltilmekte ve şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$S = S_o N f_w f_{HV} f_g f_p f_{BB} f_a f_{RT} f_{LT} \quad (4.59)$$

Burada:

$S$ = Doygun akım oranı

$S_o$ = İdeal doygun akım

$N$ =Gruptaki şerit sayısı

$f_w$ = Şerit genişliği için düzeltme faktörü

$f_{HV}$ = Ağır taşıtlar için düzeltme faktörü

$f_g$ = Eğim için düzeltme faktörü

$f_p$ = Park için düzeltme faktörü

$f_{BB}$ = Otobüs blokajı düzeltme faktörü

$f_a$ = Alan türü için düzeltme faktörü

$f_{RT}$ = Sağa dönüşler için düzeltme faktörü

$f_{LT}$ = Sola dönüşler için düzeltme faktörü dür.

##### 4.4.3.3.1. Şerit Genişliği Faktörü

Dar ya da geniş şeritlerin kapasiteye etkisi şerit genişliği faktörü ile gözönüne alınmaktadır. Bilindiği üzere dar şeritlerin olumsuz, geniş şeritlerin ise olumlu etkisi sözkonusudur. Çizelge 4.8'de şerit genişliği düzeltme faktörü kriterleri görülmektedir:

Çizelge 4.8. Şerit genişliği için düzeltme faktörleri /16/

Şerit Genişliği (m)	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.25	4.55	>4.85
Şerit Genişliği Faktörü ( $f_w$ )	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.03	1.07	1.10	2 şerit kullanılmalı

#### 4.4.3.3.2. Ağır Taşıt Faktörü

Ağır taşıtlar otomobillere göre ek bir boş hacim gerektirmektedir. Bu sebeple trafikteki etkisi bir faktör yardımıyla ifade edilmektedir. Çizelge 4.9'da ağır taşıtlar için düzeltme faktörleri görülmektedir:

Çizelge 4.9. Ağır taşıtlar için düzeltme faktörü /16/

Yüzde Ağır Taşıt %HV	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Ağır Taşıtlar Faktörü ( $f_{IV}$ )	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

#### 4.4.3.3.3. Eğim Faktörü

Eğim faktörü tüm taşıtlar için eğim etkisini gözönüne almaktadır. Çizelge 4.10'da bazı eğim değerleri ve bu eğimlere karşılık gelen düzeltme faktörleri görülmektedir:

Çizelge 4.10. Eğim Düzeltme Faktörleri /16/

	Aşağı	Doğru	Eşdüzy	Yukarı	Doğru		
Eğim %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Eğim Faktörü $f_g$	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97

#### 4.4.3.3.4. Park Faktörü

Park faktörü  $f_p$ , park şeridinin diğer şeritlere etkisini bulmak için kullanılmaktadır. Park alanına yapılan park manevrasının doygun akıma şerit sayılarına göre etkisi Çizelge 4.11'de görülmektedir:

Çizelge 4.11. Park için düzeltme faktörü /16/

Şerit sayısı		Saatteki	Park	Manevrası	$N_m$	
	Park sayısı	0	10	20	30	40
1	1.00	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70
2	1.00	0.95	0.92	0.89	0.87	0.85
3	1.00	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

#### 4.4.3.3.5. Otobüs Blokaj (Engelleme) Faktörü

Otobüs engelleme faktörü,  $f_{BB}$ , ile kavşağa yakın mesafede yolcu almak veya indirmek için duran otobüslerin trafik akımına etkisi araştırılmaktadır. Çizelge 4.12'de otobüs blokaj (engelleme) faktörü görülmektedir:

Çizelge 4.12. Otobüs Blokaj Faktörü /16/

Şerit Sayısı	1 Saatlik	Periyodda	Duran	Otobüs	Sayısı
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

#### 4.4.3.3.6. Alan Türü Düzeltme Faktörü

Alan türü düzeltme faktörü,  $f_a$ , iş merkezleri ile diğer yerleşim bölgeleri ile karşılaştırmasını yaparak kapasiteye etkisini gözönüne almaktadır. Bu değer iş merkezlerinin yoğun olduğu bölgeler için 0.90, diğer bölgeler için 1.00 olarak alınmaktadır

#### 4.4.3.3.7. Sağa Dönüş Düzeltme Faktörü

Sağa dönüş düzeltme faktörü birçok değişkene bağlı olarak belirlenmektedir :

- Sağa dönüş özel bir şerittenmi değilmi,
- Sinyal faz türü (korumalı, izinli ya da korumalı+izinli); korumalı fazda yaylar ile karşılaşma tamamen engellenmektedir.
- Yaya geçidini kullanan yaya hacmi
- Paylaşımlı şeritten sağa dönüş oranı
- Korumalı + izinli fazın korumalı kısmını kullanan araç oranı.

Faz planına ve şerit grubuna göre genel olarak sekiz tür sağa dönüş gerçekleştirilmektedir:

1. Özel RT, Korumalı RT fazı ise  $f_{RT} = 0.85$

2. Özel RT şeridi, İzinli RT fazı

$$\text{eğer } yaya \leq 1700 \text{ ise } f_{RT} = 0.85 - (yaya/2100) \quad (4.60)$$

$$\text{eğer } yaya > 1700 \text{ ise } f_{RT} = 0.05$$

3. Özel RT şeridi, Korumalı + İzinli RT fazı

$$f_{RT} = 0.85 - (1 - P_{RTA}) (yaya/2100) \quad (4.61)$$

$P_{RTA}$  = Korumalı fazda sağa dönüş oranı.

$$f_{RT} = 0.05 \text{ (minimum)}$$

4. Paylaşımlı RT şeridi, Korumalı RT fazı

$$f_{RT} = 1.0 - 0.15 P_{RT} \quad (4.62)$$

$P_{RT}$  = Sağa dönen taşıtların oranı.

5. Paylaşımlı RT şeridi, İzinli RT fazı

$$f_{RT} = 1.0 - P_{RT}(0.15 + (yaya/2100)) \quad (4.63)$$

$$f_{RT} = 0.05 \text{ (minimum)}$$

6. Paylaşımlı RT şeridi, Korumalı + İzinli RT fazı

$$f_{RT} = 1.0 - P_{RT}(0.15 + (yaya/2100)(1 - P_{RTA})) \quad (4.64)$$

$$f_{RT} = 0.05 \text{ (minimum)}$$

7. Tekil Şerit

$$f_{RT} = 0.90 - P_{RT}(0.135 + (yaya/2100)) \quad (4.65)$$

$$f_{RT} = 0.05 \text{ (minimum)}$$

8. Çift özel RT şeridi, Korumalı RT fazı

$$f_{RT} = 0.75$$

#### 4.4.3.3.8. Sola Dönüş Düzeltme Faktörü

Sola dönüş düzeltme faktörü de sağa dönüş düzeltme faktörü gibi bir çok değişkene bağlı olarak belirlenmektedir:

- Sola dönüşler için özel şerit varlığı
- Sinyal fazı türü (korumalı, izinli, korumalı+izinli)
- Paylaşımlı şeritten sola dönüş oranı
- İzinli sola dönüşlerde karşı yöndeki akım oranı

Faz planına ve şerit gruplarına bağlı olarak sekiz tür sola dönüş mevcuttur:

1. Özel LT, Korumalı LT fazı

$$f_{i,T} = 0.95$$

2. Özel LT şeridi, İzinli LT fazı

ÖZEL İŞLEM

3. Özel LT şeridi, Korumalı+ İzinli LT fazı

$$f_{i,T} = 0.95$$



## 4. Paylaşımlı LT şeridi, Korumalı LT fazı

$$f_{L,T} = 1.0 / (1.0 + 0.05 P_{L,T}) \quad (4.66)$$

$P_{L,T}$  = Sola dönen taşıt oranı

## 5. Paylaşımlı LT şeridi; İzinli LT fazı

## ÖZEL İŞLEM

## 6. Paylaşımlı LT şeridi ; Korumalı+İzinli Lt fazı

Eğer  $V_o \leq 1220$  ise

$$f_{L,T} = (1400 - V_o) / ((1400 - V_o) + (235 + 0.435 V_o) P_{L,T}) \quad (4.67)$$

Eğer  $V_o > 1220$  ise

$$f_{L,T} = 1 / (1 + 4.525 P_{L,T}) \quad (4.68)$$

## 7. Tekil Şerit Yaklaşımı

## ÖZEL İŞLEM

## 8. Çift özel LT şeridi; Korumalı LT fazı

$$f_{L,T} = 0.92$$

**4.4.3.3.9. Sola Dönüş Düzeltme Faktörü İçin Özel İşlem**

Eğer bir şerit grubu izinli sola dönüş manevrası içeriyorsa, düzeltme faktörü bir dizi kompleks denklem yardımıyla tesbit edilmektedir. Sola dönen, düz geçen, ve karşıt akımlar arasındaki etkileşim gözönüne alınarak formüller yardımıyla düzeltme faktörü ifade edilmektedir./16/

Sola dönüş düzeltme faktörü denklemdeki üç farklı akımın etkisini yansıtmaktadır:

- Paylaşımlı bir şeritte yeşil periyodun başlangıcında bekleyen düz geçiş yapacak akımın sola dönüş yapacak taşıtlar tarafından engellenmesi.
- Karşıt akımın doymun olmayan periyodu esnasında paylaşımlı şerit ya da sola dönen şeritteki akım
- Yeşil periyodun sonunda sola dönüş yapan ve karşıt akımda uygun bir zaman aralığı için kavşakta bekleyen taşıtların oluşturduğu akım.

Şu işlemler izlenerek sola dönüşler için uygun bir düzeltme faktörü hesaplanabilir:

## 1. Karşıt akım için doymun akım :

$$S_{op} = 1900 N_o / (1 + P_{L,T} (400 + v_{NI} / (1400 - v_{NI}))) \quad (4.69)$$

$S_{op}$  = Karşıt akım için doymun akım oranı

$N_o$  = Karşıt ana şeritler

$v_M$  = Ana yaklaşım akım oranı

2. Karşıt akım için akım oranı şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$Y_o = v_o / S_{op} \quad (4.70)$$

Burada;

$Y_o$  = Karşıt yaklaşım için akım oranı

$v_o$  = Toplam yaklaşım akım oranı

3. Yeşil periyodun karşıt akım tarafından engellenmeyen kısmı şu şekilde tahmin edilmektedir:

$$g_u = F (g/c - Y_o) / (1 - Y_o) \quad (4.71)$$

Şayet  $Y_o \geq g/c$  ise  $g_u = 0$  dır.

$g_u$  = Karşıt akımda kuyrukta bekleyen taşıtların tahliyesi sırasında yeşil periyodun engellenmeyen kısmı

$g$  = Etkin yeşil süre

$c$  = Devre süresi

4. Sola dönüş doymun akım faktörü karşıt akım gözönüne alınarak şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$f_s = (875 - 0.625v_o) / 1000 \quad (4.72)$$

$f_s$  = Sola dönüş doymun akım faktörü

5. Paylaşımli bir şeritten sola dönen akım oranı :

$$P_L = P_{L,T} (1 + (N-1)g / (f_s g_u + 4.5)) \quad (4.73)$$

6. Paylaşımli bir şeritten sola dönecek bir taşıt gelinceye kadar kavşağa giren taşıtların işgal ettiği yeşil periyod.

$$g_r = 2P_r / P_l (1 - P_l^{0.5} g_q) \quad (4.74)$$

$g_r$  = Paylaşımlı bir LT/TH şeridinden araçların hareket ettiği yeşil periyodun başlangıç kısmı

$g_q$  = Karşıt akımın tahliyesi ile yeşil periyodun engellenen kısmı.

7. Karşıt akım doygun olmadığı zaman yaklaşık direkt taşıt eşdeğeri

$$E_L = 1900 / (1400 - v_o) \quad (4.75)$$

$E_L$  = Yaklaşık düz geçen taşıt eşdeğeri.

8. Paylaşımlı LT/TH şeridi ya da özel LT şeridi için sola dönüş faktörü:

$$f_m = g_r / g + g_u (1 / (1 + P_l (E_L - 1))) + 2 / g (1 + P_l) \quad (4.76)$$

(4.76) ifadesi tekil şerit için geçerlidir, çok şeritli ve paylaşımlı bir şerit için sola dönüş faktörü:

$$f_{l,1} = (f_m + N - 1) / N \quad (4.77)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

#### 4.4.3.4. Kapasite Analizi Modülü

Kapasite analiz modülünde daha önceki kısımlarda bulunan parametreler kullanılarak şu kapasite değişkenleri hesaplanmaktadır: /16/

- Her şerit grubu için akım oranı
- Her şerit grubunun kapasitesi
- Her şerit grubu için  $v/C$  oranı
- Tüm kavşak için kritik  $v/C$  oranı

Akım oranı düzeltilmiş akım oranının düzeltilmiş doygun akım oranına bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

Her yaklaşım kolunun kapasitesi (4.78) bağıntısı ile hesaplanmaktadır:

$$C_i = S_i * (g/c)_i \quad (4.78)$$

Eğer sinyal süreleri bilinmiyorsa kapasitenin hesaplanabilmesi için tayin edilmesi gerekir. Bu daha sonraki kısımlarda açıklanacaktır.

$v/C$  oranı düzeltilmiş akımın kapasiteye bölünmesiyle elde edilmektedir(4.79):

$$X_i = v_i / C_i \quad (4.79)$$

Bu modülde hesaplanması gereken son parametre ise kavşak kritik  $v/C$  oranıdır:

$$X_c = \sum_i (v/S)_{ci} * [c/(c - I_i)] \quad (4.80)$$

Bu oran kritik şerit gruplarındaki araçlarca kullanılan uygun kapasite yüzdesini göstermektedir. Eğer bu değer 1.00'ı aşarsa bir veya daha fazla kritik şerit grubu, kapasitenin üzerinde hizmet vermek zorunda kalacaktır. Sonuç olarak bu durum kavşak tasarımının, faz süresinin ve sinyal düzenlemesinin talep için yetersiz olduğunu göstermektedir.

Eğer  $v/C$  oranı 1.00'den küçükse, kavşağın tasarımı, devre uzunluğu ve sinyal süresi kapasiteyi aşan tüm kritik akımlar için yeterlidir.

$X_c$ 'nin hesaplanması kritik şerit gruplarının belirlenmesini gerektirmektedir. Sinyal tekrarlı değilse kritik şerit grubunun belirlenmesi oldukça kolaydır. Tekrarlı fazlarda karmaşık durumlar söz konusu olmaktadır. Kritik şerit gruplarının belirlenmesinde şu adımlar takip edilecektir:

1. Fazlar tekrarlı değilse:

a) Her sinyal fazı için bir kritik şerit grubu vardır.

b) Verilen sinyal fazı içinde en yüksek akım oranına ( $v/S$ ) sahip şerit grubu kritik şerit grubudur.

c) Kritik şerit grupları sinyal fazlarının belirlenmesinde kullanılabilir.

2. Fazlar tekrarlı ise:

a) Faz planına bağlı olarak, en büyük mevcut kapasiteyi verecek şerit gruplarının belirlenmesi gerekir. Bu gruplar sinyal fazlarının belirlenmesinde de kullanılır.

b) Kritik şerit gruplarının belirlenmesinde bir sinyal fazında sadece bir kritik şerit grubunun bulunacağı unutulmamalıdır.

#### 4.4.3.5. Hizmet Düzeyi Modülü

Hizmet düzeyi modülünde, her yaklaşım kolu ve kavşağın geneli için, her aracın ortalama gecikme süreleri hesaplanmaktadır. Sinyalize kavşaklarda hizmet düzeyi direkt olarak gecikmeye bağlıdır.

##### 4.4.3.5.1. Rastgele Varışlar İçin Gecikme Süresi

Gecikme süresi her şerit grubu için aşağıdaki formülden faydalanarak hesaplanabilir:

$$d = 0.38I \cdot \frac{[1-g/c]^2}{[1-(g/c)X]} + 173X^2 \left[ (X-1) + \sqrt{(X-1) + (16.X/C')} \right] \quad (4.81)$$

Burada:

d=Şerit grubu için ortalama gecikme (sn/taşıt)

c=Devre süresi

g/c=Yeşil oran

X=Şerit grubu için v/C oranı

C=Şerit grubunun kapasitesi

Formülün ilk kısmı üniform gecikmenin hesabında kullanılmaktadır. Şerit grubunda kavşaktan geçme talebi eğer zaman içinde eşit olarak dağılıyorsa, üniform gecikmeden sözedilebilir. Formülün ikinci kısmı ise kavşağa gelen üniform talebin üzerinde taşıtın kavşağa gelmesi durumunda oluşan gecikmeyi hesaplamak amacıyla kullanılmaktadır./16/

Denklem v/C oranının 0.00 ile 1.00 değerleri arasında kabul edilebilir sonuçlar vermektedir. Fakat gelen akımın kapasiteyi aşma süresi 15 dakikayı aşarsa gecikmeyi tayin etmek oldukça güç olmaktadır.

Genellikle kullanıcının sinyalizasyondaki bazı devre hatalarını görebilmesi açısından gecikmenin iki terim şeklinde hesaplanması tavsiye edilmektedir. Dolayısıyla gecikme formülü ;

$$d = d_1 + d_2 \quad (4.82)$$

şeklini almaktadır. Burada:

$d_1$ = Üniform gecikme (sn/taşıtl)

$d_2$ = Varışa bağılı ikinci terim (sn/taşıtl)

#### 4.4.3.5.2. İlerleme Düzeltme Faktörü

Yukarıda belirtilen gecikme formülü sadece aralıklı varışları ifade etmektedir. Fakat bir çok durumda, taşıtlar kavşağa gruplar halinde gelmektedir. Dolayısıyla, formülden elde edilen değerlerin, taşıtların varışına ve ilerleme durumuna göre düzeltilmesi gerekmektedir. Bu düzeltme değerleri (sadece önceden ayarlı sinyaller için değerler verilmiştir) Çizelge 4.13'de görülmektedir.

Çizelge 4.13. İlerleme faktörü./16/

Sinyal Türü	Şerit Grubu Türü	v/C Oranı X			Varış Türü		
			1	2	3	4	5
Sabit		<0.6	1.85	1.35	1.00	0.72	0.53
Zamanlı	TH-RT	0.8	1.50	1.22	1.00	0.82	0.67
		1.0	1.40	1.18	1.00	0.90	0.82

#### 4.4.3.5.3. Gecikme Tahminlerinin Birleştirilmesi

Gecikme süreleri, bir yaklaşım kolu için hesaplanabildiği gibi bütün kavşağın ortalama gecikmesini bulmak amacıyla da hesaplanabilir. Şerit gruplarının ağırlıklı ortalaması alınarak bu hesaplama yapılabilir.

Bir yaklaşım kolunun ortalama gecikmesi:

$$d_A = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i} \quad (4.83)$$

formülüyle hesaplanmaktadır. Burada:

$d_A$ = yaklaşım kolunun ortalama gecikmesi (sn/taşıtl)

$d_i$ = i'ninci şerit grubu için gecikme (sn/taşıtl)

$v_i$ = i'ninci şerit grubu için düzeltilmiş akım (taşıtl/saat)

Yaklaşımların ortalama gecikme değerleri, kavşağın ortalama gecikmesinin hesaplanmasında kullanılmaktadır:

$$d_i = \frac{\sum_A d_{i,A} v_{i,A}}{\sum_A v_{i,A}} \quad (4.84)$$

Burada :

$d_i$ = Kavşakta araç başına düşen ortalama gecikme (sn/ taşıt)

$v_{i,A}$ = A yaklaşımının düzeltilmiş akım değeridir. (taşıt/saat)

#### 4.4.3.5.6. Hizmet Düzeyinin Belirlenmesi

Kavşak hizmet düzeyi, doğrudan kavşak gecikme süresine bağlıdır. Gecikme süreleri her yaklaşım kolu ve kavşak için tespit edildikten sonra Çizelge.4' yardımıyla hizmet düzeyleri belirlenebilir.

#### 4.4.4. Devre Ve Faz Sürelerinin Hesaplanması

Gecikmelerin ve hizmet düzeylerinin hesaplanması için eğer bir faz süresi belirlenmemişse veya mevcut faz süresi ve yeşil süreler, kavşak düzenlemesi açısından uygun değilse, yeni bir faz süresi ve yeşil süre belirlenmesi gerekir. 4.50 ve 4.51 bağıntılarıyla bu hesaplar yapılabilir.

$$X_i = \frac{v_i C'}{S_i g_i} = \frac{(v/S)_i}{(g/C)_i} \quad (4.50)$$

$$X_c = \sum_i \left( \frac{v}{S} \right)_i \left[ \frac{c}{c - L_i} \right] \quad (4.51)$$

Faz ve yeşil sürelerin belirlenmesi sabit zamanlı ve uyarmalı sinyalizasyon sistemleri için ayrı işlemler içermektedir. Bu çalışmada sadece sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi için gereken işlemler incelenmiştir.

(4.50) ve (4.51) ifadeleri şu şekilde de yazılabilir:

$$c = L X_c / (X_c - \sum_i (v/S)_i) \quad (4.85)$$

$$g_i = v_i c / S_i \quad X_i = (v/S)_i (c/X_i) \quad (4.86)$$

Burada:

$c$ =Devre uzunluğu (sn)

$L$ =Her devre için kayıp zaman (sn)

$X_c$ =Kavşak için kritik oran

$X_i$ =  $i$ ' ninci şerit grubu için  $v/C$  oranı

$(v/S)_i$ =  $i$ ' ninci şerit grubu için akım oranı

$g_i$ =  $i$ ' ninci şerit grubu için etkin yeşil süre

Kayıp süreler her yeşil süre için 2 veya 3 sn olarak alınabilir, toplam kayıp süre 4 veya 8 sn'yi aşmamalıdır.

Sinyal sürelerinin hesabında şu sıra takip edilebilir:

- 1.(4.86) bağıntısı kullanılarak minimum faz süresi tespit edilir.( $X_c=1.00$  kabulü ile)
- 2.Daha önceki  $X_c$  değerine bağlı olarak (4.86) bağıntısıyla faz süresi tahmin edilir.
3. 1. ve 2. adımlar kullanılarak uygun bir faz süresi seçilir.
4. Her yaklaşım için  $X_c$  değerleri ve (4.85) bağıntısı kullanılarak uygun yeşil süreler seçilir.
5. İşlemlerin sonucunda yeşil süreler ile kayıp sürelerin toplamının, faz süresiyle aynı olup olmadığı kontrol edilir.





## 5. ARAZİ ÇALIŞMALARI

### 5.1. Sinyalizasyon Hesabı Yapılan Kavşakların Tanımlanması

#### 5.1.1. Topraklık Kavşağı :

Topraklık Kavşağı, 4 yönden gelen akımların kesiştiği bir eşdüzey kavşaktır. Bu akımlar; Ulucami veya İstasyon Caddesi geliş akımı, Kaleiçi veya Cumhuriyet caddesinden gelen akım, Tren Garı'ndan gelen akım ve Halk Caddesinden gelen akımdır.

İstasyon caddesinden gelen akım 2 şeritten oluşmaktadır. Şeritlerden soldaki çoğunlukla sola dönen taşıtlar tarafından, sağ şerit ise direkt geçen ve sağa dönen taşıtlar tarafından kullanılmaktadır. Bu yaklaşım kolunda sola dönüşler oldukça yoğundur. Şehir trafiğinin ana hatlarından birini bu yaklaşım kolu oluşturmaktadır. Trafik akımlarının düzenlenmesinden dolayı şehiriçinden gelen taşıtların çoğunluğu bu yaklaşım kolunu ve özellikle sola dönüş şeridini kullanarak tekrar şehiriçine dönmektedirler. Şehiriçinde çalışan taksi-dolmuş ve minibüs sayısının oldukça fazla olması ve bu taşıtların çoğunluğunun çalıştığı hattın bu kavşaktan geçmesi dolayısıyla Topraklık Kavşağı'nın şehiriçindeki en yoğun kavşaklardan biri olduğu anlaşılmaktadır.

İstasyon Caddesi'nden kavşağa gelen yaklaşım kolunda, çok fazla olmamakla beraber sağ şeritte park eden taşıtlara rastlanmaktadır. Park eden taşıtlarla beraber yolcu indiren minibüs ve taksi-dolmuşlar sebebiyle özellikle sağ şeritteki trafiğin akışı zaman zaman engellenmektedir. Özellikle sabah ve akşam zirve saatlerde bu yaklaşım kolunda uzunluğu bir önceki kavşağa kadar ulaşan kuyruklar gözlenmektedir. Ayrıca yine sabah ve akşam zirve saatlerde kavşağın sinyalizasyonunun yetersiz kaldığı ve trafik polisinin müdahale ettiği görülmektedir.

Topraklık Kavşağı'nda yoğun olan diğer bir yaklaşım kolu da Halk Caddesi'nden gelen akımdır. Halk Caddesi yaklaşım kolu iki şeritten oluşmaktadır. Sol şerit düz geçen taşıtlar tarafından, sağ şerit ise sağa dönen taşıtlar tarafından kullanılmaktadır. Bu kolda yeşil ışık süresinin kısa olmasından dolayı özellikle sabah zirve saatlerde kuyruk oluştuğu gözlenmektedir. Kavşağa yakın bir koldan sağ şeride katılmalar olduğundan dolayı sağ şeritteki taşıtlarda karışıklıklar ve gecikmeler görülmektedir.

Topraklık kavşağına kuzey yönünden gelen Tren Garı akımı iki şeritten oluşmaktadır. Genel olarak sağ şerit düz geçen ve sağa dönen taşıtlar tarafından, sol şerit ise sola dönen taşıtlar tarafından kullanılmaktadır. Bu yaklaşım kolunda trafiğin akışı genel olarak idealdir. Ancak bazen sağ şeritte yol kenarına park eden taşıtlardan dolayı özellikle sağ şeritte hareket eden taşıtlar engellenmektedir.

Kaleiçi veya Cumhuriyet Caddesi'nden Topraklık Kavşağı'na gelen yaklaşım kolu tek şeritten oluşmaktadır. Bu yaklaşım kolunda pek önemli sorunlar gözlenmemektedir. Bu kola yoğun olarak giriş yapan taşıtlar sözkonusudur. Bu koldaki şerit oldukça iyi kullanılmakta ve yeşil ışık süresi kısa olmasına rağmen trafikte tıkanmalar ve kuyruklar gözlenmemektedir.

### **5.1.2. Vilayet Önü Kavşağı**

Vilayet önü Kavşağı, Delikliçınar Meydanı, Sümerbank Arkası ve Bayramyeri ve Ulucami'den gelen akımlara hizmet etmektedir. Vilayet önü kavşağı sinyalize bir yuvarlakada kavşaktır. Bu kavşak da, Denizli şehiriçi kavşakları arasında trafik akımlarına yoğun olarak hizmet verme bakımından oldukça önemlidir. Şehrin önemli merkezleri olan Bayramyeri ve Delikliçınar meydanından gelen taşıtların büyük çoğunluğunun kullandığı kavşaklardan birisidir.

Kavşağın yoğun trafik akımı altında çalışan kollarından olan Delikliçınar geliş akımı iki şeritten oluşmaktadır. Sağdaki şerit 3 faz boyunca düz geçiş yapan taşıtlar tarafından, soldaki şerit ise Doktorlar Caddesine giden ve U dönüşü yapan taşıtlar tarafından kullanılmaktadır. Sağ şeritte üç faz tekrarlı düz geçiş sözkonusu olduğundan trafiğin akışında tıkanıklıklar ve kuyruk oluşumu pek gözlenmemektedir. Sol şeritte ise yoğun trafikten dolayı özellikle sabah ve akşam zirve saatlerde tıkanıklıklar ve kuyruk gözlenmektedir.

Kavşağın yoğun olan diğer yaklaşım kolu Bayramyeri ve Ulucami'den gelen taşıtların oluşturduğu iki şeritli koldur. Bu kolda genel olarak sağ şerit sağa dönen taşıtlar, sol şerit ise düz geçen ve sola dönen taşıtlar tarafından kullanılmaktadır. Sağ ve sol şeritte sabah ve akşam zirve saatlerde zaman zaman kuyruklar gözlenmektedir. Kuyruk oluşumunun başlıca sebebi gelen trafiğin yoğunluğunun kapasitenin üstünde olması ve yeşil ışık süresinin kısa olmasıdır.

Vilayet önü Kavşağı'nın hizmet ettiği diğer yaklaşım kolu da Sümerbank Arkası olarak isimlendirilen koldur. Bu yaklaşım kolu tek şeritten oluşmaktadır. Geometri açısından yaklaşım kolu iki şerit olarak kullanılabilirdiği halde, şehiriçi park probleminden dolayı sağ şeritte yol kenarına parkeden taşıtlar sebebiyle tek şerit olarak kullanılmaktadır. Fazla trafik yoğunluğu olmadığından dolayı bu kolda tıkanmalar ve kuyruk oluşumu pek gözlenmemektedir. Genel olarak sorunsuz bir yaklaşım kolu olarak nitelendirilebilir.

### 5.2. Hacim Sayımı

Sinyalizasyon hesap metodlarının hepsinde kullanılan temel parametre trafik hacim değerleridir. Trafik hacim değerlerini tesbit etmek amacıyla metodların uygulamasının yapıldığı kavşaklarda sabah 8-9, öğle 12-13 ve akşam 18-19 saatleri arasında sayımlar yapılmıştır.

Bir kavşakta her yaklaşım kolundaki hacim sayımı 1 saat sürmüştür. Hacim sayımlarında hacim sayım föyleri ve kronometre kullanılmıştır. Hacim sayımlarında yaklaşım kolundaki trafik yükünün durumuna göre kişi adedi belirlenmiştir. Ayrıca sayımlarda trafik kompozisyonuna dikkat edilmiştir.

Yapılan sayımlar sonucunda Topraklık ve Vilayet Önü Kavşakları için trafik hacim değerleri şu şekilde bulunmuştur:

Çizelge 5.1. Topraklık Kavşağı Trafik Sayım Değerleri

SABAH 8.00-9.00

Akım	Otomobil	Otobüs	Minibüs	Kamyonet	Kamyon	Toplam
1İst-Tr	328	12	86	15	4	445
2İst-Hc	132	1	14	4		151
3İst-Cc	600	5	156	16		777
4Hc-Cc	398	2	56	45	1	502
5Hc-Tr	38		11	18	2	69
6Tr-İst	79	9	9	8		105
7Tr-Cc	84		99	7		190
8Tr-Hc	37		5	5		47
9Cc-Hc	56		47	13	1	117
10Cc-İst	9		37	1		47

## ÖĞLE 12.00-13.00

Akım	Otomobil	Otobüs	Minibüs	Kamyonet	Kamyon	Toplam
1İst-Tr	121	11	70	19	1	222
2İst-Hc	125	1	16	1	3	136
3İst-Cc	462	4	98	15	1	580
4Hc-Cc	331	3	61	48		443
5Hc-Tr	56	1	14	18		89
6Tr-İst	139	5	11	11		166
7Tr-Cc	116		62	6		184
8Tr-Hc	47	2	5	5		59
9Cc-Hc	103		25	20	7	155
10Cc-İst	11		32	1	1	45

## AKŞAM 18.00-19.00

Akım	Otomobil	Otobüs	Minibüs	Kamyonet	Kamyon	Toplam
1İst-Tr	245	10	72	16	3	346
2İst-Hc	119	1	15	2		137
3İst-Cc	532	5	122	17	2	678
4Hc-Cc	325	1	74	70		470
5Hc-Tr	64	1	5	37		97
6Tr-İst	183	7	19	10		219
7Tr-Cc	126	1	76	24		227
8Tr-Hc	60	1	9	6	1	77
9Cc-Hc	102	2	30	19	9	162
10Cc-İst	15		30	5		50

Çizelge 5.2 Adliye Önü Kavşağı Trafik Sayım Değerleri

## SABAH 8.00-9.00

Akım	Otomobil	Otobüs	Minibüs	Kamyonet	Kamyon	Toplam
1Çın-Uluc	814	9	77	23	1	924
2Çın-DrC	426	10	26	28	1	491
3Uluc-Çın	659	9	65	20	-	753
4Uluc-DrC	44	-	2	5	3	54
5Süm-Çın	127	-	9	13	-	149
6Süm-DrC	36	-	1	4	-	41

## ÖĞLE 12.00-13.00

Akım	Otomobil	Otobüs	Minibüs	Kamyonet	Kamyon	Toplam
1Çın-Uluc	554	7	43	21	-	625
2Çın-DrC	364	8	26	21	2	421
3Uluc-Çın	679	13	58	26	9	785
4Uluc-DrC	50	-	6	4	2	62
5Süm-Çın	111	-	16	12	-	139
6Süm-DrC	24	-	-	1	-	25

## AKŞAM 18.00-19.00

Akım	Otomobil	Otobüs	Minibüs	Kamyonet	Kamyon	Toplam
1Çın-Uluc	645	6	50	8	3	712
2Çın-DrC	493	5	33	15	-	546
3Uluc-Çın	801	4	61	30	2	898
4Uluc-DrC	45	-	8	5	-	58
5Süm-Çın	117	-	22	15	-	154
6Süm-DrC	15	-	10	4	-	29

**5.3. Gecikme Etüdü**

Sinyalizasyon hesaplarında incelenmesi gereken özelliklerden biri taşıtların gecikmesidir. Taşıtların gecikmesinin tesbiti için, kavşak kollarında hacim sayımı ile birlikte aynı anda gecikme etüdü de yapılmıştır.

Gecikme etüdü iki kişi tarafından yapılmıştır. Bu etüd için kronometre, telsiz ve gecikme etüdü föyü kullanılmıştır.

Gecikme etüdü için öncelikle iki elemandan biri akımın kavşak girişinde dururken diğer eleman kuyruğun sonunda yer almıştır. Kuyruğun sonunda bekleyen eleman belirlediği aracın kuyruğa giriş zamanını elindeki gecikme etüdü föyüne not etmiş, bu aracın plakasını, türünü ve ayırdedilmesini kolaylaştıracak bir özelliğini kavşakta bekleyen elemana elindeki telsiz yardımıyla bildirmiştir. Kavşaktaki eleman da kendisine bildirilen aracın arkası kavşak çizgisini geçtiği anda kronometre değerini föye not etmiştir. Bu şekilde ortalama 30 taşıtlı ilgili ölçümler yapılmıştır.

Son olarak kuyruğa giriş sürelerinin yazıldığı föy ile kavşağa giriş sürelerinin yazıldığı föyler birleştirilerek, her araç için iki süre arasındaki fark belirlenerek gecikme süresi hesaplanmıştır.

Topraklık ve Vilayet Önu kavşaklarında yaklaşım kolundaki en yoğun ve kuyruk uzunluğu fazla olan akım kollarında gecikme ölçümü yapılmıştır.

Çizelge 5.3 Topraklık Kavşağı Gecikme Etüdü Sonuçları

Akım		Araç Türleri					Kamyon	Ortalama (sn)
		Otomobil	Taksi	Minibüs	Otobüs	Kamyonet		
	n	20	2	4	2	2	-	30
3İst-Cc	Ortalama gecikme (sn)	115	105	104	55	95	-	107.53
	n	16	4	5	-	5	-	30
4İlc-Cc	Ortalama gecikme (sn)	91.50	90.00	88.20	-	81.4	-	89.06

Çizelge 5.4 Vilayet Önü Kavşağı Gecikme Etüdü Sonuçları

Akım		Araç Türleri					Kamyon	Ortalama (sn)
		Otomobil	Taksi	Minibüs	Otobüs	Kamyonet		
	n	15	2	8	3	2	-	30
2 Çm-Dr C	Ortalama gecikme (sn)	73.25	75	68	65	64	-	70.53
	n	15	3	6	4	2	-	30
3 Uluc-Çm	Ortalama gecikme (sn)	66	61	70	63	65	-	65.83

#### 5.4. Doymun Akım Etüdü

Kavşakta çalışma yapılan kollar içinde uygun olan kolların birer şeritlerinde bir kez doymun akım etüdü yapılmıştır. Doymun akım etüdü iki eleman ile gerçekleştirilmiştir. Bu etüd için kronometre ve doymun akım füyünden faydalanılmıştır. (Şekil 5.1)

Sayım No	Kuyruktan	Çıkan (araç)	Taşıtlar	Doygun Süre (sn)	Yeşil Süre (sn)
	İlk Aralık (10 sn)	Orta Aralık	Son Aralık		
1					
2					
3					
4					
$\Sigma n$	$X_1=$	$X_2=$	$X_3=$	$X_4=$	

Şekil.5.1 Doygun Akım Etüdü Föyü Örneği.

Kavşak girişinde bekleyen eleman yeşil süre başladığı anda kronometreyi çalıştırarak kavşak çizgisini geçen taşıtları saymaktadır, bu arada kuyruğun sonunda bekleyen eleman yeşil başlangıcında kuyruğa giren son taşıtı söylemektedir. Kavşak girişinde bekleyen eleman ilk aralık olarak adlandırılan ilk 10 sn'lik sürede geçen taşıtları saymakta ve ilk aralık sütununa geçirmektedir. Daha sonra son taşıt kavşağı geçinceye kadar sayılan taşıtlar orta aralık sütununa yazılmaktadır. Sarı ve kırmızı ışıkta geçen taşıt sayısı da son aralık sütununa yazılmaktadır. Kuyruğa uyum sağlayan son taşıt kavşağı geçtiği anda durdurulan kronometrede okunan süre doymun süre olmaktadır. Eğer son taşıt kavşağı geçemezse doymun süre, yeşil süreye eşit olmaktadır.

Doygun akım etüdü seçilen akımlar için 25-30 kez tekrarlanmıştır. İlk aralıkta geçen taşıt sayıları toplamı  $X_1$ , orta aralıkta geçen taşıt sayıları toplamı  $X_2$ , son aralıkta geçen taşıt sayıları toplamı  $X_3$  ve doymun sürelerin toplamı da  $X_4$  notasyonları ile ifade edilmiştir.

Topraklık ve Vilayet Önü kavşaklarında kuyruk oluşan akım kollarında doymun akım etüdü yapılmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir:



Çizelge 5.5 Topraklık Kavşağı Doygun Akım Etüdü Sonuçları

Akım No	Doygun Akım Değeri (araç/saat)
1 İstasyon Cad-Tren Garı-Halk Cad	1835
2 İstasyon Cad- Cumhuriyet Cad.	2200
3 Halk Cad-Cumhuriyet Cad.	1835
4 Halk Cad.-Tren Garı	1370
5 Tren Garı-Halk Cad.	1370
6 Tren Garı-Cumhuriyet Cad-İstasyon C	1700
7 Cumhuriyet Cad.-Halk Cad-İstasyon C	1370

Çizelge 5.6 Vilayet Önü Kavşağı Doygun Akım Etüdü Sonuçları

Akım No	Doygun Akım Değeri (araç/saat)
1 Çınar Geliş-Ulucami Gidiş	2220
2 Çınar Geliş-Doktorlar Cad. Gidiş	2220
3 Ulucami Geliş-Çınar Gidiş	2283
4 Ulucami Geliş-Doktorlar Cad. Gidiş	1671
5 Sümerbank Arkası Geliş	1600

### 5.5. İlk Hareket Etüdü

Kavşak yaklaşım kolunda doygun akım etüdü yapılırken aynı anda ilk hareket etüdü de yapılmıştır. Bu etüd iki eleman tarafından bir kronometre ve ilk hareket füyü yardımıyla yapılmıştır.

İlk hareket etüdünün amacı taşıtların yeşil ışıkta harekete geçtikleri anda kaybettikleri zamanı bulmaktır. Yeşil süre başladığı anda kronometreyi çalıştıran birinci eleman her aracın arkası kavşak çizgisini geçtiği anda kronometre kadranındaki değeri sesli olarak okumakta, ikinci eleman da bu değerleri ilk hareket füyüne işlemektedir.

Topraklık ve Vilayet Önü Kavşaklarında çeşitli akımlar için ilk hareket etüdü yapılmıştır.

Çizelge 5.7 Topraklık Kavşağı İlk Hareket Etüdü Sonuçları

## A-İstasyon Caddesi Gidiş Akımı

						<i>Devre</i>					
<i>Araç</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<i>1</i>	1	1	1	1	3	2	1	2	1	4	2
<i>2</i>	2	2	2	2	2	3	2	4	3	3	2
<i>3</i>	2	1	2	2	2	3	1	3	2	1	2
<i>4</i>	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3
<i>5</i>	3	1	4	2	3	2	2	2	4	2	2
<i>6</i>	2	3	2	2	2	1	3	1	2	2	2
<i>7</i>	3	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3
<i>8</i>	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2
<i>9</i>	2	2	4	2	2	2	1	2	3	2	3
<i>10</i>	2	2	2	3	5	3	2	2	1	2	2
<i>11</i>	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	4
<i>12</i>	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
<i>13</i>	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2
<i>14</i>	2	2	2	2	2	3		2	2	3	2
<i>15</i>	1	2	2	2	2				2	2	3
<i>16</i>	3	2	2	3					2	2	2
<i>17</i>	2	2	1	1					2	3	2
<i>Ort</i>	2.06	2.06	2.11	2.11	2.33	2.21	1.92	2.29	2.29	2.35	2.35

## B-Halk Caddesi Geliş Akımı

						<i>Devre</i>					
<i>Araç</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<i>1</i>	1	1	1	1	2	1	1	2	2	4	2
<i>2</i>	2	4	4	5	3	3	3	3	3	2	3
<i>3</i>	4	3	2	2	4	2	2	3	2	4	2
<i>4</i>	3	6	4	4	2	4	3	4	3	2	3
<i>5</i>	2	5	2	3	2	4	3	3	2	2	2
<i>6</i>	2	2	3	2	3	5	3	3	3	2	4
<i>7</i>	3	2	4	1	2		3	3	2	3	1
<i>8</i>	2	2	4	2			3	2	2	3	2
<i>9</i>	5	2		3			2		2	2	3
<i>10</i>							3		3		2
<i>Ort</i>	2.67	3	3	2.56	2.57	3.17	2.60	2.88	2.40	2.67	2.40

Çizelge 5.8 Vilayet Önü Kavşağı İlk Hareket Etüdü Sonuçları  
A-Çınar Geliş Akımı

						<i>Devre</i>					
<i>Araç</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<i>1</i>	2	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1
<i>2</i>	2	3	2	1	2	3	1	2	2	1	1
<i>3</i>	2	2	5	2	3	3	1	2	4	2	3
<i>4</i>	2	2	4	2	2	3	1	1	2	7	3
<i>5</i>	5	2	1	2	1	1	3	3	2		2
<i>6</i>	2	2	2	1	2	3	3	3	2		4
<i>7</i>	2	2	2	3	1	3	1	3	2		1
<i>8</i>	2	2	3	2	4	1	3	1	2		2
<i>9</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
<i>10</i>		3	2	3	3	2	1	2	2		2
<i>Ort</i>	2.33	2.10	2.40	2.00	2.10	2.20	1.80	2.10	2.10	3.25	2.10



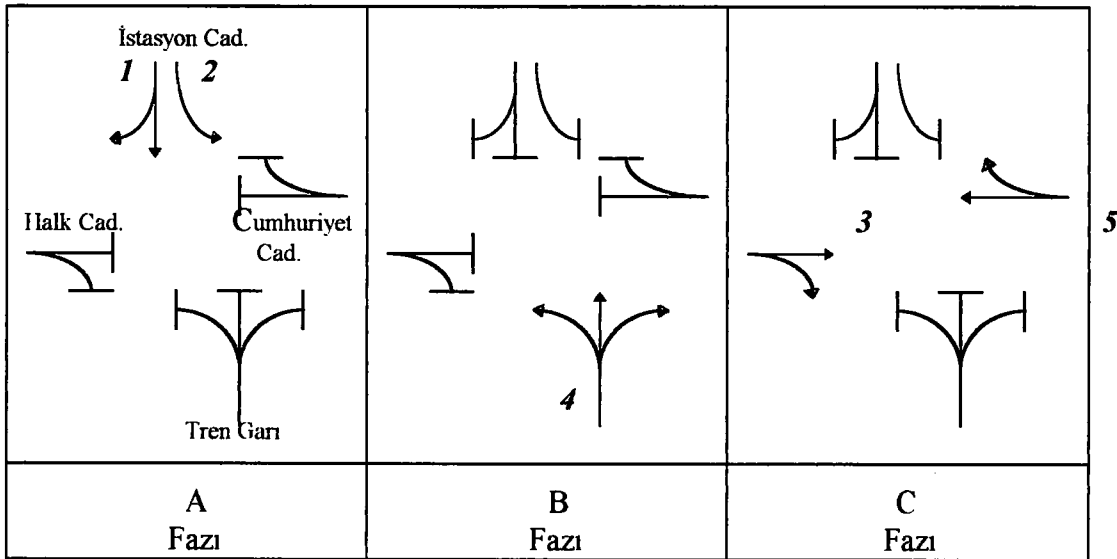
## 6. ÖLÇÜM VERİLERİNİN SİNYALİZASYON HESAPLARININ BİLGİSAYAR PROGRAMLARI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

### 6.1. Avustralya Yöntemi İçin Değerlendirme

Avustralya yöntemine dayanan bilgisayar paket programı SIDRA (Signalized Intersections Design And Research Aid) ile yapılan hesaplar sonucunda; Topraklık ve Vilayet Önu Kavşakları'nın mevcut durumlarının yetersiz olduğu ve kavşaklarda uzun taşıt kuyruklarının olduğu, yoğun olan akım kollarında gecikmelerin çok büyük değerlere ulaştığı, dolayısıyla kavşakların istenen hizmet düzeyinde çalışmadıkları anlaşılmıştır.

Arazi çalışmalarından elde edilen trafik sayımları, doygun akım etüdü değerleri bilgisayar programına girilmiş ve kavşağın kapasitesi, gecikme değeri ve hizmet düzeyi elde edilmiştir. Devre süresinin hesabı için programa optimum ile maksimum devre süreleri girilmiş programın yaptığı iterasyon ile minimum gecikmeyi veya maksimum hizmet düzeyini sağlayacak değer seçilmiştir. Bu değere dayanarak hesaplar yapılmıştır. Programda; kuyruk uzunluğu, gecikme, hizmet seviyesi, kapasite, yedek kapasite, kavşağın performansı ve harcanan yakıt kriterleri devre uzunluğuna bağlı olarak grafiklerle ifade edilmiştir. Ayrıca sonuçlar tablolar halinde de verilmektedir. Kavşak geometrisi üzerinde akım kolları, incelenen kritere göre değişik renklerle ifade edilmektedir. Avustralya yönteminde akımların detaylı olarak gözönüne alınması dolayısıyla sonuçlar trafik akımları baz alınarak verilmektedir.

Topraklık Kavşağı için faz diyagramı şu şekildedir:



Şekil.6.1. Topraklık kavşağı faz diyagramı

Topraklık Kavşağı'nda mevcut devre süresi C=110 sn için sonuçlar Çizelge 6.1'de görülmektedir.

Çizelge 6.1. Topraklık Kavşağı'nda Mevcut Devre Süresi için SIDRA Sonuçları

C=110 sn					
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doygunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>	<i>Ortalama Hız (km/saat)</i>
1	93.2	1.057	467 , 159	F	21.4
2	300.4	1.308	660	F	10.0
3	291.4	1.298	430	F	10.2
4	28.4	0.199	387	C	34.2
5	36.5	0.205	253	D	34.2
6	287.9	1.273	92 , 166	F	10.5
7	28.2	0.443	294 , 117	D	37.6

Yapılan hesaplar sonucunda optimum devre süresi C=86 sn olarak seçilmiştir. Ve doymun akım değerleri artırılarak; yani kavşaktaki trafiğin biraz daha rahat aktığı kabulü yapılarak Çizelge 6.2'de görülen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 6.2. Topraklık Kavşağı'nda C=86 sn Devre Süresi için SIDRA Sonuçları

C=86 sn					
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doygunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>	<i>Ortalama Hız (km/saat)</i>
1	45.1	0.994	497 , 169	E	29.2
2	131.1	1.120	770	F	17.5
3	137.7	1.124	497	F	17.0
4	24.0	0.218	353	C	35.3
5	28.3	0.206	252	C	36.8
6	89.4	1.030	114, 205	F	22.9
7	23.2	0.485	268 , 107	C	39.4

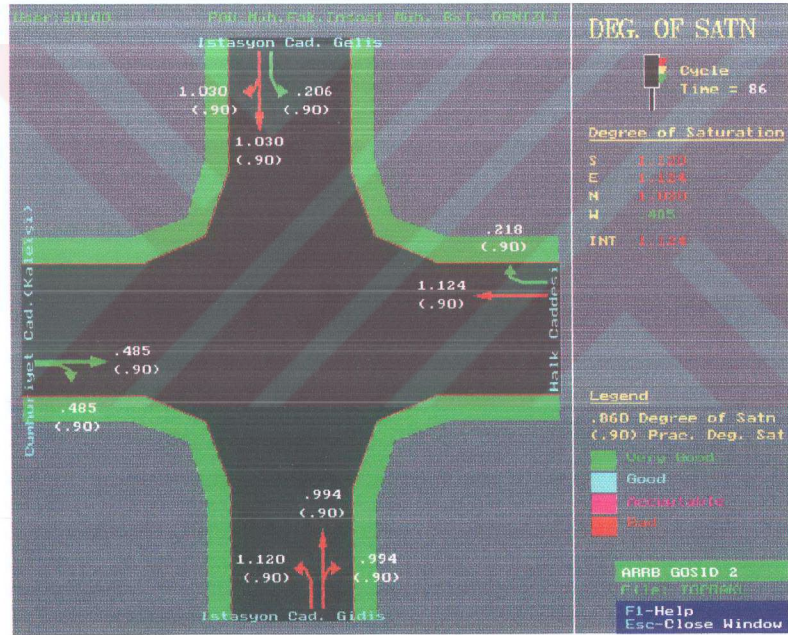




Şekil 6.2'deki gibi Topraklık Kavşağı'nda C=86 sn devre süresi için yoğun olan akım kollarında gecikme değerinin oldukça fazla olduğu 137sn gibi değerlere ulaştığı görülmektedir.

Dolayısıyla Halk Caddesi geliş akımının F hizmet düzeyinde olduğu görülmektedir. Devre süresi program tarafından 86 sn olarak hesaplanmıştır.

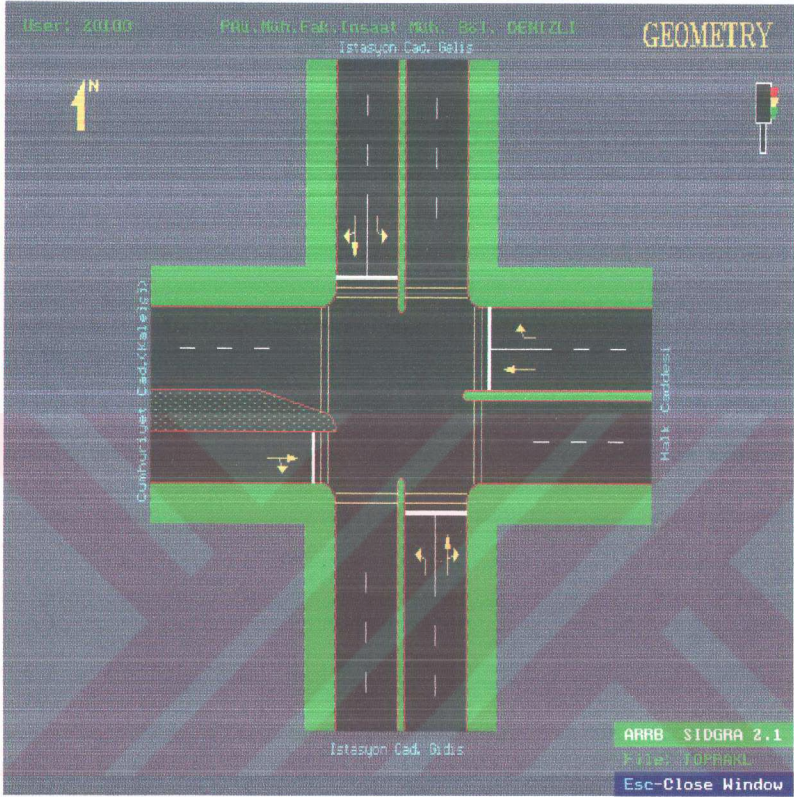
Şekil 6.3'de ise akım kollarının doyunluk dereceleri görülmektedir. Yine trafik yoğunluğu fazla olan kollarda, doyunluk derecesi değerlerinin 1.0'in üzerine çıktığı görülmektedir. Bu durumda kavşağın kapasitesinin üzerinde trafik akımı ile karşı karşıya kaldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 6.3 Topraklık Kavşağı Akımların Doyunluk Dereceleri

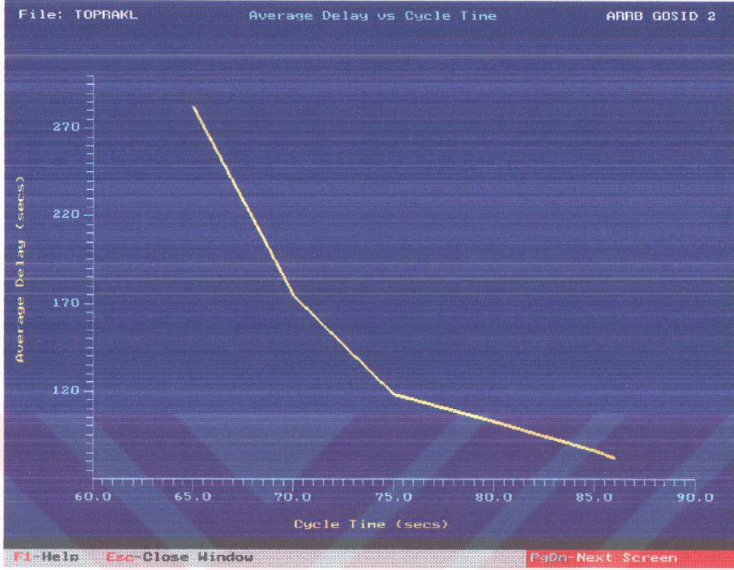
SIDRA programına girilen verilere göre Topraklık Kavşağı'nın geometrisi Şekil 6.4'de görülmektedir.





Şekil 6.4. Topraklık Kavşağı Geometrisi

Şekil 6.5'te ise devre süresine göre ortalama gecikme değerleri grafik ile ifade edilmektedir. Grafikten anlaşılacağı üzere 86sn lik devre süresi için ortalama gecikme değerinin azaldığı görülmektedir.



Şekil 6.5. Topraklık Kavşağı Ortalama Gecikme- Devre Süresi İlişkisi



Şekil 6.6 Topraklık Kavşağı Kuyruk Uzunluğu-Devre Süresi İlişkisi

Şekil 6.6'da Topraklık Kavşağı'nda çeşitli devre süreleri için kuyruk uzunlukları görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi program tarafından optimum olarak belirlenen 86 sn'lik devre süresi için kuyruk uzunluğu minimum değerini almaktadır. Topraklık Kavşağı'nda C=86 sn devre süresi için detaylı sonuçlar Ek 6'da verilmiştir.

Vilayet Önü Kavşağı için SIDRA programına gerekli veriler girilerek sinyalizasyon hesapları yapıldığında mevcut C=102 sn'lik devre süresi sonuçlar Çizelge 6.3.'de görülmektedir.

Çizelge 6.3. Vilayet Önü Kavşağı'nda Mevcut Devre Süresi için SIDRA Sonuçları

C=102 sn					
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doygunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>	<i>Ortalama Hız (km/saat)</i>
1	2.3	0.644	1594	A	45.1
2	243.1	1.234	451	F	11.3
3	245.7	1.253	668, 14	F	11.5
4	27.3	0.126	476	C	26.4
5	264.1	1.232	59, 135	F	6.5

Çizelge 6.3'te Vilayet Önü Kavşağı'nda C=102 sn devre süresi için elde edilen sonuçlar görülmektedir. Bu sonuçlara göre Vilayet Önü Kavşağı'na gelen 2, 3 ve 5 nolu akım kolları için hizmet düzeyinin oldukça düşük olduğu ve dolayısıyla gecikme sürelerinin yüksek değerlere ulaştığı anlaşılmaktadır.

Yapılan hesaplamalarda, SIDRA programına girilen pratik ve optimum devre sürelerine göre sonuç olarak optimum devre süresi C=150 sn seçilmiştir. Seçilen yeni devre süresine göre Vilayet Önü Kavşağı için elde edilen sonuçlar Çizelge 6.4'te görülmektedir.

Çizelge 6.4. Vilayet Önü Kavşağı'nda C=150 sn Devre Süresi için SIDRA Sonuçları

C=150 sn					
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doğunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>	<i>Ortalama Hız (km/saat)</i>
1	1.1	0.579	1773	A	46.3
2	117.6	1.050	530	F	18.7
3	114.9	1.069	783, 16	F	20.0
4	36.5	0.108	558	D	23.8
5	130.0	1.024	71, 162	F	11.5

Çizelge 6.4'ten anlaşıldığı gibi yeni devre süresi için akım kollarının hizmet düzeylerinde değişiklik olmamış fakat gecikme sürelerinde yarıyarıya azalma gözlenmiştir. Bununla beraber taşıtların kavşaktaki ortalama hızlarında, akım kollarının kapasitesinde artış gözlenmeye başlamıştır. Akım kollarının doğunluk dereceleri kavşağın mevcut durumuna göre yeni devre süresi için oldukça iyileşmesine rağmen, yine de özellikle 2, 3 ve 5 nolu akım kolları için 1.0'in üzerinde değerlere sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlara göre Vilayet Önü Kavşağı'nın optimum olarak seçilen devre süresi için bile ideal koşulları sağlamadığı görülmüştür. Dolayısıyla kavşağın ideal koşullarda çalışabilmesi için; trafik akımlarının yeniden düzenlenmesi, trafik hacminin azaltılması gibi daha etkin çözümler gerektiği ortaya çıkmıştır.

Şekil 6.7'de Vilayet Önü Kavşağı'nın geometrisi görülmektedir.





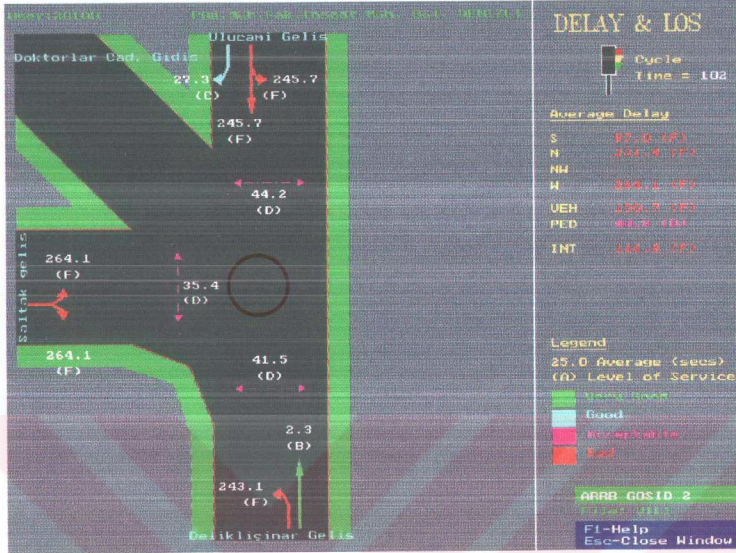
Şekil 6.7. Vilayet Önü Kavşağı Geometrisi

Şekil 6.8.'de Vilayet Önü Kavşağı'nda mevcut  $C=102$  sn devre süresi için akım kollarındaki gecikme süreleri ve hizmet düzeyleri görülmektedir.

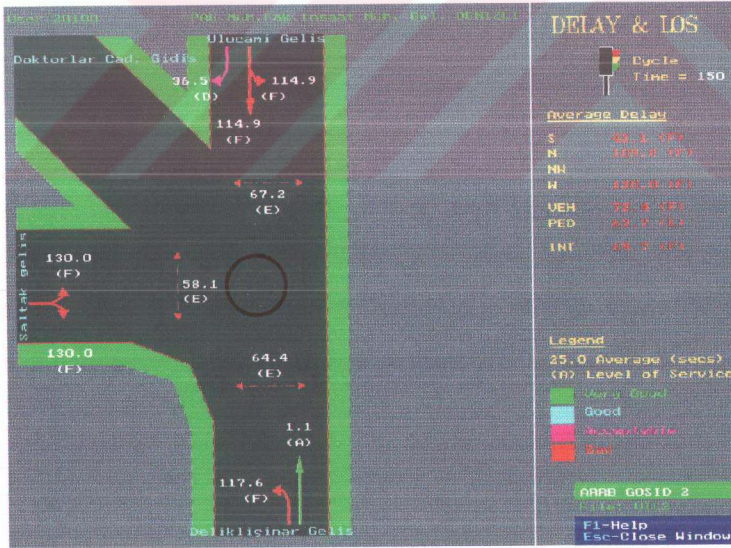
Şekil 6.9'da ise Vilayet Önü Kavşağı'nda seçilen  $C=150$  sn devre süresi için akım kollarındaki gecikme süreleri ve hizmet düzeyleri görülmektedir.

Şekil 6.10'da Vilayet Önü Kavşağı'nda  $C=150$  sn devre süresi için akım doygunluk dereceleri, Şekil 6.11'de ise kavşağın faz şeması görülmektedir.

Vilayet Önü Kavşağı'nda  $C=150$  sn olarak seçilen devre süresi için SIDRA programının detaylı sonuçları Ek 6'da verilmiştir.



Şekil.6.8. Vilayet Önü Kavşağı'nda C=102 sn devre süresi için Gecikme ve Hizmet Düzeyi

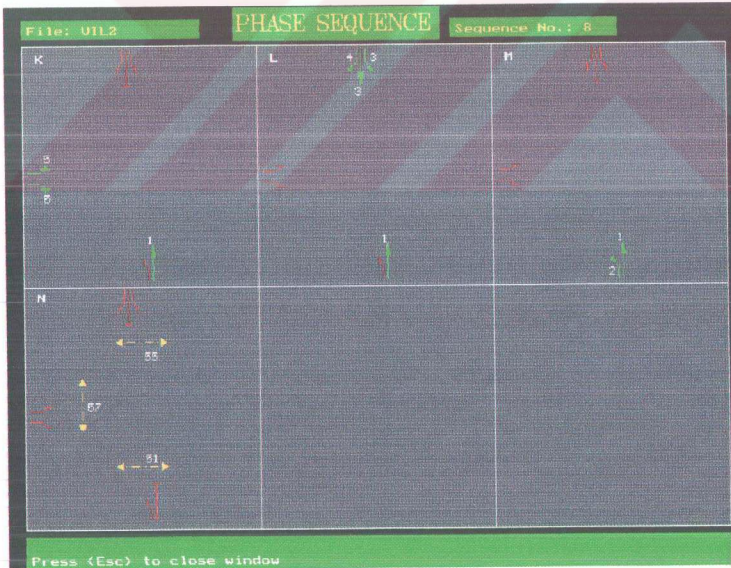


Şekil.6.9 Vilayet Önü Kavşağı'nda C=150 sn devre süresi için Gecikme ve Hizmet Düzeyi





Şekil 6.10 Vilayet Önü Kavşağı'nda C=150 sn devre süresi için Akım Doygunluk Dereceleri



Şekil 6.11. Vilayet Önü Kavşağı Faz Şeması

### 6.2. Amerikan (HCM) Yöntemi İçin Değerlendirme

Amerikan yönteminde genel olarak çeşitli modüller ile hesap yapılmaktadır. Öncelikle kavşağın geometrisi ve trafik koşulları ile sinyalizasyon bilgileri girilmekte, daha sonra hacim değerleri düzeltilmekte ve seçilen temel doygun akım değeri çeşitli faktörler ile düzeltilmektedir. Daha sonra akım oranları ve kapasite değerleri hesaplanarak kritik oran belirlenmekte, sonuç olarak gecikme hesabı yapılarak kavşağın hizmet düzeyi belirlenmektedir. Amerikan Yöntemi için SIDRA programı HCM'ye göre düzenlenmiş ve bu program ile hesaplar yapılmıştır.

Amerikan yöntemine uyarlanan SIDRA programına Topraklık Kavşağı'ndaki mevcut  $C=110$ sn devre süresi için veriler girilmiş ve Çizelge 6.5'de görülen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 6.5. Topraklık Kavşağı'nda Mevcut Devre Süresi için SIDRA(HCM) Sonuçları

C=110 sn					
Akım No	Gecikme (sn)	Doygunluk Derecesi	Kapasite (araç/saat)	Hizmet Düzeyi	Ortalama Hız (km/saat)
1	99.9	1.057	467 , 159	F	19.2
2	407.5	1.308	660	F	6.7
3	398.0	1.298	430	F	6.8
4	21.5	0.199	387	C	35.2
5	27.7	0.205	253	D	35.5
6	376.5	1.273	92 , 166	F	7.2
7	23.4	0.443	294 , 117	D	39.2

Topraklık Kavşağı'nda optimum olarak hesaplanan  $C=86$ sn devre süresi için Çizelge 6.6'daki sonuçlar elde edilmiştir.



Çizelge 6.6.Topraklık Kavşağı'nda C=86 sn Devre Süresi için SIDRA(HCM) Sonuçları

			C=86 sn		
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doygunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>	<i>Ortalama Hız (km/saat)</i>
1	56.3	0.994	497 , 169	E	26.2
2	143.7	1.120	770	F	15.0
3	158.0	1.124	497	F	14.3
4	18.8	0.218	353	C	36.3
5	22.2	0.206	252	C	37.9
6	97.6	1.030	114, 205	F	20.2
7	20.4	0.485	268 , 107	C	40.8

Çizelgelerden C=86 sn devre süresi için Topraklık Kavşağı'nda elde edilen sonuçların mevcut devre süresine göre daha avantajlı olduğu görülmektedir. Hizmet düzeyi açısından sonuçlar aynı olmakla beraber gecikme süreleri ve akımların ortalama hızı açısından sonuçlarda iyileşmeler gözlenmektedir.

Vilayet Önü Kavşağı'nda mevcut C=102 sn ve seçilen C=150 sn devre süreleri için SIDRA programına veriler girilerek Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.8'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 6.7.Vilayet Önü Kavşağı'nda Mevcut Devre Süresi için SIDRA(HCM) Sonuçları

			C=102 sn		
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doygunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>	<i>Ortalama Hız (km/saat)</i>
1	5.5	0.644	1594	B	45.8
2	299.7	1.234	451	F	8.4
3	318.2	1.253	668, 14	F	8.2
4	20.8	0.126	476	C	27.6
5	325.9	1.232	59, 135	F	4.6

Çizelge 6.8. Vilayet Önü Kavşağı'nda C=150 sn Devre Süresi için SIDRA(HCM) Sonuçları

			C=150 sn		
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doygunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>	<i>Ortalama Hız (km/saat)</i>
1	4.0	0.579	1773	A	46.9
2	114.1	1.050	530	F	17.0
3	114.8	1.069	783, 16	F	18.1
4	26.6	0.108	558	D	25.2
5	126.1	1.024	71, 162	F	10.1

Yapılan hesaplardan görüldüğü üzere Avustralya yöntemi ile oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir. Gecikme süreleri sonuçlarında görülen farklılıklar ise yaklaşım farklılığından kaynaklanmaktadır. Amerikan yönteminde gecikme iki terimle hesaplanmaktadır. Birinci terim üniform gecikmeyi, ikinci terim ise varışa bağlı gecikmeyi ifade etmektedir. Toplam gecikme bu iki terimin toplanmasıyla elde edilmektedir. Avustralya yönteminde ise kuyruğa ve akım oranı ile yeşil orana bağlı olarak gecikme hesabı yapılmaktadır. Gecikme hesabı için yöntemlerdeki temel mantık aynı olmakla beraber formülasyona dayalı küçük farklılıklar sözkonusudur. Dolayısıyla elde edilen sonuçlarda da farklılıklar gözlenmektedir.

Sonuç olarak Amerikan Yöntemi ile ele alınan Topraklık ve Vilayet Önü Kavşakları'nın mevcut durumunun yetersiz olduğu yinelenmiştir. Her iki kavşak için mutlaka önlemler alınması ve sinyalizasyonun daha verimli uygulanması gereği anlaşılmıştır. Topraklık ve Vilayet Önü kavşaklarında kapasitenin aşıldığı hesaplar sonucunda görülmektedir.  $v/C$  (hacim/kapasite) oranları 1.0'i aşmaktadır. Dolayısıyla kavşakların taşıyabileceği trafik yükü aşılmakta veya kavşaklar sınır değerlerde çalışmaktadır. Gecikme değerleri açısından sadece trafik hacmi düşük olan akım kollarında uygun sonuçlar alınmıştır. Dolayısıyla gecikme değeri ile doğrudan ilişkili olan kavşakların hizmet düzeyinin en kötü olarak kabul edilen F veya E değerlerine yakın olduğu gözlenmektedir. Kavşaklar ve trafik akımları için etkin çözümlerin gerçekleştirilmesi gereği anlaşılmaktadır.

### 6.3. İngiliz Yöntemi İçin Değerlendirme

İngiliz Yönteminde daha önceden detaylı olarak bahsedildiği üzere akımlar yerine fazlar gözönüne alınarak hesaplar yapılmaktadır. İngiliz Yöntemi için Basic programlama dili kullanılarak bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu program da, İngiliz Yöntemi'nin hesap adımlarına dayanarak bir programlama mantığı geliştirilmiştir. Bilgisayar programında öncelikle bir veri dosyası hazırlanmakta, kavşak ile ilgili bazı veriler bu dosyadan girilmekte, gerekli olan diğer veriler ise kullanım esnasında istenmektedir. Kullanım esnasında kullanıcıya ekranda kapasite, gecikme süresi ve doygunluk derecesi değerleri sonuç olarak verilmekte ve iterasyon yapma imkanı sağlanmaktadır. Sonuçlar ekrana yazdırıldığı gibi aynı zamanda kullanıcının isteğine bağlı olarak bir çıktı kütüğüne de yazdırılabilmektedir.

Hazırlanan bilgisayar programına Topraklık ve Vilayet Önü Kavşaklar'ı için gerekli veriler girilerek çözüm yaptırıldığında sonuçların gecikme süreleri açısından diğer yöntemlerdeki gibi kavşaklar için olumsuz olduğu görülmüştür. İngiliz Yöntemi ile hesap yapılırken fazlar gözönüne alınmakta olduğundan Topraklık ve Vilayet Önü Kavşakları fazlara göre değerlendirilmiştir. İngiliz Yöntemi'nin teorik yaklaşımının kullanıcı tarafından iyi bilinmesi bilgisayar programına veri girişinde avantajlar sağlayacaktır. Avustralya ve Amerikan Yöntemleri ile İngiliz Yöntemi arasında yaklaşım farklılığından dolayı sonuçlar bakımından bazı farklar ortaya çıkmaktadır. Fakat genel olarak çok büyük boyutta farklılıklar gözlenmemektedir.

Topraklık Kavşağı üç fazlı çalışmaktadır. Her faz için yaklaşım kolundaki akım ve doygun akım değerleri, yeşillerarası süre, sarı süre ve kayıp süre değerleri veri dosyasına girilmiştir. Diğer veriler ekrandan girilmiş ve devre süresi  $C=89$ sn seçilerek Çizelge 6.9.'daki sonuçlar bulunmuştur. İngiliz Yöntemi'ne göre hazırlanan bilgisayar programı ve Topraklık ve Vilayet Önü Kavşakları için girdi ve çıktı dosyaları eklerde verilmiştir.

Çizelge 6.9. Topraklık Kavşağı'nda C=89 sn Devre Süresi için Bilgisayar Programı

## Sonuçları

			C=89sn		
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doygunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Faz No</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>
1	25.85	0.84	1696	1	D
2	25.85	0.84	1696		D
3	41.30	0.84	727	3	E
4	41.30	0.84	727		E
5	54.15	0.84	460	2	E
6	54.15	0.84	460		E
7	41.30	0.84	727	3	E

Vilayet Önü Kavşağı dört fazlı olarak çalışmaktadır. Ancak bir faz sadece yayalar için ayrılmış olduğundan programda üç fazlı olarak ele alınmıştır. Üç faz tekrarlı olan akım sadece ikinci fazda ele alınmış, diğer fazlarda ayrı olarak programa girilmiştir. Hesap için akım değerleri, doygun akım değerleri, yeşillerarası süreler, sarı süre ve kayıp süre değerleri veri dosyasına girilmiş, bazı veriler ise ekrandan girilmiştir. Gerekli hesaplamalar ve iterasyonlar yapılarak devre süresi C=103 sn olarak seçilmiş ve Çizelge 6.10'daki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 6.10. Vilayet Önü Kavşağı'nda C=103 sn Devre Süresi için Bilgisayar Programı

## Sonuçları

			C=103sn		
<i>Akım No</i>	<i>Gecikme (sn)</i>	<i>Doygunluk Derecesi</i>	<i>Kapasite (araç/saat)</i>	<i>Faz No</i>	<i>Hizmet Düzeyi</i>
1	31.06	0.87	1110	2	D
2	31.06	0.87	1110		D
3	45.60	0.87	990	1	E
4	45.60	0.87	990		E
5	86.51	0.87	253	3	F

İngiliz Yöntemi'nin sonuçlar açısından diğer yöntemler ile kıyaslanması yaklaşım farklılığından dolayı uygun değildir. Çünkü Avustralya ve Amerikan Yöntemleri'nde akımlar ayrı ayrı ele alınarak detaylı olarak incelendiği halde, İngiliz Yöntemi'nde fazlar ve dolayısıyla fazdaki akımların toplam değerleri kullanılmaktadır. Bu bakımdan İngiliz Yöntemi'nde genel bir yaklaşım yapılmakta, Avustralya ve Amerikan Yöntemleri'nde ise daha detaylı ve özel bir yaklaşım izlenmektedir.

Sonuç olarak her iki kavşağın İngiliz Yöntemi ile yapılan sinyalizasyon hesaplarına göre hizmet düzeylerinin düşük olduğu ve verimsiz çalıştığı anlaşılmaktadır.



## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Trafik sorunu, ülkemizde ve bütün dünyadaki bir çok şehir için ilk sırada yeralan bir sorun olarak kendini göstermektedir. Trafikte sorunların ortaya çıkması sosyal ve ekonomik açıdan insan hayatına zararlı olmaktadır. Şehir içi trafiğinde görülen uzun taşıt kuyruklarının, ekonomik açıdan özelde şahıslara, genelde ülke ekonomisine olumsuz etkileri sözkonusudur. Diğer yönden, uzun taşıt kuyruklarında bekleyen insanlar psikolojik açıdan aşırı olarak gerilmekte ve saldırgan bir ruh haline bürünmektedirler. Dolayısıyla toplumsal açıdan çevrelerine zararlı olabilmektedirler. Bu bakımdan şehirlerde trafik problemlerinin çözümlenmesine öncelik verilmesi gerekmektedir.

Denizli’de yapılan çalışmada ele alınan Topraklık ve Vilayet Önü Kavşakları’nda, özellikle sabah ve akşam zirve saatlerde uzun taşıt kuyruklarının oluştuğu görülmüştür.

Topraklık Kavşağı’nda yerinde yapılan gecikme etüdüne ve bilgisayar programları yardımıyla hesaplanan gecikme değerlerine göre kavşağın yoğun olan kollarının F hizmet düzeyinde çalıştığı anlaşılmıştır. Aynı şekilde Vilayet Önü Kavşağı için zirve saatlerde yapılan gözlemlerde yoğun akım kollarının hizmet düzeyinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla incelenen kavşakların mevcut durumu ile yetersiz olduğu anlaşılmıştır.

Ayrıca yapılan kapasite hesapları sonucunda genel olarak kavşağın tam kapasitede, hatta kapasitesinin üzerinde çalıştığı tespit edilmiştir. Yoğunluğu az olan akım kolları dışında kavşağa gelebilecek fazla trafik hacminin karşılanamayacağı anlaşılmıştır. Sonuç olarak incelenen Topraklık ve Vilayet Önü Kavşakları’nın mevcut sinyalizasyonunun yetersiz olduğu anlaşılmıştır.

İncelenen kavşakların yeni devre süreleri ve yeni fazlara göre sinyalize edilmesi gereği anlaşılmıştır. Topraklık Kavşağı’nda mevcut  $C=110sn$ ’lik devre süresi için gecikme değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Yeni devre süresi olarak Avustralya Yöntemi’ne göre  $C=86sn$  önerilmiştir. Yeni devre süresi için, mevcut devre süresine oranla gecikme sürelerinde oldukça azalma meydana gelmiş fakat hizmet düzeyleri açısından büyük değişiklikler oluşmamıştır. Fakat önerilen devre süresi için kavşak yeniden sinyalize edilirse iyileşmeler gözleneceği tahmin edilmektedir. Aynı şekilde Vilayet Önü Kavşağı için yapılan hesaplarda Avustralya ve Amerikan Yöntemleri’ne göre, mevcut  $C=102 sn$ ’lik devre süresinin yetersiz olduğu anlaşılmış ve  $C=150sn$  yeni devre süresi önerilmiştir. Ancak performans açısından incelendiğinde gecikme sürelerinde iyileşmeler olduğu ancak hizmet düzeylerinin yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla incelenen her iki kavşak için

sinyalizasyonun yeniden düzenlenmesinin yanısıra geometrinin değiştirilmesi, trafik akımlarının yeniden düzenlenmesi, kapasitenin artırılması gibi daha etkin önlemlerin alınması gerekliliği ortaya konmuştur. Kapasiteyi artırmak için kavşaklar geometrik açıdan düzenlenmelidir. Özellikle sağ şeritte park yapılması kesinlikle yasaklanmalı ve yaptırımlar uygulanmalıdır. Park yasağı ile sağ şeridin kapasitesi artırılabilir. Mümkünse kavşağa gelen trafik akımlarının sayısı azaltılmalıdır. Trafikte talep olan hatlara kavşaklarda öncelikler tanınmalıdır.

Topraklık ve Vilayet Önü Kavşağı Denizli şehiriçi trafiği açısından ana arterler (hatlar) üzerinde yer alan yoğun kavşaklar olduğundan şehiriçi yolculuk sayısı en fazla olan kavşaklardır. Şehiriçi yolcu taşımacılığının büyük kısmı minibüs ve taksi-dolmuşlarla yapılmaktadır. Minibüs ve taksi-dolmuşlar trafiğin yoğunlaşmasına sebep olmakta, aynı zamanda durak yerine rastgele yolcuların bulunduğu yerlerde durakladıklarından trafiğin akışını kesmekte ve duraklama yaptıkları şeritlerin kapasitesini düşürmektedirler. Dolayısıyla şerit kapasitesinin artırılması ve trafiğin akıcılığının devamlılığının sağlanması açısından minibüs ve taksi-dolmuşların belirlenecek duraklar haricinde yolcu indirip-bindirmeleri yasaklanmalıdır.

Denizli'de incelenen kavşaklarda, sinyalizasyona uymayan yaya akımlarının trafiğin akıcılığını olumsuz etkileyen diğer bir faktör olduğu ortaya çıkmıştır. Gözlem yapılan Topraklık ve Vilayet Önü Kavşakları'nda yayaların sinyalizasyona uymadığı ve kendileri için ayrılan süreyi beklemek yerine kendi seçtikleri sürede geçiş yaptıkları, dolayısıyla hem trafiği kesintiye uğrattıkları, hem de can güvenliği açısından tehlikeye girdikleri gözlenmiştir. Taşıtların, uygunsuz geçiş yapan yayalar yüzünden durakladığı, bir sonraki faza kaldıkları ve geciktikleri görülmüştür. Kavşaklardaki gecikmeleri etkileyen ve kapasitenin düşmesine sebep olan uygunsuz yaya geçişlerinin düzenlenen fazda yapılması için önlemler alınmalıdır. Yaya geçitlerinin yakınına korkuluklar yapılarak yayaların sinyalizasyona uyması sağlanmalıdır. Bunun yanında geometrik açıdan mümkün olan kesimlere alt ve üst geçit yapılabilirse yaya faktörünün etkisi azalacağından devre süreleri ve dolayısıyla gecikme süreleri azalabilir.

Kavşaklarda trafik akımlarının gecikmesi ve kuyruk oluşumunun diğer bir sebebi ise yakın kavşaklarla koordinasyon yapılmamasıdır. İncelenen Topraklık Kavşağı, İstasyon caddesi geliş ve Halk Caddesi geliş yönlerinde bir önceki kavşaklarla koordine edilir ve yeşil dalga sağlanabilirse kuyrukların önüne geçilebilir. Yeşil dalga için taşıtların iki kavşak

arasında hareket etmeleri gereken hız belirlenerek, bu hız değeri çeşitli mesafelerde işaret levhaları ile belirtilmelidir.

Kapasitenin artırılması ve gecikmelerin minimize edilmesi için; düşük kapasiteli minibüs, taksi-dolmuş gibi taşıtlar yerine, yüksek kapasiteli otobüs v.b. gibi taşıtlar kullanılmalı, dolayısıyla taşıt sayısı azaltılarak kavşağın yoğunluğu düşürülmelidir.

Bahsedilen önlemlerin yanısıra iyi planlama yapılmalı, gelecekteki trafik değerlerinin tahmininde en uygun yaklaşımlar yapılmalıdır. Ayrıca periyodik inceleme ve etüdlerle şehir içi trafiğinin durumu tespit edilmeli, sorunlar sıklıkla etüd edilerek sürekli alternatif çözüm önerileri üretilmelidir.



**İ.C. TÜRKİYE GÖRÜŞMELERİ KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**



## 8. KAYNAKLAR

1. Akçelik, R., Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis. Australian Road Research Board Ltd., Research Report No.123, Fifth Reprint, Victoria, 1993
2. Akçelik, R., SIDRA 4.1 User Guide, Australian Road Research Board Ltd., Victoria, 1995
3. Akçelik, R. and Besley M., SIDRA User Guide Part 2-INPUT, Australian Road Research Board Ltd., Report No.WD TE91/012B, Victoria, 1992
4. Ayfer, M.Ö., Trafik Sinyalizasyonu, T.C. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 1977
5. Austroads, Guide To Traffic Engineering Practice Part 7-Traffic Signals, Sydney, 1993
6. Bulut, A., Trafik Işıklı İşaret Tesisleri, T.C. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 1985
7. Christensen, A., Use of a Computer and Vehicle Loop Detectors to Measure Queues and Delays at Signalized Intersections, Committee on Traffic Control Devices, 1994, S 34-53
8. Gal-Tzur A., Mahalel D. and N. Prashker J., Signal Design for Congested Networks Based on Metering, Transportation Research Board 1398, TRB, National Research Council, Washington D.C., 1993, S 111-118
9. Gedizlioğlu E., Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul
10. Kutlu, K., Trafik Tekniği, Üçüncü Baskı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1993
11. Kikuchi S., Chakroborty P. and Vukadinovic K., Lengths of Left-Turn Lanes at Signalized Intersections, Transportation Research Record 1385, TRB, National Research Council, 1992, Washington D.C., S 162-171
12. Miller B.S. and Little D.C.J., Evaluation and Improvement of Traffic Signal Settings by Simulation, Traffic Engineering, 1995, S 56-69
13. National Cooperative Highway Research Program Report 279: Intersection Channelization Design Guide, TRB, National Research Council, Washington D.C., 1985
14. Özdirim M., Trafik Mühendisliği, Cilt 1-2, T.C. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 1993

15. Road Research Group Report: Capacity of at-Grade Junctions, Paris, 1974
16. Special Report 209: Highway Capacity Manual, TRB, National Research Council, Washington D.C., 1985
17. Tarko A., Roupail N. and Akçelik R., Overflow Delay at a Signalized Intersection Approach Influenced by an Upstream Signal: An Analytical Investigation, Transportation Research Record 1398, TRB, National Research Council, Washington D.C.
18. Varlıorpak Ç., Trafik ders notları, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir
19. Webster F.V. and Cobbe B.M., Traffic Signals, First Edition, Her Majesty's Stationery Office, London , 1966



## 9.EKLER

### EK 1. İNGİLİZ YÖNTEMİ İÇİN BİLGİSAYAR PROGRAMI LİSTESİ

```
DECLARE SUB ARKA ()
```

```
CLS
```

```
FOR W = 1 TO 500
```

```
SCREEN 12, 0
```

```
LINE (1, 1)-(630, 1)
```

```
LOCATE 8, 24: COLOR 9: PRINT "İNGİLİZ YÖNTEMİ İLE SİNYALİZASYON"
```

```
LOCATE 10, 30: COLOR 9: PRINT "HESABI PROGRAMI"
```

```
LOCATE 12, 30: COLOR 9: PRINT "Y. Sazi MURAT"
```

```
LOCATE 14, 24: COLOR 9: PRINT "PAÜ. İnsaat Müh. Böl. DENİZLİ"
```

```
LOCATE 16, 30: COLOR 12: PRINT "COPYRIGHT 1996"
```

```
COLOR 15
```

```
LINE (1, 1)-(1, 440)
```

```
LINE (1, 440)-(630, 440)
```

```
LINE (630, 440)-(630, 1)
```

```
NEXT W
```

```
CLS
```

```
SCREEN 0
```

```
CALL ARKA
```

```
BEEP
```

```
FOR j = 1 TO 7000
```

```
LOCATE 10, 2: COLOR 14: PRINT "Bu program İngiliz Yöntemiyle sinyalizasyon hesabı yapmaktadır"
```

```
LOCATE 12, 2: COLOR 14: PRINT "Çözüm için verilerin bir kısmı önceden data dosyasından girilmekte"
```

```
LOCATE 14, 2: COLOR 14: PRINT "bazı veriler ise ekrandan girilmektedir. Sonuçlar ise hem ekrana"
```

```
LOCATE 16, 2: COLOR 14: PRINT "hem de çıktı kütüğüne yazdırılmaktadır."
```

```
NEXT j
```

```
CLS
```

```
SCREEN 0
```

```
CALL ARKA
```

```
BEEP
```

```
LOCATE 10, 22: PRINT "UZANTISI .DAT OLACAK ŞEKİLDE ÇALIŞTIRMAK İSTEDİĞİNİZ "
```

```
LOCATE 11, 22: PRINT "VERİ DOSYASININ ADINI GİRİNİZ": XPS
```

```
LOCATE 13, 22: INPUT XPS
```

```
OPEN XPS FOR INPUT AS #1
```

```
LOCATE 15, 22: PRINT "UZANTISI .OUT OLACAK ŞEKİLDE ÇIKTI KÜTÜĞÜ İSMİ GİRİNİZ": C$
```

```
LOCATE 16, 22: INPUT C$
```

```
OPEN C$ FOR OUTPUT AS #2
```

```
INPUT #1, A$, qK
INPUT #1, B$, qG
INPUT #1, C$, qD
INPUT #1, D$, qB
INPUT #1, e$, SK
INPUT #1, f$, SG
INPUT #1, g$, SD
INPUT #1, h$, SB
INPUT #1, C$, P
INPUT #1, j$, I1
INPUT #1, K$, I2
INPUT #1, I$, I3
INPUT #1, m$, sa1
INPUT #1, N$, sa2
INPUT #1, o$, sa3
INPUT #1, P$, kl1
INPUT #1, r$, kl2
INPUT #1, S$, kl3
```

OK = qK / SK: OG = qG / SG: OD = qD / SD: OB = qB / SB

```
CLS
CALL ARKA
BEEP
```

```
FOR h = 1 TO 8000
LOCATE 10, 12: COLOR 11: PRINT "AKIM ORANI DEGERLERI"
LOCATE 12, 12: COLOR 11: PRINT " KUZEY KOLU İÇİN =": USING "##.##": OK
LOCATE 14, 12: PRINT " GÜNEY KOLU İÇİN =": USING "##.##": OG
LOCATE 16, 12: PRINT " DOĞU KOLU İÇİN =": USING "##.##": OD
```

```
LOCATE 18, 12: PRINT " BATI KOLU İÇİN =": USING "##.##": OB
```

```
NEXT h
```

```
CLS
```

```
BEEP
COLOR 11: PRINT " SAYISINI GIRINIZ": INPUT N
```

```
PRINT "HER DAKI MAX AKIM ORANINI(q/S) SIRASIYLA SEÇEREK GIRINIZ": GOTO 9
```

```
7 K = 0: PRINT "KAVSAK KAPASITESININ ÜZERİNDE AKIM MEVCUTTUR"
```

```
8 PRINT "DOYGUN AKIM DEGERLERINI ARTIRARAK TEKRAR MAX AKIM ORANLARINI GIRINIZ"
```

```
9 PRINT " "
```

```

REDIM Y(N)
FOR I = 1 TO N
PRINT I: ". İÇİN": INPUT Y(I)
K = K + Y(I)
NEXT I
BEEP
PRINT "HER İÇİN YESİLLERARASI SÜRE,SARI SÜRE VE KAYIP SUREYI GIRINIZ"
FOR I = 1 TO N
PRINT I: ".FAZ İÇİN YESİLLERARASI SÜRE": INPUT I(I)
PRINT I: ".FAZ İÇİN SARI SÜRE": INPUT sa(I)
PRINT I: ".FAZ İÇİN KAYIP SÜRE": INPUT kl(I)
t = I(I) - sa(I) + t
kl = kl(I) + kl
NEXT I
PRINT "T=": t: PRINT "L=": kl
LS = t + kl
YTOP = K
PRINT "YTOP=": YTOP

IF YTOP > 1 THEN GOTO 7 ELSE GOTO 25

25 REM FAZ YESİL SÜRELERİNİN HESABI

CALL ARKA
BEEP
FOR f = 1 TO 5000
5 LOCATE 4, 25: COLOR 10: PRINT "DATA DOSYASI SONUÇLARI" AS = DATES: BS = TIMES
LOCATE 3, 62: PRINT AS$
LOCATE 4, 62: PRINT BS$

LOCATE 6, 2: COLOR 12: PRINT " İÇİN TOPLAM AKIM ORANI=": USING "##.##": YTOP

LOCATE 8, 2: COLOR 12: PRINT "KAVSAK İÇİN TOPLAM KAYIP SÜRE=", USING "##.## sn": LS

CO = (1.5 * LS + 5) / (1 - (YTOP))
IF CO > 400 THEN GOTO 7 ELSE

LOCATE 12, 2: COLOR 12: PRINT "OPTIMUM DEVRE SÜRESİ=": INT(CO): "sn"
CM = LS / (1 - (YTOP))
LOCATE 14, 2: COLOR 12: PRINT "MINIMUM DEVRE SÜRESİ=": INT(CM): "sn"

CS = CM + ((CO - CM) / 4)
GE = CS - LS

LOCATE 16, 2: COLOR 12: PRINT "SEÇİLEN DEVRE SÜRESİ=": INT(CS): "sn"
LOCATE 18, 2: COLOR 12: PRINT "DEVREDEKİ TOPLAM ETKİN YESİL SÜRE=": INT(GE): "sn"
LOCATE 22, 25: COLOR 23: PRINT "Lütfen bekleyiniz!"
NEXT f

```

```

A$ = DATES: B$ = TIMES
PRINT #2, "-----"
PRINT #2, "      "; XP$; " DOSYASI İÇİN ÇIKTI DEGERLERI "
PRINT #2, "-----"
PRINT #2, "
PRINT #2, "      TARIH:   "; A$
PRINT #2, "
PRINT #2, "      SAAT:   "; B$
PRINT #2, "-----"
PRINT #2, "
FOR I = 1 TO N
PRINT #2, I, ".FAZ İÇİN YESİLLERARASI SÜRE"; I(I); "sn"
PRINT #2, I, ".FAZ İÇİN SARI SÜRE"; sa(I); "sn"
PRINT #2, I, ".FAZ İÇİN KAYIP SÜRE"; kl(I); "sn"
PRINT #2, "
NEXT I

PRINT #2, "      HESAP SONUÇLARI      "
PRINT #2, "-----"

40 GOTO 70

50 CS = CS + ((CO - CS) / 2): GE = CS - LS: PRINT #2, " ITERASYON SONUÇLARI ": GOTO 80

70 CLS
80 LOCATE 2, 11: PRINT "ITERASYON YAPILIYOR"

CALL ARKA
BEEP

FOR I = 1 TO N
A$ = DATES: B$ = TIMES
LOCATE 2, 62: PRINT A$
LOCATE 3, 62: PRINT B$
LOCATE 4, 11: COLOR 4: PRINT " YESİL SÜRE VE GECİKME SÜRELERİNİN HESABI İÇİN "
LOCATE 5, 11: PRINT " MAX AKIM ORANLARINI SIRASINA GÖRE TEKRAR GIRINIZ "
LOCATE 7, 11: PRINT I; ".FAZ İÇİN MAX AKIM ORANI: "
LOCATE 8, 11: INPUT Y(I)
g(I) = (Y(I) / YTOP) * GE
IG = g(I) + kl(I)
LOCATE 9, 11: PRINT I; ".FAZ İÇİN YESİL SÜRE= "; USING "##.## sn"; IG
LOCATE 10, 11: PRINT " HER FAZ İÇİN AKIM DEGERLERİNİ q(araç/sn) CINSİNDEN "
LOCATE 11, 11: PRINT " SIRASINA GÖRE GIRINIZ "
LOCATE 12, 11: INPUT Q(I)

LOCATE 13, 11: PRINT " HER FAZ İÇİN DOYGUN AKIM DEGERLERİNİ q(araç/saat) CINSİNDEN "
LOCATE 14, 11: PRINT " SIRASINA GÖRE GIRINIZ "
LOCATE 15, 11: INPUT S(I)

V(I) = g(I) / CS
X(I) = Y(I) / V(I)

```

```

K(I) = (IG / CS) * S(I)
A(I) = (CS * (1 - V(I)) * (1 - V(I))) / (2 * (1 - V(I) * X(I))) B(I) = (X(I) * X(I)) / (2 * Q(I) * (1 - X(I)))
D(I) = .9 * (A(I) + B(I))
CLS

```

```

CALL ARKA
LOCATE 16, 11: PRINT I; ".FAZ İÇİN YESİL ORAN="; USING "###.##"; V(I)
LOCATE 17, 11: PRINT I; ".FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESİ="; USING "###.##"; X(I)
LOCATE 18, 11: PRINT I; ".FAZ İÇİN KAPASİTE="; USING "####.## araç/saat"; K(I)
LOCATE 19, 11: PRINT " A(I)="; A(I)
LOCATE 20, 11: PRINT " B(I)="; B(I)
LOCATE 21, 11: PRINT I; ".FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ="; USING "###.## sn"; D(I)
PRINT #2, "
PRINT #2, I; ".FAZ İÇİN YESİL SÜRE="; USING "###.## sn"; IG
PRINT #2, I; ".FAZ İÇİN YESİL ORAN="; USING "###.##"; V(I)
PRINT #2, I; ".FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESİ="; USING "###.##"; X(I)
PRINT #2, I; ".FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ="; USING "###.## sn"; D(I)
PRINT #2, I; ".FAZ İÇİN KAPASİTE="; USING "####.## araç/saat"; K(I)
PRINT #2, "
BEEP
NEXT I

```

```

PRINT "ITERASYON YAPTIRMAK İSTİYORMUSUNUZ (E/H) ?"; K1$: INPUT K1$

```

```

IF K1$ = "E" THEN GOTO 50 ELSE GOTO 110

```

```

CLS

```

```

110 PRINT "Sonuçları kütüğe kaydetmek istiyor musunuz (E/H) ? "; S1$: INPUT S1$
IF S1$ = "E" THEN GOTO 2000 ELSE GOTO 100000

```

```

2000 PRINT "

```

```

PRINT #2, "-----"

```

```

PRINT #2, " AKIM ORANI DEGERLERI "

```

```

PRINT #2, "-----"

```

```

PRINT #2, " KUZAY KOLU GÜNEY KOLU DOĞU KOLU BATI KOLU "

```

```

PRINT #2, " ----- "

```

```

PRINT #2, "Gelen Akim", USING "####.## " : qK; qG; qD; qB

```

```

PRINT #2, "

```

```

PRINT #2, "Doğun Akim", USING "####.## " : SK; SG; SD; SB

```

```

PRINT #2, "

```

```

PRINT #2, "Akim Oranı", USING "###.## " : OK; OG; OD; OB

```

```

PRINT #2, "

```

```

PRINT #2, "

```

```

PRINT #2, "TOPLAM MAKSİMUM AKIM ORANI="; USING "###.##"; YTOP

```

```

PRINT #2, "

```

```

PRINT #2, "KAYIP SÜRE="; USING "###.## sn"; LS

```

```

PRINT #2, "

```

```

PRINT #2, "OPTİMUM DEVRE SÜRESİ="; INT(CO); "sn"

```

```

PRINT #2, "

```

```

PRINT #2, "MİNİMUM DEVRE SÜRESİ="; INT(CM); "sn"

```

```

PRINT #2, "

```

```

PRINT #2, "SEÇİLEN DEVRE SÜRESİ="; INT(CS); "sn"

```

```
PRINT #2, "  
PRINT #2, "ETKİN YESİL SÜRE:"; INT(GE); "sn"  
PRINT #2, "
```

```
FOR I = 1 TO N  
KS = I(I) - sa(I) + kl(I)  
PRINT #2, I; ".FAZ İÇİN SONUÇ KAYIP SÜRE:"; KS; "sn"  
NEXT I
```

```
CLOSE  
100000 END
```

```
SUB ARKA  
COLOR 3  
FOR I = 1 TO 23  
FOR j = 1 TO 79  
LOCATE I, j: PRINT " _ "  
NEXT j  
NEXT I  
END SUB
```





## **EK.2. TOPRAKLIK KAVŞAĞI GİRDİ DOSYASI**

"Kuzey kolu gelen trafik hacmi:",	342
"Güney kolu gelen trafik hacmi:",	1373
"Doğu kolu gelen trafik hacmi:",	571
"Batı kolu gelen trafik hacmi:",	164
"Kuzey kolu için doymun akim değeri:",	2600
"Güney kolu için doymun akim değeri:",	3766
"Doğu kolu için doymun akim değeri:",	2671
"Batı kolu için doymun akim değeri:",	1300
"1. faz ile 2. faz arası yeşillerarası süre(sn)I1:",	5.00
"2. faz ile 3. faz arası yeşillerarası süre(sn)I2:",	5.00
"3. faz ile 1. faz arası yeşillerarası süre(sn)I3:",	5.00
"1. fazda sarı süre(sn)a1:",	2.00
"2. fazda sarı süre(sn)a2:",	2.00
"3. fazda sarı süre(sn)a3:",	2.00
"1. fazdaki kayıp süre I1:",	2.00
"2. fazdaki kayıp süre I2:",	2.00
"3. fazdaki kayıp süre I3:",	2.00



### **EK.3.VİLAYET ÖNÜ KAVŞAĞI GİRDİ DOSYASI**

"Kuzey kolu gelen trafik hacmi:",	807
"Güney kolu gelen trafik hacmi:",	924
"Doğu kolu gelen trafik hacmi:",	1
"Batı kolu gelen trafik hacmi:",	190
"Kuzey kolu için doygun akım değeri:",	3955
"Güney kolu için doygun akım değeri:",	2200
"Doğu kolu için doygun akım değeri:",	1
"Batı kolu için doygun akım değeri:",	1600
"1. faz ile 2. faz arası yeşillerarası süre(sn)I1:",	5.00
"2. faz ile 3. faz arası yeşillerarası süre(sn)I2:",	5.00
"3. faz ile 1. faz arası yeşillerarası süre(sn)I3:",	5.00
"1. fazda sarı süre(sn)sa1:",	2.00
"2. fazda sarı süre(sn)sa2:",	2.00
"3. fazda sarı süre(sn)sa3:",	2.00
"1. fazdaki kayıp süre kl1:",	2.00
"2. fazdaki kayıp süre kl2:",	2.00
"3. fazdaki kayıp süre kl3:",	2.00

#### **EK.4.TOPRAKLIK KAVŞAĞI ÇIKTI DOSYASI**

##### **topr2.dat DOSYASI İÇİN ÇIKTI DEĞERLERİ**

TARİH: 07-07-1996  
SAAT: 18:27:24

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİLLERARASI SÜRE 5 sn
- 1 .FAZ İÇİN SARI SÜRE 2 sn
- 1 .FAZ İÇİN KAYIP SÜRE 2 sn
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİLLERARASI SÜRE 5 sn
- 2 .FAZ İÇİN SARI SÜRE 2 sn
- 2 .FAZ İÇİN KAYIP SÜRE 2 sn
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİLLERARASI SÜRE 5 sn
- 3 .FAZ İÇİN SARI SÜRE 2 sn
- 3 .FAZ İÇİN KAYIP SÜRE 2 sn

##### **HESAP SONUÇLARI**

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 25.36 sn
- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.39
- 1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ: 0.93
- 1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 30.87 sn
- 1 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 1580.61 araç/saat
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 10.43 sn
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.14
- 2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ: 0.93
- 2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 82.83 sn
- 2 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 449.04 araç/saat
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 15.62 sn
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.23
- 3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ: 0.93
- 3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 56.31 sn
- 3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 690.78 araç/saat

## İTERASYON SONUÇLARI

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 33.39 sn
- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.41
- 1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.87
- 1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 25.45 sn
- 1 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 1653.80 araç/saat

- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 13.34 sn
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.15
- 2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.87
- 2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 56.62 sn
- 2 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 455.99 araç/saat

- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 20.31 sn
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.24
- 3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.87
- 3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 41.78 sn
- 3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 713.49 araç/saat

## İTERASYON SONUÇLARI

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 37.41 sn
- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.42
- 1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.85
- 1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 25.50 sn
- 1 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 1680.16 araç/saat

- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 14.79 sn
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.15
- 2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.85
- 2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 54.49 sn
- 2 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 458.50 araç/saat

- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 22.66 sn
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.25
- 3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.85
- 3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 41.08 sn
- 3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 721.67 araç/saat

## İTERASYON SONUÇLARI

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 39.42 sn
- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.43

1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ:0.84  
1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:25.71 sn  
1 .FAZ İÇİN KAPASİTE:1691.59 araç/saat

2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 15.51 sn  
2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.15  
2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ:0.84  
2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:54.18 sn  
2 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 459.58 araç/saat

3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 23.83 sn  
3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.25  
3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ:0.84  
3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:41.17 sn  
3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 725.21 araç/saat

#### İTERASYON SONUÇLARI

1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 40.42 sn  
1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.43  
1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ:0.84  
1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:25.85 sn  
1 .FAZ İÇİN KAPASİTE:1696.93 araç/saat

2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 15.88 sn  
2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.15  
2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ:0.84  
2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:54.15 sn  
2 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 460.09 araç/saat

3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 24.41 sn  
3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.25  
3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECEŚİ:0.84  
3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:41.30 sn  
3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 726.87 araç/saat

### AKIM ORANI DEĞERLERİ

	KUZEY KOLU	GÜNEY KOLU	DOĞU KOLU	BATI KOLU
Gelen Akim	342.00	1373.00	571.00	164.00
Doygun Akim	2600.00	3766.00	2671.00	1300.00
Akim Oranı	0.13	0.36	0.21	0.13

TOPLAM MAKSİMUM AKIM ORANI: 0.70

KAYIP SÜRE: 15.00 sn

OPTİMUM DEVRE SÜRESİ: 91 sn

MİNİMUM DEVRE SÜRESİ: 49 sn

SEÇİLEN DEVRE SÜRESİ: 89 sn

ETKİN YEŞİL SÜRE: 74 sn

1 .FAZ İÇİN SONUÇ KAYIP SÜRE: 5 sn

2 .FAZ İÇİN SONUÇ KAYIP SÜRE: 5 sn

3 .FAZ İÇİN SONUÇ KAYIP SÜRE: 5 sn

## EK.5.VİLAYET ÖNÜ KAVŞAĞI ÇIKTI DOSYASI

### VIL2.DAT DOSYASI İÇİN ÇIKTI DEĞERLERİ

TARİH: 07-07-1996  
SAAT: 15:44:58

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİLLERARASI SÜRE 5 sn
- 1 .FAZ İÇİN SARI SÜRE 2 sn
- 1 .FAZ İÇİN KAYIP SÜRE 2 sn
  
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİLLERARASI SÜRE 5 sn
- 2 .FAZ İÇİN SARI SÜRE 2 sn
- 2 .FAZ İÇİN KAYIP SÜRE 2 sn
  
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİLLERARASI SÜRE 5 sn
- 3 .FAZ İÇİN SARI SÜRE 2 sn
- 3 .FAZ İÇİN KAYIP SÜRE 2 sn

#### HESAP SONUÇLARI

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 16.79 sn
- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.21
- 1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECE: 0.94
- 1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 55.61 sn
- 1 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 952.38 araç/saat

- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 33.05 sn
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.45
- 2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECE: 0.94
- 2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 43.99 sn
- 2 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 1043.09 araç/saat

- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 10.87 sn
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.13
- 3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECE: 0.94
- 3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 159.31 sn
- 3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 249.53 araç/saat

#### İTERASYON SONUÇLARI

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 21.66 sn

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.22
- 1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.89
- 1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 44.62 sn
- 1 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 976.33 araç/saat

- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 43.29 sn
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.47
- 2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.89
- 2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 32.12 sn
- 2 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 1085.33 araç/saat

- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 13.80 sn
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.13
- 3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.89
- 3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 96.60 sn
- 3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 251.57 araç/saat

#### İTERASYON SONUÇLARI

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 24.10 sn
- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.23
- 1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.88
- 1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 44.81 sn
- 1 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 984.96 araç/saat

- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 48.40 sn
- 2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.48
- 2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.88
- 2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 31.18 sn
- 2 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 1100.55 araç/saat

- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 15.26 sn
- 3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.14
- 3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.88
- 3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 89.27 sn
- 3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 252.31 araç/saat

#### İTERASYON SONUÇLARI

- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 25.31 sn
- 1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.23
- 1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ: 0.87
- 1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ: 45.29 sn



1 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 988.69 araç/saat

2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 50.96 sn  
2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.48  
2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ:0.87  
2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:31.06 sn  
2 .FAZ İÇİN KAPASİTE:1107.14 araç/saat

3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 15.99 sn  
3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.14  
3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ:0.87  
3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:87.25 sn  
3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 252.63 araç/saat

#### İTERASYON SONUÇLARI

1 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 25.92 sn  
1 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.23  
1 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ:0.87  
1 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:45.60 sn  
1 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 990.44 araç/saat

2 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 52.24 sn  
2 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.49  
2 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ:0.87  
2 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:31.06 sn  
2 .FAZ İÇİN KAPASİTE:1110.22 araç/saat

3 .FAZ İÇİN YEŞİL SÜRE: 16.35 sn  
3 .FAZ İÇİN YEŞİL ORAN: 0.14  
3 .FAZ İÇİN DOYGUNLUK DERECESESİ:0.87  
3 .FAZ İÇİN GECİKME SÜRESİ:86.51 sn  
3 .FAZ İÇİN KAPASİTE: 252.78 araç/saat

### AKIM ORANI DEĞERLERİ

	KUZEY KOLU	GÜNEY KOLU	DOĞU KOLU	BATI KOLU
Gelen Akım	807.00	924.00	1.00	190.00
Doygun Akım	3955.00	2200.00	1.00	1600.00
Akım Oranı	0.20	0.42	1.00	0.12

TOPLAM MAKSİMUM AKIM ORANI: 0.74

KAYIP SÜRE: 15.00 sn

OPTİMUM DEVRE SÜRESİ: 105 sn

MINİMUM DEVRE SÜRESİ: 57 sn

SEÇİLEN DEVRE SÜRESİ: 103 sn

ETKİN YEŞİL SÜRE: 88 sn

1 .FAZ İÇİN SONUÇ KAYIP SÜRE: 5 sn

2 .FAZ İÇİN SONUÇ KAYIP SÜRE: 5 sn

3 .FAZ İÇİN SONUÇ KAYIP SÜRE: 5 sn

**EK.6.TOPRAKLIK VE VİLAYET ÖNÜ KAVŞAKLARI İÇİN SIDRA  
SONUÇLARI**

-----  
PAÜ.Müh.Fak.Insaat Müh. Böl. DENİZLİ  
SAZI MURAT Registered User No. 20100  
Time and Date of Analysis 10:55 PM, 8 Jul 1996

Ek.6.Topraklik Kavsagi  
Sinyalizasyon Hes.  
Intersection No.:

\* TOPR1 \*

Cycle Time = 86

RUN INFORMATION

\* Basic Parameters:

Intersection Type: Signalised - Fixed Time  
Driving on the right-hand side of the road  
Input data specified in Metric units  
User level: Advanced  
Default Values File No. 30  
Peak flow period (for performance): 30 minutes  
Unit time (for volumes): 60 minutes (Total Flow Period)  
Specified performance measure for "best" cycle time in variable run -  
Delay  
Delay definition: Stopped delay, SIDRA method  
Geometric delay not included  
Queue definition: Back of queue, 95th\_Percentile

\* No. of Main (Timing-Capacity) Iterations = 1

Comparison of last two iterations:

Difference in intersection degree of satn = .0 %  
Difference in total vehicle capacity = .0 %  
Largest difference in eff. green times = 0 secs  
(max. value for stopping = 0 secs)

\* If an "optimum" cycle time solution is adopted for "practical" application,  
ensure that vehicle-actuated settings reflect this solution in real life.

PARAMETERS  
 -----

Default values for some of the important general parameters:  
 (Default Values File: DEF30.SDF)

1. Basic saturation flow: 1950 tcu/h

This value applies to signalised intersections and priority and continuous movements at roundabouts and unsignalised intersections. Saturation flows (capacities) for all opposed movements at roundabouts and sign-controlled intersections are estimated from a gap-acceptance based model.

2. Through car equivalents for signalised intersections

	L E F T		T H R O U G H		R I G H T	
	LV	HV	LV	HV	LV	HV
Normal	1.050	1.800	1.000	1.650	1.050	1.800
Restricted	1.250	2.250			1.250	2.250

3. Opposed turn parameters (Signalised intersection)

	Crit. Gap	Fol.up Hdway	Deps at End	% Exit Flow Opposing
Left turns :	4.5	2.60	2.2	0
Right turns:	4.0	2.40	2.5	0

4. Cruise speed= 60 km/h, Approach Distance= 500 m

5. Queue space per vehicle in metres

Light vehicles: 6.0 Heavy vehicles: 12.0

Table S.0 - TRAFFIC FLOW DATA (Flows in veh/hour as used by the program)

Mov No.	Left		Through		Right		Flow Scale	Peak Flow Factor
	LV	HV	LV	HV	LV	HV		
South: Istasyon Cad. Gidis								
2	863	0	0	0	0	0	1.00	.90
1	0	0	494	0	168	0	1.00	.90
East: Halk Caddesi								
3	0	0	558	0	0	0	1.00	.90
4	0	0	0	0	77	0	1.00	.90
North: Istasyon Cad. Gelis								
5	52	0	0	0	0	0	1.00	.90
6	0	0	117	0	211	0	1.00	.90
West: Cumhuriyet Cad. (Kaleiçi)								
7	0	0	130	0	52	0	1.00	.90
PEDESTRIANS Flow (ped/hour)								
51		111					1.00	.90
53		389					1.00	.90
55		56					1.00	.90
57		111					1.00	.90

Based on unit time = 60 minutes.  
 Flow Scale and Peak Hour Factor effects included in flow values.

Table S.1 - MOVEMENT PHASE AND TIMING PARAMETERS

Mov No.	Mov Typ	P H A S E M A T R I X				Lost Tim		Req.Mov.Time		Eff. Grn	
		First Green		Second Green		1st Grn	2nd Grn	1st Grn	2nd Grn	1st Grn	2nd Grn
		Fr	To Op Pr	Fr	To Op Pr						
South: Istasyon Cad. Gidis											
2	L	*C	E			5		43.6		31	
1	TR	C	E			5		39.2		31	
East: Halk Caddesi											
3	T	*J	C			5		33.7		23	
4	R	J	C			5		23.0Min		23	
North: Istasyon Cad. Gelis											
5	L	E	J			5		22.0Min		17	
6	TR	*E	J			5		24.5		17	
West: Cumhuriyet Cad. (Kaleiçi)											
7	TR	J	C			5		23.0Min		23	

Pedestrians

51	(Ped)	J	C	15	23.0Min	13
53	(Ped)	E	J	14	22.0Min	8
55	(Ped)	J	C	12	23.0Min	16
57	(Ped)	E	J	11	22.0Min	11

Current Phase Sequence No.: 8

Input phase sequence: C E J

Output phase sequence: C E J



Cycle Time = 86

Table S.2 - MOVEMENT CAPACITY PARAMETERS

Mov No.	Arv Flow (veh /h)	Satn Flow		Flow Ratio		Total Cap. (veh /h)	Prac. Deg. Satn xp	Prac. Spare Cap. (%)	Lane Util (%)	Deg. Satn x
		1st Grn	2nd Grn	1st Grn	2nd Grn					
South: Istasyon Cad. Gidis										
2 L	863	2137		.404		770	.90	-20	100	1.120
1 TR	662	1848		.358		666	.90	-9	100	.994
East: Halk Caddesi										
3 T	558	1857		.300		497	.90	-20	100	1.124
4 R	77	1320		.058		353	.90	313	100	.218
North: Istasyon Cad. Gelis										
5 L	52	1276		.041		252	.90	337	100	.206
6 TR	328	1611		.204		318	.90	-13	100	1.030
West: Cumhuriyet Cad. (Kaleiçi)										
7 TR	182	1402		.130		375	.90	85	100	.485
Pedestrians										
51	111	20000		.006		3023	.90		100	.037
53	389	20000		.019		1860	.90		100	.209
55	56	20000		.003		3721	.90		100	.015
57	111	20000		.006		2558	.90		100	.043

Ek.6.Topraklik KavSagi  
 Sinyalizasyon Hes.  
 Intersection No.:

Cycle Time = 86

Table S.3 - INTERSECTION PARAMETERS

Crit Mov No.	App. & Turn	Green Period	Phases ----- Fr To	Adjusted Lost Time	Adjusted Flow Ratio	Required Grn Time Ratio	Required Movement Time
2	S_L		C E	5	.404	.449	43.6
6	N_TR		E J	5	.204	.226	24.5
3	E_T		J C	5	.300	.334	33.7
Total:				15	.908	1.009	101.8

Cycle Time:

Minimum 56      Maximum 150      Practical \*\*\*\*      Chosen 86

(Variable cycle times: Program-determined)

Degree of Saturation (Highest) = 1.124  
 Practical Spare Capacity (Lowest) = -20 %  
 Total Vehicle Flow = 2722  
 Total Vehicle Capacity (all lanes) = 3232

\*\*\*\* Y and U values are too large \*\*\*\*

Table S.4 - PHASE INFORMATION

Phase No.	Change Time	Green Start	Displayed Green	Grn+Intgrn Secs	Prop.
C	0	5	31	36	.419
E	36	41	17	22	.256
J	58	63	23	28	.326

Current Phase Sequence No.: 8  
 Input phase sequence: C E J  
 Output phase sequence: C E J



Table S.7 - LANE PERFORMANCE

Lane No.	Mov No.	Effective Red and Green Times (sec)				Arv Flow (veh /h)	Cap (veh /h)	Deg. Satn x	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	Q u e u e		Shrt Lane (m)
		R1	G1	R2	G2						95% Back (vehs)	(m)	
South: Istasyon Cad. Gidis													
1 L	2	55	31	0	0	863	770	1.120	131.1	1.87	65.7	394	
2 TR	1	55	31	0	0	662	666	.994	45.1	1.11	32.8	197	
East: Halk Caddesi													
1 T	3	63	23	0	0	558	497	1.124	137.7	1.78	45.4	272	
2 R	4	63	23	0	0	77	353	.218	24.0	.79	3.2	19	
North: Istasyon Cad. Gelis													
1 L	5	69	17	0	0	52	252	.206	28.3	.81	2.3	14	
2 TR	6	69	17	0	0	328	318	1.030	89.4	1.26	23.1	139	
West: Cumhuriyet Cad. (Kaleiçi)													
1 TR	7	63	23	0	0	182	375	.485	23.2	.77	7.7	46	





Cycle Time = 86

Table S.10 - MOVEMENT CAPACITY AND PERFORMANCE SUMMARY

Mov No.	Mov Typ	Arv Flow (veh/h)	Total Cap. (veh/h)	Lane Util (%)	Deg. Satn x	Eff. Grn		Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	95% Back of Queue (veh)	Perf. Index
						1st Grn	2nd Grn				
South: Istasyon Cad. Gidis											
2	L	863	770	100	1.120	31*		131.1	1.87	65.7	106.65
1	TR	662	666	100	.994	31		45.1	1.11	32.8	48.45
East: Halk Caddesi											
3	T	558	497	100	1.124*	23*		137.7	1.78	45.4	70.48
4	R	77	353	100	.218	23		24.0	.79	3.2	4.07
North: Istasyon Cad. Gelis											
5	L	52	252	100	.206	17		28.3	.81	2.3	2.65
6	TR	328	318	100	1.030	17*		89.4	1.26	23.1	30.34
West: Cumhuriyet Cad. (Kaleiçi)											
7	TR	182	375	100	.485	23		23.2	.77	7.7	9.00
Pedestrians											
51	(Ped)	111	3023	100	.037	13		31.0	.85	2.3	4.25
53	(Ped)	389	1860	100	.209	8		35.4	.91	8.4	15.51
55	(Ped)	56	3721	100	.015	16		28.5	.81	1.1	2.10
57	(Ped)	111	2558	100	.043	11		32.7	.87	2.3	4.32

\* Maximum degree of saturation, or critical green periods

Table S.15 - CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE (HCM STYLE)

Mov No.	Mov Typ	Green Time Ratio (g/C)		Total Flow (veh /h)	Total Cap. (veh /h)	Deg. of Satn (v/c)	Prog./ Contrl Factor	Aver. Delay (sec)	LOS
		1st grn	2nd grn						
South: Istasyon Cad. Gidis									
2	L	.360*		863	770	1.120	1.00	131.1	F
1	TR	.360		662	666	.994	1.00	45.1	E
				1525	1436	1.120		93.8	F
East: Halk Caddesi									
3	T	.267*		558	497	1.124*	1.00	137.7	F
4	R	.267		77	353	.218	1.00	24.0	C
				635	850	1.124		123.9	F
North: Istasyon Cad. Gelis									
5	L	.198		52	252	.206	1.00	28.3	C
6	TR	.198*		328	318	1.030	1.00	89.4	F
				380	571	1.030		81.0	F
West: Cumhuriyet Cad. (Kaleiçi)									
7	TR	.267		182	375	.485	1.00	23.2	C
				182	375	.485		23.2	C
Pedestrians									
51	(Ped)	.151		111	3023	.037	1.00	31.0	C
53	(Ped)	.093		389	1860	.209	1.00	35.4	D
55	(Ped)	.186		56	3721	.015	1.00	28.5	C
57	(Ped)	.128		111	2558	.043	1.00	32.7	D
				667	11163	.209		33.6	D
ALL VEHICLES:				2722	3232	1.124		94.3	F
INTERSECTION:				3389	3232	1.124		82.4	F

Level of Service calculations are based on delay and v/c ratio.  
 Intersection capacity is calculated considering vehicle movements only.  
 \* Maximum v/c ratio, or critical green periods

Table S.21 - VARIABLE CYCLE TIME RESULTS

Performance Measure	Smallest Value	Cycle Time
Degree of Satn	1.124	86
Average Delay	82.4	86
Stop Rate	1.35	86
Max. Queue for Any Movement	65.7	86
Perf. Index	297.8	86
Fuel Rate	151.7	86
Performance Measure	Largest Value	Cycle Time
Total Vehicle Cap.	3232	86
Prac. Spare Cap.	-20	86

If an "optimum" cycle time solution is adopted for "practical" application, ensure that vehicle-actuated settings reflect this solution in real life.

Ek.6.Topraklik Kavşagi

\* TOPR1 \*

Sinyalizasyon Hes.

Intersection No.:

Cycle Time = 86

Table D.2 - LANE STOPS

Lane No.	Mov No.	Deg. Satn x	-- Effective Stop Rate --				Prop. Queued pq	Queue Move-up Rate hqm	
			he1	he2	Geom. hg	Overall h			
South: Istasyon Cad. Gidis									
1	L	2	1.120	.83	1.04	.00	1.87	1.000	1.23
2	TR	1	.994	.83	.27	.00	1.11	1.000	.34
East: Halk Caddesi									
1	T	3	1.124	.84	.94	.00	1.78	1.000	1.32
2	R	4	.218	.66	.00	.13	.79	.799	.00
North: Istasyon Cad. Gelis									
1	L	5	.206	.71	.00	.10	.81	.850	.00
2	TR	6	1.030	.86	.40	.00	1.26	1.000	.79
West: Cumhuriyet Cad. (Kaleiçi)									
1	TR	7	.485	.73	.00	.04	.77	.872	.00

Table D.3 - LANE QUEUES

Lane No.	Mov No.	Deg. Satn x	Ovrfl. Queue No	Average			Percentile			
				Nb1	Nb2	Nb	90%	95%	98%	
South: Istasyon Cad. Gidis										
1	L	2	1.120	24.9	21.4	24.9	46.3	60.9	65.7	70.4
2	TR	1	.994	4.7	16.4	4.7	21.1	29.5	32.8	35.7
East: Halk Caddesi										
1	T	3	1.124	17.2	13.7	17.2	30.9	41.6	45.4	48.8
2	R	4	.218	.0	1.4	.0	1.4	2.5	3.2	3.8
North: Istasyon Cad. Gelis										
1	L	5	.206	.0	1.0	.0	1.0	1.8	2.3	2.8
2	TR	6	1.030	5.7	8.0	5.7	13.7	20.2	23.1	25.7
West: Cumhuriyet Cad.(Kaleiçi)										
1	TR	7	.485	.0	3.7	.0	3.7	6.2	7.7	9.0

Values printed in this table are back of queue.



Table D.4 - MOVEMENT SPEEDS (km/h)

Mov No.	App. Speeds		Exit Speeds		Queue Move-up		Av. Section Spd	
	Cruise	Negn	Negn	Cruise	1st Grn	2nd Grn	Running	Overall
South: Istasyon Cad. Gidis								
2	50.0	19.0	19.0	60.0	40.8		38.9	17.5
1	50.0	49.4	49.4	57.5	37.9		43.2	29.2
East: Halk Caddesi								
3	50.0	50.0	60.0	60.0	32.7		39.7	17.0
4	50.0	18.0	18.0	60.0			44.3	35.3
North: Istasyon Cad. Gelis								
5	60.0	18.0	18.0	50.0			49.7	36.8
6	60.0	29.4	29.4	56.4	26.2		45.9	22.9
West: Cumhuriyet Cad. (Kaleiçi)								
7	60.0	40.8	40.8	50.0			51.2	39.4

Table V.21 - INTERSECTION SUMMARY FOR VARIABLE CYCLE TIME

Cycle Time (sec)	Total Veh. Cap.	Intersn Deg. of Satn	Prac. Spare Cap.	Aver. Delay (sec)	Stop Rate	Longest Queue (veh)	Perf. Index	FUEL Tot. (L/h)
65	2943	1.750	-49	282.8	2.55	153.0	606.4	825.8
70	3017	1.413	-36	174.5	2.12	114.1	455.1	651.5
75	3082	1.252	-28	118.6	1.71	81.1	361.4	545.7
80	3161	1.197	-25	102.9	1.57	79.8	335.1	515.0
85	3223	1.144	-21	86.5	1.40	70.6	305.8	479.6
86	3232	1.124	-20	82.4	1.35	65.7	297.8	469.8

--- End of SIDRA Output ---



PAÜ.Müh.Fak.Insaat Müh. Böl. DENİZLİ  
SAZI MURAT Registered User No. 20100  
Time and Date of Analysis 6:44 PM, 8 Jul 1996

Ek.6.Vilayet Önü Kavsagı  
çözümleri  
Intersection No.:

\* VIL2 \*

Cycle Time = 150

RUN INFORMATION

\* Basic Parameters:

Intersection Type: Signalised - Fixed Time

Driving on the right-hand side of the road

Input data specified in Metric units

User level: Advanced

Default Values File No. 30

Peak flow period (for performance): 30 minutes

Unit time (for volumes): 60 minutes (Total Flow Period)

Specified performance measure for "best" cycle time in variable run -  
Delay

Delay definition: Stopped delay, SIDRA method

Geometric delay not included

Queue definition: Back of queue, 95th\_Percentile

\* No. of Main (Timing-Capacity) Iterations = 1

Comparison of last two iterations:

Difference in intersection degree of satn = .0 %

Difference in total vehicle capacity = .0 %

Largest difference in eff. green times = 0 secs

(max. value for stopping = 0 secs)

\* If an "optimum" cycle time solution is adopted for "practical" application,  
ensure that vehicle-actuated settings reflect this solution in real life.

PARAMETERS

-----

Default values for some of the important general parameters:  
 (Default Values File: DEF30.SDF)

1. Basic saturation flow: 1950 tcu/h

This value applies to signalised intersections and priority and continuous movements at roundabouts and unsignalised intersections. Saturation flows (capacities) for all opposed movements at roundabouts and sign-controlled intersections are estimated from a gap-acceptance based model.

2. Through car equivalents for signalised intersections

	L E F T		T H R O U G H		R I G H T	
	LV	HV	LV	HV	LV	HV
Normal	1.050	1.800	1.000	1.650	1.050	1.800
Restricted	1.250	2.250			1.250	2.250

3. Opposed turn parameters (Signalised intersection)

	Crit. Gap	Fol.up Hdway	Deps at End	% Exit Flow Opposing
Left turns :	4.5	2.60	2.2	0
Right turns:	4.0	2.40	2.5	0

4. Cruise speed= 60 km/h, Approach Distance= 500 m

5. Queue space per vehicle in metres

Light vehicles: 6.0 Heavy vehicles: 12.0

Intersection No.:

Cycle Time = 150

Table S.0 - TRAFFIC FLOW DATA (Flows in veh/hour as used by the program)

Mov No.	Left		Through		Right		Flow Scale	Peak Flow Factor
	LV	HV	LV	HV	LV	HV		
South: Delikliçinar Gelis								
2	557	0	0	0	0	0	1.00	.90
1	0	0	1027	0	0	0	1.00	.90
North: Ulucami Gelis								
3	17	0	837	0	0	0	1.00	.90
4	0	0	0	0	60	0	1.00	.90
West: Saltak gelis								
5	73	0	0	0	166	0	1.00	.90
PEDESTRIANS Flow (ped/hour)								
51		444					1.00	.90
55		444					1.00	.90
57		333					1.00	.90

Based on unit time = 60 minutes.

Flow Scale and Peak Hour Factor effects included in flow values.

Table S.1 - MOVEMENT PHASE AND TIMING PARAMETERS

Mov No.	Mov Typ	P H A S E				M A T R I X				Lost Tim		Req. Mov. Time		Eff. Grn	
		First Fr	To Op	Pr	Gr	Second Fr	To Op	Pr	Gr	1st Grn	2nd Grn	1st Grn	2nd Grn	1st Grn	2nd Grn
South: Delikliçinar Gelis															
2	L	*M	N							5		49.4			38
1	T	K	N							5		82.9			121
North: Ulucami Gelis															
3	LT	*L	M							5		64.4			50
4	R	L	M							5		13.0Min			50
West: Saltak gelis															
5	LR	*K	L							5		31.2			23
Pedestrians															
51	(Ped)	*N	K							13		24.0Min			11
55	(Ped)	N	K							16		24.0Min			8
57	(Ped)	N	K							6		24.0Min			18

Current Phase Sequence No.: 8

Input phase sequence: K L M N

Output phase sequence: K L M N

Ek 6-19

ARRB SIDRA 4.13 - Time and Date of Analysis 6:44 PM, 8 Jul 1996  
 Ek.6.Vilayet Önü Kavsağı \* VIL2 \*  
 çözümleri  
 Intersection No.:  
 Cycle Time = 150

Table S.2 - MOVEMENT CAPACITY PARAMETERS

Mov No.	Arv Flow (veh/h)	Satn Flow 1st Grn	Satn Flow 2nd Grn	Flow Ratio 1st Grn	Flow Ratio 2nd Grn	Total Cap. (veh/h)	Prac. Deg. xp	Prac. Spare Cap. (%)	Lane Util (%)	Deg. Satn x
South: Delikliçinar Gelis										
2 L	557	2093		.266		530	.90	-14	100	1.050
1 T	1027	2198		.467		1773	.90	55	100	.579
North: Ulucami Gelis										
3 LT	854	2397		.356		799	.90	-16	100	1.069
4 R	60	1673		.036		558	.90	737	100	.108
West: Saltak gelis										
5 LR	239	1522		.157		233	.90	-12	100	1.024
Pedestrians										
51	444	20000		.022		1467	.90		100	.303
55	444	20000		.022		1067	.90		100	.416
57	333	20000		.017		2400	.90		100	.139

çözümleri

Intersection No.:

Cycle Time = 150

Table S.3 - INTERSECTION PARAMETERS

Crit Mov No.	App. & Turn	Green Period	Phases		Adjusted Lost Time	Adjusted Flow Ratio	Required Grn Time Ratio	Required Movement Time
			Fr	To				
5	W_LR		K	L	5	.157	.174	31.2
3	N_LT		L	M	5	.356	.396	64.4
2	S_L		M	N	5	.266	.296	49.4
51.	5_Ped		N	K	24	-	-	24.0Min
Total:					39	.779	.866	168.9

- Flow ratio not used for cycle time calculations and the adjusted lost time equals the required movement time (=Min or Max as shown in Table S.1)

Cycle Time:

Minimum	Maximum	Practical	Chosen
61	220	220	150

(Variable cycle times: Program-determined)

Degree of Saturation (Highest)	=	1.069
Practical Spare Capacity (Lowest)	=	-16 %
Total Vehicle Flow	=	2737
Total Vehicle Capacity (all lanes)	=	3893

Table S.4 - PHASE INFORMATION

Phase No.	Change Time	Green Start	Displayed Green	Grn+Intgrn Secs	Prop.
K	0	5	23	28	.187
L	28	33	50	55	.367
M	83	88	38	43	.287
N	126	131	19	24	.160

Current Phase Sequence No.: 8

Input phase sequence: K L M N

Output phase sequence: K L M N

ARRB SIDRA 4.13 - Time and Date of Analysis 6:44 PM, 8 Jul 1996  
 Ek.6.Vilayet Önü Kavsagi \* VIL2 \*  
 çözümleri  
 Intersection No.:  
 Cycle Time = 150

Table S.7 - LANE PERFORMANCE

Lane No.	Mov No.	Effective Red and Green Times (sec)				Arv Flow (veh /h)	Cap (veh /h)	Deg. Satn x	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	Q u e u e		Shr Lan (m)
		R1	G1	R2	G2						95% Back (vehs)	(m)	
South: Delikliçinar Gelis													
1	L	2	112	38	0	0	557	530	1.050	117.6	1.18	48.2	289
2	T	1	29	121	0	0	1027	1773	.579	1.1	.42	26.7	160
North: Ulucami Gelis													
1	LT	3	100	50	0	0	854	799	1.069	114.9	1.21	74.2	445
2	R	4	100	50	0	0	60	558	.108	36.5	.73	3.8	23
West: Saltak gelis													
1	LR	5	127	23	0	0	239	233	1.024	130.0	1.15	24.1	145





Mov. 51  
 I I I I I  
 .....GGGG.....  
 132 143

Mov. 55  
 I I I I I  
 .....GG.....  
 132 140

Mov. 57  
 I I I I I  
 .....GGGGGGGG  
 132

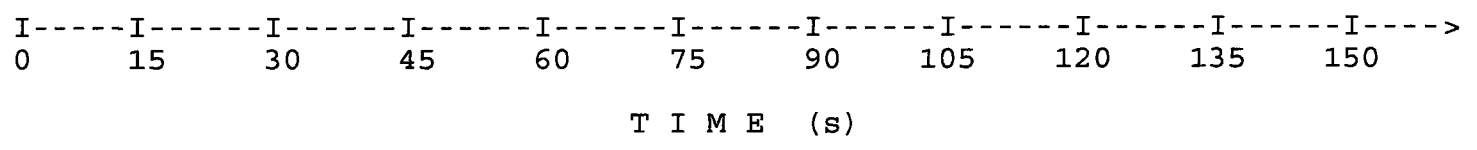


Table S.10 - MOVEMENT CAPACITY AND PERFORMANCE SUMMARY

Mov No.	Mov Typ	Arv Flow (veh /h)	Total Cap. (veh /h)	Lane Util (%)	Deg. Satn x	Eff. Grn 1st Grn	Eff. Grn 2nd Grn	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	95% Back of Queue (veh)	Perf. Index
South: Delikliçinar Gelis											
2	L	557	530	100	1.050	38*		117.6	1.18	48.2	67.25
1	T	1027	1773	100	.579	121		1.1	.42	26.7	41.61
North: Ulucami Gelis											
3	LT	854	799	100	1.069*	50*		114.9	1.21	74.2	101.14
4	R	60	558	100	.108	50		36.5	.73	3.8	3.33
West: Saltak gelis											
5	L,R	239	233	100	1.024	23*		130.0	1.15	24.1	27.52
Pedestrians											
51	(Ped)	444	1467	100	.303	11*		64.4	.93	17.1	21.33
55	(Ped)	444	1067	100	.416	8		67.2	.95	17.5	21.72
57	(Ped)	333	2400	100	.139	18		58.1	.88	12.2	15.33

\* Maximum degree of saturation, or critical green periods

Intersection No.:

Cycle Time = 150

Table S.15 - CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE (HCM STYLE)

Mov No.	Mov Typ	Green Time Ratio (g/C)		Total Flow (veh /h)	Total Cap. (veh /h)	Deg. of Satn (v/c)	Prog./ Contrl Factor	Aver. Delay (sec)	LOS
		1st grn	2nd grn						
South: Delikliçinar Gelis									
2	L	.253*		557	530	1.050	1.00	117.6	F
1	T	.807		1027	1773	.579	1.00	1.1	A
				1584	2303	1.050		42.1	F
North: Ulucami Gelis									
3	LT	.333*		854	799	1.069*	1.00	114.9	F
4	R	.333		60	558	.108	1.00	36.5	D
				914	1357	1.069		109.8	F
West: Saltak gelis									
5	LR	.153*		239	233	1.024	1.00	130.0	F
				239	233	1.024		130.0	F
Pedestrians									
51	(Ped)	.073*		444	1467	.303	1.00	64.4	E
55	(Ped)	.053		444	1067	.416	1.00	67.2	E
57	(Ped)	.120		333	2400	.139	1.00	58.1	E
				1221	4933	.416		63.7	E
ALL VEHICLES:				2737	3893	1.069		72.4	F
INTERSECTION:				3958	3893	1.069		69.7	F

Level of Service calculations are based on delay and v/c ratio.

Intersection capacity is calculated considering vehicle movements only.

\* Maximum v/c ratio, or critical green periods

Table S.21 - VARIABLE CYCLE TIME RESULTS

Performance Measure	Smallest Value	Cycle Time
Degree of Satn	1.069	150
Average Delay	69.7	150
Stop Rate	.90	150
Max. Queue for Any Movement	74.2	150
Perf. Index	299.2	150
Fuel Rate	125.6	150

Performance Measure	Largest Value	Cycle Time
Total Vehicle Cap.	3893	150
Prac. Spare Cap.	-16	150

If an "optimum" cycle time solution is adopted for "practical" application, ensure that vehicle-actuated settings reflect this solution in real life.

ARRB ŞİDRA 4.13 - Time and Date of Analysis 6:44 PM, 8 Jul 1996  
 Ek.6.Vilayet Önü Kavsagı \* VIL2 \*  
 çözümleri  
 Intersection No.:

Cycle Time = 150

Table D.2 - LANE STOPS

Lane No.	Mov No.	Deg. Satn x	Effective Stop Rate		Geom. Overall hg	Overall h	Prop. Queued pq	Queue	
			he1	he2				Move-up Rate hqm	
South: Delikliçinar Gelis									
1	L	2	1.050	.80	.38	.00	1.18	1.000	.42
2	T	1	.579	.42	.00	.00	.42	.564	.00
North: Ulucami Gelis									
1	LT	3	1.069	.79	.42	.00	1.21	1.000	.45
2	R	4	.108	.57	.00	.17	.73	.752	.00
West: Saltak gelis									
1	LR	5	1.024	.84	.31	.00	1.15	1.000	.47

ARRB SIDRA 4.13 - Time and Date of Analysis  
Ek.6.Vilayet Önü Kavsağı  
çözümleri  
Intersection No.:

6:44 PM, 8 Jul 1996

\* VIL2 \*

Cycle Time = 150

Table D.3 - LANE QUEUES

Lane No.	Mov No.	Deg. Satn x	Ovrfl. Queue No	Average			Percentile			
				Nb1	Nb2	Nb	90%	95%	98%	
South: Delikliçinar Gelis										
1	L	2	1.050	9.1	23.9	9.1	33.0	44.3	48.2	51.7
2	T	1	.579	.0	16.4	.0	16.4	23.6	26.7	29.4
North: Ulucami Gelis										
1	LT	3	1.069	15.6	37.0	15.6	52.6	68.8	74.2	79.4
2	R	4	.108	.0	1.7	.0	1.7	3.0	3.8	4.5
West: Saltak gelis										
1	LR	5	1.024	4.3	10.1	4.3	14.5	21.2	24.1	26.7

Values printed in this table are back of queue.

Table D.4 - MOVEMENT SPEEDS (km/h)

Mov No.	App. Speeds		Exit Speeds		Queue Move-up		Av. Section Spd	
	Cruise	Negn	Negn	Cruise	1st Grn	2nd Grn	Running	Overall
South: Delikliçinar Gelis								
2	50.0	23.9	23.9	50.0	44.7		41.6	18.7
1	50.0	50.0	50.0	50.0			46.9	46.3
North: Ulucami Gelis								
3	60.0	49.4	49.4	50.0	54.8		47.9	20.0
4	50.0	18.0	18.0	50.0			39.1	23.8
West: Saltak gelis								
5	50.0	17.0	17.0	50.0	29.6		36.0	11.5
5	50.0	17.0	17.0	50.0	29.6		36.0	11.5



Table V.21 - INTERSECTION SUMMARY FOR VARIABLE CYCLE TIME

Cycle Time (sec)	Total Veh. Cap.	Intersn Deg. of Satn	Prac. Spare Cap.	Aver. Delay (sec)	Stop Rate	Longest Queue (veh)	Perf. Index	FUEL Tot. (L/h)
70	2561	1.832	-51	286.9	2.05	156.0	675.4	816.4
80	2886	1.570	-43	204.5	1.76	128.2	546.3	662.7
90	3111	1.409	-36	161.1	1.56	116.7	473.0	576.9
100	3322	1.309	-31	127.2	1.36	100.0	411.7	504.6
110	3467	1.225	-27	108.9	1.24	94.4	377.3	463.4
120	3613	1.178	-24	92.0	1.11	83.7	343.9	421.9
130	3713	1.130	-20	83.2	1.03	81.5	326.5	398.9
140	3816	1.096	-18	75.0	.96	74.5	309.9	375.4
150	3893	1.069	-16	69.7	.90	74.2	299.2	358.9

--- End of SIDRA Output ---

ULUSLARARASI YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İngiliz Yöntemi Bilgisayar Programı için Akış Diyagramı

