

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Karşak Kap, Sin. Etik, Aras.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bülent Turan

1992

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot : R 150
: 252
Alındığı Yer : Y.T.Ü
Tarih : 29.8.1995
Fatura : -
Fiyatı : 30.000 TL,
Ayniyat No : 1-16
Kayıt No : 51552
UDC :
Ek :

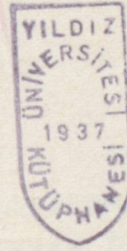
Y.T.Ü.

KÜTÜPHANE DOK. DAL. BAŞKANLIĞI

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KAVŞAK KAPASİTELERİNE SİNYALİZASYONUN
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI



YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞ. MOH. BÜLENT TURAN

İSTANBUL 1991

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında bilgi ve deneyim-
lerinden yararlandığım Sayın Prof.Dr. Ergun GEDİZLIOGLU ile
Çalışmalarım süresince yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm
Sayın Prof.Dr. Aydın EREL ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Mustafa ILICA-
LI'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

| | <u>SAYFA</u> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ŞEKİL LİSTESİ | I |
| TABLO LİSTESİ | II |
| ÖZET | V |
| SUMMARY | VI |
| BÖLÜM I - GİRİŞ | 1 |
| 1.1.- Çalışmanın Amacı ve Kapsamı | 2 |
| BÖLÜM II - DENETİM BİÇİMLERİNE GÖRE KAVŞAK TÜRLERİ | 3 |
| 2.1.- Denetimsiz Eşdüzey kavşaklar | 3 |
| 2.1.1. Denetimsiz eşdüzey kavşaklarda kapasite ve gecikme | 3 |
| 2.2.- Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar | 11 |
| 2.2.1. Sinyalizasyon hesap yöntemleri | 12 |
| 2.2.1.1. İngiliz Yöntemi | 18 |
| 2.2.1.2. Avustralya Yöntemi | 27 |
| 2.2.1.3. Yeni Amerikan Yöntemi | 39 |
| 2.2.1.4. İsveç Yöntemi | 55 |
| 2.3.- Yuvarlakada Eşdüzey Kavşaklar | 67 |
| 2.3.1. Yuvarlakada eşdüzey kavşaklarda kapasite ve gecikme | 64 |
| BÖLÜM III - KAVŞAK DENETİM BİÇİMLERİNİN KAVŞAK KAPASİTESİNE OLAN ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI | 67 |
| 3.1.- Kavşağın Denetimsiz veya Sinyalize Olması Durumunda Kapasite | 67 |
| 3.2.- Kavşağın Yuvarlakadalı veya Sinyalize Olması Durumunda Kapasite | 74 |
| BÖLÜM IV - ORNEK KAVŞAKLAR | 79 |
| 4.1.- Örnek Kavşakların Özellikleri | 81 |
| 4.1.1. Maslak Kavşağı | 81 |
| 4.1.2. Balmumcu Kavşağı | 83 |
| 4.1.3. Camhan Kavşağı | 85 |
| 4.1.4. Yıldız Bakkal Kavşağı | 87 |
| 4.2.- Sinyalizasyon Hesap Yöntemlerinin Karşılaştırılması | 94 |

| | <u>SAYFA</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| BOLUM V - SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ | 99 |
| EKLER | 101 |
| EK.A- Örnek Kavşaklarda İngiliz Yöntemi ile Yapılan Sinyalizasyon Hesapları | 102 |
| EK.B- Örnek kavşaklarda Avustralya Yöntemi ile yapılan sinyalizasyon hesapları | 111 |
| EK.C- Örnek kavşaklarda Yeni Amerikan Yöntemi ile yapılan sinyalizasyon hesapları | 119 |
| EK.D- Örnek kavşaklarda İsveç Yöntemi ile yapılan sinyalizasyon hesapları | 125 |
| KAYNAKLAR | 129 |
| ÖZGEÇMİŞ | 134 |

ŞEKİL LİSTESİ

| <u>ŞEKİL</u> | <u>SAYFA</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2.1.- Yanyol taşıtlarının manevra çeşitleri | 5 |
| 2.2.- Araya giriş aralığı | 5 |
| 2.3. Öne giriş aralığı | 5 |
| 2.4. Kavşaklarda ortalama taşıt gecikmeleri ile kapasite arasındaki ilişki | 12 |
| 2.5. Devre uzunluğunun gecikme üzerine etkisi | 12 |
| 2.6. Örnek bir T-kavşak planı | 15 |
| 2.7. Şekil 2.6'da verilen kavşakta uygulanabilecek Örnek faz diyagramı | 15 |
| 2.8. Şekil 2.7.'de verilen faz diyagramına ait sinyal diyagramı | 16 |
| 2.9. Uygulamada karşılaşılabilecek koruma sürelerine ait örnekler | 18 |
| 2.10. Avustralya yönteminde kullanılabilecek girdi tablosu | 40 |
| 2.11. Avustralya yönteminde kullanılabilecek çıktı tablosu | 40 |
| 2.12. Amerikan yönteminde mümkün şerit gruplamaları | 42 |
| 2.13. Dört kollu bir kavşağın büyük yuvarlakada'lı klasik tipte ve küçük yuvarlakadalı genişletilmiş tipte düzenlenmesi | 63 |
| 3.1. Denetimsiz ve Sinyalize kavşaklarda toplam hacim ile kapasite arasındaki ilişki | 70 |
| 3.2. Denetimsiz ve sinyalize kavşaklarda, toplam hacim ile kapasite arasındaki ilişki | 73 |
| 3.3. Yuvarlakada ve Sinyalize kavşaklarda sola/sağa dönüş oranı ile kapasite arasındaki ilişki | 77 |
| 4.1. Maslak kavşağı planı | 82 |
| 4.2. Balmumcu kavşağı planı | 84 |
| 4.3. Camhan kavşağı planı | 86 |
| 4.4. Yıldız Bakkal kavşağı planı | 88 |

TABLO LİSTESİ

| <u>TABLO</u> | <u>SAYFA</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2.1. İngiliz Yönteminde kabul edilen temel doygun akım değerleri | 20 |
| 2.2. İngiliz Yönteminde önerilen taşıt eşdeğerlik faktörleri | 20 |
| 2.3. İngiliz Yönteminde iki fazlı devreler için \emptyset katsayıları | 25 |
| 2.4. Avustralya Yönteminde kabul edilen temel doygun akım değerleri | 29 |
| 2.5. Avustralya Yönteminde önerilen doğru giden taşıt eşdeğerlik faktörleri | 31 |
| 2.6. Amerikan Yönteminde kullanılan şerit doluluk faktörleri | 40 |
| 2.7. Amerikan Yönteminde şerit genişliği düzeltme faktörü | 45 |
| 2.8. Amerikan Yönteminde ağır taşıt etkisini düzeltme faktörü | 45 |
| 2.9. Amerikan Yönteminde eğim etkisini düzeltme faktörü | 45 |
| 2.10. Amerikan Yönteminde park etkisini düzeltme faktörü | 45 |
| 2.11. Amerikan Yönteminde otobüs engellemesini düzeltme faktörü | 46 |
| 2.12. Amerikan Yönteminde bölge etkisini düzeltme faktörü | 46 |
| 2.13. Amerikan Yönteminde sağa dönüş etkisini düzeltme faktörü | 47 |
| 2.14. Amerikan Yönteminde sola dönüş etkisini düzeltme faktörü | 49 |
| 2.15. Amerikan Yönteminde taşıt başına ortalama gecikme, duruş oranı ve doygunluk derecesine bağlı olarak verilen hizmet seviyeleri | 54 |
| 2.16. İsveç Yönteminde şerit kullanımına göre akım türleri | 56 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.17. İsveç Yönteminde B ve D tipi şerit kullanımları için doygun akım değerleri | 57 |
| 2.18. İsveç Yönteminde E tipi şerit kullanımı için doygun akım değerleri | 57 |
| 2.19. İsveç Yönteminde F ve G tipi şerit kullanımı için doygun akım değerleri | 57 |
| 2.20. İsveç Yönteminde F tipi şerit kullanımı için doygun akım değerleri | 58 |
| 2.21. İsveç yöntemine göre, kısa şerit uzunluğu ve sola dönüş oranına bağlı olarak, şeritte bulunması beklenen taşıt sayısı | 58 |
| 2.22. İsveç Yönteminde ağır taşıt etkisini düzeltme faktörü | 59 |
| 2.23. İsveç yönteminde eğim etkisini düzeltme faktörü | 59 |
| 2.24. İsveç yönteminde şerit genişliği etkisini düzeltme faktörü | 59 |
| 3.1. Denetimsiz ve sinyalize kavşak kapasitesinin toplam kavşak hacmi ile değişimi | 70 |
| 3.2. Denetimsiz ve sinyalize kavşak kapasitesinin toplam kavşak hacmi ile değişimi | 72 |
| 3.3. Yuvarlakada ve sinyalize kavşak kapasitesinin sol/sağ dönüş oranına bağlı olarak değişimi | 78 |
| 4.1. Örnek kavşaklarda, dört yöntemle önerilen devre sürelerinin mevcut devre süresi ile karşılaştırılması | 89 |
| 4.2. Örnek kavşaklarda, dört yöntemle önerilen yeşil süre dağılımlarının mevcut sürelerle karşılaştırılması | 90 |
| 4.3. Örnek kavşaklarda, dört yöntem kullanılarak tahmin edilen doygun akım değerlerinin, ölçülen değerlerle karşılaştırılması | 91 |
| 4.4. Örnek kavşaklarda uygulanan ve önerilen sinyalizasyon programlarının kapasiteye etkilerinin karşılaştırılması | 92 |
| 4.5. Örnek kavşaklarda uygulanan ve önerilen sinyalizasyon programlarının gecikme üzerine etkilerinin karşılaştırılması | 93 |

- | | |
|----------------------------------------------------------|----|
| 4.6. Dört yöntemde girdi olarak ihtiyaç duyulan bilgiler | 97 |
| 4.7. Dört yöntemde çıktı olarak alınabilecek bilgiler | 98 |

ÖZET

Eşdüzey kavşaklarda denetim biçimi olarak dünyada yaygın olarak kullanılan sinyalizasyonun, kavşak kapasitesine olan etkisinin araştırıldığı bu çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde; çalışmanın amacı ve kapsamı verilmiştir.

İkinci bölümde; denetimsiz, sinyalize ve yuvarlakada eşdüzey kavşakların kapasitelerinin tahmini için önerilen hesap yöntemleri yer almıştır.

Üçüncü bölümde; değişik geometrik özelliklere sahip kavşaklarda, kavşak hacminin ve sol/sağ dönüş oranlarının değişimi ile, farklı denetim biçimlerinde kavşak kapasitesinin alacağı değerler incelenmiştir.

Dördüncü bölümde; farklı özelliklere sahip dört kavşakta İngiliz, Avustralya, İsveç ve Yeni Amerikan yöntemleri ile sinyal zamanlaması, kapasite ve gecikme hesapları yapılarak bu değerler mevcut/ölçülen değerlerle karşılaştırılmıştır.

Beşinci bölümde; çalışmaların sonuçları değerlendirilmiştir.

SUMMARY

This study which is search the affect of the traffic signals to the capacity of intersections as a control type at grade-junctions around the world, consist of five main sections.

In the first section, it was given the aim and content of the study.

In the second section, it was presented the proposed calculation methods for the estimating of the capacity of uncontrolled (or priority), signalized and roundabout intersections.

In the third section, it was studied the capacity values of the intersections at the different control types by the variation of intersections capacity and left/right turning ratio, at the intersections that have different layout characteristics.

In the fourth section, it was compered the present values to the signal-timing, capacity and delay estimating values that calculated by English, Avustrallian, swedish and New American methods.

In the fifth section, it was evaluated the study results.

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

Her ulaştırma sisteminde yolcu ve yük taşımalarının hızlı, güvenli ve ekonomik olarak yapılmasının ana amaçlar olduğu bilinmektedir. Ancak bu üç amaç çoğu zaman birbirleri ile çelişir. Örneğin; hız artırıldığında genellikle güvenlik azalmakta veya güvenlik artırılmak istendiğinde masrafların da arttığı görülmektedir. Bir ulaştırma sisteminin planlanmasında ve işletilmesinde hız güvenlik ve ekonomiyi etkileyen etmenlerin ortadan kaldırılmasına, azaltılmasına yada mümkün olabilecek en düşük düzeyde tutulmasına çalışılır. Karayolu ulaştırma sisteminin alt yapısını da farklı doğrultudaki yol ağları oluşturmaktadır. Bu yolların kesişmesi ile oluşan ortak alanlara genel olarak "kavşak" adı verilir. Kavşaklar farklı doğrultuda akımlar tarafından belirli kurallara uygun olarak, zaman yada mekan içinde ortak olarak kullanılırlar. Bunun sonucu olarak, kavşaklarda trafiğin yavaşlaması nedeniyle, gecikmeye uğramaları kaçınılmaz olacaktır. Bunun yanı sıra, bu ortak alanlar çatışma bölgeleri olduğundan buralarda güvenlik azalacak ve kaza olasılıkları artacaktır. Bu sakıncaları en düşük düzeye indirmek için, kavşaklar, ekonomik kriterler de gözönüne alınarak, çeşitli düzenlemelerle denetim altında tutulurlar.

Trafik akımları, kesişmelerin önlenmesi için farklı düzeylere alınmamış iseler bu tür kavşaklara "eşdüzey kavşak" adı verilir. Bu eşdüzey kavşak yalnızca trafik işaretleriyle (DUR, YOLVER) düzenlenmişse bu tür kavşaklar "denetimsiz eşdüzey kavşak" olarak adlandırılır. Kavşakta trafik yükünün artmasıyla kavşağın geliştirilmesi yoluna gidilir. Trafiğin bir ada etrafında, tek yönde hareket ettirilmesi şeklinde bir düzenleme yapılırsa, bu durumda bu tür kavşaklara "yu-

varlak ada eşdüzey kavşak", kavşakta geçiş düzeni ve sırası ışıklı işaretlerle sağlanıyorsa bu tür kavşaklara da "sinyalize eşdüzey kavşak" adı verilir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Eşdüzey bir kavşakta denetim biçimine karar verilirken yalnızca, kavşaktaki trafik akımlarının hacimleri değil ve fakat kavşağın yol ağı içindeki durumu ve önemi, kavşağı kullanan trafik akımlarının özellikleri, sürücü ve yaya davranışları ile çevre koşulları gibi diğer bazı parametlerin de gözönünde tutulması gerekmektedir. Bunun yanısıra, bir kavşakta değişik yönetim biçimlerinin, kavşağı kullanabilecek taşıt sayısını yani kavşak kapasitesini ve taşıtların kavşaktaki gecikmelerini etkileyeceği açıktır. Kapasite ve gecikme, birçok araştırmaya konu olmuş ve her bir eşdüzey kavşak yönetim biçiminde, bu iki parametrenin alacağı değer tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada denetimsiz, yuvarlakada ve sinyalize eşdüzey kavşakların kapasitelerinin tahmin edilmesi için daha önce yapılan çalışmalar verilmiş ve genel olarak bir kavşakta, değişik durumlarda hangi yönetim biçiminin daha uygun olabileceği, özelde ise, sinyalizasyonun kavşak kapasitesini nasıl etkileyeceği araştırılmış ve örnek kavşaklarda çözümler yapılarak, bulunan değerler mevcut değerler ile karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM II

2. DENETİM BİÇİMLERİNE GÖRE KAVŞAK TÜRLERİ

2.1. Denetimsiz Eşdüzey Kavşaklar

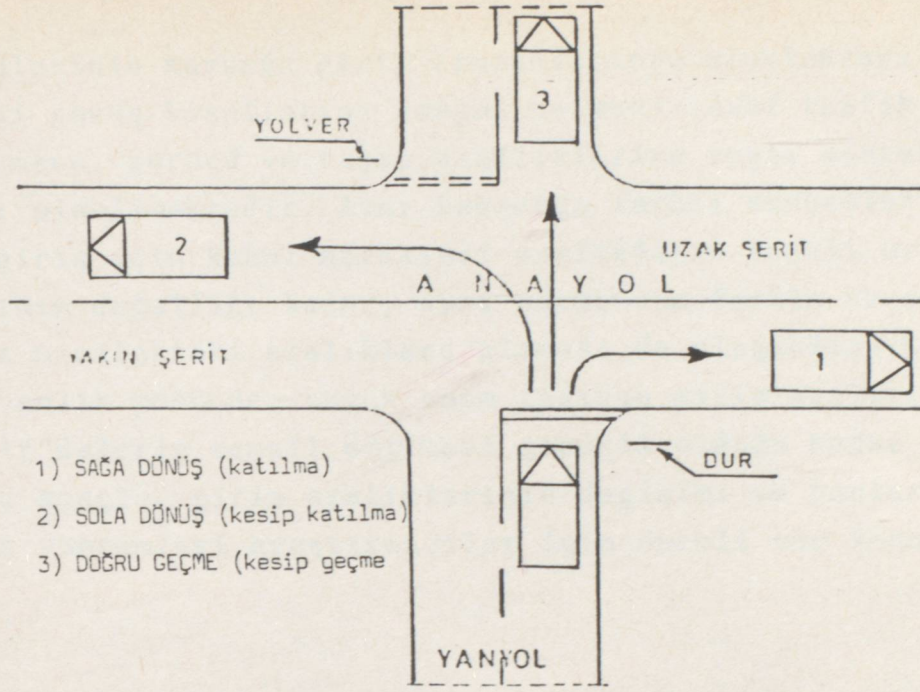
Denetimsiz bir eşdüzey kavşağın düzenlenmesinde, buraya ulaşan yollar, hacimlerine veya geometrik özelliklerine göre, "ANAYOL" "YANYOL" olarak ayrılacaklardır. Buna göre, taşıdığı trafik hacmi daha fazla olan veya daha geniş olan yol ya da bir T- kavşakta olduğu gibi doğru geçen yol, genellikle anayol olacak, diğer yol yada yollar yanyol olarak isimlendirilecektir. Denetimsiz kavşaklarda trafik düzeninin sağlanması için kavşağın anayol yaklaşımına kavşağa gelmekte olduğunu belirten bir tehlike işareti ve bu yolun anayol olduğunu belirten bir bilgi işareti konulur. Yanyolda ise bu düzenleme "YOL VER" veya "DUR" işareti konularak sağlanır. Yanyolda yol ver işareti varsa yanyol sürücüleri, kavşağa yaklaşırken hızlarını azaltıp anayolu gözlemek, anayolda kavşağa yaklaşan taşıt varsa ilk geçiş hakkını buna bırakmak zorundadır. Ancak durma zorunluluğu yoktur. Dolayısıyla yanyol sürücüleri, bu tip bir kavşağa yaklaşırken hızlarını çevre görüş şartlarına ve anayoldaki trafiğe göre ayarlayıp durmadan sürekli bir hareketle kavşağa girebilirler. Yanyolda dur işareti varsa kurallara göre, yanyol sürücüsü anayola girmeden durmak ve anayolu iyice denetlemek zorundadır. Bu denetimden sonra kavşak içinde yapacağı manevraya göre güvenli bir durum varsa kavşağa girebilecektir. Bu kısa açıklamadan da anlaşılacağı gibi anayol taşıtları, yasal hızlar ile hareket halinde, ilk geçiş hakkına sahiptir.

Dört kollu bir kavşak düşünülürse, yanyoldan kavşağa yaklaşan bir taşıt sürücüsü için kavşak içinde üç çeşit manevra sözkonusudur (1). Bunlar; sağa dönüş ile anayoldaki

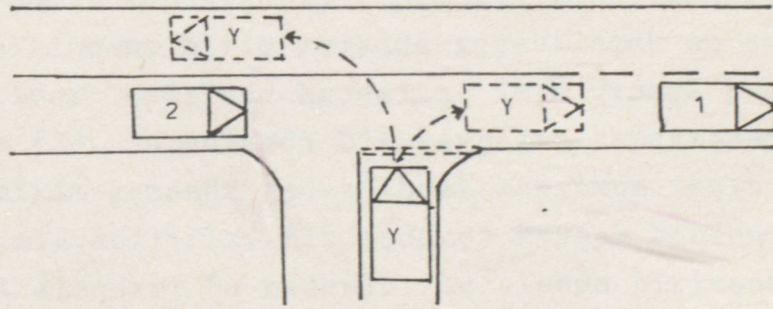
yakın şerit akımına katılmak, sola dönüş ile anayol yakın şerit akımını kesip uzak şerit akımına katılmak yada anayoldaki her iki akımı kesip karşıdaki yanyola girmek şeklindedir. Bu manevralar sırasıyla; sağa dönüş, sola dönüş ve doğru geçme şeklinde veya kısaca katılma, kesip katılma ve kesip geçme olarak belirtilebilir (Şekil 2.1.).

Yanyoldan gelen bir sürücü kavşağa ulaştığında, kavşağa daha önce girmiş anayol taşıtları varsa bunların kavşağı boşaltmalarını bekleyecek ve sonraki anayol taşıtını gözleyerek, kavşağı geçmekte olan anayol taşıtı ile sonraki anayol taşıtı arasındaki uzaklığın, tahmini hızlara göre, kavşakta yapmak istediği manevra için yeterli olup olmadığını düşünüp, girip girmemeye karar verecektir. İki taşıt arasında olan bu aralık, yanyol sürücüleri için "araya giriş aralığı" olarak tanımlanabilir (Şekil 2.2.). Yanyol taşıtı kavşağa geldiğinde kavşakta taşıt yok fakat anayolda yaklaşmakta olan bir taşıt var ise, sürücü bu taşıtın kavşağa olan uzaklığının, tahmini hızlara göre, yapmak istediği manevra için yeterli olup olmadığını düşünüp kavşağa girip girmemeye karar verecektir. Bu durumda anayol taşıtının kavşağa, dolayısıyla yanyol taşıtına olan uzaklığına "öne giriş aralığı" adı verilebilir (Şekil 2.3.).

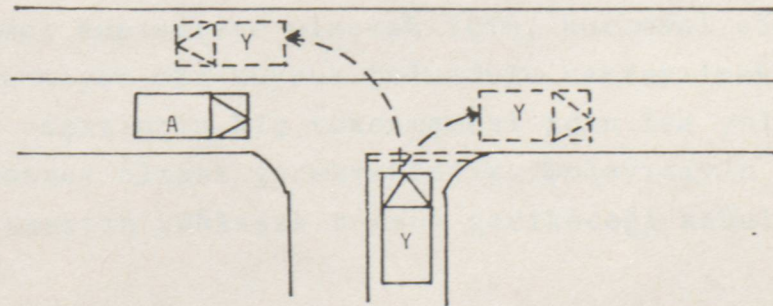
Bu iki aralıktan herhangi birinden veya her ikisinden de söz edilmek istendiğinde kısaca "giriş aralığı" sözcüğü kullanılacaktır. Bir kavşakta yanyol sürücülerinin, kavşağa girmek için gözledikleri anayol taşıtları arasındaki aralığın, kavşağa güvenle giriş için yeteceğine karar vermesi durumunda uygun görülen bu aralığa "kabul aralığı" veya "giriş aralığı" denilebilir. Aralığı yetersiz bulursa ilk geçiş hakkını anayol taşıtına bırakıp kavşağa girmeyecek ve aralığı kabul etmemiş olacaktır. Buna da kısaca "girilmeyen aralık" veya "red aralığı" denilebilir. Kavşaklarda trafiğin güvenliği ve kapasiteleri açısından son derece önemli olan yanyol



Şekil 2.1. Yanyol taşıtlarının manevra çeşitleri.



Şekil 2.2. Arayagiriş aralığı.



Şekil 2.3. Ünegiriş aralığı.

sürücülerinin kavşağa giriş aralıklarının uzunlukları, yoldaki görüş koşullarına anayol ve yanyoldaki trafik hacmine, zamana, sürücü ve taşıt özelliklerine bağlı olarak çok farklı olabilmektedir. Aynı kavşakta farklı sürücülerin kavşağa giriş için kabul ettikleri aralıkların farklı uzunlukta olmasının doğallığı kadar, aynı sürücünün farklı kavşaklarda farklı uzunlukta aralıklara girmesi de olağandır. Kapasite ve güvenlik yönünden büyük önem taşıyan giriş aralıklarının tek bir değerle temsil edilmesi gerekli olduğu kadar zordur da. Bu amaçla, giriş aralıklarının değişimi ve bunların inceleme yöntemleri araştırmacılar için önemli bir konu olmuştur.

2.1.1. Denetimsiz eşdüzey kavşaklarda kapasite ve gecikme

Bir yolun kapasitesi, genel bir tanımlama ile, bu yolun bir kesitinden, birim zamanda geçebilecek en çok taşıt sayısıdır. Buna "maksimum kapasite" veya "temel kapasite" de denilebilir (2). Bu anlamda bir kavşağın kapasitesini de, bu kavşaktan birim zamanda geçebilecek maksimum taşıt sayısı olarak tanımlayabiliriz. Bir eşdüzey kavşak birden fazla yolun kestiği alandır. Bu nedenle, bu alanda birleşen yollardan gelen taşıt sayıları ile kavşak kapasitesi doğrudan ilgilidir. Bir eşdüzey kavşağın kapasitesini bulmak için yapılan çalışmalarda, genellikle yollardan birinde, çoğunlukla anayolda, q_1 tş/sn'lik bir hacim varken diğerinden geçebilecek q_2 (tş/sn) hacmi aranmıştır. Bunun yanısıra bir yol kesitinde temel kapasiteye ulaşmak için, kuramsal olarak, yolda hiç tükenmeyen bir kuyruk bulunduğu varsayılmaktadır. Kuyruktaki taşıtların hiç tükenmemesi için ise yoldaki bu kuyruğun sonsuz olması gerekmektedir. Dolayısıyla kuyruğa giren bir taşıtın yaklaşık sonsuz gecikeceği kabul edilmiş olmaktadır.

TANNER (3,4,5,6) yanyol taşıtlarının gecikmelerinin tahmini için bir model geliştirmiştir. Bu modelde, anayoldan (q_1 tş/sn) hacminde taşıttın rastgele geldiği ve aralarında en az (b_1) sn aralık bulunduğu, yanyoldan da (q_2 tş/sn) hacminde taşıttın rastgele geldiği ve birbirlerine (b_2) sn ve daha fazla aralıkla takip ettiği varsayılmıştır. Ayrıca yanyol taşıtlarının anayola, bir anayol taşıttının geçmesinden ancak (a sn) sonra girebileceği öngörülerek (a sn)'den kısa aralıklar engel olarak kabul edilmiştir.

Bu düşünceyle, bir yanyol taşıttı, anayol trafiğindeki (a sn) ile ($a+b_2$) sn arasındaki bir aralık boyunca geçebileceklerdir. İki araç ise ($a+b_2$ sn) ile ($a+2b_2$ sn) arasında geçebilir. Anayoldaki trafik (b_1 sn)'den daha az olmayan aralıklarla geçen tek bir akımdan ibarettir.

Anayoldaki ortalama gecikme;

$$\bar{w}_1 = \frac{b_1^2 \cdot q_1}{2 \cdot (1 - b_1 \cdot q_1)} \quad \text{dir.} \quad (1.1)$$

Yanyoldaki taşıtlar ise b_2 den daha kısa aralıklarla kavşağa giremezler. Bu durumda

$$y = E(y) + \frac{1}{q_1} \quad \text{ve} \quad (1.2)$$

$$E(y) = \frac{e^{q_1 \cdot (a-b_1)}}{q_1 \cdot (1 - b_1 \cdot q_1)} - \frac{1}{q_1} \quad (1.3)$$

olmak üzere yanyolda ortalama gecikme;

$$\bar{w}_2 = \frac{(E(y)/2y) + q_2 \cdot y \cdot e^{(-b_2 \cdot q_1)} \cdot (e^{(b_2 \cdot q_2)} - b_2 \cdot q_1 - 1) / q_1}{1 - q_2 \cdot y \cdot (1 - e^{(-b_2 \cdot q_1)})} \quad (1.4)$$

olacaktır.

Bu gecikme bağıntıları yanyol hacmini de hesaba kattığı için gerçeğe oldukça yakındır. Fakat yanyol sürücülerinin tümünün (a sn) aralıktan daha uzun aralıklara gireceği varsayımı gerçekten sapmaya neden olmaktadır.

TANNER, yanyolda sonsuz kuyruk bulunduğunu yani yanyolda ortalama gecikmenin sonsuz olduğunu kabul ederek, (1.4) bağıntısından yanyoldan kavşağa girebilecek en çok taşıtın;

$$q_2(\max) = \frac{q_1 \cdot (1 - b_1 \cdot q_1)}{e^{q_1 \cdot (a - b_1)} \cdot (1 - e^{-b_2 \cdot q_2})} \quad (1.5)$$

olabileceğini göstermiştir.

HARDERS'de (6), TANNER ile aynı düşünceyle bir çalışma yapmış fakat yanyol taşıtlarının anayol akımında girdikleri en kısa aralığa T(sn) diyerek, anayol taşıtları arasında bulunması gereken en kısa aralıkla ilgilenmiştir. Bu düşünceye göre yanyoldan en fazla

$$q_2(\max) = \frac{q_1 \cdot e^{-q_1 \cdot (T - b)}}{e^{q_1 \cdot b} - 1} \quad (1.6)$$

taşıt geçmesi mümkündür.

TANNER'in (1.5) bağıntısında (a=0) alırsak, yani anayol taşıtları arasındaki aralıkların sifıra kadar düşeceğini kabul edersek HARDERS'in (1.6) bağıntısı elde ederiz ki bu da TANNER'in (1.5) bağıntısıyla verilen kapasite modelinin özel bir halidir.

GRABE(6) ise anayolda, gelişlerin rastgele olduğu
(q_1 tş/sn)'lik bir hacim bulunduğunu kabul etmiş ve

$$a = \frac{q_1 \cdot t_2}{3600} \quad (1.7)$$

$$b = \frac{q_1 \cdot (t_1 - t_2)}{3600} \quad (1.8)$$

olmak üzere yanyoldan kavşağa girebilecek maksimum taşıtın

$$q_2(\max) = \frac{q_1 \cdot e^{-b}}{e^a - 1} \quad (1.9)$$

olabileceğini göstermiştir. Burada,

$t_1(\text{sn})$: Anayol akımı içerisinde yanyol taşıt sürücülerinin kabul edebileceği en küçük aralık.

$t_2(\text{sn})$: Yanyoldaki bir taşıtın anayola girmesinin ardından diğer bir yanyol taşıtının anayola girmesi için gereken süre veya kısaca "Akım aralığı" olarak tanımlanmıştır.

TANNER, kapasite için önerdiği bağıntıları daha da geliştirmiş ve (n) şeritli bir anayolun, (i) şeridindeki akım hacminin (Q_i) ve bu şeritteki taşıtların birbirini izleme süresinin (b_1 sn) veya daha fazla olması durumunda yanyoldan geçebilecek en çok taşıtın;

$$q_2(\max) = \frac{(Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n)(1 - b_1 \cdot Q_1)(1 - b_1 \cdot Q_2) \dots (1 - b_1 \cdot Q_n)}{e^{(Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \cdot (a - b_1)} \cdot (1 - e^{-b_2 \cdot (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n)})} \quad (1.10)$$

olabileceğini göstermiştir.

$n = 2$ şeritli olması durumunda, yanyol kapasitesi;

$$q_2(\max) = \frac{(Q_1 + Q_2)(1 - b_1 \cdot Q_1)(1 - b_2 \cdot Q_2)}{e^{(Q_1 + Q_2)(a - b_1)} \cdot (1 - e^{-b_2(Q_1 + Q_2)})} \quad (1.11)$$

olacaktır.

Bu iki şeritli anayolda, şeritlerdeki Q_1 ve Q_2 hacimleri birbirine eşit ve q_1 ise bu durumda (1.11) bağıntısında $q_1 = 2q_1$ ve $\frac{1}{2} b_1 = T$ olarak değiştirebiliriz ve yanyol kapasitesini

$$q_2(\max) = \frac{2q_1 (1 - T \cdot q_1)}{e^{2q_1(a - T)} \cdot (1 - e^{-2b_2 \cdot q_1})} \quad (1.12)$$

olarak yazabiliriz.

Kapasite hesabında yalnızca giriş aralıklarının ve anayol hacminin dikkate alınmasının yeterli olmadığını, yanyolda kuyrukta bekleyen taşıtların anayoldaki uzun bir aralığa grup halinde girebileceklerinin de düşünülmesi gerektiğini belirten UBER(7), kendisinden önce PEARSON ve FERRERİ (8)'nin, anayol akımındaki (T sn) uzunluğundaki bir aralığa,

$$N = 0,281T - 1,07 \quad (1.13)$$

taşıtların girebileceği düşüncesini, yaptığı deneylere dayanarak

$$N = 0,286T - 0,74 \quad (1.14)$$

taşıtların girebileceği şeklinde düzeltmeye çalışmıştır.

COOPER ve WENNEL(9) ise bu bağıntıların hesabından az farklı bir yol izleyerek, kabul aralığı olarak, anayola katı-

lan sürücüler için,

$$T = 3,0 N + 3,0 \text{ (sn)} \quad (1.15)$$

Anayolu kesip geçen sürücüler için ise;

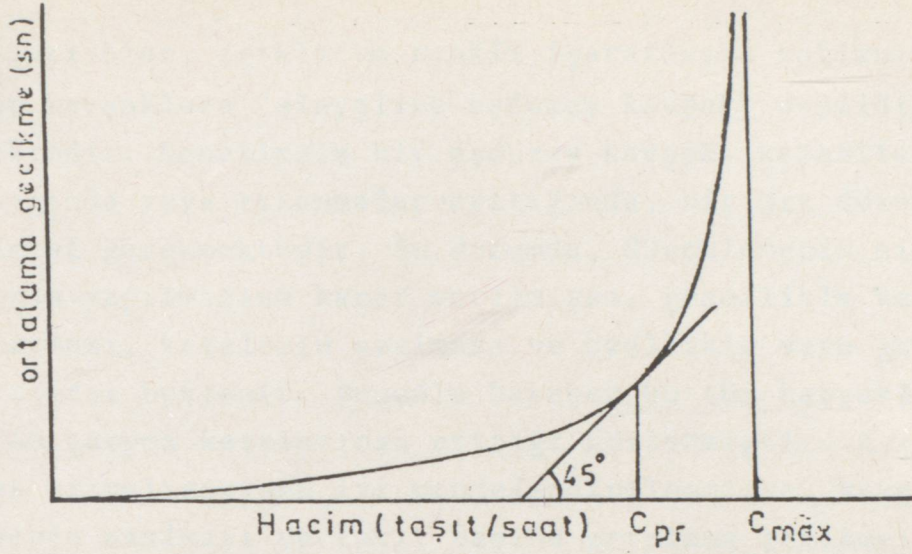
$$T = 2,4 N + 2,9 \text{ (sn)} \quad (1.16)$$

bağıntılarını elde etmişlerdir. Ancak bu bağıntıların kapasite hesabı için nasıl kullanılacağını açıklamamışlardır. Bu bağıntılardan yararlanarak bir kapasite bağıntısı geliştirilmek istendiğinde, anayolda bulunacak her uygun aralığa girmeye hazır yanyol taşıtlarının bulunması gerektiği dikkate alınmak zorundadır. Bunun anlamı ise yine yanyol taşıtlarının sonsuz gecikeceğidir.

Bütün bu açıklamalar, kavşaktan kuramsal olarak geçirelebilecek en büyük hacimlerle ilgilidir. Ancak uygulamada bu değerlere ulaşmak imkansızdır. Bir yol kesiti düşünüldüğünde, temel kapasiteye ulaşmak için yolun en az D veya giderek E, F hizmet düzeyinde çalışması gerekir (10). Bu durumda da, yoldaki akımın kararsız olduğu ve en küçük bir akşamada büyük gecikmelerin ortaya çıktığı, trafik akışının uzun süre durduğu, dolayısıyla hacmin birdenbire düştüğü bilinmektedir. Bu durumda temel kapasite yerine bir "Pratik kapasite" tanımlamak daha uygun olacaktır. Pratik kapasitenin hesabı için şu ana kadar belirli bir yöntem geliştirilmemekle birlikte, kabaca, temel kapasitenin %75 - %90'ı pratik kapasite olarak kabul edilmektedir. Bir diğer kullanılan yöntem ise Hacim (tş/sa) - Gecikme (sn) eğrisinden yararlanılmasıdır (Şekil 2.4.). Bu eğrinin teğetinin yatayla 45° açığı yaptığı nokta pratik kapasite olarak kabul edilmektedir (11).

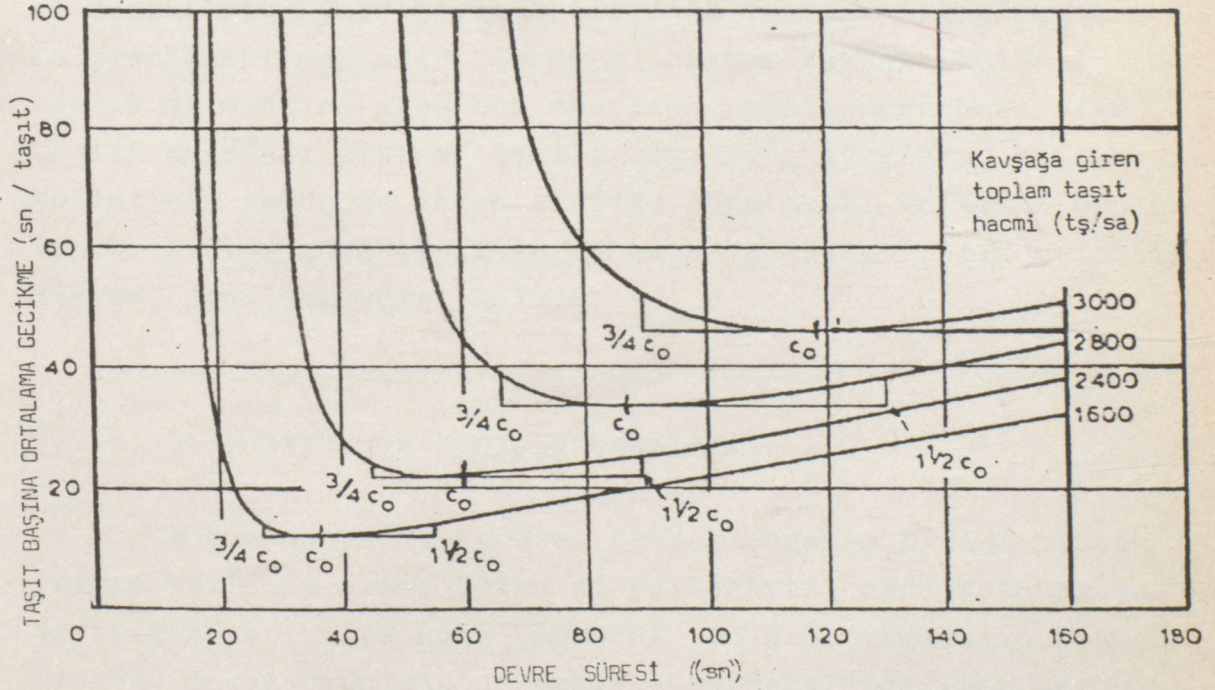
2.2. Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar

Bir eşdüzey kavşakta geçiş düzeni ve sırası, değişik



Şekil 2.4. Kavşaklarda , ortalama taşıt gecikmeleri ile kapasite arasındaki ilişki. (11)

4- kollu , 2- Fazlı kavşak
 Tüm kollarda eşit akım,
 Eşit doygun akımlar : 1800 tş/sa,
 Eşit yeşil süreler ,
 Devre içindeki toplam kayıp süre : 10 sn



Şekil 2.5. Devre uzunluğunun gecikme üzerine etkisi.(İng. yöntemi ile). (12)

anlamları olan, ışıklı ve renkli işaretlerle sağlanıyorsa, bu tür kavşaklara "sinyalize eşdüzey kavşak" denildiği bilinmektedir. Denetimsiz bir eşdüzey kavşak, kapasitesine ulaştığında veya tıkanmalar arttığında, bir üst düzenlemeye geçilmesi gerekmektedir. Bu durumda, düzenlemenin sinyalizasyonla yapılmasına karar verilmişse, genellikle kapasitenin artması, kazaların azalması ve özellikle yaya güvenliğinin artması beklenir. Bununla beraber bu tür kavşaklarda, arkadan çarpma kazalarının arttığı gözlenmiştir. Ayrıca, kavşak sinyalizasyonu iyi projelendirilmemişse, kavşak kapasitesinin azalması ve taşıt başına ortalama gecikmelerin artması doğaldır.

Genelde, uygulamada iki tip sinyalizasyon sistemi ile karşılaşılmaktadır. Bunlar "sabit zamanlı sistem" ve "trafik uyarmalı sistem" olarak anılmaktadır. Sabit zamanlı sistemde, daha önceden belirlenen "devre" ve "yeşil süre" dağılımlarıyla geçiş hakkı verilirken, trafik uyarmalı sistemde ise, devre süresi ile yeşil süre dağılımları, kavşağa giren ve dedektörler yardımıyla belirlenen trafik miktarlarına göre ayarlanabilmektedir. Bununla beraber kavşağı kullanan tüm trafik akımlarına göre bir ayarlama yapılıyorsa buna "tam trafik uyarmalı sistem" denilirken, eğer ayarlama, kavşak kollarının tümünden gelen trafiğe göre değil ve fakat bunların birkaçına göre yapılıyorsa buna da "yarı trafik uyarmalı sistem" denilmektedir (2,12).

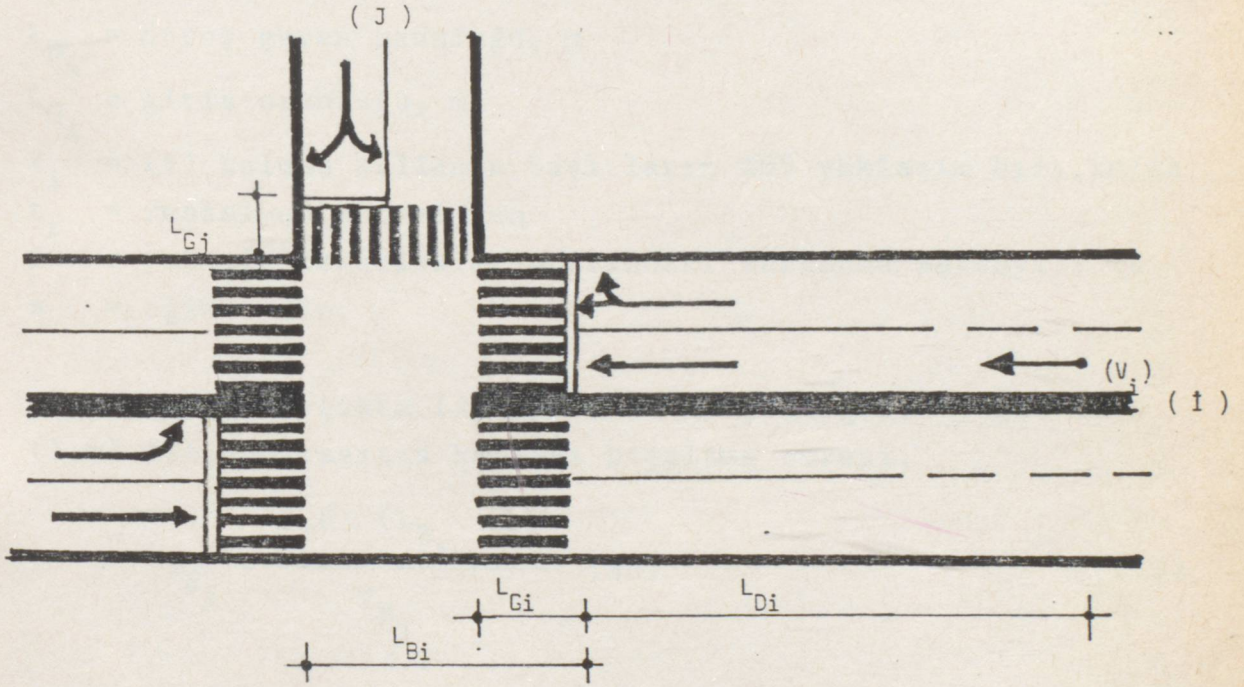
2.2.1. Sinyalizasyon hesap yöntemleri

Bugün dünyada, eşdüzey kavşak yönetim biçimi olarak yaygın kullanım alanı bulan sinyalizasyon, aynı zamanda da sayısız araştırmaya konu olmuştur. Bu araştırmaların sonucu olarak, devre uzunluğu ve yeşil süre dağılımlarının hesabı ile kavşak kapasitesinin ve kavşakta taşıt başına ortalama

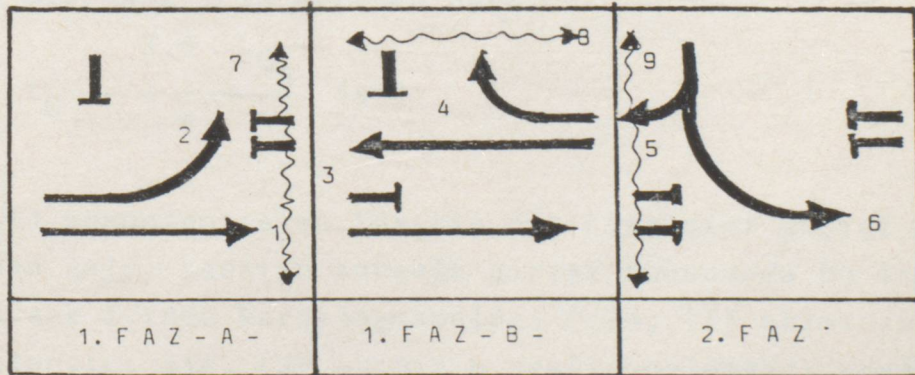
gecikmenin tahmini için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmada, bu yöntemlerden en çok kullanılan dört tanesi incelenmiştir. Bunlar; İngiliz Yöntemi, Avustralya Yöntemi, İsveç Yöntemi ve Yeni Amerikan Yöntemidir. Bu yöntemler, ilerdeki bölümlerde tek tek ele alınacaktır. Ancak bu bölümde, her yöntem için geçerli olabilecek, bazı temel kavramların verilmesi yararlı olacaktır.

Kavşağa yönelmiş olan, şerit kullanımı ve geçiş sırasına göre karakterize edilmiş her bir taşıt kuyruğuna "akım" denilmektedir. Bu trafik akımlarının bir yada birkaçına geçiş hakkı verilirken, bunlarla kesişen diğer akımlarının tümünün yada bir kısmının durdurulduğu zaman dilimine ise "faz" denildiği bilinmektedir. Bazı durumlarda, bir fazda birlikte yeşil alacak akımlardan birinin yeşilini erken kesip onunla çatışan diğer akıma geçiş hakkı verilmesine yada birinin yeşilinin diğerinden geç yakılarak bununla çatışan diğer akıma, geçiş hakkı verilmesine rastlanabilir. Bunlara sırasıyla "erken kesme" ve "geç açma" denilmektedir. Bu durumlar bir faz değil, fakat bir fazın bölümlerini oluşturmaktadır (Şekil 2.7). İşte bu fazların tam bir devir yapması için gereken süreye yada kavşaktaki her trafik akımına en az bir kez geçiş hakkı verilmesi için gereken toplam süreye de "devre" denilir. Bir kavşağın kapasitesi ve kavşaktaki taşıt başına ortalama gecikme, devre süresiyle doğrudan ilgilidir. Bu nedenle devre süresinin hatalı olarak belirlenmesi, kavşak kapasitesinin düşmesine ve gecikmelerin artmasına neden olacaktır. Şekil 2.5'de, kavşaktaki trafik hacmine bağlı olarak, devre süresi ile gecikme arasındaki ilişki verilmiştir (12,13). Bu şekilden de görülebileceği gibi, öyle bir devre uzunluğu vardır ki bu değer ortalama gecikmeyi minimum yapmaktadır. İşte bu devre uzunluğu "optimum devre süresi" olarak anılır. Bununla beraber, kabul edilebilir ortalama gecikmeye bağlı olarak, devre süresi belirlenecek alt ve üst sınırlar içinde kalmak zorundadır.

Bir kavşaktaki trafik akımlarının geçiş sırası ve düzenini yada kısaca fazları bir şema üzerinde göstermemiz gerekir. İşte bu şemaya "faz diyagramı" adı verilebilir. Bununla birlikte, fazların sırası ile yeşil, sarı, kırmızı sürelerinin uzunluklarının zaman ekseninde gösterildiği şekilde "sinyal diyagramı" denilmektedir. Şekil 2.6'daki seçilmiş bir kavşak için örnek olarak verilebilecek faz ve sinyal diyagramları Şekil 2.7 ve 2.8'de görülebilir.



Şekil 2.6. Örnek bir T - kavşak planı.



Şekil 2.7. Şekil 2.6'da verilen kavşakta uygulanabilecek örnek bir faz diyagramı.

$$L_{D_i} = 0,278 \cdot V_i \cdot t_r + 0,00394 \frac{V_i^2}{(f+s)} \quad (2.1)$$

olmak üzere

$$a = \frac{3.6 \cdot (L_{D_i} + L_{G_i})}{V_i} \quad (\text{sn}) \quad (2.2)$$

olmalıdır. Burada;

L_{D_i} = duruş güven uzunluğu, m

L_{G_i} = giriş uzunluğu, m

V_i = (i) kolunu kullanan taşıtların %85 yaklaşım hızı, km/sa

t_r = reaksiyon süresi, sn

f = yol ile tekerlekler arasındaki sürtünme katsayısı ve

s = eğim, dir.

Aynı kavşakta (i) yönünden kavşağa giren taşıt boyu (l,m) ise, bu taşıtın kavşağı boşaltma süresi,

$$t_{B_i} = \frac{3,6 \cdot (L_{B_i} + l)}{V_{B_i}} \quad (\text{sn}) \quad (2.3)$$

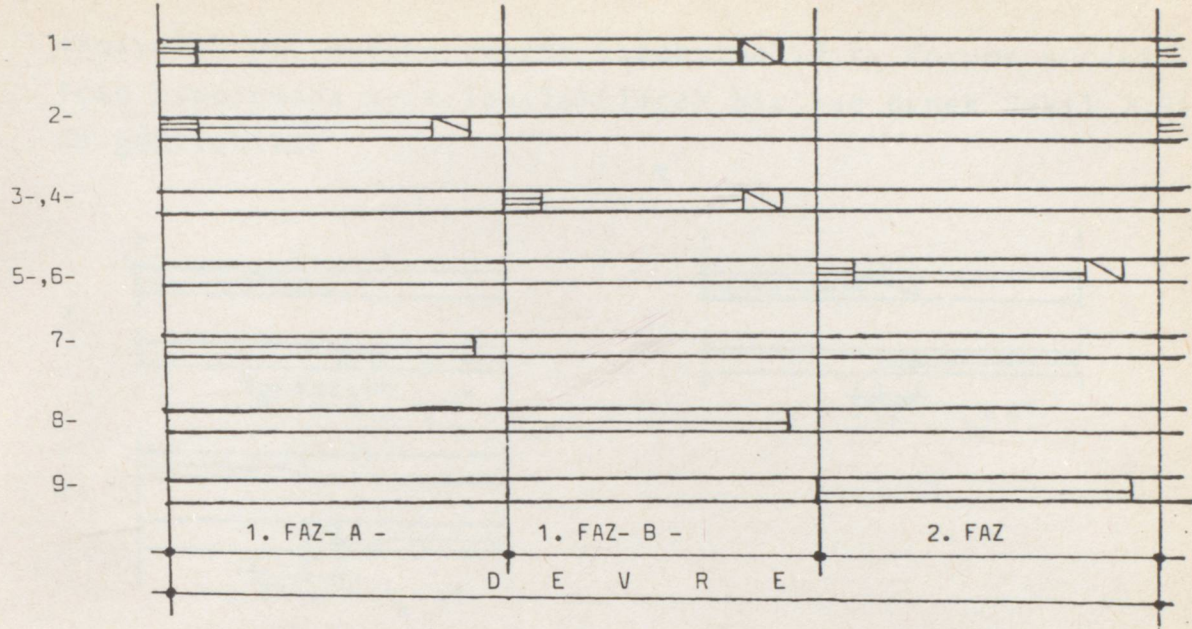
olacaktır. Bu kavşakta (j) yönünden gelen taşıtın kavşak girişine ulaşması için gereken süre,

$$t_{G_j} = \frac{3.6 \cdot L_{G_j}}{V_j} \quad (\text{sn}) \quad (2.4)$$

ise, (i) yönünden gelen taşıtın dur çizgisini geçişi ile (j) yönünden gelen taşıtın kavşağa girişi sonucunda bu iki taşıtın kavşak içinde karşılaşmamları için, (i) akımının Kırmızı başlangıcı ile, (J) akımının yeşil başlangıcı arasında

$$t_k = (t_{B_i} + t_{G_j}) \quad (2.5)$$

Akım No.

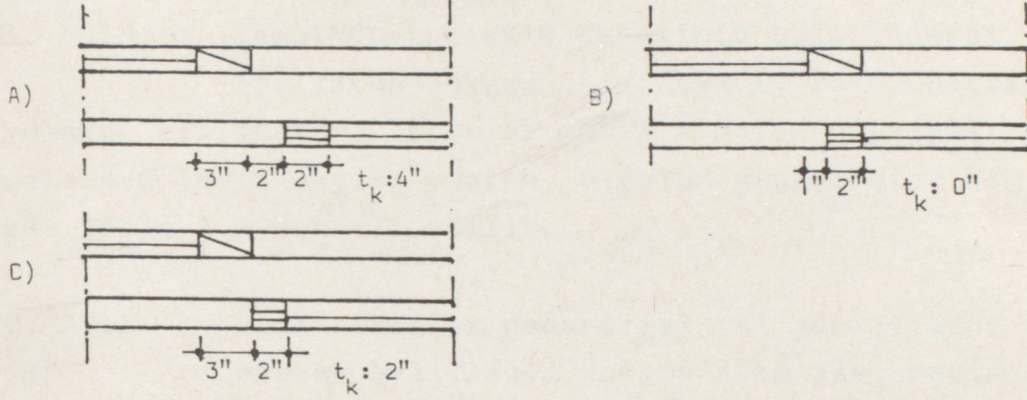


Şekil 2.8. Şekil 2.7'de verilen faz diyagramına ait sinyal diyagramı.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|  | Kırmızı |  | Sarı |
|  | Yeşil |  | Sarı + kırmızı |

Ardarda geçiş hakkı alan iki akımdan, birincisinin yeşil sonu ile ikincisinin yeşil başlangıcı arasında bir "yeşiller arası süre" vardır ki bu süre üç ayrı bölümden oluşmaktadır. Bunlar; kesişen akımların tümüne birden kırmızı yanan "ortak kırmızı", sürücülere geçiş haklarının sona ermiş olduğunu ve uzakta olanların durması gerektiğini uyararak, kavşağa giren veya duramayacak kadar yaklaşmış olanların da güvenle geçişlerini sağlayacak "sarı" ve bir akıma verilecek yeşil başlangıcında, taşıtların harekete hazırlanmalarını uyararak "sarı + kırmızı" sürelerdir. Bu sürelerden sarı + kırmızı süre hesap gerektirmeden 2 sn civarında alınabilir ancak sarı süre mutlaka her kavşak için hesaplanmalıdır. Bu sürelerle ilgili olarak, birbirini izleyen fazlardaki akımların, birincisinin son taşıtı ile ikincisinin ilk taşıtının kavşak içinde karşılaşmaması için yeşiller arasında bulunması gereken bir süre vardır ki bu süreye "koruma süresi" denilmektedir. Şekil 2.6'da verilen kavşak ele alındığında, (i) akımının geçiş hakkı sonunda bulunması gereken sarı süre en az;

saniyelik bir koruma süresi bırakılmalıdır. Koruma süresi için uygulamada karşılaşılabilecek bir kaç örnek Şekil 2.9' da görülebilir.



Şekil 2.9 Uygulamada karşılaşılabilecek koruma süresine ait örnekler

2.2.1.1. İngiliz yöntemi

Bu yöntem, İngiliz yol araştırma laboratuvarı tarafından geliştirilmiş, ilk basımı 1958'de yapılmıştır ve 1966 yılından bugüne kadar İngiltere'de kullanılmaktadır (12,13). Bu yöntemde kapasitenin ve gecikmelerin hesabında kullanılacak mevcut girdiler; yaklaşım kolu genişliği ve eğimi, sağa ve sola dönüş şeritleri ve dönüş yarıçapları, park yapan ilk taşıt ile dur çizgisi arasındaki uzaklık ve bölge karakteristikleridir. Bunlarla beraber, hesaplarda kullanılacak ve kavşaktan elde edilmesi gereken bazı bilgilere de ihtiyaç vardır ki bunlarda; ağır taşıt, motosiklet ve bisiklet yüzdeleri (taşıt kompozisyonu), sağa ve sola dönen taşıt yüzdeleri'dir. Kontrol girdileri olarak ise, devre süresi, yeşil süre dağılımları ile faz sayısı belirlenmiş olmalıdır. Bu yöntemde analiz her bir yaklaşım kolu için yapılır. İlk adımda yaklaşım kolu genişliğine göre belirlenen "Temel doygun akım", yaklaşım kolu eğimine, taşıt kompozisyonuna, sağa/sola dönen akıma ve bölge karakteristiklerine bağlı olarak düzeltilir. Kapasite ve gecikme değerleri özel bağıntılarla hesaplanabilir.

Bu yöntemle, bir sinyalize eşdüzey kavşak kapasitesi ile bu kavşakta taşıt başına ortalama gecikmenin belirlenmesi için izlenecek yol aşağıda adım adım verilmiştir.

1. ADIM : Temel doygun akım değerinin belirlenmesi.

Bir yolun doygun akım değeri, ideal şartlarda bu yoldan, bir saatte, birim otomobil cinsinden geçebilecek maksimum taşıt sayısı olarak, o yolun genişliğine bağlı olarak Tablo 2.1'den alınabilir.

2. ADIM : Bazı etkenler nedeniyle, yol genişliğine bağlı olarak belirlenen doygun akım ile, hacim değerlerinin düzeltilmesi gereklidir. İşte bu etkenler ile, bunların nasıl değerlendirilmesi gerektiği aşağıda sıralanmıştır.

1) Yolkenarı parkı etkisi :

Şayet dur çizgisinde park varsa, park genişliği yol genişliğinden çıkartılmalıdır. Dur çizgisi ile, dur çizgisine en yakın park etmiş taşıt arasında bulunan mesafe (z), 7,6 m'den daha fazla ise, bu durumda, park etkisi nedeniyle herhangi bir düzeltme yapmaya gerek yoktur, ancak bu değer sıfır ile 7,60^m arasındaysa, 2.6 no.lu bağıntıdan hesap edilecek genişlik, yol genişliğinden çıkartılmalı ve bu net genişliğe karşılık gelen doygun akım değeri alınmalıdır.

$$B_k = 1.70 - \frac{3 \cdot (z - 4.60)}{32} \quad (m) \quad (2.6)$$

Bununla beraber, ağır taşıt parkı varsa, bu durumda yol genişliğinden düşülmesi gereken ve 2.6 no.lu bağıntıdan hesaplanan (B_k) değeri %50 artırılmalıdır.

2) Eğim Etkisi :

Doygun akım değeri, her %1'lik çıkış eğimi için %3

| Yol genişliği B_i , m | Temel doygun akım S_i , bo/sa |
|----------------------------|------------------------------------|
| 3.00 | 1850 |
| 3.30 | 1875 |
| 3.65 | 1900 |
| 4.00 | 1950 |
| 4.25 | 2075 |
| 4.55 | 2250 |
| 4.90 | 2475 |
| 5.20 | 2700 |
| $B_i > 5.20$ | $S_i : 525.B_i$ |

Tablo 2.1. İngiliz yönteminde kabul edilen temel doygun akım değerleri

| TAŞIT CİNSLERİ | EŞDEĞERLİK FAKTÖRLERİ, bo. |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. Ağır yük taşıyıcısı | 1.75 - 3.00 |
| 1. Tranvay | 2.50 |
| 1. Otobüs | 2.25 - 3.00 |
| 1. Orta ve hafif yük taşıyıcı | 1.00 |
| 1. Motosiklet | 0.35 - 1.00 |
| 1. Bisiklet | 0.20 - 0.50 |

Tablo 2.2. İngiliz yönteminde önerilen taşıt eşdeğerlik faktörleri

oranında azaltılmalı, benzer şekilde de her %1 iniş eğimi için %3 oranında artırılmalıdır.

3) Dönüş etkisi :

3.1) Sola dönüş etkisi : Çatıştığı bir akımın ve özel dönüş şeridinin olup olmamasına göre farklı etkiler söz konusudur. Karşılaşılabilecek olası durumlar aşağıda incelenmiştir.

A) Ayrı bir dönüş şeridi yok ve kesiştiği bir akım da bulunmuyorsa, bu durumda, sola dönen akım, ana akımla beraber düşünülmelidir.

B) Ayrı bir dönüş şeridi var ve kesiştiği bir akım bulunmuyorsa, bu durumda, doymun akım değerleri 2.7 ve 2.8'de verilen bağıntılarla hesaplanabilir.

$$S_1 = \frac{1800}{1 + \frac{5}{R}} \quad (2.7)$$

$$S_2 = \frac{3000}{1 + \frac{5}{R}} \quad (2.8)$$

Burada;

S_1, S_2 = sırasıyla bir ve iki şeritli sola dönüşler için doymun akım değerleri, bo/sa

R = sola dönüş yarıçapı, m

C) Ayrı bir dönüş şeridi yok ve kesiştiği bir akım varsa bu durumda, sola dönen akım doğru giden ana akım içinde düşünülür ve sola dönüş hacmi genel olarak %75 artırılır.

D) Ayrı bir dönüş şeridi var ve kesiştiği bir akımda bulunuyorsa bu durumda; sola dönüş için ayrı bir faz ve yeşil süre ayrılmalıdır.

Kestiği bir akım olan sola dönüşler için, bir devre boyunca geçebilecek en çok taşıt sayısı

$$n_r = s_r \left(\frac{g \cdot s - q \cdot D}{s - q} \right) \quad (2.9)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada;

n_r = Sola dönen taşıt sayısı

s_r = Kestiği akımın boşluklarından faydalanarak sola dönebilecek maksimum taşıt sayısı (kabul aralığı için önerilen değer 5 – 6 sn)

q, s = sırasıyla, kestiği akımın hacim ve doymun akım değerleri, bo/sa

g, D = sırasıyla, yeşil süre ve devre süresi, sn

3.2) Sağa dönüş etkisi : Bu etki için karşılaşılabilecek olası durumlar aşağıda verilmiştir.

A) Ayrı bir sağa dönüş şeridi varsa bu durumda 2.7 ve 2.8 bağıntıları ile doymun akım değerleri hesaplanabilir.

B) Ayrı bir dönüş şeridi yoksa, bu durumda yaklaşım kolu içinde bulunan sağa dönüş oranına bakılır. Bu oran %10'dan az ise herhangi bir düzeltmeye gerek yoktur ancak %10'dan fazla ise genel olarak, sağa dönüş hacmi %25 artırılır.

4) Yöre etkisi :

Yolkenarı canlılığı, görüş olanakları, yolcu ve yaya davranışları gibi bazı parametrelerde doymun akım değeri üzerinde etkili olacaktır. Yukarıda verilen parametrelere bağlı olarak kavşağın iyi orta veya kötü bir yörede olduğuna karar verilmesinin ardından, doymun akım değeri iyi olarak nitelendirilen yöre için %20 oranında azaltılacaktır. Şayet kavşak orta olarak nitelendirilen bir yörede ise, doymun akımda herhangi bir düzeltme yapılmayacaktır.

5) Taşıt kompozisyonu etkisi :

Bir trafik akımının içinde bulunan taşıtların davranışlarının birbirinden farklı olacağı ve bu farklı davranış içinde bulunan taşıtların tek bir taşıt birimiyle ifade edilmesi gerektiği düşüncesiyle farklı taşıtlar için birim otomobil eşdeğerlik faktörleri araştırılmış ve Tablo 2.2'de verilen değerler uygun bulunmuştur.

6) Yaya etkisi :

Bu yöntemde yayalar taşıtlarla birlikte düşünülüyor ve bir akım durdurulduğunda bununla çatışan yayaya geçiş hakkı veriliyor. Ancak bu sürenin yeterli olup olmadığı 2.9'da verilen bağıntı ile kontrol edilmek zorundadır.

$$g_y = (g_0 + \frac{B_y}{V_y} - a) (sn) \quad (2.9)$$

Burada;

g_0 = yola giriş, yoldan çıkış için yakılması gereken minimum süre, sn

B_y = yaya tarafından geçilecek net yol genişliği, m

V_y = yaya yürüyüş hızı, m/sn

a = sarı süre, sn. dir.

3. ADIM : Akımların doygunluk derecelerinin belirlenmesi.

Bir anlamda, yolun kullanım oranı olarak da tanımlanabilir ve,

$$y_j = \frac{Q_j}{S_j} \quad (2.10)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada;

y_j = j akımının doygunluk derecesi,

Q_j = j akımının düzeltilmiş hacim değeri, bo/sa,

S_j = j akımının düzeltilmiş doygun akım değeri, bo/sa.

Bir i fazında birlikte geçiş hakkı alan akımlardan en büyük doygunluk derecesine sahip olan akımın doygunluk derecesi y_i ise, bir devre boyunca toplam doygunluk derecesi

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i \quad (2.11)$$

olacaktır. Burada;

n = faz sayısı, dır.

4. ADIM : Devre süresi ve yeşil süre dağılımlarının hesaplanması.

Kavşağa ulaşan tüm akımları geçirebilecek minimum devre süresi,

$$D_{\min} = \frac{L}{1-Y} \text{ (sn)} \quad (2.12)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Bu bağıntı ancak kavşak temel kapasitede çalışması durumunda geçerlidir. Temel kapasitenin %90'ı pratik kapasite olarak alınırsa, pratik devre süresi,

$$D_{\text{pratik}} = \frac{0,9 \cdot L}{0,9 - Y} \text{ (sn)} \quad (2.13)$$

olacaktır.

Bir sinyalizasyon kavşakta uygulanacak devre süresinin ve yeşil süre dağılımlarının, bu kavşakta taşıt başına ortalama gecikmeyi en aza indirmesi istenir. bunu sağlayacak devre süresi de optimum devre süresi olarak anılır ve 2,13'de verilen bağıntı ile hesaplanır.

$$D_{\text{optimum}} = \frac{\emptyset \cdot L + 5}{1 - Y} \text{ (sn)} \quad (2.14)$$

Burada;

L = Devre boyunca toplam kayıp süre, sn

Y = Toplam doygunluk derecesi dir.

\emptyset katsayısı için, üç veya daha çok fazlı devrelerde, sabit 1,5 alınacaktır. İki fazlı devreler için ise Tablo 2.3'den faydalanılacaktır.

Bu şekilde hesaplanan devre süresinin ardından, akımlara verilecek yeşil süreler

$$g_i = \frac{y_i}{Y} (D - L) \text{ (sn)} \quad (2.15)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

| Ortalama doygun akım | $(Q_1/S_1) / (Q_2/S_2)$ | | |
|-------------------------|-------------------------|------|------|
| | 1/1 | 1/2 | 1/3 |
| 1200 | 1.72 | 1.84 | 1.98 |
| 1800 | 1.52 | 1.60 | 1.72 |
| 2400 | 1.40 | 1.48 | 1.56 |
| 3000 | 1.31 | 1.39 | 1.48 |
| 3600 | 1.24 | 1.32 | 1.40 |

Tablo 2.3. İki fazlı devreler için \emptyset katsayıları

5. ADIM : Kapasite ve gecikme hesapları.

Devre süresi ve yeşil süre dağılımlarının hesaplanmasının ardından kavşakta bir i akımının kapasitesi,

$$c_i = \frac{g_i \cdot s_i}{D} \quad (2.16)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Bu kavşağın toplam kapasitesi ise

$$C = \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{D} \cdot \sum_{i=1}^n (g_i \cdot s_i) \quad (2.17)$$

olacaktır. Burada;

c_i = i akımının kapasitesi, bo/yeşil-saat

g_i = i akımının yeşil süresi, sn

s_i = i akımının doymun akım değeri, bo/sa

D = Devre süresi, sn

n = faz sayısıdır.

Kavşaktaki taşıt başına ortalama gecikme ise

$$d = \frac{D \cdot (1 - (g/D))^2}{2(1 - (g/D)) \cdot x} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0,65 \left(\frac{D}{q^2} \right)^{1/3} \cdot x^{(2+5 \cdot \frac{g}{D})} \quad (2.18)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.

Bu bağıntıdaki son terim, gecikme değerinin yüzde 5 ile 15' ini oluşturmaktadır. bu bilindiğine göre, bağıntının 2.18'de verildiği şekliyle yazmak yanlış olmayacaktır.

$$d = 0,9 \left[\frac{D(1 - (g/D))^2}{2(1 - (g/D)) \cdot x} + \frac{x^2}{2q(1-x)} \right] \quad (2.19)$$

Burada;

d = taşıt başına ortalama gecikme, sn

D = devre süresi, sn

g = yeşil süre, sn

q = hacim, bo/sn

s = doymun akım, bo/sn

x = doyma derecesi = $(D \cdot q) / (s \cdot g)$ dir.

Gecikme değerine bağlı olarak, devre boyunca en fazla kuyruk uzunluğu,

$$N = q \left(\frac{L}{2} + d \right) \quad (2.20)$$

veya

$$N = q \cdot r \quad (2.21)$$

olacaktır. 2.20 ve 2.21'de bulunacak olan değerlerden hangisi daha büyük ise o değer kullanılacaktır. Burada;

r = Kırmızı süre + kayıp süre ($r = D - g$), sn
d = gecikme, sn
q = hacim, tş/sn dir.

Yaklaşım kolunda, sinyalizasyon nedeniyle durmak zorunda kalan taşıtların oranı ise;

$$E = \frac{1 - (g/D)}{1 - Y} \quad (2.22)$$

olacaktır.

2.2.1.2. Avustralya yöntemi

Bu yöntem, Avustralya Yol Araştırma İdaresi tarafından geliştirilmiş ve 1981'de ilk yayımı yapılmıştır. (14,15,16, 17,18,19). Bu yöntemde kapasite ve gecikme hesabında kullanılacak mevcut girdiler, şerit sayısı ve genişlikleri, yaklaşım kolu eğimi, sağ/sol dönüş şeritleri ve uzunlukları, park durumu ve kavşağın yerleşim karakteristikleridir. Bunlarla beraber hesaplarda kullanılacak ve elde edilmesi gerekli bazı bilgilere de ihtiyaç vardır. Bunlar doğru giden ve sağa/sola dönen taşıt hacmi ile akım içindeki ağır taşıt oranıdır. Kontrol girdileri olarak ise devre süresi ve yeşil süre dağılımları ile faz sayısı belirlenmelidir.

Bu yöntemde hesaplar şerit, şerit grubu yada yaklaşım kolu bazında yapılabilir. İlk adımda, temel doygün akım değeri, çevre kalitesine bağlı olarak belirlenir. Bu temel doygün akım değeri, eğim, şerit genişliği ve taşıt kompozis-

yonuna bağlı olarak düzeltilir. Ardından, kapasite ve gecikme değerleri, özel bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir. Hesaplarda izlenecek yol adım adım aşağıda verilmiştir.

1. ADIM : Akımların belirlenmesi.

Bir yaklaşım kolunda bulunan şeritleri kullanan taşıt kuyrukları, geçiş hakkı alıp, sırasına göre ve şerit kullanımına bağlı olarak farklı akım yada akım gruplarına ayrılırlar. Her bir şerit farklı bir akım olarak tanımlanabileceği gibi, eşit kullanıma sahip şeritler beraberce bir akım oluşturabilir. Bununla beraber, yayalar da bir akım olarak düşünülebilir.

2. ADIM : Akımların geçiş düzeninin ve sırasının belirlenmesi.

Bu amaçla çizilen faz diyagramlarından, her akımın geçiş hakkı aldığı ve geçiş hakkının sona erdiği fazlar belirlenir. Oluşturulacak bir faz-akım matrisine bu bilgi işlenir.

3. ADIM : Yeşillerarası süre ile minimum yeşil srelerin belirlenmesi.

Yeşillerarası süre, sarı süre ile ortak kırmızı sürenin toplamı olarak hesaplanabilir. Minimum yeşil süre, taşıt akımları için 6 sn ile 10 sn arasında bir değer alınabilir. Yaya akımları için ise 6 snlik bir yola girme ve yoldan çıkma süresi bırakılması gerektiği dşncesiyle 2.23 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

$$G_{\min} = 6 + \frac{W_y}{V_y} \quad (\text{sn}) \quad (2.23)$$

W_y = Banketten bankete geçilen yol genişliği, m

V_y = Yayanın yolu boşaltma hızı (nerilen 1.2 m/sn), m/sn.

4. ADIM : Temel doygun akım değerinin belirlenmesi.

Temel doygun akım değeri, evre kalitesine bağlı olarak Tablo 2.4'den alınacaktır. Bu tabloda verilen evre kalitesi, kavşak geometrisi, görüş şartları, kavşakta durma, park etme ve yolcu/yk indirme bindirme yapılması ile yaya hacmine bağlı olarak, çok iyi'den çok kötü'ye kadar beş sınıfa ayrılmıştır.

5. ADIM : Temel doygun akım değerinin düzeltilmesi.

evre kalitesine bağlı olarak belirlenen doygun akım değeri, şerit genişliği, yaklaşım kolu eğimi ve taşıt kompozisyonuna bağlı olarak düzeltilmek zorundadır.

$$S = (f_w \cdot f_g / f_c) \cdot S_b \quad (2.24)$$

Burada;

S = doygun akım, tş/sa,

s_b = temel doygun akım, bo/sa,

f_w = şerit genişliği düzeltme faktörü,

f_g = yaklaşım kolu eğimi düzeltme faktörü,

f_c = taşıt kompozisyonu düzeltme faktörü,

| ÇEVRE KALİTESİ | | DOYGUN AKIM |
|----------------|----------|----------------|
| 1 | İYİ | 1800 bo/sa-şr. |
| 2 | ORTA | 1700 " |
| 3 | KÖTÜ | 1580 " |
| 4 | ÇOK İYİ | 2000 " |
| 5 | ÇOK KÖTÜ | 1440 " |

Tablo 2.4. Avustralya yönteminde kabul edilen temel doygun akım değerleri

A) Şerit genişliği düzeltme faktörü, f_w

Şerit genişliğinin en az 2.40 m, en fazla ise 4.60 m olması gerektiği düşüncesiyle, farklı genişlikteki şeritler için düzeltme faktörleri 2.25 no.lu bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

$$f_w = \begin{cases} 0,55 + 0,14 \cdot W & \dots\dots\dots W < 3,00 \text{ m} \\ 1,00 & \dots\dots\dots 3,0 \text{ m} \leq W \leq 3,70 \text{ m} \\ 0,83 + 0,05 \cdot W & \dots\dots\dots W > 3,70 \text{ m} \end{cases} \quad (2.25)$$

B) Eğim etkisi düzeltme faktörü, f_g

Eğimin etkisi çıkışta (+), doygun akım üzerinde azaltıcı, inişte (-) ise artırıcı bir etki yapacaktır. Eğim etkisi düzeltme faktörü 2.26 no.lu bağıntıdan hesaplanabilir.

$$f_g = 1 - 0,5 \left(\frac{G}{100} \right) \quad (2.26)$$

Burada;

G = yüzde olarak yaklaşım kolu eğimidir.

C) Trafik kompozisyonu düzeltme faktörü, f_c

Temel doygun akım değerinin, eğim ve şerit genişliği etkileri nedeniyle düzeltilmesinin ardından, bu değeri (tş/sa) birimine dönüştürecek, taşıt kompozisyonu düzeltme faktörüne bölünmesi gereklidir. Bu faktör

$$f_c = \frac{e_i \cdot q_i}{q} \quad (2.27)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada;

e_i = dönüştürülecek i tipi taşıt için doğru giden taşıt eşdeğeri, (Tablo 2.5'den alınacak)

q_i = dönüştürülecek i tipi taşıtın, toplam akım içindeki hacim değeri, teş/sa

q = toplam akım hacmi ($= \sum q_i$), teş/sa, dır.

| TAŞIT CİNSİ | DOĞRU GİDEN | ÇATIŞMADAN DÖNEN | | ÇATIŞARAK DÖNEN |
|-------------|-------------|------------------|---------|-----------------|
| | | NORMAL | KISITLI | |
| OTOMOBİL | 1.00 | 1.00 | 1.25 | e_o |
| AĞIR TAŞIT | 2.00 | 2.00 | 2.50 | $(e_o + 1)$ |

Tablo 2.5. Avustralya yönteminde önerilen doğru giden taşıt eşdeğerlik faktörleri

Tablo.2.5'de görülen çatışan ve çatışmayan akımların açıklaması aşağıda yapılmıştır.

i) Çatışmayan dönüşler;

a) Normal : Bu tanım, dönüş yarıçapı yeterince büyük ve yaya engellemesi olmayan sağ/sol dönüşler için kullanılmaktadır.

b) Kısıtlı : Bu tanım ise, dönüş yarıçaplarının küçük olduğu ve/veya yayalardan etkilenen sağ/sol dönüşler için kullanılmaktadır.

ii) Çatışan dönüşler;

Bu tanım, flitre sol dönüşler, yayalara yol vererek, tek yönlü bir yoldan yapılan sağ/sol dönüşler, kavşak içinden sağ dönüşler ile katıldığı akıma kırmızı yandığında yapılan sağa dönüşler için kullanılmaktadır. Tabloda çatışan akımlar için verilen eşdeğerlik faktörlerindeki (e_o) değeri, sinyal zamanlaması ve çatıştığı akım karakteristiğine bağlı olarak

$$e_o = \frac{0,5 \cdot g}{s_u \cdot g_u + n_f} \quad (2.28)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada;

g = çatıştığı akımın etkin yeşil süresi, sn

s_u = çatıştığı akımın hacminin bir fonksiyonu olarak, çatışan dönen akımın, doygun akım değeri (önerilen, sağ dönüşler için 0,42 tş/sn sol dönüşler için, 0,39 tş/sn), tş/sn

$$q_u = \text{çatıştığı akımın doymamış yeşil süresi} \\ \left(= \frac{s \cdot g - g \cdot D}{s - q} \right), \text{ sn}$$

n_f = yeşilden sonra hareket eden ve devre süresince geçebilecek taşıt sayısı (önerilen, sağ dönüşler için 2 tş/şr, sol dönüşler için 1,8 tş/şr) dir.

Genel kapasite hesapları için (e_0) değerinin 3 alınması önerilmektedir.

6. ADIM : Kayıp süre ve etkin yeşil sürenin hesaplanması.

Bir akıma yakılan yeşil sürenin ardından, taşıtların hareketlerine başlayabilmesi için bir süre geçecektir ki bu süreye "başlangıç kaybı" veya "ilk hareket kaybı" denilmektedir. Benzer şekilde, akımın yeşilinin sona ermesinin ardından sarı süre ve hatta kırmızı sürede de taşıtlar kavşağı kullanmaya çalışacaklardır. Bu süre ise "son kazancı" olarak tanımlanmaktadır. Bu düşünceyle, bir fazda taşıtların kavşağı kullanmadıkları kayıp süre,

$$l = (a - b + I) \quad (2.29)$$

saniye olacaktır. Burada;

a = başlangıç kaybı, sn

b = son kazancı, sn

I = yeşiller arası süre (sarı + ortak kırmızı süre), sn dir.

Şayet başlangıç kaybı son kazancına eşit kabul edilirse;

$$(g + l) = (G + I) \quad (2.30)$$

olacak ve buradan etkin yeşil süre

$$g = (G + I - l) \text{ sn} \quad (2.31)$$

olarak yazılabilecektir. Burada;

g = etkin yeşil süre, sn
 G = yakılan yeşil süre, sn
 I = yeşiller arası süre, sn
 l = kayıp süre, sn dir.

7. ADIM : Pratik doygunluk derecesinin belirlenmesi.

Bir akım yada kavşağın tümü için, kabul edilebilir, maksimum doygunluk derecesi sözkonusudur. Özel şartlar haricinde, uygun işletme koşullarında bu değerin ($x_p, x_p=0.90$) olarak alınması uygun olacaktır.

Bu aşamaya kadar açıklanan tüm bilgiler, hesaplamada kullanılacak temel girdileri kapsamaktadır. Bu bilgiler Şekil 2.10'da verilen girdi tablosu kullanılarak düzenlenebilir. Bu aşamadan sonra açıklanan hesaplarda Şekil 2.11'de verilen hesap tablosu kullanılarak düzenlenebilir.

8. ADIM : Akım oranı ve yeşil süre oranının belirlenmesi.

Her akım için, hacim (q_i) ve doygun akım (s_i) değerleri bilindiğine göre;

$$y_i = (q_i/s_i) \quad (2.32)$$

bağıntısı ile akım oranları hesaplanabilir. Bu y_i değerlerinin toplamı ise kavşağın toplam akım oranını verecektir.

Bir faza ayrılan yeşil sürenin, devre süresine oranına yeşil oranı adı verilmekte ve

$$U_i = \frac{g_i}{D} \quad (2.33)$$

olarak hesaplanmaktadır. Bir kavşağın yeşil oranı da, her fazın yeşil oranlarının toplamı olarak;

$$U = \sum_{i=1}^n u_i = \frac{D-L}{D} = \frac{\sum g_i}{D} \quad (2.34)$$

şeklinde yazılabilir. Burada;

u_i, U = sırasıyla bir fazın ve kavşağın yeşil oranı

D = devre süresi, sn

L = devredeki toplam kayıp süre

n = faz sayısı dir.

Bir akımın doygunluk derecesi;

$$c_i = \frac{s_i \cdot g_i}{D} \quad (2.35)$$

olmak üzere,

$$x_i = \frac{q_i}{c_i} = \frac{q_i \cdot D}{s_i \cdot g_i} = \frac{y_i}{u_i} \quad (2.36)$$

bir kavşağın doygunluk derecesi ise;

$$X = \frac{D \cdot \sum y_i}{D - L} = \frac{D \cdot Y}{g_i} = \frac{Y}{U} \quad (2.37)$$

olacaktır. Burada;

x_i, X = sırasıyla, akımın ve kavşağın doygunluk derecesi

y_i, Y = sırasıyla, akımın ve kavşağın akım oranı

u_i, U = sırasıyla, akımın ve kavşağın yeşil oranı

D = devre süresi, sn

c_i = akımın kapasitesi, tş/yeşil saat

s_i = akımın doygun akım değeri, tş/sa dir.

7.adım'da herbir akım ve kavşağın tümü için, pratik doygunluk dereceleri belirlendiğinden, akım ve kavşağın yeşil oranları, 2.36 ve 2.37 eşitliklerinden;

$$u_i = y_i / x_p \quad (2.38)$$

ve

$$U = Y / X_p \quad (2.39)$$

şeklinde yazılabilir.

9. ADIM : Kritik akımların belirlenmesi.

Bir akıma verilmesi gereken hareket süresi en az

$$t_m = (g_m + 1) = (I + G_m) \quad (2.40)$$

veya

$$t_m = \left(\frac{y}{x_p} \cdot D + 1 \right) = (u \cdot D + 1) \quad (2.41)$$

saniye olmalıdır. Devre süresi henüz hesaplanmadığından, kritik akımın belirlenmesi aşamasında, bu değer, 100 sn olarak alınabilir. 2.40 ve 2.41 no.lu bağıntılardan hesaplanan hareket sürelerinin büyük olanı, akıma 100 sn'lik bir devre süresi içinde verilmesi gereken en az süre olarak alınacaktır. Yaya akımları için ise (y) ve (u) değerleri sıfır alınarak hesap yapılacaktır.

Her fazda tekrarlı olmayan akımların hareket süreleri karşılaştırılarak, en büyük hareket süresine sahip akım seçilir. Ardarda gelen birden çok fazda geçiş hakkı alan tekrarlı akım varsa, bu akımın geçiş hakkı aldığı fazlardaki, akımların gerektirdiği hareket süresi, tekrarlı akıma gereken hareket süresi ile karşılaştırılır, büyük olan değere sahip akım(lar) kritik olarak kabul edilir.

10. ADIM : Optimum ve minimum devre sürelerinin hesaplanması.

Kabul edilebilir doygunluk derecesi, x_p , şayet tüm akımların doygunluk derecelerinden büyükse, bu durumda kavşağa ulaşan tüm akımları geçirebilecek minimum devre süresi, pratik devre süresi olarak adlandırılır ve

$$D_p = \frac{L}{1 - U}, \quad (\text{sn}) \quad (2.42)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada;

L = devre boyunca toplam kayıp süre, sn

U = kavşak yeşil süre oranı dır.

Bu kavşakta optimum devre süresi ise

$$D_{opt} = \frac{(1.4 + k) \cdot L + G}{1 - Y}, \text{ sn} \quad (2.43)$$

olacaktır. Burada;

Y = kavşak akım oranı, ve

k = duruş değeri parametresi, (minimum yakıt tüketimi için k = 0.4, minimum maliyet için (gecikmeler dahil) k = 0,2 ve en küçük gecikme için k = 0, alınması önerilen değerlerdir)

Hesaplanan bu devre süreleri ile, maksimum olarak kabul edilen 120 ~ 150 saniye sınırları içinde kalmak üzere bir devre süresi seçilerek işlemlere devam edilir.

11. ADIM : Yeşil süre dağılımlarının hesaplanması.

Bazı durumlarda kritik akımlar devre süresine bağlı olabilir. Bunu kontrol etmek için, hesaplanan devre süresine bağlı olarak, (2.40), (2.41) eşitliklerinden yeni hareket süreleri bulunarak birbirleri ile karşılaştırılır ve büyük olan değer t' olarak isimlendirilir. Ardından bu yeni hareket sürelerine bağlı olarak, tekrar bir kritik akım arama işlemi yapılır. Şayet kritik akımlarda bir değişiklik söz konusu ise, bu durumda işlemler tekrar edilir. Kritik akımlarda bir değişiklik yoksa, bir faza ayrılacak yeşil süre;

$$g_i = \left(\frac{D - L}{U} \right) \cdot u_i, \text{ sn} \quad (2.44)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Bir fazda tekrarlı olmayan iki akımın bulunması durumunda, bu akımlara ayrılacak yeşil süre

$$g_i = (g_c + l_c) - 1, \text{ sn} \quad (2.45)$$

olacaktır. İki faz boyunca geçiş hakkı alan tekrarlı akım,

kritik akım ise, bu akıma ayrılan süre bir alt devre gibi düşünülür ve tekrarsız akımlara bu süre dağıtılır.

$$g = \left(\frac{D^* - L^*}{U^*} \right) \cdot u, \text{ sn} \quad (2.46)$$

Burada;

D^* = tekrarlı akımın etkin yeşil süresi, sn

L^* = tekrarsız akımların kayıp sürelerinin toplamı, sn

U^* = tekrarsız akımların yeşil süre oranları toplamıdır.

Şayet tekrarlı akım kritik değil fakat iki tekrarsız akım kritik ise, bu durumda tekrarsız akımın yeşil süresi,

$$g = \left(\sum g_c + \sum l_c \right) - l, \text{ sn} \quad (2.47)$$

olarak hesaplanır. Burada;

g_c = tekrarsız akımların yeşil süreleri toplamı, sn

l_c = tekrarsız akımların kayıp süreleri toplamı, sn

l = tekrarlı akımın kayıp süresi, sn dir.

Bu hesaplamaların ardından, akımlara gösterilecek yeşil süre

$$G = (g + l) - l \quad (2.48)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.

12. ADIM : Kapasite ve gecikme hesapları.

Bir akımın veya bir kavşağın tümünün kapasitesi 2.16 ve 2.17 no.lu bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir.

Bir kavşakta, ortalama akım fazlası kuyruk

$$N_o = \frac{C \cdot T_f}{4} \left(z + \sqrt{z^2 + \frac{12 \cdot (x - x_o)}{C \cdot T_f}} \right) \quad (2.49)$$

olarak hesaplanabilir. Burada;

N_0 = ortalama akım fazlası kuyruk (Bu değer bütün şeritlerde kuyruklanmış toplam taşıt sayısıdır.)

C = kapasite (= s.g/D)

T_f = T_f aralığı süresince gelebilecek en çok taşıt sayısı

x = doyunluk derecesi (=q/c)

z = (x - 1), (şayet doyunluk derecesi birden küçükse bu değer negatif olur.)

x_0 = bu değer altındaki doyunluk derecelerinde, akım fazlası kuyruk oluşmaz (= $0,67 + \frac{s \cdot g}{600}$)

Bu şekilde hesaplanan akım fazlası kuyruğa bağlı olarak, taşıt başına ortalama gecikme;

$$d = \left(\frac{D(1-u)^2}{2(1-y)} + \frac{N_0 \cdot x}{q} \right) \quad (2.50)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada;

D = devre süresi

u = yeşil süre oranı

y = akım oranı

x = doyunluk derecesi

q = hacim, tş/sn

N_0 = ortalama akım fazlası kuyruk, tş dir.

Her taşıt için ortalama duruş sayısı,

$$h = 0,9 \left(\frac{1-u}{1-y} + \frac{N_0}{q \cdot D} \right) \quad (2.51)$$

olacaktır. Yeşil süre başlangıcında kuyruktaki ortalama taşıt sayısının ise

$$N = q \cdot r + N_0 \quad (2.52)$$

olması beklenir. Burada;

r = etkin kırmızı süre (= $D - g$)
 q = hacim, tş/sn

Yaya başına ortalama gecikme

$$d = \frac{r^2}{2D}, \text{ sn} \quad (2.53)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.

Kırmızı ışıkta duran yaya sayısı ise

$$H = \frac{q \cdot r}{D} \quad (2.54)$$

olacaktır. Burada;

q = yaya hacmi, (yaya/sa)

r, D = etkin kırmızı süre ve devre süresi dir.

Yayalara yeşil yandığında, bekleyen yaya sayısı

$$N = q \cdot r \quad (2.55)$$

bağıntılarıyla hesaplanabilir.

2.2.1.2. Yeni Amerikan yöntemi

Bu yöntem ulaşım araştırma bölümü tarafından geliştirilmiş ve ilk basımı 1985'de yapılmıştır (15,19,20,21). Bu yöntemle kapasitenin ve taşıt başına ortalama gecikmenin hesaplanmasında mevcut girdi olarak, şerit sayısı ve genişlikleri, yaklaşım yolu eğimi, park durumu, çevre karakteristikleri ve zirve saat faktörüdür. Bunlarla beraber, hesaplarda kullanılacak ve kavşaktan elde edilmesi gereken bilgiler ise, yaklaşım kolu ile sağ/sol dönüş hacimleri, ağır taşıt yüzdesi, bölgesel otobüs sayısı, yaklaşım kollarındaki taşıtların geliş tipleri, yaya hacmi ile park manevralarının

| Akım No. | Başlangıç Fazı | Bitiş Fazı | Yeşiller arası süre, I, sn | Minimum yeşil süre, Gm, sn | Trafik hacmi q, tş/sa | Doygun akım S, tş/sa | Kayıp süre l, sn | Minimum etkin yeşil, gm, sn | Pratik doygunluk derecesi |
|----------|----------------|------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

Şekil 2.11 Avustralya yönteminde kullanılabilir girdi tablosu.

| Akım No. | Akım oranı y:q/S | Yeşil süre oranı u: y/x _p | Hareket süresi tm: 100.u+1 | Hareket süresi tm:Gm+I :gm+1 | Minimum hareket t 4 ve 5'in büyüğü | D : sn için kontrol | | | |
|----------|------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----|---|-------------|
| | | | | | | U _c +1 | t' | g | x:(D/G) ≠ y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

Şekil 2.12 Avustralya yönteminde kullanılabilir hesap tablosu.

| GRUP İÇİNDEKİ ŞERİT SAYISI | ŞERİT DOLULUK FAKTÖRÜ - U - |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1.00 |
| 2 | 1.05 |
| 3 | 1.10 |

Tablo 2.6 Amerikan yönteminde kullanılan şerit doluluk faktörü

bir saatteki sayısıdır. Sinyal zamanlaması, faz sayısı ve yaya geçiş süreleri ise hesaplarda kontrol girdileri olarak kullanılacaktır. Bu yöntemde çözümlene, şerit, şerit grubu yada kavşak kolu bazında yapılabilir. Temel doygun akım değeri 1800 bo/sa-şr alınır. Birçok parametrenin etkisi ile bu değer düzeltilir. Kapasite ve gecikme değerleri özel bağıntılarla hesaplanabilir. Hesaplarda izlenecek yol adım adım aşağıda verilmiştir.

1. ADIM : Hacim değerlerinin düzeltilmesi.

Bir saat içinde 15 dakikalık zirve hacim değerinin bulunması için, ölçülen saatlik hacmin, zirve-saat faktörüne bölünmesi gerekecektir.

$$V_f = \frac{V}{PHV} \quad (2.56)$$

V_f = zirve-saat hacmi, tş/sa

V = ölçülen saatlik hacim, tş/sa

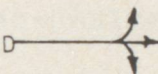
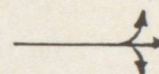
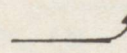
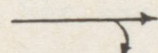
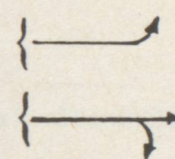
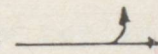
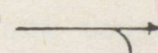
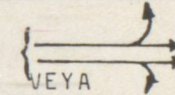
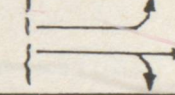
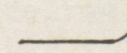
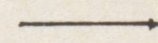
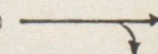
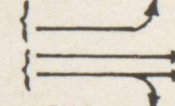

PHV= zirve-saat faktörü dür.

Şayet hacim ölçümleri 15'er dakikalık sürelerle yapılmışsa bu değerlerin maksimumu saatliğe çevrilerek, zirve saat hacmi olarak alınır. Zirve saat düzeltilmesi, kavşağın tümü için yapılabileceği gibi herbir yaklaşım kolu yada her akım için ayrı ayrı yapılabilir.

Hesaplar için şerit grupları belirlenmek zorundadır. Bir şerit grubu, bir yada daha fazla şeritten oluşabilir. Şekil 2.12 'da mümkün olabilecek şerit grupları görülebilir. Bununla beraber, sola dönen hacim değeri, doğru giden akım eşdeğeri olarak

$$V_{LE} = V_L \cdot \frac{1800}{(1400 - V_o)} \quad (2.57)$$

bağıntısıyla düzeltilmelidir. Burada;

| Şerit No. | Şeritlerdeki Akımlar | Mümkün şerit Gruplamaları |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | SoD + DG + SaD  | ①  |
| 2 | Üz. SoD  DG + SaD  | ②  |
| 2 | SoD + DG  DG + SaD  | ①  VEYA ②  |
| 3 | Üz. SoD  DG  DG + SaD  | ②  VEYA ③  |

Şekil 2.12. Amerikan yönteminde mümkün şerit gruplaması.

V_{LE} = sola dönen hacmin doğru giden akım eşdeğeri, tş/sa
 V_L = gerçek sola dönen taşıt hacmi, tş/sa
 V_O = toplam çatışan hacim, tş/sa

Burada çatışan hacim değerinin 1400 tş/sa'ı aşması durumunda 2.57 bağıntısından hesaplanan değer anlamlı olmayacaktır. Bu durumda sola dönüş için ayrı bir faz ayrılmak zorundadır. Sayet,

$$V_{LE} \geq \frac{(V - V_L)}{(N - 1)} \quad (2.58)$$

ise tekil şerit grubu düşünülmeli

$$V_{LE} < \frac{(V - V_L)}{(N - 1)} \quad (2.59)$$

ise sola dönüş ayrı bir şerit grubu olarak düşünülmelidir. Burada;

V = yaklaşım kolunun toplam hacim değeri
 N = yaklaşım kolundaki toplam şerit sayısıdır.

Ayrıca şeritlerin dolulukları da gözönüne alınmalı ve her bir şerit grubu için düzeltme yapılmalıdır.

$$V = V_s \cdot u \quad (2.60)$$

Burada;

V = şerit grupları için düzeltilmiş hacim, tş/sa
 V_s = şerit gruplarının toplam hacim değeri, tş/sa
 u = şerit doluluk faktörü, dür. (Tablo 2.5' dan alınacak)

2. ADIM : Temel doygun akım değerinin düzeltilmesi.

Bir şeritten, ideal şartlarda, bir saatte geçebilecek birim otomobil olarak 1800 alınır ve bu değer bazı faktörlere bağlı olarak düzeltilir.

$$S = S_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_e \cdot f_{RT} \cdot f_{LT} \quad (2.61)$$

Burada;

S = düzeltilmiş doygun akım, tş/sa

S_o = temel doygun akım, 1800 bo/sa-şr

N = gruptaki şerit sayısı

f_w = şerit genişliği düzeltme faktörü (Tablo 2.7 'den alınacak)

f_{HV} = ağır taşıt düzeltme faktörü (Tablo 2.8' den alınacaktır)

f_g = eğim düzeltme faktörü (Tablo 2.9 'den alınacaktır)

f_p = park manevrası düzeltme faktörü (Tablo 2.10'dan alınacaktır)

f_{bb} = kentiçi yolcu otobüslerinin engellemelerini düzeltme faktörü (Tablo 2.11'den alınacaktır). Şayet otobüs kavşak içi veya civarında yolcu indirme/bindirme yapmıyorsa, otobüsler ağır taşıt olarak düşünülecektir.

f_e = bölge için düzeltme faktörü (Tablo 2.12'den alınacaktır)

f_{RT} = Şerit grubu içindeki sağa dönüşler için düzeltme faktörü (Tablo 2.13 'den alınacaktır)

f_{LT} = Şerit grubu içindeki sola dönüşler için düzeltme faktörü (Tablo 2.14 'den alınacaktır)

3. ADIM : Kritik akımların belirlenmesi.

Bir devre içindeki kritik akımların belirlenebilmesi için tahmini bir devre süresi seçilir ve her bir akımın geçişi için gerekli yeşil süre;

$$g_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} (D - L) \quad (2.62)$$

bağıntısı ile belirlenebilir. Burada;

V_i = bir fazda birlikte yeşil alan akım gruplarının büyük hacme sahip akımın hacmi (tş/sa-şerit)

| ŞERİT GENİŞLİĞİ W , m | ŞERİT GENİŞLİĞİ DÜZELTME FAKTÖRÜ, f_w |
|----------------------------|-----------------------------------------|
| $2.44 < W < 4.88$ | $f_w = 0.60 + 0.11 \cdot W$ |

Tablo 2.7. Amerikan yönteminde şerit genişliği düzeltme faktörü

| % AĞIR TAŞIT % HV | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Düzeltilme faktörü f_{HV} | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.97 | 0.96 | 0.95 | 0.93 | 0.91 | 0.89 | 0.87 |

Tablo 2.8. Amerikan yönteminde ağır taşıt etkisi düzeltme faktörü,

| EĞİM, G_r | Düzeltilme faktörü, f_g |
|-----------------|----------------------------|
| $-6 < G_r < +6$ | $f_g = 1.0 - 0.5(G_r/100)$ |

Tablo 2.9. Amerikan yönteminde eğim etkisi düzeltme faktörü

| ŞERİT GRUBUNDAKİ ŞERİT SAYISI | PARK YOK İSE | BİR SAATTEKİ PARK MANEVRASININ SAYISI, N_m | | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|------|------|------|------|
| | | 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 | 1.00 | 0.97 | 0.95 | 0.91 | 0.89 |

Tablo 2.10. Amerikan yönteminde park etkisini düzeltme faktörü. (f_p)

| ŞERİT GRUBUNDAKİ ŞERİT SAYISI | BİR SAATTEKİ OTOBÜS DURUŞ SAYISI , N_b | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------------|------|------|------|------|
| | 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 |

Tablo 2.11. Amerikan yönteminde otobüs engellemesini düzeltme faktörü. (f_{bb})

| BÖLGE TİPLERİ | Düzeltilme faktörü |
|----------------|--------------------|
| CBD | 0.90 |
| DİĞER BÖLGELER | 1.00 |

Tablo 2.12. Bölge etkisi düzeltme faktörleri. (f_e)

| FARKLI DURUMLAR | SAĞA DÖNÜŞ ETKİSİNİ DÜZELTME FAKTÖRÜ , f_{RT} | | | | | | | |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------|------|------------------|------|-----------|------|
| 1) Özel SaD şeridi, Korunmuş SaD fazı | 0.85 | | | | | | | |
| 2) Özel SaD şeridi , Ortak SaD Fazı, | $f_{RT} = 0.85 - (yaya/2100)$ | | | | yaya \leq 1700 | | | |
| | $f_{RT} = 0.05$ | | | | yaya $>$ 1700 | | | |
| | yaya say. | 0 | 50 (az) | 100 | 200(orta) | 300 | 400(yük.) | 500 |
| | f_{RT} | 0.85 | 0.83 | 0.80 | 0.75 | 0.71 | 0.66 | 0.61 |
| | yaya say. | 600 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1700 |
| f_{RT} | 0.56 | 0.47 | 0.37 | 0.28 | 0.18 | 0.05 | 0.05 | |
| 3) Özel SaD şeridi, Korunmuş+ortak SaD Fazı, | $f_{RT} = 0.85 - (1 - P_{RTA})(yaya/2100)$ | | | | | | | |
| | $f_{RT} = 0.05$ (minimum) | | | | | | | |
| | ÇATIŞAN YAYA | ORTAK FAZİ KULLANAN SaD ORANI , P_{RTA} | | | | | | |
| | SAYISI | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 | |
| | 0 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| | 50 | 0.83 | 0.83 | 0.84 | 0.84 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| | 100 | 0.80 | 0.81 | 0.82 | 0.83 | 0.84 | 0.85 | 0.85 |
| | 200 | 0.75 | 0.77 | 0.79 | 0.81 | 0.83 | 0.85 | 0.85 |
| | 300 | 0.71 | 0.74 | 0.76 | 0.79 | 0.81 | 0.85 | 0.85 |
| | 400 | 0.66 | 0.70 | 0.74 | 0.77 | 0.81 | 0.85 | 0.85 |
| | 600 | 0.56 | 0.62 | 0.68 | 0.74 | 0.79 | 0.85 | 0.85 |
| 800 | 0.47 | 0.55 | 0.62 | 0.70 | 0.77 | 0.85 | 0.85 | |
| 1000 | 0.37 | 0.47 | 0.56 | 0.66 | 0.75 | 0.85 | 0.85 | |
| 1400 | 0.18 | 0.32 | 0.45 | 0.58 | 0.72 | 0.85 | 0.85 | |
| 1700 | 0.05 | 0.20 | 0.36 | 0.53 | 0.69 | 0.85 | 0.85 | |
| 4) Ortak SaD şeridi Korunmuş SaD Fazı | $f_{RT} = 1.0 - 0.15.P_{RT}$ | | | | | | | |
| | P_{RT} , Şeritten SaD oranı | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 | |
| | f_{RT} | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.88 | 0.85 | |
| 5) Ortak SaD şeridi Ortak SaD Fazı. | $f_{RT} = 1.0 - P_{RT}(0.15 + (yaya/2100))$ | | | | | | | |
| | $f_{RT} = 0.05$ | | | | | | | |
| | ÇATIŞAN YAYA | SERİTTEN SAĞA DÖNÜŞ ORANI - P_{RT} | | | | | | |
| | SAYISI | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 | |
| | 0 | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.88 | 0.85 | |
| | 50 | 1.00 | 0.97 | 0.93 | 0.90 | 0.86 | 0.83 | |
| | 100 | 1.00 | 0.96 | 0.92 | 0.88 | 0.84 | 0.80 | |
| | 200 | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.80 | 0.75 | |
| | 400 | 1.00 | 0.93 | 0.86 | 0.80 | 0.73 | 0.66 | |
| | 600 | 1.00 | 0.91 | 0.83 | 0.74 | 0.65 | 0.56 | |
| | 800 | 1.00 | 0.89 | 0.79 | 0.68 | 0.58 | 0.47 | |
| 1000 | 1.00 | 0.87 | 0.75 | 0.62 | 0.50 | 0.37 | | |
| 1400 | 1.00 | 0.84 | 0.67 | 0.51 | 0.35 | 0.18 | | |
| 1700 | 1.00 | 0.81 | 0.62 | 0.42 | 0.23 | 0.05 | | |

Tablo 2.13. Amerikan yönteminde sağa dönüş etkisini düzeltme faktörü(1.BÖLÜM)

| FARKLI DURUMLAR | SAĞA DÖNÜŞ ETKİSİNİ DÜZELTME FAKTÖRÜ , f_{RT} | | | | | | | |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| 6) Ortak SaD şeridi, Korunmuş + ortak SaD Fazı | $f_{RT} = 1.0 - P_{RT}(0.15 + (yaya/2100))(1 - P_{RTA})$ $f_{RT} = 0.05$ (minimum) | | | | | | | |
| | ORTAK fazi kul- lanana, P_{RTA} | ÇATIŞAN yaya sayısı | ŞERİT GRUBU İÇİNDEKİ SaD oranı, P_{RT} | | | | | |
| | | | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 |
| | 0.00 | Tümü | 5. durumun benzeri | | | | | |
| | 0.20 | 0 | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.88 | 0.85 |
| | | 50 | 1.00 | 0.97 | 0.93 | 0.90 | 0.86 | 0.83 |
| | | 200 | 1.00 | 0.95 | 0.91 | 0.86 | 0.81 | 0.77 |
| | | 400 | 1.00 | 0.94 | 0.88 | 0.82 | 0.76 | 0.70 |
| | | 600 | 1.00 | 0.92 | 0.85 | 0.77 | 0.70 | 0.62 |
| | | 1000 | 1.00 | 0.89 | 0.79 | 0.68 | 0.58 | 0.47 |
| 1700 | | 1.00 | 0.86 | 0.73 | 0.59 | 0.45 | 0.32 | |
| 0.40 | 0 | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.88 | 0.85 | |
| | 50 | 1.00 | 0.97 | 0.91 | 0.91 | 0.87 | 0.84 | |
| | 200 | 1.00 | 0.96 | 0.92 | 0.88 | 0.83 | 0.79 | |
| | 400 | 1.00 | 0.95 | 0.89 | 0.84 | 0.79 | 0.74 | |
| | 600 | 1.00 | 0.94 | 0.87 | 0.81 | 0.74 | 0.68 | |
| | 1000 | 1.00 | 0.91 | 0.83 | 0.74 | 0.65 | 0.56 | |
| | 1700 | 1.00 | 0.89 | 0.78 | 0.67 | 0.56 | 0.45 | |
| 0.60 | 0 | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.88 | 0.85 | |
| | 50 | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.90 | 0.87 | 0.84 | |
| | 200 | 1.00 | 0.96 | 0.92 | 0.89 | 0.85 | 0.81 | |
| | 400 | 1.00 | 0.95 | 0.91 | 0.86 | 0.82 | 0.77 | |
| | 600 | 1.00 | 0.94 | 0.89 | 0.84 | 0.79 | 0.74 | |
| | 1000 | 1.00 | 0.93 | 0.86 | 0.80 | 0.73 | 0.66 | |
| | 1700 | 1.00 | 0.92 | 0.83 | 0.75 | 0.67 | 0.58 | |
| 1.00 | Tümü | 4. durumun benzeri | | | | | | |
| 7) Tek şeritli yak- laşım kolu. | $f_{RT} = 0.90 - P_{RT}(0.135 + (yaya/2100))$ $f_{RT} = 0.05$ (minimum) | | | | | | | |
| | ÇATIŞAN YAYA SAYISI | TEKİL ŞERİT İÇİNDEKİ SaD ORANI- P_{RT} | | | | | | |
| | | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 | |
| | 0 | 1.00 | 0.87 | 0.85 | 0.82 | 0.79 | 0.77 | |
| | 50 | 1.00 | 0.87 | 0.84 | 0.81 | 0.77 | 0.74 | |
| | 100 | 1.00 | 0.86 | 0.83 | 0.79 | 0.76 | 0.72 | |
| | 200 | 1.00 | 0.86 | 0.81 | 0.77 | 0.72 | 0.68 | |
| | 300 | 1.00 | 0.85 | 0.79 | 0.74 | 0.69 | 0.64 | |
| | 400 | 1.00 | 0.84 | 0.78 | 0.72 | 0.65 | 0.59 | |
| | 600 | 1.00 | 0.82 | 0.74 | 0.66 | 0.59 | 0.51 | |
| | 800 | 1.00 | 0.80 | 0.71 | 0.61 | 0.52 | 0.42 | |
| | 1000 | 1.00 | 0.79 | 0.67 | 0.56 | 0.45 | 0.34 | |
| | 1200 | 1.00 | 0.77 | 0.64 | 0.51 | 0.38 | 0.25 | |
| 1400 | 1.00 | 0.75 | 0.61 | 0.46 | 0.31 | 0.16 | | |
| 1700 | 1.00 | 0.73 | 0.55 | 0.38 | 0.21 | 0.05 | | |
| 8) Çift SaD şeridi, Korunmuş faz. | 0.75 | | | | | | | |

Tablo 2.13. Amerikan yönteminde sağa dönüş etkisini düzeltme faktörü (DEVAM)

| FARKLI DURUMLAR | SOLA DÖNÜŞ ETKİSİNİ DÜZELTME FAKTÖRÜ , f_{LT} | | | | | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| 1) Özel SoD şeridi, Korunmuş Faz | 0.95 | | | | | | |
| 2) Özel SoD şeridi, Ortak kullanılan FAZ. | ÖZEL PROSEDÜR , BKZ. Tablo 2.16 (B) | | | | | | |
| 3) Özel SoD şeridi, Korunmuş + Ortak kullanılan FAZ. | 0.95* | | | | | | |
| 4) Ortak SoD şeridi, Korunmuş Faz. | $f_{LT} = 1.0 / (1.0 + 0.05 \cdot P_{LT})$ | | | | | | |
| | ŞERİT İÇİNDEKİ SoD ORANI, P_{LT} | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 |
| | f_{LT} | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.97 | 0.96 | 0.95 |
| 5) Ortak SoD şeridi ortak kullanılan FAZ | ÖZEL PROSEDÜR , BKZ. Tablo 2.16 (B) | | | | | | |
| 6) Ortak SoD şeridi Korunmuş + Ortak kullanılan Faz. | $f_{LT} = (1400 - V_o) / ((1400 - V_o) + (235 + 0.435 \cdot V_o) \cdot P_{LT})$ | | | | | | |
| | $f_{LT} = 1 / (1 + 4525 \cdot P_{LT}) \quad V_o > 1220 \text{ ts/sa}$ | | | | | | |
| | ÇATIŞAN AKIM V_o | SOLA DÖNÜŞLERİN ORANI , P_{LT} | | | | | |
| | | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 |
| 0 | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.88 | 0.86 | |
| 200 | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.86 | 0.82 | 0.78 | |
| 400 | 1.00 | 0.92 | 0.85 | 0.80 | 0.75 | 0.70 | |
| 600 | 1.00 | 0.88 | 0.79 | 0.72 | 0.66 | 0.61 | |
| 800 | 1.00 | 0.83 | 0.71 | 0.62 | 0.55 | 0.49 | |
| 1000 | 1.00 | 0.74 | 0.58 | 0.48 | 0.41 | 0.36 | |
| 1200 | 1.00 | 0.55 | 0.38 | 0.29 | 0.24 | 0.20 | |
| 1220 | 1.00 | 0.52 | 0.36 | 0.27 | 0.22 | 0.18 | |
| 7) Tek şeritli yak- laşım kolu. | ÖZEL PROSEDÜR , BKZ. Tablo 2.16 (B) | | | | | | |
| 8) Çift SoD şeridi Korunmuş Faz. | 0.92 | | | | | | |

* Hesapların başında kullanılacak değer. Bu durum için sonuç irdelenmelidir.

Tablo 2.14 Amerikan yönteminde sola dönüş etkisini düzeltme faktörü

| 2 , 5 ve 7. DURUMLAR İÇİN f_{LT} DEĞERİNİN BULUNMASINDA KULLANILACAK ÖZEL PROS. | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|----|---------|----|
| GİRİŞ DEĞİŞKENLERİ | YAKLAŞIM | | KOLLARI | |
| | DK | BK | KK | GK |
| DEVRE UZUNLUĞU, D (sn) (Tahmin edilen) | | | | |
| ETKİN YEŞİL SÜRE, g (sn) (Tahmin edilen) | | | | |
| ŞERİT SAYISI, N | | | | |
| TOPLAM YAKLAŞIM KOLU HACMİ, V (tş/sa) | | | | |
| ORTALAMA ŞERİT HACMİ, V_M (tş/sa) | | | | |
| SOLA DÖNÜŞ HACMİ, V_{LT} (tş/sa) | | | | |
| ÇATIŞAN ŞERİTLER, N_0 | | | | |
| SOLA DÖNÜŞ ORANI, P_T | | | | |
| ÇATIŞAN AKIM İÇİNDEKİ SOLA DÖNÜŞ ORANI, P_{LTO} | | | | |
| ÇATIŞAN HACİM DEĞERİ, V_0 | | | | |
| HESAPLAR | YAKLAŞIM | | KOLLARI | |
| | DK | BK | KK | GK |
| $S_{op} = \frac{1800 \cdot N_0}{1 + P_{LTO}((400 + V_M)/(1400 - V_M))}$ | | | | |
| $Y_0 = V_0/S_{op}$ | | | | |
| $g_v = (g - D \cdot Y_0)/(1 - Y_0)$ | | | | |
| $f_0 = (875 - 0.625 \cdot V_0)/1000$ | | | | |
| $P_L = P_{LT} \cdot (1 + ((N-1) \cdot g)/(f_0 \cdot g_v + 4.5))$ | | | | |
| $g_q = g - g_v$ | | | | |
| $P_T = 1 - P_L$ | | | | |
| $-g_{f\bar{r}} = 2 \cdot (P_T/P_L) \cdot (1 - P_T^{0.5} g_q)$ | | | | |
| $E_L = 1800 / (1400 - V_0)$ | | | | |
| $f_m = ((g_f/g) + (g_v/g)) \cdot (1/(1+P_L(E_L-1))) + ((2/g)(1+P_L))$ | | | | |
| $f_{LT}(f_m+N-1)/N$ | | | | |

Tablo 2.14. (B) Amerikan yönteminde sola dönüş etkisini düzeltme faktörü

D = tahmin edilen devre süresi, sn
 L = devre içinde toplam kayıp süre, sn
 n = faz sayısı dır.

Ardından her şerit grubu için akım oranı,

$$y_i = V_i/S_i \quad (2.63)$$

ve yeşil oranı

$$u_i = g_i/D \quad (2.64)$$

değerleri hesaplanır. Burada;

V_i = i şerit grubunun düzeltilmiş hacim değeri, tş/sa
 S_i = i şerit grubunun düzeltilmiş doymun akım değeri, tş/sa
 g_i = i şerit grubunun aldığı yeşil süre, sn
 D = devre süresi, sn dır.

Bu hesaplanan oranların ardından her şerit grubunun kapasite değeri

$$c_i = S_i \cdot u_i \quad (2.65)$$

bağıntısı kullanılarak hesaplanır. Belirlenen kapasite değeri ile her şerit grubunun doymunluk derecesi hesaplanabilir.

$$x_i = \frac{V_i}{c_i} \quad (2.66)$$

Her fazda en büyük doymunluk derecesine sahip şerit grubu kritik akım olarak adlandırılır.

Kavşağın toplam doymunluk derecesi ise

$$X = \frac{(\sum y_j) \cdot D}{D - L} \quad (2.67)$$

olacaktır. (Önerilen doymunluk derecesi 0,95'dir.)

Bu hesapların ardından devre süresi

$$D = \frac{X \cdot L}{(X - \sum y_i)} \quad (2.68)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

Şerit gruplarına verilecek yeşil süreler ise

$$g_i = (V/S)_i \cdot (D/x_i) , sn \quad (2.69)$$

olacaktır. Şerit gruplarının yayalarla kesişmesi durumunda yayalara ayrılan yeşil sürelerin, minimum yaya geçiş süreleri ile karşılaştırılması gerekir. Yayalara verilecek en az yeşil süre;

$$G_y = 7.0 + \left(\frac{W}{1.2} \right) - I \quad (2.70)$$

bağıntısıyla hesaplanacaktır. Burada;

W = banketten yol ortasına kadar veya en yakın adaya kadar yayaların yürümesi gereken mesafe, m

I = yeşiller arası süre, (sarı süre + ortak kırmızı süre), sn dir.

4. ADIM : Kapasite ve gecikme hesapları

Bir şerit grubunun kapasitesi

$$c_i = S_i \cdot (g_i/D) \quad (2.71)$$

ise, kavşağın toplam kapasitesi

$$C = \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{D} \cdot \sum_{i=1}^n (g_i \cdot S_i) \quad (2.72)$$

olacaktır. Burada;

S_i = i şerit grubunun düzeltilmiş doygun akım değeri, tş/sa

g_i = i şerit grubuna ayrılan yeşil süre, sn

D = devre süresi, sn

Taşıt başına ortalama gecikme değeri ise

$$d_1 = 0,38 \cdot D \cdot \frac{(1 - u_i)^2}{(1 - u_i \cdot x_i)} \quad (2.73)$$

$$d_2 = 173 \cdot X^2(X-1) + \sqrt{(X-1)^2 + (16X/D)} \quad (2.74)$$

olmak üzere

$$d = d_1 + d_2 \quad (2.75)$$

olarak hesaplanabilir. Burada;

u_i = yeşil oranı ($=g_i/D$)

x_i, X = sırasıyla, şerit grubunun ve kavşağın doygunluk derecesi

D = devre süresi, sn, dir.

Kuyruk uzunluğu da

$$N_o = 0,25 \cdot C \cdot T_f \cdot X^2 \left((X-1) + \sqrt{(X-1)^2 + \frac{4X}{C \cdot T_f}} \right) \quad (2.76)$$

ve

$$N_u = \frac{q \cdot r}{3600 \cdot (1 - uX)} \quad (2.77)$$

ise

$$N_m = N_u + N_o \quad (2.78)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada;

N_o = akım fazlası kuyruk, tş

N_u = kırmızı süre boyunca oluşan kuyruk, tş

C = kavşak kapasitesi ($= s.g/D$)

T_f = saat içindeki akım periyodu (önerilen 15 dak.)

X = doygunluk derecesi

q = hacim, tş/sn

u = yeşil oranı

r = etkin yeşil süre ($= D-g$) dir.

Gecikme ve kuyruklanma nedeniyle, taşıt başına ortalama duruş sayısı

$$h = 0,9 \left[\left(\frac{1-u}{1-ux} \right) + \left(\frac{3600 N_o}{q \cdot D} \right) \right] \quad (2.79)$$

olacaktır. Toplam duruş sayısı ise

$$H = q \cdot h \quad (2.80)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada;

D = devre süresi, sn

q = hacim, tş/sn

q.D = devre boyunca gelen taşıt sayısı, tş

N_0 = akım fazlası kuyruk, tş

u = yeşil oranı

x = doygunluk derecesi dir.

5. ADIM : Kavşağın veya yaklaşım kollarının hizmet seviyelerine karar verilmesi

Kavşağın tümü için veya yaklaşım kolları için hizmet seviyesine karar verilirken, taşıt başına ortalama gecikme değerine, doygunluk derecesine ve duruş oranlarına bakılır. Bu parametrelere bağlı olarak hizmet seviyesine karar verilir. Tablo 2.15 'de herbir parametreye karşılık gelen hizmet seviyeleri görülebilir.

| HİZMET SEVİYESİ. | TAŞIT BAŞINA ORTALAMA GECİKME, sn | DURUŞ ORANI h, % | DOYGUNLUK DERECEİ X = (V / C) |
|------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| A | $d \leq 5.0$ | $h \leq 67$ | $x \leq 0.60$ |
| B | $5.0 < d \leq 15.0$ | $67 < h \leq 76$ | $0.60 < x \leq 0.75$ |
| C | $15.0 < d \leq 25.0$ | $76 < h \leq 83$ | $0.75 < x \leq 0.90$ |
| D | $25.0 < d \leq 40.0$ | $83 < h \leq 93$ | $0.90 < x \leq 0.95$ |
| E | $40.0 < d \leq 60.0$ | $93 < h \leq 100$ | $0.95 < x \leq 1.00$ |
| F | $d > 60.0$ | $h > 100$ | $x > 1.00$ |

Tablo 2.15. Taşıt başına ortalama gecikme , duruş oranı ve doygunluk derecelerine bağlı olarak verilen hizmet seviyeleri.

2.2.1.4. İsveç yöntemi

Bu yöntem, İsveç Ulusal Yol İdaresi tarafından geliştirilmiş ve 1977'de ilk basımı yapılmıştır (21,22). Bu yöntemle, kapasitenin ve taşıt başına ortalama gecikmenin hesaplanmasında mevcut girdi olarak, şerit sayısı ve kullanım tipi, yaklaşım kolu eğimi ve özel şerit uzunlukları kullanılmaktadır. Bunlarla beraber, hesaplarda kullanılacak olan ve elde edilmesi gereken bilgiler ise; şerit bazında kavşak hacmi, yaya hacimleri, ağır taşıt ve sağ/sol dönüş hacimleridir. Sinyal zamanlaması, faz sayısı ve minimum yaya geçiş süreleri ise, hesaplarda kontrol girdisi olarak kullanılacaktır. Bu yöntemde çözümlene her bir şerit için yapılır. İlk aşamada, doymuş akım değeri, şerit kullanımına göre belirlenir ve ardından ağır taşıt yüzdesine, şerit genişliğine ve yaklaşım kolu eğimine bağlı olarak düzeltilir. Ardından, kapasite ve gecikme değerleri özel bağıntılar yardımıyla hesaplanır. Hesaplama izlenen yol adım adım aşağıda verilmiştir.

1. ADIM : Temel doymuş akım değerinin belirlenmesi.

Herbir yaklaşım kolunda, şerit kullanımına göre ve çatıştığı yaya/taşıt akımının olup olmamasına göre akım tiplerine karar verilir (Tablo 2.16) ve ilgili tablolardan temel doymuş akım değerleri okunur (Tablo 2.17 , 2.18 , 2.19 , 2.20).

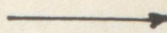
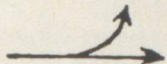
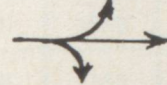

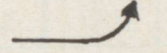


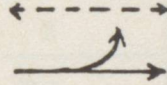
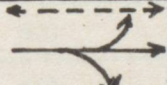
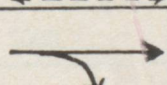
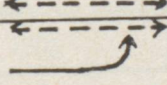
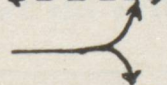
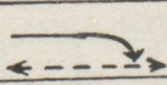
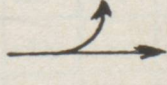
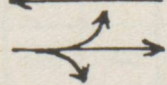
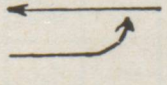
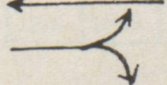
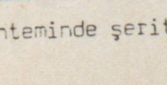
Özel sol/sağ dönüş şeritlerinin bulunması durumunda, doymuş akım değeri,

$$S' = N \cdot \frac{3600}{g} \quad (2.81)$$

olarak hesaplanabilir. Burada;

g = yeşil süre, sn

N = dönüş oranı ve özel şerit uzunluğuna bağlı olarak, kuyrukta bulunabilecek en çok taşıt sayısı (Tablo 2.21.'den alınacaktır.)

| ŞERİT TİPİ | ŞERİT KULLANIMI | TEMEL DOYGUN AKIM |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| A |  | 1700 bo/sa-şr |
| B |  | Tablo 2.17'den 0 yaya/saat için alınacaktır |
| |  | " |
| |  | " |
| C |  | 1500 bo/sa-şr |
| |  | " " |
| |  | " " |
| D |  | Tablo 2.17'den alınacaktır. |
| |  | " |
| |  | " |
| |  | " |
| E |  | Tablo 2.18'den alınacaktır. |
| |  | " |
| |  | " |
| F |  | Tablo 2.19 ve 2.20'den alınacak- |
| |  | tır. " |
| G |  | Tablo 2.20'den alınacaktır. |
| |  | " |

Tablo 2.16. İsveç yönteminde şerit kullanımına göre akım türleri

| DÖNÜŞ YAPAN TAŞIT ORANI , % | ÇATIŞAN YAYA SAYISI , (yaya/saat) | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 250 | 500 | 750 | 1000 | 1250 | 1500 |
| 0 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 |
| 0.20 | 1670 | 1630 | 1580 | 1475 | 1300 | 1200 | 1120 |
| 0.40 | 1625 | 1550 | 1450 | 1275 | 1050 | 975 | 850 |
| 0.60 | 1600 | 1500 | 1350 | 1100 | 900 | 790 | 675 |
| 0.80 | 1550 | 1425 | 1275 | 1000 | 775 | 630 | 550 |
| 1.00 | 1500 | 1350 | 1200 | 950 | 700 | 550 | 475 |

Tablo 2.17. İsvaç yönteminde B ve D tipi şerit kullanımları için doygun akım değerleri

| ÇATIŞAN YAYA SAYISI , (yaya/sa) | DOYGUN AKIM, t_s/s_a |
|---------------------------------|------------------------|
| 0 | 1500 |
| 250 | 1375 |
| 500 | 1200 |
| 750 | 950 |
| 1000 | 700 |
| 1250 | 550 |
| 1500 | 475 |

Tablo 2.18. İsvaç yönteminde E tipi şerit kullanımı için doygun akım değerleri.

| DÖNÜŞ YAPAN TAŞIT % | ÇATIŞTIĞI AKIM HACMI , bo/sa | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| 0 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 |
| 0.20 | 1650 | 1650 | 1650 | 1650 | 1650 | 1600 | 1500 | 1400 | 1300 | 1150 | 1050 | 925 | 800 |
| 0.40 | 1610 | 1610 | 1610 | 1600 | 1500 | 1300 | 1200 | 1075 | 950 | 850 | 725 | 625 | 525 |
| 0.60 | 1570 | 1570 | 1520 | 1450 | 1320 | 1150 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 |
| 0.80 | 1525 | 1480 | 1400 | 1325 | 1200 | 1000 | 875 | 770 | 650 | 550 | 500 | 425 | 325 |
| 1.00 | 1500 | 1420 | 1325 | 1225 | 1080 | 900 | 775 | 675 | 575 | 500 | 425 | 375 | 300 |

Tablo 2.19. İsvaç yönteminde F ve G tipi şerit kullanımları için temel doygun akım değerleri.

| DÖNEN TA- ŞİT ORANI | ÇATIŞTIĞI AKIM HACMI bo/sa | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| 0 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 |
| 0.20 | 1650 | 1650 | 1650 | 1650 | 1650 | 1630 | 1600 | 1550 | 1500 | 1400 | 1275 | 1150 | 1050 |
| 0.40 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1575 | 1400 | 1300 | 1200 | 1100 | 975 | 850 | 750 | 600 |
| 0.60 | 1550 | 1550 | 1550 | 1500 | 1400 | 1225 | 1100 | 975 | 850 | 750 | 650 | 550 | 425 |
| 0.80 | 1525 | 1500 | 1450 | 1375 | 1225 | 1050 | 900 | 800 | 700 | 600 | 520 | 425 | 375 |
| 1.00 | 1500 | 1425 | 1325 | 1225 | 1075 | 900 | 750 | 675 | 575 | 500 | 425 | 375 | 300 |

Tablo 2.20 İsvaç yönteminde F tipi şerit kullanımı için doğun akım değerleri

| Psv, SOLA DÖ- NÜŞ ORANI | KISA ŞERİT UZUNLUĞU , L , m | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 | 80 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.20 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 1.50 | 1.75 | 1.75 | 2.25 | 2.50 |
| 0.40 | 0.4 | 1.0 | 1.6 | 2.25 | 2.80 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | 5.80 |
| 0.60 | 0.60 | 1.50 | 2.40 | 5.50 | 4.40 | 5.40 | 6.10 | 6.80 | 7.50 | 8.40 |
| 0.80 | 0.80 | 1.80 | 2.75 | 3.80 | 4.80 | 5.90 | 6.90 | 7.80 | 8.75 | 9.75 |
| 1.00 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 | 9.00 | 10.0 |

Tablo 2.21 İsvaç yöntemine göre , kısa şerit uzunluğu ve sola dönüş oranına bağlı olarak , şeritte bulunması beklenen taşıt sayısı, N.

2. ADIM : Temel doğun akım değerinin düzeltilmesi.

Herbir akım için tablolardan okunan temel doğun akım değerleri, şerit genişliği, yaklaşım kolu eğimi ve ağır taşıt oranına bağlı olarak düzeltilir.

$$S = S_o \cdot (f_{HV} \cdot f_g \cdot f_w) \quad (2.82)$$

Burada;

S = düzeltilmiş doğun akım değerini, tş/sa

S_o = temel doğun akım değerini

f_{HV} = ağır taşıt düzeltme faktörü (Tablo 2.22 'den alınacaktır.)

f_g = eğim düzeltme faktörü (Tablo 2.23 'den alınacaktır.)

| AĞIR TAŞIT ORANI , % | DÜZELTME FAKTÖRÜ , f_{HV} | |
|-------------------------|-----------------------------|--------|
| | KENT İÇİ | KIRSAL |
| 0 | 1.10 | 1.05 |
| 5 | 1.05 | 1.03 |
| 10 | 1.00 | 1.00 |
| 15 | 0.95 | 0.98 |
| 20 | 0.90 | 0.95 |
| 25 | 0.85 | 0.93 |
| 30 | 0.80 | 0.88 |
| 35 | 0.75 | 0.86 |

Tablo 2.22. İsveç yönteminde ağır taşıt etkisini düzeltme faktörü.

| EĞİM , % | Düzeltilme faktörü |
|----------|--------------------|
| - 15 | 1.15 |
| - 10 | 1.10 |
| - 5 | 1.05 |
| 0 | 1.00 |
| 5 | 0.95 |
| 10 | 0.90 |
| 15 | 0.85 |

Tablo 2.23. İsveç yönteminde eğim etkisi düzeltme faktörü. (f_q)

| ŞERİT GENİŞLİĞİ, w, m | Düzeltilme faktörü , f_w | |
|----------------------------|----------------------------|--------|
| | KENT İÇİ | KIRSAL |
| 2.50 | 0.88 | 0.74 |
| 2.75 | 0.97 | 0.82 |
| 3.00 | 1.00 | 0.85 |
| 3.25 | 1.02 | 0.87 |
| 3.50 | 1.03 | 0.87 |
| 3.75 | 1.03 | 0.88 |
| 4.00 | 1.03 | 0.88 |
| 4.25 | 1.04 | 0.88 |
| 4.50 | 1.04 | 0.88 |

Tablo 2.24. İsveç yönteminde şerit genişliği düzeltme faktörü.

f_W = şerit genişliği düzeltme faktörü (Tablo 2.24 'dan alınacaktır.)

3. ADIM : Kritik akımların belirlenmesi.

Herbir şerit veya şerit grubu için akım oranı

$$y_i = (q_i / S_i) \quad (2.83)$$

olacaktır. Her fazda en büyük akım oranı olan $(y_i)_{\max}$ değerine sahip akım kritik olarak kabul edilecektir. Devre içindeki kritik akımların, akım oranlarının toplamı da kavşağın akım oranını verecektir.

$$Y = \sum_{i=1}^n (y_i)_{\max} \quad (2.84)$$

Burada;

q_i = i akımının hacmi, tş/sa

S_i = i akımının düzeltilmiş doygun akım değeri, tş/sa

y_i, Y = sırasıyla i akımının ve kavşağın akım oranı dir.

4. ADIM : Devre süresi ve yeşil süre dağılımlarının hesaplanması.

Herbir şerit grubuna, yaya güvenliği için en az

$$g_{\min} = (g_o + g_y - I) \quad sn \quad (2.85)$$

yeşil verilmelidir. Burada;

g_o = yayalara verilmesi gereken minimum yeşil süre, sn

g_y = yayaların yolu boşaltma süresi, sn

I = yeşiller arası süre, sn, (sarı süre + ortak kırmızı süre) dir.

Yayalara verilmesi gereken minimum yeşil süre

$$g_o = \left(\frac{W}{2} + 1 \right) / 1.2 \quad sn \quad (2.86)$$

yayaların yolu boşaltma süresi ise

$$g_y = \left(\frac{W_y}{1.4} \right) - \left(\frac{q_y}{10} \right) \text{ sn} \quad (2.87)$$

olarak hesaplanabilir. Burada;

W_y = banketten bankete yol genişliği,

q_y = yaya hacmi dir.

Devre süresi

$$D = \frac{1.5 \cdot L + 5}{1 - Y} \quad (2.88)$$

Sn ise, her faza verilecek yeşil süreler

$$g_i = (D - L) \frac{y_i}{Y} \quad (2.89)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada;

L = devre boyunca yeşil süre, sn

y_i = i fazındaki kritik akımın akım oranı

Y = kavşak akım oranıdır.

Bu şekilde hesaplanan yeşil süreler, minimum yeşil süreler ile karşılaştırılacak, eğer bu süreler minimum yeşil sürelerden küçük ise bu durumda

$$L_d = L + \sum_{i=1}^n (g_m - g_i) \quad (2.90)$$

olarak alınarak yeniden bir devre süresi hesaplanacaktır. Yeşil süre dağılımları bu bulunan devre süresine göre tekrar hesaplanacaktır.

5. ADIM : Kapasite ve gecikme değerlerinin hesaplanması.

Bir i akımının kapasitesi

$$c_i = S_i \cdot g_i / D \quad (2.91)$$

ise, kavşağın toplam kapasitesi

$$C = \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{D} \cdot \sum_{i=1}^n (S_i \cdot g_i) \quad (2.92)$$

olacaktır. Burada;

S_i = i akımının doygun akım değeri, tş/sa

g_i, D = sırasıyla, i akımının yeşil süresi ve devre süresi, sn, dir.

Kuyruk uzunluğuna ve duran taşıt sayısına bağlı olarak taşıt başına ortalama gecikme değeri

$$d_i = 0,9(A_i \cdot D + \frac{B_i}{g_i}) \quad (2.93)$$

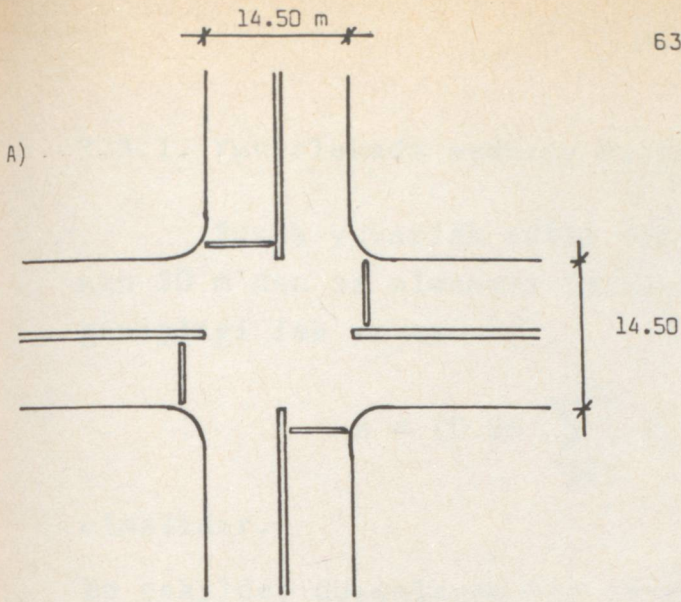
bağıntısıyla hesaplanabilir.

2.3. Yuvarlakada Eşdüzey Kavşaklar

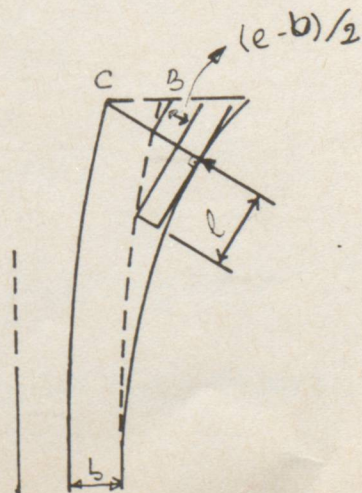
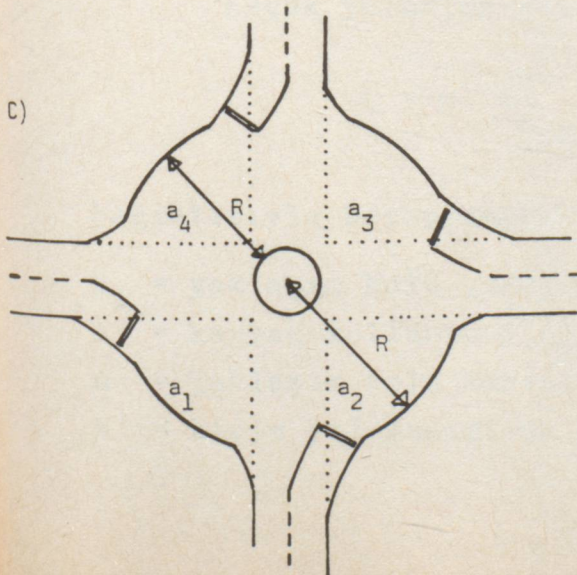
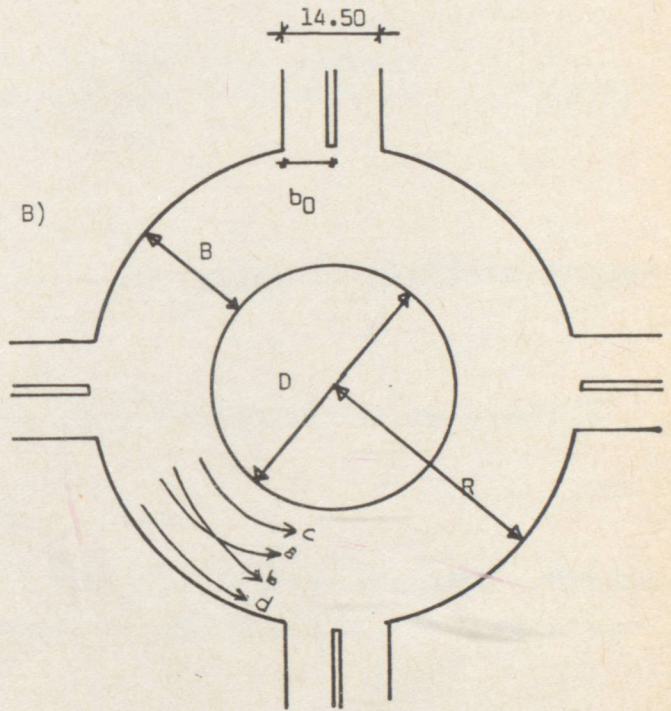
Trafiğin, bir ada etrafında, tek yönte hareket ettirilmesiyle denetlendiği, eşdüzey kavşaklara "yuvarlakada eşdüzey kavşak" adı verilmektedir. Bir eşdüzey kavşağın, yuvarlakadalı olarak düzenlenmesine karar verilmişse, genellikle kazalarda büyük bir azalma beklenir. Çünkü bu tür kavşaklarda, kesişmeler ortadan kalkacak ve yalnızca ayrılma/katılma dolayısıyla örülme manevraları görülecektir. Bu özelliği ile, yuvarlakada eşdüzey kavşaklar taşıtlar açısından oldukça güvenlidir.

Yuvarlakada eşdüzey kavşak, iki farklı şekilde düzenlenebilir. Bunlar; büyük yuvarlak adalı klasik tip (Şekil.2.13) ve küçük yuvarlak adalı genişletilmiş tiplerdir (Şekil 2.13)

Bu iki tip için kapasite hesapları aşağıda verilmiştir (4,6, 23, 24).



$$P = (a + b) / (a + b + c + d)$$



ŞEKİL 2.13. DÖRT KOLLU BİR KAVŞAĞIN , BÜYÜK VE KÜÇÜK YUVARLAKADALI OLARAK DÜZENLENMESİ

2.3.1. Yuvarlakada eşdüzey kavşaklarda kapasite ve gecikme

Büyük yuvarlak adalı düzenlemede, orta ada genişliğinin 20 m'den az olmaması istenir. Ada etrafındaki platform genişliği ise en az

$$B = (0.25 \cdot \sum_{i=1}^n b_i) \text{ m} \quad (2.94)$$

olmalıdır.

Bu şekilde, düzenlenen bir kavşağın bir örülme bölgesinin kapasitesi

$$C = \frac{354,35 \cdot B \cdot (1 + (b_o/B)) \cdot (1 - (P/3))}{1 + (B/l_w)} \quad (2.95)$$

olacaktır. Burada;

b_o = ortalama giriş genişliği, m

b_i, B = sırasıyla, yaklaşım kolu genişliği ve platform genişliği, m

l_w = örülme bölgesi boyu, m

p = örülme bölgesindeki örülen trafiğin toplam trafiğe oranı

n = yaklaşım kolu sayısı dır.

Bu hesaplama herbir örülme bölgesi için yapılmalıdır. Örülme bölgelerinden en küçük kapasiteye sahip olanı, kavşağın kapasitesini verecektir.

Küçük yuvarlak adalı düzenlemede kavşak kapasitesi ise

$$C = k \cdot \left(\sum_{i=1}^n b_i + \sqrt{A} \right) \quad (2.96)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada;

b_i = yaklaşım kolu genişliği

A = kavşak kullanım alanı (= $a_1 + a_2 + a_3 + a_4$)

n = yaklaşım kolu sayısı

k = birim yol genişliği için doygün akım değeri

(n = 3 için k = 80 bo/sa-m.)

(n = 4 için k = 60 bo/sa-m.)

(n ≥ 5 için k = 55 bo/sa-m.)

Yaklaşım kollarının kavşağa giriş kapasitesi ise

$$F = 224(v + (e - v)/(1+S)) + 35.u + 2.4\left(\frac{D}{2} + B\right) - 135 \quad (2.97)$$

ve

$$f_c = 0,063(v + (e - v)/(1 + S)) + 0,29 \quad (2.98)$$

olmak üzere

$$C_e = (F - f_c q_c) \text{ bo/sa} \quad (2.99)$$

olacaktır. Burada;

v = yaklaşım kolu yarı genişliği (= $b_i/2$), m

e = kavşağa giriş genişliği, m

S = genişlemenin keskinliği (= $(e - v)/l$), m

u = girişin en uç noktasında, örülme genişliği, m

D = orta ada çapı, m

B = ada etrafındaki platform genişliği, m

q_c = yaklaşım kolu hacmi, bo/sa.

Bu tür eşdüzey kavşaklarda gecikme, kavşak geometrisine ve trafiğe bağlıdır.

$$d = d_1 + d_2 \quad (2.100)$$

d = taşıt başına ortalama gecikme

d_1 = geometrik gecikme

d_2 = trafiğe bağlı gecikme.

Ortalama geometrik gecikme, 50 km/sa'lik bir hız için 5 8 sn civarındadır. Hız arttıkça gecikmeler de artacak ve 80 cm/sa'lık bir hız için bu değer 10 16 sn'ye çıkacaktır. Trafiğe bağlı gecikme ise

$$d_2 = (e^{3.15 \cdot q}) \quad (2.101)$$

olacaktır. Burada;

q = yaklaşım kolu hacmi dir, (tş/sa)

BÖLÜM III

3. KAVŞAK DENETİM BİÇİMLERİNİN KAVŞAK KAPASİTESİNE OLAN ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bir eşdüzey kavşak kapasitesine, denetim biçiminin etkisinin belirlenebilmesi ancak, mevcut bir kavşakta, eşit trafik koşullarında, farklı denetim biçimlerinde, o kavşağın sahip olacağı kapasite değerlerini karşılaştırmakla mümkündür. Bir başka deyişle, etkinin gözlenebilmesi, trafik koşulları belirlenmiş bir kavşağın denetimsiz, yuvarlakada veya sinyalizasyonlu olması durumlarında, hesaplanacak kapasite değerlerinin karşılaştırılması ile mümkündür. Bu amaçla, ilerdeki bölümlerde tamamen özel koşullar oluşturulmuş kavşaklar için karşılaştırmalar yapılmıştır.

3.1. Kavşağın Denetimsiz veya Sinyalize Olması Durumunda Kapasite

Böyle bir karşılaştırmanın yapılabilmesi için iki kavşak örneği oluşturulmuştur. Örnek kavşakların birincisinde (Tablo 3.1. ve Şekil 3.2.), anayol ve yanyol tek yönlü trafiğe açık ve birer şeritlidir. Anayolda taşıtlar birbirini en az ($b_1 = 2$ sn) ve yanyolda taşıtlar birbirini en az ($b_2 = 3$ sn) aralıklarla takip edebilmektedir. Yanyol taşıt sürücülerinin kabul aralığı olarak ise ($a = 6$ sn) kabul edilmiştir. Kavşağın sinyalizasyon ile denetlenmesi durumunda, maksimum kapasitenin elde edilmesi için, devre süresi ($D_{min} = 120$ sn) ve devre boyunca toplam kayıp süre ($L = 8$ sn) olarak alınmıştır. (İki fazlı, 2 sn sarı süre, 2 sn sarı + kırmızı süre). Minimum taşıt takip aralıklarından, anayol ve yanyolda doymuş akım değerleri sırasıyla, $SA = 1800$ tş/sa ve $Sy = 1200$ tş/sa olarak alınmıştır.

Kapasitenin hesabında izlenen yol, anayolda Q_1 (tş/sa)'

lik hacim bulunurken, yanyoldan kavşağa girebilecek Q_2 (tş/sa)' lik hacmin aranmasıdır. Bu durumda kavşağın kapasitesi $C = (Q_1 + Q_2)$ teş/sa olacaktır.

Sinyalize eşdüzey kavşak için, devre süresi, kayıp süre ve doymun akım değeri 2.12 numaralı bağıntıda yerine konulduğunda

$$120 = \frac{8}{1 - \left(\frac{Q_A}{1800} + \frac{Q_Y}{1200} \right)} \quad (3.1)$$

olacak ve buradan anayolda Q_A (tş/sa) hacim bulunması durumunda, yanyoldan kavşağa girebilecek en çok taşıt sayısı,

$$Q_Y = (1120 - 0,667 \cdot Q_A), \text{ teş/sa} \quad (3.2)$$

olarak hesaplanabilecektir.

Denetimsiz eşdüzey kavşak için ise, TANNER'in 1.5 numaralı bağıntısı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Her iki durum için, Anayol/Yanyol hacim oranlarının 1/1, 3/1, 5/1 olması durumları incelenerek, elde edilen değeri Tablo 3.1'e işlenmiştir. Bu tablo yardımıyla Toplam Hacim-Toplam Kapasite eğri çizilebilir (Şekil 3.1.).

İkinci örnek kavşakta ise (Tablo 3.2 ve Şekil 3.2) anayol ve yanyol iki yönlü trafiğe açık ve ikişer şeritlidir. Kavşakta sağa ve sola dönüşler serbesttir. Anayolda taşıtlar birbirini en az ($b_1 = 2$ sn veya $T = 1$ sn) aralıkla izleyebilmektedir. Yanyol taşıt takip aralığı ise ($b_2 = 3$ sn) dir. Bu örnekte de yanyol sürücülerinin taşıt takip aralığı olarak ($a = 6$ sn) alınmıştır.

Denetimsiz eşdüzey kavşak kapasitesi, TANNER tarafın-

dan önerilen 1.11 veya 1.12 numaralı bağıntılarla hesaplanmış ve Tablo 3.2'ye işlenmiştir.

Sinyalizasyonda ise, doygun akım değerleri bu durum için $S_A = 1800$ tş/sa-şerit, $S_Y = 1200$ tş/sa-şerit alınmıştır. Yanyoldan kavşağa girebilecek en çok taşıt sayısı 3.2. numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır. Bu bağıntıda, anayol şeritlerinin kullanım oranı sonucu değiştirmedeği için, kolaylık olması açısından, anayol hacminin tek şeritten geçtiği düşünülmüştür. Benzer şekilde Tablo 3.2'ye işlenen değerlerden, Şekil 3.2'de görülebilecek Toplam Hacim - Toplam Kapasite eğrisi çizilebilir.

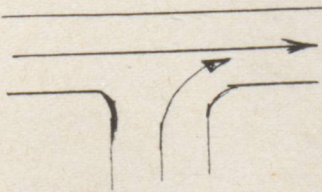
Şekil 3.1 ve 3.2 incelendiğinde, Anayol/Yanyol hacim değerleri ne olursa olsun, çok küçük kavşak hacimlerinde dahi, sinyalizasyonun daha yüksek kapasite değerleri verdiği görülmektedir. Bununla beraber, kavşak hacminin yükselmesi ve anayol doygun akım değerine yakın bir değere ulaşması durumunda, kavşağın denetimsiz olarak bırakılmasının daha yüksek kapasite vereceği görülmektedir. Ancak, bu sonuç aldatıcıdır. Çünkü bu durumda yanyoldan anayola girişler imkansızlaşacak ve kavşak özelliği yok olacaktır. Bir başka deyişle, yanyoldan kavşağa hiçbir taşıt girmediği için, anayol doygun akım değerinde akışını sürdürmektedir. Bununla beraber, sinyalizasyonda, devre içindeki kayıp süreler nedeniyle (120 sn'lik devre süresi içinde 8 sn'lik kayıp süre) yanyola hiç yeşil yanmasa dahi, kuramsal olarak, anayol akımı bir süre durmak zorunda kalacaktır.

Yukarıda örneklerle açıklanan nedenlerle, kavşak hacmi ne olursa olsun, kavşağın sinyalizasyon ile denetlenmesi durumunda daha yüksek kapasite değeri elde edilmektedir.

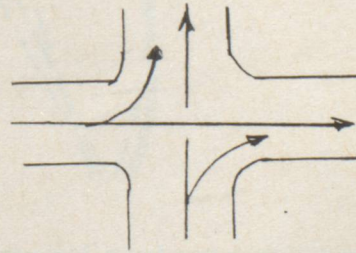
| TOPLAM KAVŞAK HACMİ (TŞ/SA) | TOPLAM KAVŞAK* KAPASİTESİ (TŞ/SA) | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | ANAYOL / YANYOL HACİM ORANI | | | | | |
| | 1 / 1 | | 3 / 1 | | 5 / 1 | |
| | DENETİMSİZ | SİNYALİZE | DENETİMSİZ | SİNYALİZE | DENETİMSİZ | SİNYALİZE |
| 200 | 1157 | 1187 | 1142 | 1170 | 1136 | 1176 |
| 400 | 1127 | 1220 | 1110 | 1220 | 1107 | 1231 |
| 600 | 1110 | 1253 | 1106 | 1270 | 1108 | 1287 |
| 800 | 1104 | 1287 | 1122 | 1320 | 1136 | 1342 |
| 1000 | 1108 | 1320 | 1161 | 1370 | 1187 | 1398 |
| 1200 | 1122 | 1353 | 1214 | 1420 | 1259 | 1453 |
| 1400 | 1145 | 1387 | 1280 | 1470 | 1348 | 1509 |
| 1600 | 1176 | 1420 | 1367 | 1520 | 1450 | 1564 |
| 1800 | 1214 | 1453 | 1462 | 1570 | 1566 | 1620 |
| 2000 | 1259 | 1487 | 1566 | 1620 | 1693 | 1676 |
| 2200 | 1310 | 1520 | 1672 | 1670 | 1800 | 1680 |
| 2400 | 1367 | 1553 | 1800 | 1680 | 1800 | 1680 |
| 2600 | 1429 | 1587 | 1800 | 1680 | 1800 | 1680 |
| 2800 | 1495 | 1620 | 1800 | 1680 | 1800 | 1680 |
| 3000 | 1566 | 1653 | 1800 | 1680 | 1800 | 1680 |
| 3200 | 1641 | 1680 | 1800 | 1680 | 1800 | 1680 |
| 3400 | 1701 | 1680 | 1800 | 1680 | 1800 | 1680 |
| 3600 | 1800 | 1680 | 1800 | 1680 | 1800 | 1680 |

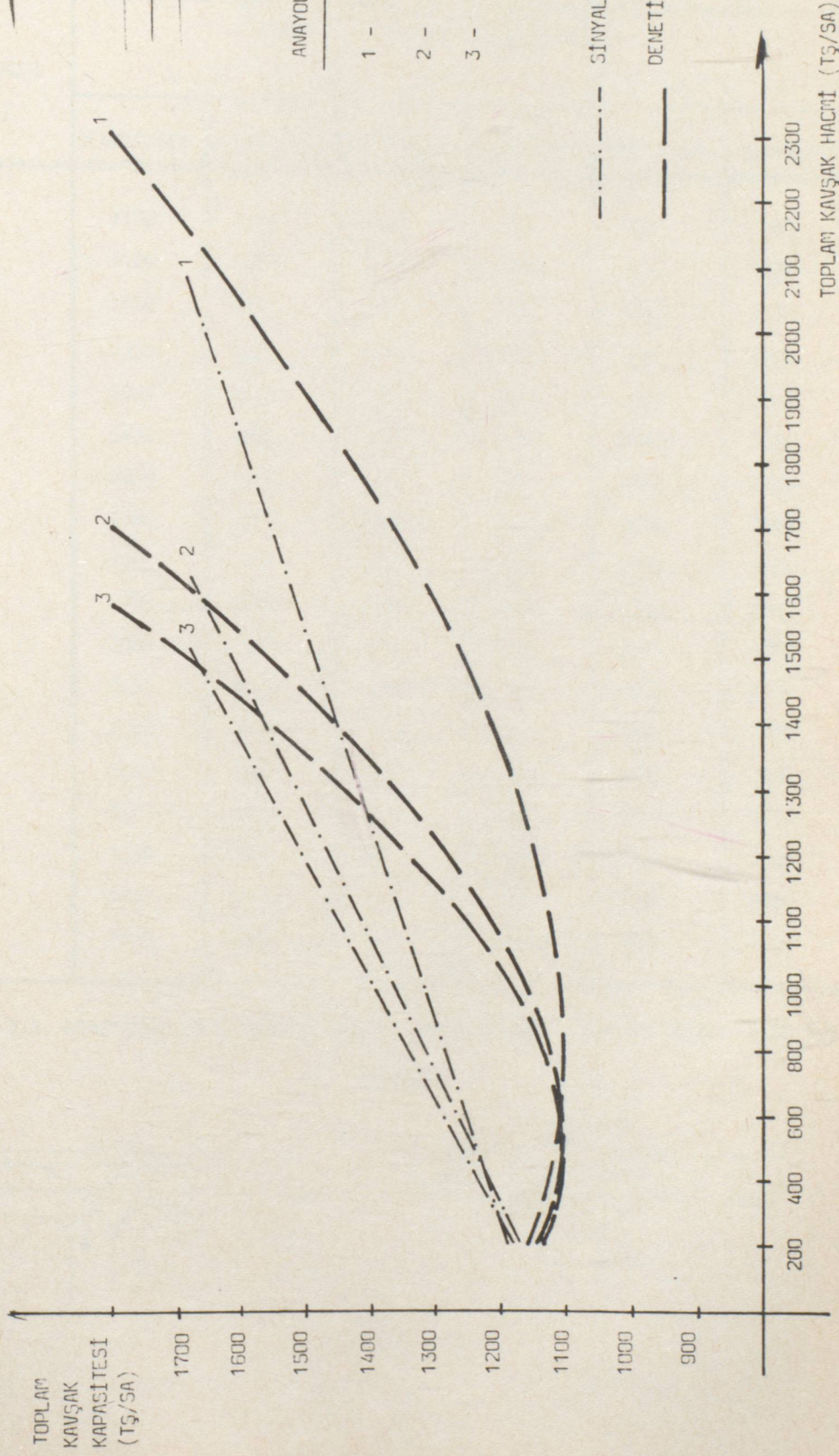
TABLO 3.1. DENETİMSİZ VE SİNYALİZE KAVŞAK KAPASİTESİNİN , TOPLAM KAVŞAK HACMİ İLE DEĞİŞİMİ

*



VEYA





ŞEKİL 3.1. DENETİMSİZ VE SİNYALİZE KAVŞAKLARDA , TOPLAM KAVŞAK HACMI İLE KAPASİTE ARASINDAKİ İLİŞKİ

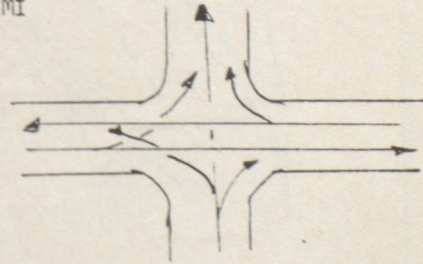
| TOPLAM KAVŞAK HACMI (TŞ/SA) | TOPLAM KAVŞAK* KAPASİTESİ (TŞ/SA) | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | ANAYOL / YANYOL HACİM ORANI | | | | | |
| | 1 / 1 | | 3 / 1 | | 5 / 1 | |
| | DENETİMSİZ | SİNYALİZE | DENETİMSİZ | SİNYALİZE | DENETİMSİZ | SİNYALİZE |
| 400 | 1132 | 1253 | 1120 | 1320 | 1127 | 1342 |
| 800 | 1120 | 1367 | 1152 | 1520 | 1172 | 1565 |
| 1200 | 1152 | 1520 | 1267 | 1720 | 1319 | 1787 |
| 1600 | 1221 | 1653 | 1439 | 1920 | 1530 | 2009 |
| 2000 | 1319 | 1787 | 1652 | 2121 | 1780 | 2231 |
| 2400 | 1439 | 1920 | 1895 | 2320 | 2068 | 2453 |
| 2800 | 1604 | 2053 | 2157 | 2520 | 2371 | 2615 |
| 3200 | 1730 | 2133 | 2433 | 2720 | 2686 | 2898 |
| 3600 | 1895 | 2320 | 2718 | 2920 | 3009 | 3120 |
| 4000 | 2068 | 2453 | 3009 | 3120 | 3336 | 3342 |
| 4400 | 2248 | 2587 | 3303 | 3320 | 3600 | 3360 |
| 4800 | 2433 | 2720 | 3600 | 3360 | 3600 | 3360 |
| 5200 | 2622 | 2853 | 3600 | 3360 | 3600 | 3360 |
| 5600 | 2814 | 2887 | 3600 | 3360 | 3600 | 3360 |
| 6000 | 3009 | 3120 | 3600 | 3360 | 3600 | 3360 |
| 6400 | 3205 | 3239 | 3600 | 3360 | 3600 | 3360 |
| 6800 | 3402 | 3360 | 3600 | 3360 | 3600 | 3360 |
| 7200 | 3600 | 3360 | 3600 | 3360 | 3600 | 3360 |

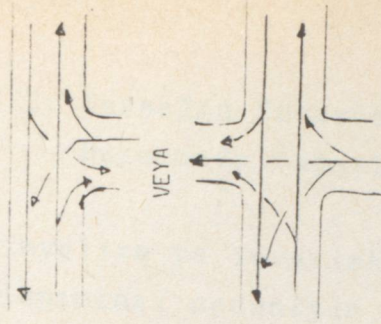
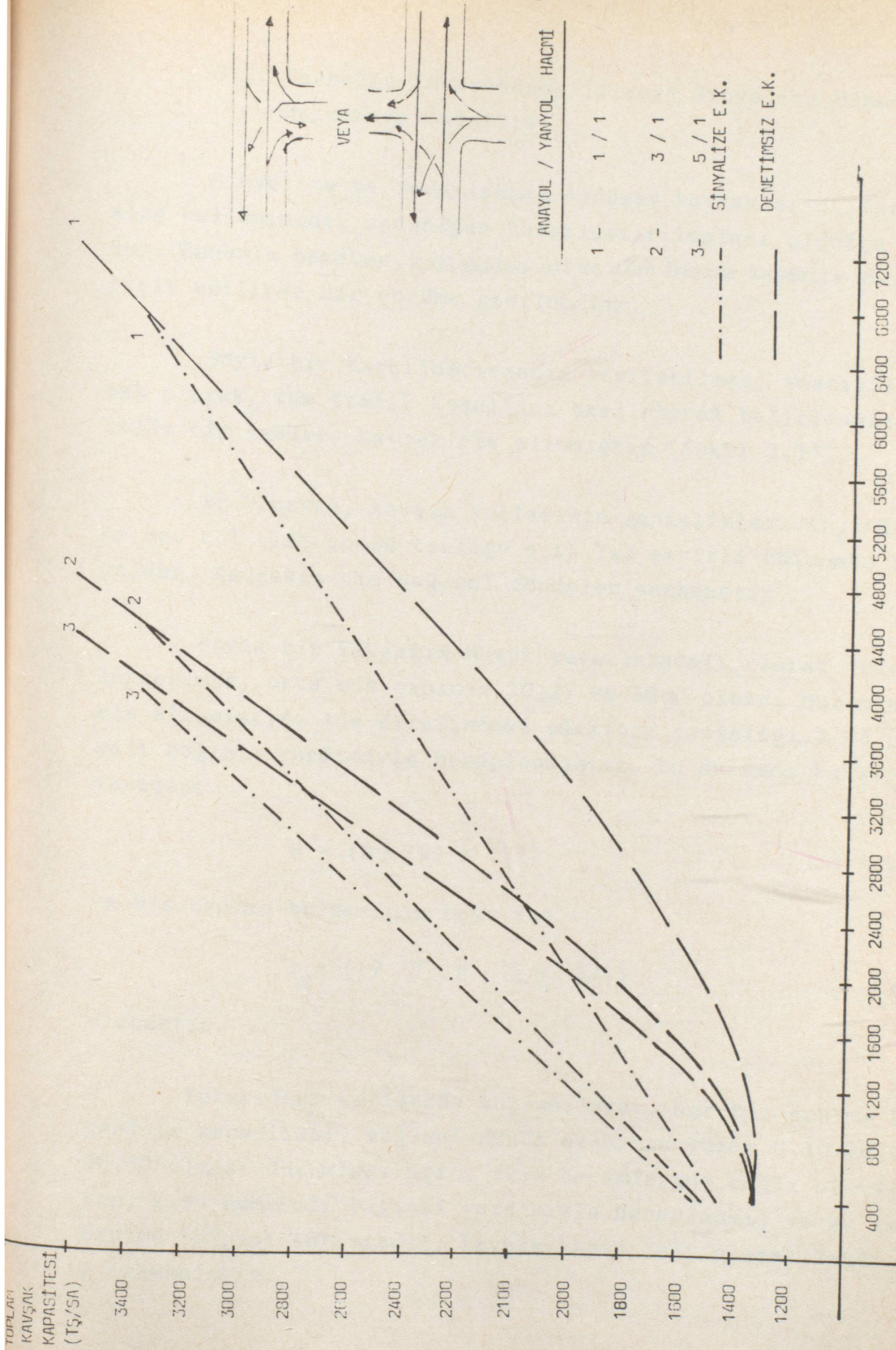
TABLO 3.2. DENETİMSİZ VE SİNYALİZE KAVŞAK KAPASİTESİNİN , TOPLAM KAVŞAK HACMI İLE DEĞİŞİMİ

*



VEYA





TOPLAM KAVŞAK HACMİ (TŞ/SA)

ŞEKİL 3.2. DENETİMSİZ VE SINYALİZE KAVŞAKLARDA , TOPLAM KAVŞAK HACMİ İLE KAPASİTE ARASINDAKİ İLİŞKİ

3.2. Kavşağın Yuvarlakada'lı veya Sinyalize Olması Durumunda Kapasite

Sinyalize ve Yuvarlakada eşdüzey kavşakların, farklı alan kullanımları nedeniyle karşılaştırılmaları oldukça zordur. Bununla beraber, kullanılan birim alan başına kapasite değeri tarif edilirse bir çözüme gidilebilir.

Böyle bir karşılaştırmanın yapılabilmesi amacıyla, örnek olarak, tüm trafik koşulları özel olarak belirlenmiş dört kollu bir eşdüzey kavşak ele alınmıştır (Şekil 2.13).

Bu örnekte, kavşak kollarının genişlikleri ($b_1 = 14.50$ m) ve her kol çift yönlü trafiğe açık 2×2 şeritli bölünmüş bir yoldur. Kavşakta tüm sağ/sol dönüşler serbesttir.

Böyle bir kavşağın büyük yuvarlakadalı olarak düzenlenmesinde, orta ada çapının 20,25 ve 30 m olması durumları ele alınmıştır. Ada etrafındaki platform genişliği 2.94 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır. Bu durumda kavşağın yarıçapı

$$R = (D + 2B) \text{ m} \quad (3.3)$$

ve bir örülme bölgesinin boyu ise

$$l_w = ((2 \cdot \pi \cdot R - \sum b_i) / 4) \quad (3.4)$$

olacaktır.

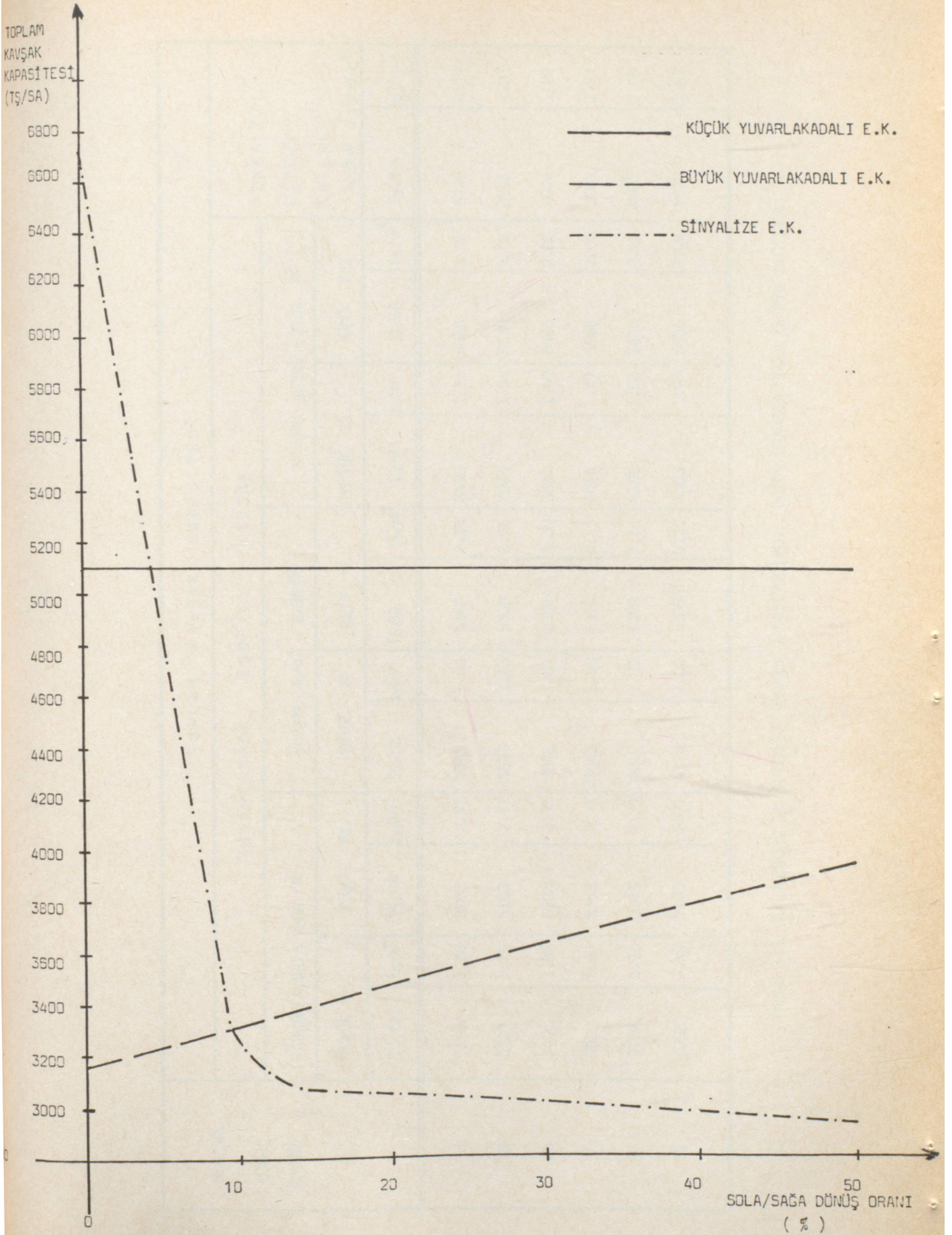
Yukarıdaki verilerde kullanılarak, her bir örülme bölgesinin kapasitesi, sağ/sol dönüş oranının yüzde 0,10,20,30, 40,50 olması durumları için, akım hacimlerine bağlı olmaksızın, 2.95 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanmış ve en küçük örülme bölgesi kapasitesi, kavşak kapasitesi olarak Tablo 3.3 e işlenmiştir.

Aynı kavşağın küçük yuvarlakadalı olarak düzenlenmesi durumunda, orta ada çapı küçültülmüş ancak, kavşak yarıçapı değişmediğinden sağ/sol dönüş oranına bağlı olmadan, kavşak kapasitesi, 2.96 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

Yukarıda da belirtilmiş olan şartlardaki bu dört kollu kavşağın sinyalizasyon ile denetlenmesi durumunda, kapasite hesabı için doygun akım değerleri 1800 tş/sa-şerit olarak kabul edilmiştir. Devre süresi ($D_{min} = 120$ sn) ve bir fazdaki kayıp süre ($l = 4$ sn) olarak alınmıştır (2 sn sarı süre ve 2 sn sarı + kırmızı süre). Sağa/sola dönen taşıt bulunmaması durumunda kavşak iki fazlı olarak çalışacak, şayet varsa dönen akımlara ayrı faz verilecektir. Ayrıca bu durumda sola dönüşler için özel sola dönüş şeridi ayrılacaktır ve bir şerit sağa dönen + doğru giden, bir şeritte sola dönen akımlar tarafından kullanılacaktır. Bununla beraber akımların, kavşağa 100 m kala kendi şeridine geçeceği kabul edilmiştir (kavşak alanının hesaplanabilmesi için). Bu şartlarla, 2.10 ve 2.15 numaralı bağıntılar, 2.17 numaralı kapasite bağıntısında yerine konur ve gerekli işlemler yapılırsa, sinyalizasyon kavşak kapasitesi hesaplanabilir. Hesaplanan bu değerler, Tablo 3.3'e işlenmiştir. Bu tablo kullanılarak, Şekil 3.3'de verilen sol/sağ dönüş arası ile kavşak kapasitesi arasındaki ilişki belirlenebilir.

Sağ/sol dönüş oranı ile kavşak kapasitesi arasındaki bu ilişki incelendiğinde, büyük yuvarlakadalı düzenlemede, kavşak kapasitesi dönüş oranının artışına paralel olarak sürekli bir artış göstermektedir. Bununla beraber, sinyalizasyonda ise, sağa/sola dönüş oranının sıfır olması durumunda, çok yüksek kapasite değeri vermesine karşılık, bu oranın artmasıyla bir anda büyük kapasite değerinde büyük düşüş olmaktadır. Küçük yuvarlakadalı düzenlemede ise, sola dönüş oranına bağlı olmaksızın, yüksek bir kapasite değeri elde edilmektedir. Kullanılan birim alan (m^2) başına düşen kapasite değeri

rine bakıldığında, sola/sağa dönüş oranı %30'un altında ise, sinyalizasyon büyük yuvarlakadali düzenlemeye oranla, daha küçük alanda daha yüksek kapasite vermektedir. Sola/sağa dönüşün hiç olmaması durumunda da, sinyalizasyon ile, küçük yuvarlakadali düzenlemeye göre daha küçük alanda daha yüksek kapasite değerine ulaşılmaktadır.



ŞEKİL 3.3. YUVARLAKADA VE SİNYALİZE KAVŞAKLARDA DÖNÜŞ ORANI VE KAPASİTE ARASINDAKİ İLİŞKİ

| SAC/SOL DÖNÜŞ ORANI (%) | TOPLAM KAVŞAK KAPASİTESİ | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------|
| | YUVARLAKADA EŞDÜZEY KAVŞAK | | | | | | SİNYALİZE EŞDÜZEY KAVŞAK | | | | | | | |
| | KAVŞAK ALANI : 1886 m ² | | KAVŞAK ALANI : 2290 m ² | | KAVŞAK ALANI : 2734 m ² | | KAVŞAK ALANI : 2734 m ² | | KAVŞAK ALANI : 2734 m ² | | KAVŞAK ALANI : 2734 m ² | | | |
| | BÜYÜK YA. | KÜÇÜK YA. | BÜYÜK YA. | KÜÇÜK YA. | BÜYÜK YA. | KÜÇÜK YA. | BÜYÜK YA. | KÜÇÜK YA. | BÜYÜK YA. | KÜÇÜK YA. | BÜYÜK YA. | KÜÇÜK YA. | | |
| TŞ/SA | t _ş /m ² | TŞ/SA | t _ş /m ² | TŞ/SA | t _ş /m ² | TŞ/SA | t _ş /m ² | TŞ/SA | t _ş /m ² | TŞ/SA | t _ş /m ² | TŞ/SA | t _ş /m ² | |
| 0 | 3165 | 1.68 | 5103 | 2.71 | 3342 | 1.46 | 5369 | 2.35 | 3490 | 1.28 | 5636 | 2.06 | 6720 | 4.17 |
| 10 | 3323 | 1.76 | 5103 | 2.71 | 3509 | 1.53 | 5369 | 2.35 | 3665 | 1.34 | 5636 | 2.06 | 3081 | 1.91 |
| 20 | 3481 | 1.85 | 5103 | 2.71 | 3076 | 1.61 | 5369 | 2.35 | 3839 | 1.40 | 5636 | 2.06 | 3044 | 1.89 |
| 30 | 3639 | 1.93 | 5103 | 2.71 | 3843 | 1.68 | 5369 | 2.35 | 4014 | 1.47 | 5636 | 2.06 | 3007 | 1.67 |
| 40 | 3798 | 2.01 | 5103 | 2.71 | 4010 | 1.75 | 5369 | 2.35 | 4188 | 1.53 | 5636 | 2.06 | 2972 | 1.85 |
| 50 | 3956 | 2.10 | 5103 | 2.71 | 4178 | 1.82 | 5369 | 2.35 | 4363 | 1.60 | 5636 | 2.06 | 2936 | 1.82 |

TABLO 3.3. YUVARLAKADA VE SİNYALİZE KAVŞAK KAPASİTESİNİN , DÖNÜŞ ORANINA BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

BOLÜM IV

4. ORNEK KAVŞAKLAR

Bir önceki bölümde, eşdüzey kavşak denetim biçimleri kapasite yönünden karşılaştırılmıştır. Ancak, sinyalize bir eşdüzey kavşakta kapasite değerinin hesaplanabilmesi için öncelikle kavşağı kullanan akımların doygun akım değerlerinin bilinmesi gereklidir. Bu değer, arazide etüdler yapılarak (14) bulunabileceği gibi, ikinci bölümde verilen sinyalizasyon hesap yöntemleri ile, tahmin edilmeye çalışılabilir. Farklı biçimlerde elde edilecek doygun akım değerleri, aynı kavşak için farklı kapasite değerlerinin ortaya çıkmasına neden olacaktır.

Bununla beraber, doygun akım değerlerinin etkisinin yanısıra, kavşakta uygulanan veya uygulanacak olan devre süresi ve yeşil süre dağılımları da kavşak kapasitesini etkileyecektir.

Yukarıda kısaca açıklanan nedenlerle, kavşak kapasitesinde oluşabilecek bu değişimleri gözlemlemek için dört kavşak seçilmiş ve bu kavşaklarda sayım, gözlem ve etüdler ile bunlara bağlı olarak kapasite hesapları yapılmıştır.

İngiliz, Avustralya, Yeni Amerikan ve İsveç yöntemleriyle yapılan hesaplar, ayrıntılı olarak çalışmanın sonundaki eklerde görülebilir.

Bu yöntemlerle öncelikle, her kavşakta mevcut geometrik ve trafik şartları içinde geçerli olabilecek doygun akım değerleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen bu doygun akım değerleri kullanılarak, uygulanan mevcut programa göre ve bu yöntemlerle önerilen programlara göre ayrı ayrı kapasite de-

gerleri bulunmuştur. Ayrıca, kavşakta ölçülen, doygun akım değerleri kullanılarak, bir başka devre süresi ve yeşil süre dağılımı hesaplanmış bunlara bağlı olarak da bir kapasite değeri daha bulunmuştur. Bununla beraber, kavşakta uygulanan mevcut program ve kavşakta ölçülen doygun akım değerleri kullanılarak, kavşağın mevcut kapasitesi adı altında ayrı bir kapasite değeri de hesaplanmıştır.

Örnek olarak seçilen dört kavşakta, yukarıda açıklanan farklı durumlar için hesaplanan kapasite değerleri Tablo 4.4' de görülebilir.

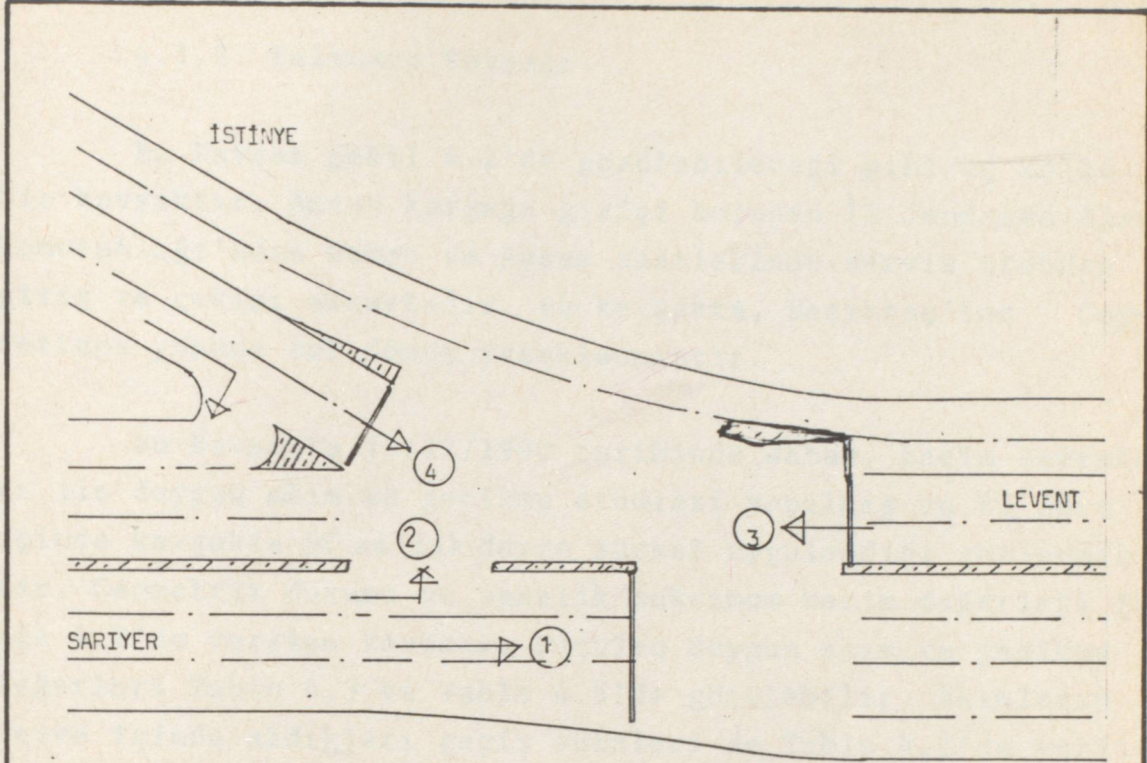
4.1. Örnek Kavşakların Özellikleri

4.1.1. Maslak Kavşağı

Maslak kavşağı Şekil 4.1'de görülebileceği gibi üç kollu bir kavşaktır. Kavşağın kolları çift yönlü olup, her türlü sağ ve sol dönüşler serbesttir. Kavşak kollarından sadece İstinye yönü kavşağa doğru %3 iniş eğimlidir.

Kavşakla 06/12/1990 tarihinde, sabah yapılan hacim sayımları ile doymun akım ve gecikme etüdüleri sırasında kavşakta 60 sn'lik bir devre süresi gözlenmiştir. Geometrik durumu ve ölçümler sonucu elde edilen maksimum saatlik hacim değerleri Şekil 4.1'de verilen kavşakta, ölçülen doymun akımlar Tablo 4.3'de, yeşil süre dağılımları Tablo 4.2'de ve gecikme değerleri ise Tablo 4.5'de görülebilir.

Kavşakta, mevcut sinyalizasyon program ile ölçülen doymun akım değerlerine bağlı olarak 2.16 ve 2.17 numaralı bağlantılar yardımıyla, hesaplanan kapasite değerleri Tablo 4.5'e işlenmiştir.



06 / 12 / 1990 - TARİHİNDE YAPILAN SABAH SAYIMLARI

| AKIM NO | HACİM (TŞ/SA) | | ŞERİT | | EĞİM |
|---------|---------------|------------|--------------|--------|----------|
| | HAFIF TAŞIT | AĞIR TAŞIT | GENİŞLİK (M) | SAYISI | |
| 1 | 1132 | 184 | 3.30 | 3 | - |
| 2 | 88 | 4 | 3.30 | 1 | - |
| 3 | 1392 | 156 | 3.30 | 3 | - |
| 4 | 844 | 76 | 3.30 | 2 | % 3 İNİŞ |

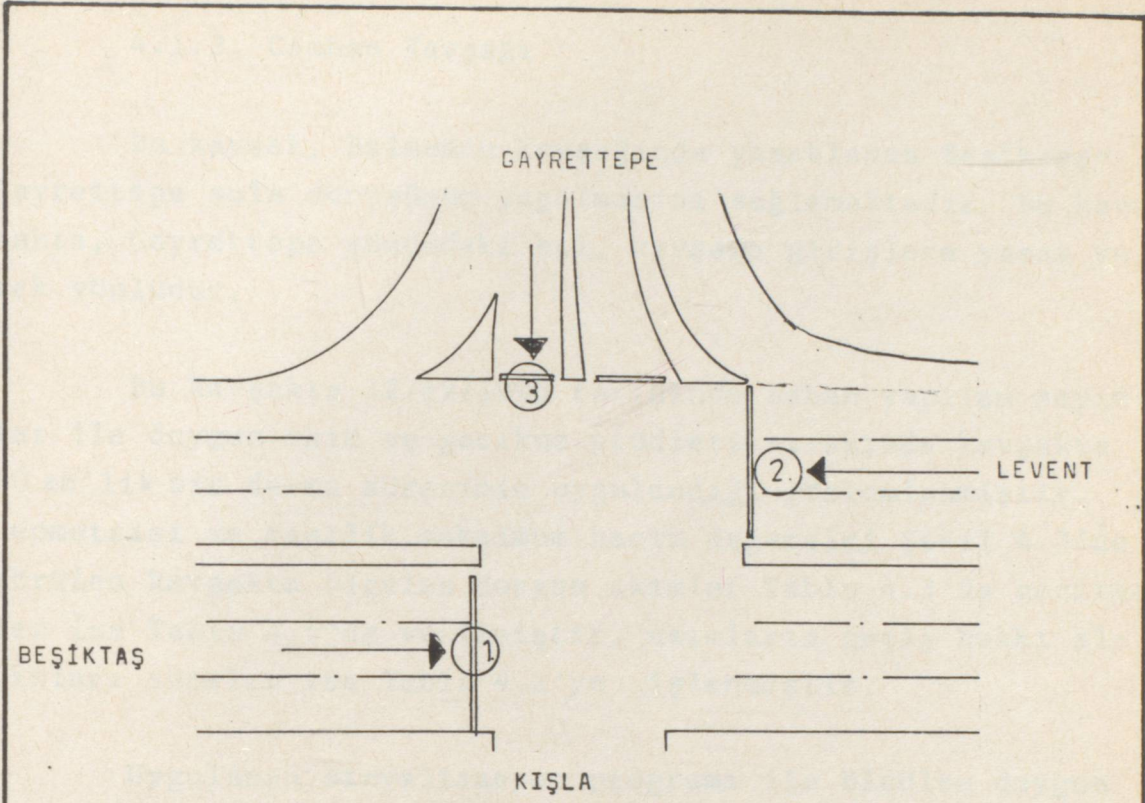
ŞEKİL 4.1. MASLAK KAVŞAĞI PLANI

4.1.2. Balmumcu Kavşağı

Bu kavşak Şekil 4.2'de görülebileceği gibi üç kollu bir kavşaktır. Ancak kavşağa girişi bulunan İl Jandarma Alay Komutanlığı'ndan Sabah ve Akşam saatlerinde servis otobüsü giriş ve çıkışı olmaktadır. Bu kavşakta, Beşiktaş'tan Gayrettepe yönüne sol dönüş yasaklanmıştır.

Bu kavşakta 19/12/1990 tarihinde sabah, hacim sayımları ile doygun akım ve gecikme etüdüleri yapılmış ve bu süre içinde kavşakta 90 sn'lik devre süresi uygulandığı gözlenmiştir. Geometrik durumu ve saatlik maksimum hacim değerleri Şekil 4.2'de verilen kavşakta ölçülen doygun akım ve gecikme değerleri Tablo 4.3 ve Tablo 4.5'de görülebilir. Akımların devre içinde aldıkları geçiş süreleri de Tablo 4.2'de verilmiştir.

Mevcut sinyalizasyon programı ve ölçülen doygun akım değerlerine bağlı olarak 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılarla hesaplanan kapasite değeri Tablo 4.4'e işlenmiştir.



19 / 12 / 1990 - ÇARŞAMBA TARİHİNDE YAPILAN
SABAH SAYIMLARI

| AKIM NO | HACİM (TŞ/SA) | | ŞERİT | | EĞİM |
|---------|----------------|------------|----------|--------|------|
| | HAFIF TAŞIT | AĞIR TAŞIT | GENİŞLİK | SAYISI | |
| 1 | 2668 | 136 | 3.75 | 3 | - |
| 2 | 2232 | 108 | 3.50 | 3 | - |
| 3 | 764 | 16 | 3.60 | 2 | - |

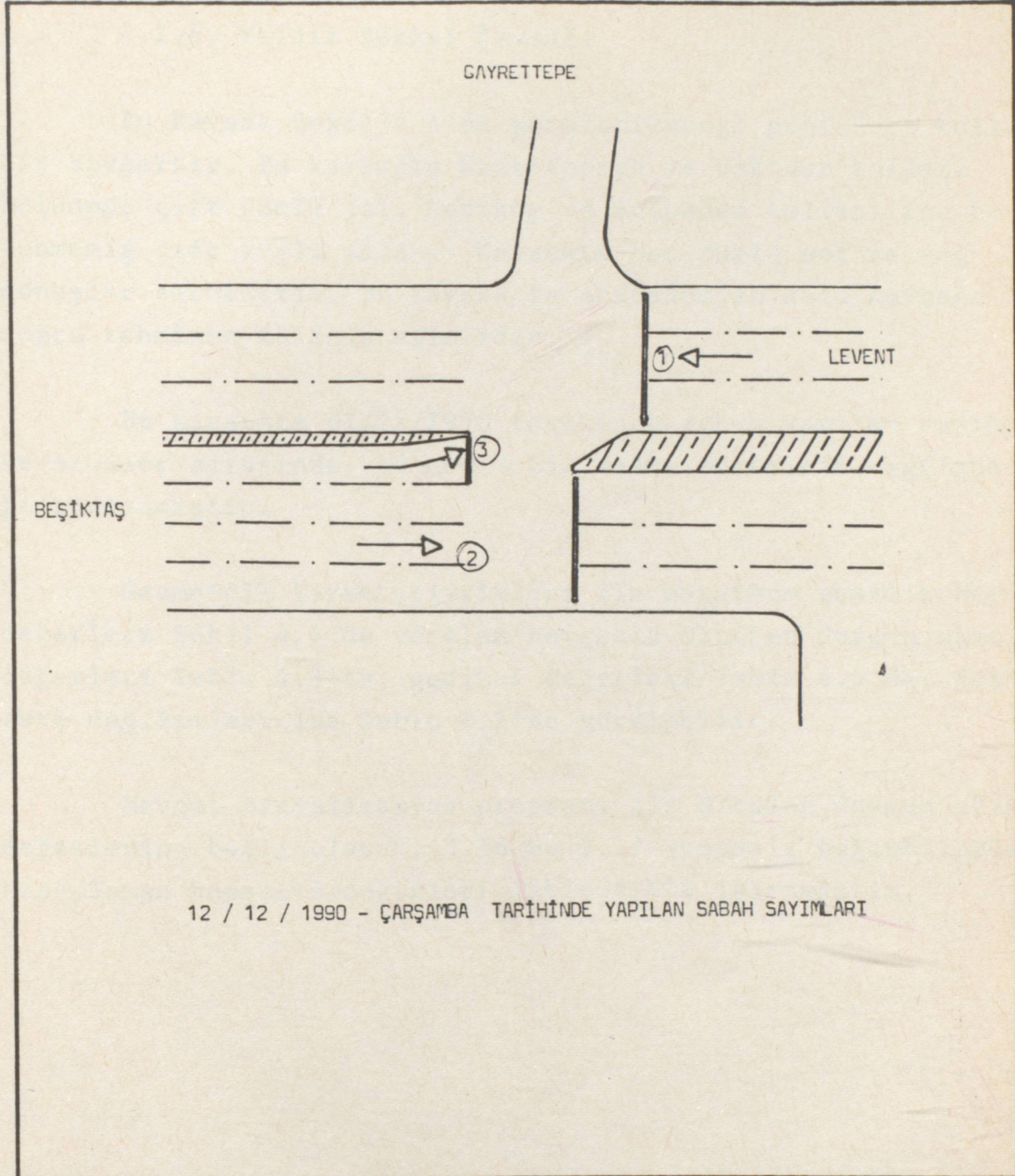
ŞEKİL 4.2. BALMUMCU KAVŞAĞI PLANI.

4.1.3. Camhan Kavşağı

Bu kavşak, Balmumcu kavşağında yasaklanan Beşiktaş-Gayrettepe sola dönüşünün yapılmasını sağlamaktadır. Bu kavşakta, Gayrettepe yönündeki kol, kavşağa girişlere yasak ve tek yönlüdür.

Bu kavşakta 12/12/1990 tarihinde sabah yapılan sayımlar ile doygun akım ve gecikme etüdüleri sırasında kavşakta 90 sn'lik bir devre süresinin uygulandığı gözlemlenmiştir. Geometrisi ve saatlik maksimum hacim değeri Şekil 4.3'de görülen kavşakta ölçülen doygun akımlar Tablo 4.3'de gecikmeler ise Tablo 4.5'de verilmiştir. Akımların geçiş hakkı aldıkları süreler ise Tablo 4.2'ye işlenmiştir.

Uygulanan sinyalizasyon programı ile ölçülen doygun akım değerine bağlı olarak 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılarla hesaplanan kapasite değeri Tablo 4.4'de görülebilir.



12 / 12 / 1990 - ÇARŞAMBA TARİHİNDE YAPILAN SABAH SAYIMLARI

| AKIM NO | HACİM (TŞ/SA) | | ŞERİT | | EĞİM |
|---------|---------------|------------|--------------|--------|------|
| | HAFİF TAŞIT | AĞIR TAŞIT | GENİŞLİK (M) | SAYISI | |
| 1 | 2812 | 96 | 3.60 | 3 | - |
| 2 | 2588 | 124 | 3.50 | 3 | - |
| 3 | 404 | 4 | 2.75 | 2 | - |

ŞEKİL 4.3. CAMHAN KAVŞAĞI PLANI

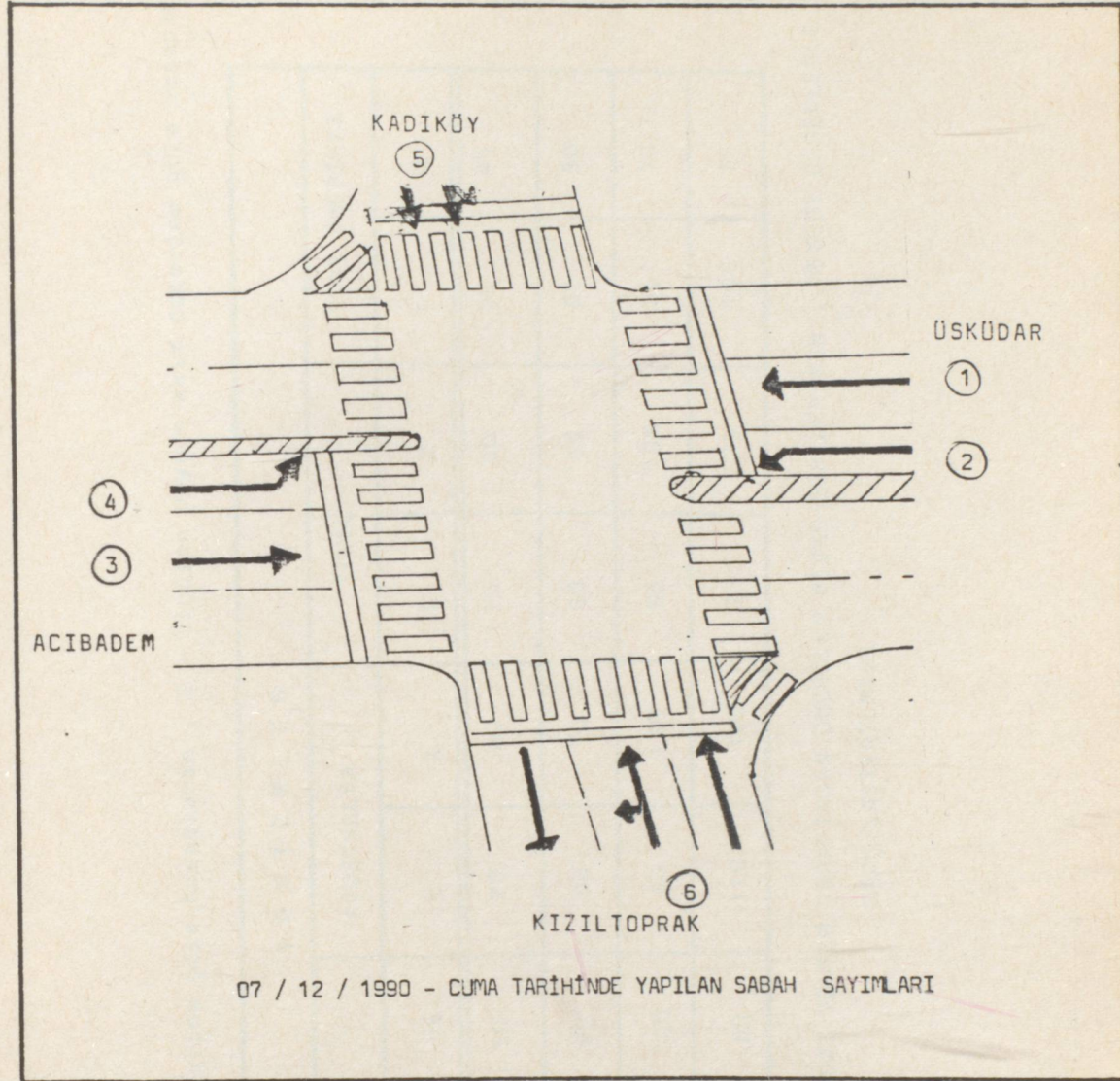
4.1.4. Yıldız Bakkal Kavşağı

Bu kavşak Şekil 4.4'de görülebileceği gibi dört kollu bir kavşaktır. Bu kavşağın Kızıltoprak ve Uskudar kolları bölünmüş çift yönlü yol, Kadıköy ve Acıbadem kolları ise bölünmemiş çift yönlü yoldur. Kavşakta her türlü sol ve sağ dönüşler serbesttir. Bu kavşak ta Acıbademden kolu kavşağa doğru tahminen %3 iniş eğimlidir.

Bu kavşakta 07/12/1990 tarihinde sabah yapılan sayım. ve etüdüler sırasında, 60 sn'lik bir devre süresinin uygulandığı gözlenmiştir.

Geometrik karakteristikleri ile maksimum saatlik hacim değerleri Şekil 4.4'de verilen kavşakta ölçülen doygun akım değerleri Tablo 4.3'de, gecikme değerleri Tablo 4.5'de, yeşil süre dağılımları ise Tablo 4.2'de görülebilir.

Mevcut sinyalizasyon programı ile ölçülen doygun akım değerlerine bağlı olarak, 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılarla hesaplanan kapasite değerleri Tablo 4.4'e işlenmiştir.



| AKIM NO | HACİM (TŞ/SA) | | ŞERİT | | EĞİM |
|---------|-----------------------------|--------------|-------------|--------|----------|
| | HAFIF TAŞIT | AĞIR TAŞIT | GENİŞLİK(M) | SAYISI | |
| 1 | 1288 | 20 | 3.15 | 2 | - |
| 2 | 196 | -- | 3.15 | 1 | - |
| 3 | 848 | 52 | 3.15 | 2 | - |
| 4 | 28 | 4 | 3.15 | 1 | - |
| 5 | SOLA D. 224 DOĞ ÇİD. 648 | DOĞ. ÇİD. 24 | 3.15 | 2 | - |
| 6 | SOLA D. 44 DOĞ ÇİD. 100 | -- | 3.15 | 2 | % 3 iniş |

ŞEKİL 4.4. YILDIZ BAKKAL KAVŞAĞI PLANI.

* 1 - Ünerilen doygun akım değerine göre hesaplanan , 2 - Ölçülen doygun akım değerine göre hesaplanan

| KAVŞAK | MEVCUT | Y Ü N T E M L E R | | | | | | | |
|---------------|--------|-------------------|-----|------------|-----|-------|-----|---------------|----|
| | | İNGİLİZ | | AVUSTRALYA | | İSVEÇ | | YENİ AMERİKAN | |
| | | 1* | 2* | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| MASLAK | 60 | 65 | 50 | 70 | 60 | 70 | 80 | 90 | 45 |
| BALMUMCU | 90 | 70 | 80 | 90 | 70 | 80 | 85 | 90 | 50 |
| CAMHAN | 90 | 60 | 100 | 60 | 120 | 65 | 105 | 55 | 70 |
| YILDIZ BAKKAL | 60 | 105 | 80 | 110 | 100 | 75 | 75 | 105 | 55 |

TABLO 4.1. ÜRNEK KAVŞAKLARDA DÜRT YÜNTEM TARAFINDAN ÜNERİLEN DEVRE SÜRELERİNİN , MEVCUT DEĞERLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

* 1 - Ünerilen doygun akım değerine göre hesaplanan , 2 - Üçülenen doygun akım değerine göre hesaplanan

| KAVŞAK | AKIM | | MEVCUT | Y Ü N T E M L E R | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|-------|--------|-------------------|----|------------|----|-------|----|---------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | İNGİLİZ | | AVUSTRALYA | | İSVEÇ | | YENİ AMERİKAN | | | | | | | | | | |
| | | | | 1* | 2* | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | |
| | NO | YÜN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MASLAK | 1 | SA-LE | 15 | 35 | 27 | 38 | 33 | 36 | 45 | 43 | 24 | | | | | | | | | |
| | 2 | SE-İS | 4 | 5 | 3 | 6 | 4 | 6 | 6 | 7 | 4 | | | | | | | | | |
| | 3 | LE-SA | 23 | 25 | 19 | 27 | 24 | 25 | 34 | 31 | 25 | | | | | | | | | |
| | 4 | İS-LE | 18 | 20 | 14 | 22 | 17 | 24 | 25 | 37 | 11 | | | | | | | | | |
| BALMUMCU | 1 | BE-LE | 60 | 42 | 48 | 53 | 41 | 48 | 51 | 58 | 29 | | | | | | | | | |
| | 2 | LE-BE | 65 | 42 | 48 | 53 | 41 | 48 | 51 | 58 | 29 | | | | | | | | | |
| | 3 | GA-LE | 15 | 18 | 22 | 27 | 19 | 22 | 24 | 24 | 13 | | | | | | | | | |
| CAMHAN | 1 | LE-BE | 67 | 39 | 69 | 41 | 84 | 40 | 73 | 35 | 46 | | | | | | | | | |
| | 2 | BE-LE | 62 | 39 | 69 | 41 | 84 | 40 | 73 | 35 | 46 | | | | | | | | | |
| | 3 | BE-GA | 13 | 13 | 23 | 11 | 28 | 17 | 24 | 12 | 16 | | | | | | | | | |
| YILDIZ BAKKAL | 1 | ÜS-AC | 22 | 47 | 31 | 46 | 46 | 30 | 33 | 47 | 21 | | | | | | | | | |
| | 2 | ÜS-KI | 12 | 15 | 11 | 17 | 17 | 12 | 12 | 18 | 7 | | | | | | | | | |
| | 3 | AC-ÜS | 18 | 35 | 22 | 32 | 32 | 22 | 24 | 32 | 17 | | | | | | | | | |
| | 4 | AC-KA | 8 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | | | | | | | | | |
| | 5 | KA | 6 | 30 | 17 | 35 | 26 | 22 | 19 | 33 | 12 | | | | | | | | | |
| | 6 | KI | 5 | 4 | 4 | 6 | 5 | 4 | 4 | 5 | 3 | | | | | | | | | |

TABLO 4.2. ÜRNEK KAVŞAKLARDA DÜRT YÜNTEM TARAFINDAN ÜNERİLEN YEŞİL SÜRE DAĞILIMLARININ .MEVCUT DEĞERLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

| KAVŞAK | AKIM | | ÖLÇÜLEN | YÖNTEMLER | | | |
|------------------|------|-------|---------|-----------|------------|-------|------------|
| | NO | YÖN | | İNGİLİZ | AVUSTRALYA | İSVEÇ | Y. AMERİKA |
| MASLAK | 1 | SA-LE | 5380 | 5197 | 4738 | 4994 | 4353 |
| | 2 | SA-İS | 1940 | 1440 | 1385 | 1622 | 1452 |
| | 3 | LE-SA | 4761 | 5197 | 4909 | 5202 | 4446 |
| | 4 | İS-LE | 3919 | 3776 | 3383 | 3246 | 2888 |
| BALNUMCU | 1 | BE-LE | 5355 | 5906 | 5148 | 5516 | 5776 |
| | 2 | LE-BE | 5208 | 5512 | 5256 | 5516 | 4644 |
| | 3 | GA-LE | 3252 | 3780 | 2821 | 3337 | 3035 |
| CAMHAN | 1 | LE-BE | 4628 | 5670 | 5228 | 5621 | 4768 |
| | 2 | BE-LE | 5122 | 5512 | 5162 | 5516 | 4667 |
| | 3 | BE-GA | 1940 | 2210 | 2667 | 1918 | 2766 |
| YILDIZ BAKKAL | 1 | ÜS-AC | 3472 | 3307 | 3547 | 3709 | 3089 |
| | 2 | ÜS-KI | 1949 | 1542 | 1440 | 1664 | 1457 |
| | 3 | AC-ÜS | 4684 | 3307 | 3403 | 3571 | 3027 |
| | 4 | AC-KA | 1500 | 1542 | 1280 | 1469 | 1370 |
| | 5 | KA | 4439 | 3465 | 3315 | 3625 | 3036 |
| | 6 | KI | 3340 | 3776 | 3396 | 3802 | 3120 |

TABLO 4.3. ÖRNEK KAVŞAKLARDA , DÖRT YÖNTEM KULLANILARAK TAHMİN EDİLEN DOYGUN AKIM DEĞERLERİNİN , KAVŞAKTA ÖLÇÜLEN DEĞERLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

4.2. Sinyalizasyon Hesap Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Sinyalizasyon hesap yöntemi olarak dünyada yaygın kullanım alanı bulan İngiliz , Avustralya , Yeni Amerikan ve İsveç yöntemleri bu çalışmanın ikinci bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu yöntemler, hesapların yapılabilmesi için girdi olarak ihtiyaç duyulan ve bu hesaplar sonucunda çıktı olarak alınabilecek bilgiler açısından farklılıklar göstermesinin yanısıra , bu yöntemlerle önerilen doygun akım ve kapasite tahmin sürecide birbirinden farklıdır.

Bir sinyalize eşdüzey kavşak kapasitesinin belirlenebilmesi için girdi olarak ihtiyaç duyulan bilgiler, dört yöntem için karşılaştırmalı olarak tablo 4. 6.'da verilmiştir. Bu tablodan da görülebileceği gibi, girdi olarak en az bilgiye, İngiliz yönteminde ihtiyacı duyulurken, en çok bilgi yeni Amerikan yöntemi ile yapılan hesaplarda gerekmektedir. Girdi olarak ihtiyaç duyulan bilgilerin çok olması, bu bilgilerin araziden toplanması için harcanan zamanın fazlalaşmasının yanı sıra bu bilgilerin değerlendirilmesi sırasında harcanan zamanında artmasına sebep olacaktır.

Dört yöntem ile yapılan hesaplar sonucunda, devre süresi ve yeşil süre dağılımları ile kavşak kapasitesinin yanısıra, yaya ve taşıt performanslarına ait bilgilerde elde edilebilir. Elde edilen bilgilerin çok olması, kavşak için yapılan değerlendirmelerin daha sağlıklı olmasını sağlayabilir. Dört yöntem ile yapılan hesaplamalar sonucu, çıktı olarak elde edilebilecek bilgiler karşılaştırmalı olarak tablo 4.7'de verilmiştir. Bu tablodan görülen , doygun akım ve kavşak kapasitesi ile birlikte en az çıktı, 10 bilgi ile İsveç, en çok çıktı ise 15 bilgi ile Yeni Amerikan Yönteminde elde edilmektedir. Yeni Amerikan Yönteminde, diğer yöntemlerden farklı olarak, kavşak kolları için tek tek veya kavşağın tümü için hizmet seviyesi tanımları getirilmiştir.

Dört yöntem arasındaki en büyük fark, doygun akım değerlerinin tahmininde görülmektedir. İngiliz yönteminde temel doygun akım değeri yol genişliğine bağlı olarak önerilirken, Avustralya yönteminde çevre kalitesine, İsveç yönteminde ise skimlerin şerit kullanımına bağlı olarak şerit bazında, değerler vermektedir. Yeni Amerikan Yönteminde, temel

doygun akım değeri sabit olarak 1800 tş/sa-şerit olarak önerilmektedir. Ancak bu değerler tüm kavşak şartları için geçerli olmayacaktır. Her kavşakta bulunabilecek özel etkilerin göz önünde tutulması gereklidir. Bu amaçla İngiliz Yöntemi, temel doygun akım değerini yol kenarı parkı, eğim, sol/sağ dönüş ve bölge etkilerini göz önüne alarak düzelme yoluna giderken, Avustralya yöntemi ise, çevre kalitesine bağlı olarak önerdiği temel doygun akım değerini şerit genişliğine, yaklaşım kolu eğimine ve taşıt kompozisyonuna bağlı olarak düzeltilmesini önermektedir. İsveç Yöntemide, Avustralya yönteminde olduğu gibi, şerit genişliği, yaklaşım kolu eğimi ve trafik kompozisyonu etkileri için, değişik katsayılar vermektedir. Diğer üç yöntemden farklı olarak, Yeni Amerikan Yöntemi 1800 tş/sa-şerit olarak verdiği temel doygun akım değerinin düzeltilmesinde 8 farklı etki belirlenmiş ve bunların düzeltilmesi için katsayılar ve bağıntılar vermiştir.

Temel doygun akım değerinin belirlenmesi ve bu değerın mevcut kavşağın geometrik ve trafik şartları içerisinde geçerli olabilmesi için düzeltilmesinde en az süre İsveç Yönteminde harcanırken, en çok süre kaybı Yeni Amerikan Yönteminde olmaktadır.

Örnek kavşaklardaki akımlar için, dört yöntem tarafından önerilen doygun akım değerleri, kavşaktan ölçülen değerlerle karşılaştırmalı olarak tablo 4.3'de verilmiştir. Bu tablodan görülebileceği gibi, İngiliz Yöntemi genellikle diğerlerine göre daha yüksek değerler önermektedir. Bununla beraber, Yeni Amerikan Yöntemi ise diğerlerine göre daha düşük doygun akım değerleri vermektedir. Kavşakta yapılan etüdülerle elde edilen doygun akım değerleri, yöntemlerin önerdiği doygun akım değerleriyle karşılaştırıldığında, ölçülen değerlere en yakın değerleri İsveç Yöntemi vermektedir. Ardından en yakın değerler ise Avustralya Yöntemi tarafından önerilen değerlerdir. İngiliz ve Yeni Amerikan Yöntemlerinin önerdiği doygun akım değerleri, ölçülen değerlerden oldukça farklı sonuçlar vermektedir.

Her bir yöntemle yapılan hesaplar sonucu elde edilen devre süreleri karşılaştırıldığında, en küçük devre süreleri Yeni Amerikan Yöntemi tarafından önerilirken, en yüksek devre sürelerinin Avustralya Yöntemi tarafından verildiği görülmektedir. Örnek kavşaklar için her bir yöntemle,

ölçülen ve önerilen doygun akım değerleri kullanılarak ayrı ayrı hesaplanan devre süreleri , mevcut devre süreleri ile karşılaştırmalı olarak tablo 4.1.'de görülebilir. Devre içinde akımlara ayrılan yeşil süre dağılımları ise mevcut değerlerle karşılaştırmalı olarak tablo 4.2.'de verilmiştir.

Yukarıda da sözü edilen , devre süresi ve yeşil süre dağılımları ile doygun akım değerlerinin değişimi , kavşak kapasitesini doğrudan etkileyecektir. Örnek kavşaklarda uygulanan mevcut devre süreleri ve yeşil süre dağılımları ile bu kavşaklarda yapılan doygun akım etüdüleri sonucu elde edilen değerler kullanılarak , 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar yardımıyla hesaplanan kapasite değerleri tablo 4.4'e işlenmiştir.

Örnek kavşaklar için , ölçülen ve önerilen doygun akım değerleri kullanılarak bulunan devre süresi ve yeşil süre dağılımlarıyla , ayrı ayrı kapasite değerleri hesaplanmış ve bu değerlerde tablo 4.4'e işlenmiştir. Bunlardan farklı olarak , uygulanan mevcut sinyalizasyon programı ve önerilen doygun akım değerleri kullanılarak hesaplanan kapasite değerleri de aynı tabloda görülebilir. Bu tablodaki değerler incelendiğinde , dört yöntem tarafından önerilen sinyalizasyon programları ile daha yüksek kapasite değerleri elde edilebileceği görülebilir. Bazı durumlarda , mevcut sinyalizasyon programları ile yüksek kapasite değerleri elde edilmesine karşılık , bu durumlarda taşıt başına ortalama gecikme değerlerinin , tablo 4.5'de görülebileceği gibi , çok fazla artışı söz konusu olacaktır.

| İHTİYAÇ DUYULAN BİLGİLER | YÖNTEMLER | | | |
|-----------------------------|-----------|------------|-------|------------|
| | İNGİLİZ | AVUSTRALYA | İSVEÇ | Y. AMERİKA |
| GEOMETRİK KARAKTERİSTİKLER | | | | |
| Yaklaşım kolu genişliği | x | x | x | x |
| Şerit genişliği | | x | x | x |
| Dönüş şeritlerinin uzunluğu | | x | x | x |
| Park uzaklığı | x | x | x | x |
| ŞERİT BİLGİLERİ | | | | |
| Şerit sayısı | | x | x | x |
| Dönüş şeritleri | x | x | x | x |
| Filtre dönüşler | x | x | x | x |
| YOL KESİTLERİ | | | | |
| Enkesit | x | | | x |
| Boykesit | x | x | x | x |
| PARK BİLGİLERİ | | | | |
| Dönüş | x | x | | x |
| Manevra sayısı | | | | x |
| BÖLGE KARAKTERİSTİKLERİ | | | | |
| Yöre etkisi | x | x | | x |
| YAKLAŞIM KOLU HACMİ | | | | |
| Doğru giden hacim | x | x | x | x |
| Sağa dönen | x | x | x | x |
| sola dönen | x | x | x | x |
| TAŞIT KOMPOZİSYONU | | | | |
| Kamyon | x | x | x | x |
| Otobüs | x | | x | x |
| Motosiklet/Bisiklet | x | | x | |
| TRAFİK ETKİSİ | | | | |
| Zirve saat faktörü | | x | | x |
| Taşıt grup gelişleri | | | | x |
| Yolcu otobüsü sayısı | | x | | x |
| Yaya hacmi | | x | x | x |
| SİNYAL ZAMANLAMASI | | | | |
| Devre süresi | x | x | x | x |
| Faz sayısı | x | x | x | x |
| Faz süresi | x | x | x | x |
| Diğer Sinyal Bilgileri | | | | |
| Yaya geçiş süresi | | | x | x |

TABLO 4,6. DÜRT YÖNTEMDE GİRİDİ OLARAK İHTİYAÇ DUYULAN BİLGİLER

| ÇIKTI OLARAK ALINABİLECEK BİLGİLER | YÖNTEMLER | | | |
|------------------------------------|-----------|------------|-------|------------|
| | İNGİLİZ | AVUSTRALYA | İSVEÇ | Y. AMERİKA |
| ANALİZ | | | | |
| Şerit | x* | x | x | x |
| Şerit grubu | | | | x |
| Yaklaşım kolu | x | | | x |
| Kavşak geneli | | | | x |
| KAPASİTE | | | | |
| Doygun akım | x | x | x | x |
| kapasite | x | x | x | x |
| TAŞIT PERFORMANSI | | | | |
| Ortalama gecikme | x | x | x | x |
| Taşıt duruş yüzdesi | x | x | x | x |
| Kuyruk uzunluğu | x | x | x | x |
| YAYA PERFORMANSI | | | | |
| Gecikme | | x | | |
| Duruş sayısı | | x | | |
| HİZMET DÜZEYİ | | | | x |
| İLK TASARIM | x | x | x | x |
| SİNYAL ZAMANLAMASI | | | | |
| Devre uzunluğu | x | x | x | x |
| Faz sayısı | x | x | x | x |
| Faz süresi | x | x | x | x |
| G / C oranı | x | x | | x |

* Sadece dönüş şeritleri için

TABLO 4.7. DÖRT YÖNTEM DEN ÇIKTI OLARAK ALINABİLECEK BİLGİLER

BÖLÜM V

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kent içi ve kentler arası yol ağlarında , eşdüzey kavşaklar , trafik sıkışıklarının ve kazalarının yoğun olduğu bölgeler olmasının yanında , bu alanlarda kesişen yolların kapasitelerini belirlemesi bakımından da oldukça önemlidir. Bir başka deyişle , kavşak kapasitesinin artırılması ile kavşak kollarından kavşağa girebilecek taşıt sayısının da artırılması sağlanacaktır.

Eşdüzey kavşak kapasitesini en önemli faktörün , kavşağın denetim biçimi olacağı açıktır. Bu düşünceyle, üçüncü bölümde, kavşak kapasitesi yönünden , denetim biçimleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda , sağ/sol dönüş oranının % 30'un altında olması durumunda, toplam kavşak hacmine bağlı olmaksızın, sinyalizasyonun , kavşağın denetimsiz ya da yuvarlakadalı olması durumlarına göre daha küçük alanda daha yüksek kapasite değerleri elde edilmektedir. Yanlızca , sağ/sol dönüş oranı % 10 veya daha fazla ise , küçük yuvarlakadalı çözüm , sinyalizasyona göre daha küçük alanda daha yüksek kapasite vermektedir. Ancak , böyle bir çözümde , kavşağı kullanan taşıt sürücülerinin, trafik kurallarına uyumunun tam olması gereklidir. Aksi takdirde , kavşak güvenliğinin ve buna bağlı olarak , kavşak kapasitesinin azalmasına neden olacaktır.

Yukarıda kısaca açıklanan nedenlerle , kavşak denetim biçimi olarak sinyalizasyon , kapasite yönünden , diğer denetim biçimlerine tercih edilebilir. Bununla beraber , kavşakta uygulanan sinyalizasyon programı da kapasite yönünden oldukça büyük öneme sahiptir. Yanlış uygulanacak bir sinyalizasyon programı , kavşak kapasitesinin büyük oranda düşmesine ve taşıt başına ortalama gecikme değerinin artmasına neden olacaktır. Bu etkiler dördüncü bölümde ayrıntılı olarak görülebilir.

Sinyalize bir eşdüzey kavşakta , kapasite değerinin hesaplanabilmesi için, doygun akım değerlerinin de doğru olarak tahmin edilmesi gereklidir. Sinyalize eşdüzey kavşak kapasitesini doğrudan etkileyen bu değer, her kavşakta ve hatta aynı kavşakta farklı trafik koşulları

için , değişiklik gösterecektir. Bu nedenle , doygun akım değerlerinin mutlaka , doğru olarak tahmin edilmesi gereklidir. Bu da ancak kavşakta doğru olarak yapılacak sayım , gözlem ve etüdüler ile mümkündür. Şayet doygun akım değerleri kavşakta yapılan etüdüler ile elde edilmemişse , ikinci bölümde verilen hesap yöntemleri kullanılarak, doygun akım değerleri tahmin edilmelidir. Bu yöntemlerin ,örnek kavşaklar için önerdikleri doygun akım değerleri dördüncü bölümde ele alınmış ve bu kavşaklar için , ölçülen değerlere en yakın değerleri İsveç ve Avustralya yöntemlerinin verdiği görülmüştür. Bu durumda , İsveç ve Avustralya yöntemleriyle yapılacak hesaplarla , kavşaklarda doğruya yakın değerlerin elde edilebileceği düşünülebilir.

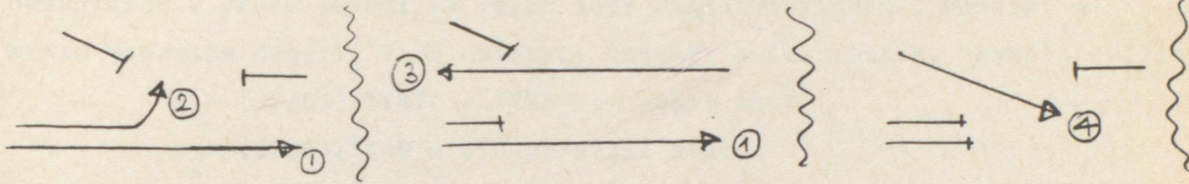
E K L E R

EK - A

ÖRNEK KAVŞAKLARDA , İNGİLİZ YÖNTEMİ İLE YAPILAN SİNYALİZASYON HESAPLARI

1 - MASLAK KAVŞAĞI ;

kavşakta uygulanan faz diyagramı aşağıda verilmiştir.



Yol genişliklerine bağlı olarak , temel doygun akım değerleri, tablo 2.1'den alınmıştır. Buna göre ,

$$S_1 = 5197 \text{ bo/sa}$$

$$S_2 = 1440 \text{ bo/sa}$$

$$S_3 = 5197 \text{ bo/sa}$$

$$S_4 = 3465 \text{ bo/sa}$$

olarak bulunmuştur. 4 akımının bulunduğu kol kavşağa doğru % 3 iniş eğimli olduğu için, bu eğim etkisi, kapasite değeri , her % 1'lik eğim için % 3 oranında artırılarak , düzeltilmiştir.

$$S'_4 = 1.09 * 3465 = 3776 \text{ bo/sa}$$

Akımların doygunluk dereceleri , 2.10 numaralı bağıntı kullanılarak,

$$y_1 = (1132 + 184 * 2.5) / 5197 = 0.306$$

$$y_2 = (88 + 4 * 2.5) / 1440 = 0.065^*$$

$$y_3 = (1392 + 156 * 2.5) / 5197 = 0.343^*$$

$$y_4 = (844 + 76 * 2.5) / 3776 = 0.274^*$$

şeklinde hesaplanabilir. Her fazda en büyük doygunluk derecesine sahip akımlar kritik (*) akım olarak kabul edilecek ve bu durumda , toplam doygunluk derecesi,

$$Y = 0.682 \text{ olacaktır.}$$

İki fazlı olan devreye sahip bu kavşakta , devre uzunluğu, 2.14 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

$$D = (1.29 * 10 + 5) / (1 - 0.682) = 60 \text{ sn.}$$

Bu devre uzunluğunun hesabında kullanılan kayıp süre 10 saniye ve ϕ değeri tablo 2.3'den 1.29 dur.

Yeşil süreler , 2.15 numaralı bağıntı yardımıyla,

$$g_1 = 35 \text{ saniye}$$

$$g_2 = 5 \text{ sn}$$

$$g_3 = 25 \text{ sn} \quad \text{ve}$$

$$g_4 = 20 \text{ sn}$$

şeklinde hesaplanabilir. Bu yeşil sürelerin tam bir devir yapabilmesi için $D = 65$ saniye gerekecektir.

Hesaplanan , devre süresi ve yeşil süre dağılımlarından , herbir a-
kımın kapasite değeri, 2.16 numaralı bağıntı kullanılarak, hesaplanabilir.

$$c_1 = (35/65) * 5197 = 2793 \text{ bo/ yeşil saat}$$

$$c_2 = (5/65) * 1440 = 110 \text{ bo/yeşil saat}$$

$$c_3 = (25/65) * 5197 = 1998 \text{ bo/yeşil saat}$$

$$c_4 = (20/65) * 3766 = 1161 \text{ bo/yeşil saat}$$

Kavşağın toplam kapasite değeri ise , akımların kapasite değerlerinin toplamı olacaktır.

$$C = 6067 \text{ bo / yeşil saat}$$

Taşıt başına ortalama gecikme değerleri ise 2.19 numaralı bağıntı yar-
dımı ile hesaplanabilir. Hesaplanan değerler tablo 4.5' e işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan mevcut sinyalizasyon programında, akımlara verilen
yeşilsüreler ve devre süresi tablo 4.1 ve 4.2' den alınabilir.

Bu durum için , akım ve kavşak kapasiteleri, 2.16 ve 2.17 numaralı bağın-
tıların kullanılmasıyla ,

$$c_1 = (15/60) * 5197 = 1299 \text{ bo/yeşil saat}$$

$$c_2 = (4/60) * 1440 = 96 \text{ bo/yeşil saat}$$

$$c_3 = (23/60) * 5197 = 1992 \text{ bo/yeşil saat}$$

$$c_4 = (18/60) * 3776 = 1132 \text{ bo/yeşil saat}$$

$$C = 4519 \text{ bo/ yeşil saat}$$

olacaktır.

Mevcut sinyalizasyon programı için gecikme değerleri, 2.19 numaralı ba-
ğıntı yardımıyla hesaplanmış ve tabo 4.5'e işlenmiştir.

Kavşakta yapılan doygun akım etüdlerinden bulunan değerler kullanılarak hesaplar yapılmak istenirse , bu durumda , hacim ve doygun akım değerlerinde her hangi bir düzeltme yapılmaksızın , hesap prosedürü aynı şekilde izlenecektir. Bu durumda , akımların doygunluk dereceleri,

$$y_1 = (1316/5380) = 0.245$$

$$y_2 = (92/ 1940) = 0.047^*$$

$$y_3 = (1548/4761) = 0,325^*$$

$$y_4 = (920 /3919) =0.235^*$$

olacaktır. Herfazdaki doygunluk derecelerinin büyük olanı alınarak, kavşağın doygunluk derecesi,

$$Y = 0.607$$

olarak bulunur. Tablo 2.3'den alınan $\emptyset = 1.30$ değeri ile birlikte , toplam doygunluk derecesi , 2.16 numaralı bağıntıda yerine konulursa, bu durum için devre süresi $D = 45$ saniye ve yeşil süre dağılımları,

$$g_1 = 27 \text{ sn}$$

$$g_2 = 3 \text{ sn}$$

$$g_3 = 19 \text{ sn} \quad \text{ve}$$

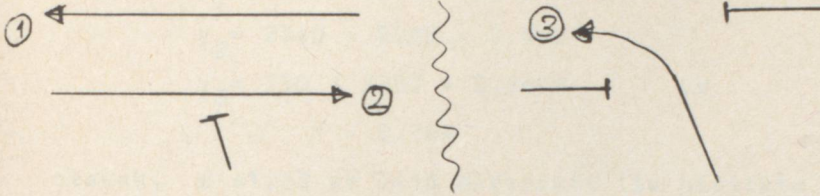
$$g_4 = 14 \text{ sn olacaktır.}$$

Her akımın en az bir kez geçiş alması için gerekli süre $D = 50$ sn olacaktır.

Bu değerlerin kullanılması ile , 2.17 ve 2.19 numaralı bağıntılar yardımı ile , hesaplanan kapasite değerleri ve gecikme değerleri , sırasıyla 4.4 ve 4.5 numaralı tablolara işlenmiştir.

2 - BALMUMCU KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramı aşağıdaki gibidir.



Bu kavşaktaki akımların, doymun akım değerleri tablo 2.1'den , yol genişliğine bağlı olarak alınmıştır. Bu doymun akım değerleri kullanılarak hesaplanan doymunluk dereceleri aşağıdaki gibidir.

$$y_1 = (2668 + 136 \cdot 2.5) / 5906 = 0.509^*$$

$$y_2 = (2232 + 108 \cdot 2.5) / 5512 = 0.454$$

$$y_3 = (764 + 16 \cdot 2.5) / 3780 = 0.213^*$$

$$Y = 0.722$$

Doymunluk derecelerine ve doymun akım değerlerine bağlı olarak , tablo 2.3'den alınan $\phi = 1,37$ ve toplam kayıp süre $L = 10$ sn değerleri, 2.14 numaralı bağıntılarda yerine konulduğunda , optimum devre uzunluğu hesaplanabilir.

$$D = (1.37 \cdot w_0 + 5) / (1 - 0.722) = 70 \text{ sn}$$

2.15 numaralı bağıntılarla hesaplanan yeşil süre bağıntıları , tablo 4.2' de görülebilir. Bu değerler kullanılarak, akım ve kavşak kapasitesi 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar kullanılarak, aşağıdaki şekilde bulunabilir.

$$c_1 = (42/70) \cdot 5906 = 3543 \text{ tş/sa}$$

$$c_2 = (42/70) \cdot 5512 = 3307 \text{ tş/sa}$$

$$c_3 = (18/70) \cdot 3780 = 972 \text{ tş/sa}$$

$$C = 7822 \text{ tş/sa}$$

Bu işlemlerin ardından , 2.19 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanan, gecikme değerleri, tablo 4.5'e işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan mevcut sinyalizasyon programı için kapasite değeri 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar yardımıyla , gecikme değerleri ise 2.19 numaralı bağıntı yardımıyla hesaplanmış ve sırasıyla , tablo 4.4. ve tablo 4.5'e işlenmiştir.

Kavşakta yapılan etüdler yardımıyla bulunan , doygun akım değerleri kullanıldığında, akımların ve kavşağın doygunluk derecesi,

$$y_1 = 2804 / 5355 = 0.524*$$

$$y_2 = 2340 / 5208 = 0.499$$

$$y_3 = 780 / 3252 = 0.240* \quad \text{ve}$$

$$Y = 0.764$$

olacak, $\phi = 1.33$ ve $l=10$ değerleri ile birlikte 2.14 numaralı bağıntıda yerine konulduğunda , devre uzunluğu $D = 80$ sn olarak hesaplanabilecektir. Daha sonra bu değer , 2.15 numaralı bağıntı ile , akımlar arasında , doygunluk derecelerinin oranına bağlı olarak , dağıtılacaktır.

Akım ve kavşak kapasitesi ise ,

$$c_1 = (48/80)*5355 = 3213 \text{ tş/sa}$$

$$c_2 = (48/80)*5208 = 3125 \text{ tş/sa}$$

$$c_3 = (22/80)*3252 = 894 \text{ tş /sa} \quad \text{ve}$$

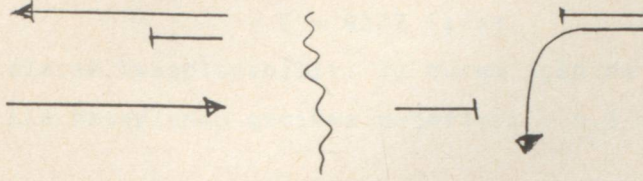
$$C = 7232 \text{ tş/sa}$$

olarak hesaplanabilir.

Bu değerlere bağlı olarak , gecikme değerleri 2.19 numaralı bağıntıdan hesaplanmış ve tablo 4.5'e işlenmiştir.

3 - CAMHAN KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramı aşağıdaki gibidir.



Yol genişliğine bağlı olarak hesaplanan doymun akım değerleri,

$$S_1 = 5670 \text{ bo/sa}$$

$$S_2 = 5512 \text{ bo/sa}$$

$$S_3 = 2210 \text{ bo/sa dir.}$$

Bu doymun akım değerlerine bağlı olarak , akım ve kavşak doymunluk dereceleri,

$$y_1 = (2812 + 96 \times 2.5) / 5670 = 0.539^*$$

$$y_2 = (2588 + 124 \times 2.5) / 5512 = 0.526$$

$$y_3 = (404 + 4 \times 2.5) / 2210 = 0.187^*.$$

$$Y = 0.726$$

olacaktır. Buna bağlı olarak, \emptyset değeri tablo 2.3'den 1.39 olarak bulunur. Kavşakta toplam gecikme değeri $L = 8$ saniyedir. Bu değerler 2.14 numaralı bağıntıda yerine konulursa,

$$D = (1,39 \times 8 + 5) / (1 - 0.726) = 60 \text{ sn}$$

olacaktır. Bu değer , doymunluk derecelerine orantılı olarak , akımlar arasında paylaştırılarak, her akıma verilecek yeşil süreler bulunabilir. Yeşil süre dağılımları, tabo 4.2'de görülebilir.

Kavşak ve akım kapasiteleri, 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar yardımı ile hesaplanabilir.

$$c_1 = (39/60) \times 5670 = 3685 \text{ tş/sa}$$

$$c_2 = (39/60) \times 5512 = 3582 \text{ tş/sa}$$

$$c_3 = (13/60) \times 2210 = 478 \text{ tş/sa}$$

$$C = 7745 \text{ tş/sa} \quad \text{dir.}$$

2.19 numaralı bağıntı yardımı ile hesaplanan gecikme değerleri, tablo 4.5'e işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan mevcut sinyalizasyon progına göre, akım ve kavşak kapasiteleri ,

$$c_1 = (67/90) \times 5670 = 4221 \text{ t\$/sa}$$

$$c_2 = (62/90) \times 5512 = 3797 \text{ t\$/sa}$$

$$c_3 = (13/90) \times 2210 = 319 \text{ t\$/sa ve}$$

$$C = 8337 \text{ t\$/sa}$$

olarak hesaplanabilir. Bu durum için de 2.19 numaralı bağıntı yardımı ile hesaplanan gecikme değerleri , 4.5 numaralı tabloya işlenmiştir.

Etüdlere sonucu bulunan doymuş akım değerleri kullanıldığında, akım ve kavşağın doymuşluk dereceleri,

$$y_1 = 2908/4628 = 0.628^*$$

$$y_2 = 2712/5122 = 0.529$$

$$y_3 = 408/1940 = 0.210^*$$

$$Y = 0.838$$

olacaktır. $\emptyset = 1.40$ ve $L = 8$ sn olmak üzere , devre süresi 2.14 numaralı bağıntı yardımıyla ,

$$D = (1.40 \times 8 + 5) / (1 - 0.838) = 100 \text{ sn}$$

şeklinde hesaplanabilir.

Akımlara verilecek yeşil süreler ise,

$$g_1 = g_2 = (100 - 8) \times (0.688 / 0.838) = 69 \text{ sn}$$

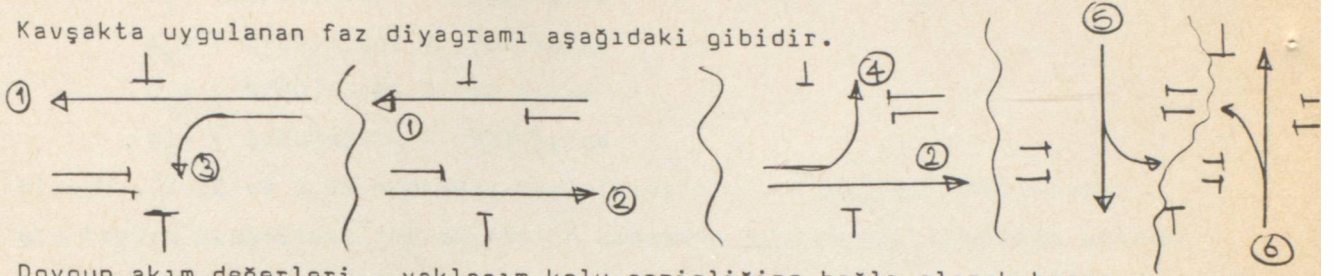
$$g_3 = (100 - 8) \times (0.210 / 0.838) = 23 \text{ sn}$$

olacaktır.

Bu devre ve yeşil süre dağılımlarına bağlı olarak 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar yardımıyla hesaplanan kapasite değerleri tablo 4.4'e , 2.19 numaralı bağıntı ile hesaplanan gecikme değerleri tablo 4.5'e işlenmiştir.

4 - YILDIZ BAKKAL KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramı aşağıdaki gibidir.



Doygun akım değerleri , yaklaşım kolu genişliğine bağlı olarak hesaplanmış ve 5 akımının bulunduğu kolda %3 iniş eğimi için bu akımın doymuş akım değeri % 9 oranında artırılmış ve eğim etkisi ortadan kaldırılmıştır. Bu durumda , akımların ve kavşağın doymuşluk dereceleri 2.11 ve 2.12 numaralı bağıntılardan,

$$y_1 = (1288 + 20 \times 2.5) / 3307 = 0.405^*$$

$$y_2 = (196) / 1542 = 0.127$$

$$y_3 = (848 + 52 \times 2.5) / 3307 = 0.296$$

$$y_4 = (28 + 4 \times 2.5) / 1542 = 0.025^*$$

$$y_5 = (224 + 648 + 24 \times 2.5) / 3465 = 0,265^*$$

$$y_6 = (44 + 100) / 3776 = 0,038^*$$

$$Y = 0.764$$

olarak hesaplanabilir. Üç fazlı bu devrede , kayıp süre $L = 12$ sn ve $\phi = 1.5$ alınarak , 2.14 numaralı bağıntıdan , optimum devre uzunluğu,

$$D = (1.5 \times 12 + 5) / (1 - 0.764) = 100 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Bu devre süresi , akımların doymuşluk derecelerine orantılı olarak, dağıtıldığında, her akıma verilecek yeşil süreler,

$$g_1 = 47 \text{ sn}$$

$$g_2 = 15 \text{ sn}$$

$$g_3 = 35 \text{ sn}$$

$$g_4 = 3 \text{ sn}$$

$$g_5 = 30 \text{ sn}$$

$$g_6 = 4 \text{ sn}$$

olacaktır. Bu devre süresi ve yeşil süre oranlarına bağlı olarak, kapasite değerleri , 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar kullanılarak hesaplanmış ve tablo 4.4 e işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan mevcut sinyalizasyona göre kapasite değerleri ise,

$$c_1 = (22/60) \times 3307 = 1223 \text{ tş/sa}$$

$$c_2 = (12/60) \times 1542 = 308 \text{ tş/sa}$$

$$c_3 = (18/60) \times 3307 = 992 \text{ tş/sa}$$

$$c_4 = (8/60) \times 1542 = 200 \text{ tş/sa}$$

$$c_5 = (6/60) \times 3465 = 346 \text{ tş/sa}$$

$$c_6 = (5/60) \times 3776 = 302 \text{ tş/sa}$$

olarak , 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar ile , hesaplanabilir. Kavşağın toplam kapasitesi ise akımların kapasite değerlerinin toplamı olarak

$$C = 3371 \text{ tş/sa}$$

şeklinde hesaplanmıştır.

Taşıt başına ortalama gecikme değerleri, 2.19 numaralı bağıntı kullanılarak bulunmuş ve tablo 4.5'e işlenmiştir.

Kavşakta yapılan doymuş akım stüdüleri ile bulunan değerler kullanıldığında , akımların ve kavşağın doymuşluk dereceleri , 2.12 ve 2.13 numaralı bağıntılardan,

$$y_1 = 1308/3472 = 0.377*$$

$$y_2 = 196 /1949 = 0.101$$

$$y_3 = 900/4684 = 0.192$$

$$y_4 = 32 /1500 = 0.021*$$

$$y_5 = 932/4439 = 0.210*$$

$$y_6 = 144/3340 = 0.043*$$

$$Y = 0.651$$

olarak hesaplanabilir. Hesaplanan bu doymuşluk derecesi ve $\phi = 1.5$ ile $L = 12$ sn değerleri 2.14 numaralı bağıntıda yerine konulursa , devre süresi 66 sn olarak bulunur. Bu süre , akımlar arasında, doymuşluk derecelerine orantılı olarak dağıtılarak, tablo 4.1 e işlenmiştir. Bu durumu ile , her akıma birkez geçiş hakkı veren devre süresi , 70 sn olacaktır.

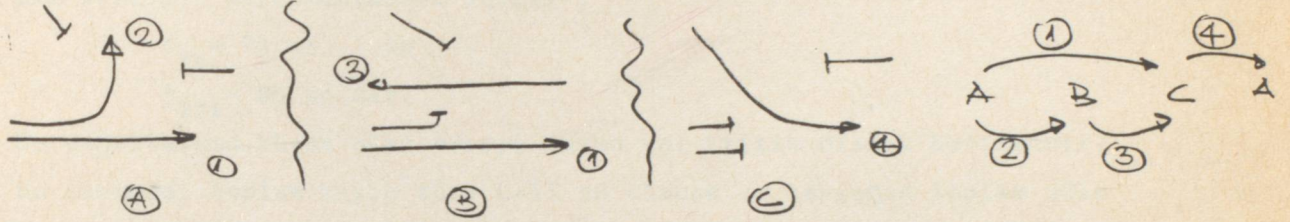
Kapasite ve taşıt başına ortalama gecikme değerleri, 2.16 , 2.17 ve 2.19 numaralı bağıntılar yardımı ile hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler sırasıyla tablo 4.4 ve tablo 4.5 de görülebilir.

EK - B

ÖRNEK KAVŞAKLARDA , AVUSTRALYA YÖNTEMİ İLE YAPILAN SİNYALİZASYON HESAPLARI

1 - MASLAK KAVŞAĞI ;

Kavşak ta uygulanan faz diyagramı ile kritik akım arama diyagramı aşağıda verilmiştir.



Bu kavşakta çevre kalitesinin iyi olduğu düşüncesiyle, temel doymun akım değeri , 1800 tş/sa olarak, tablo 2.4'den alınmıştır. Her akım için 2.25 , 2.26 ve 2.27 numaralı bağıntılar kullanılarak bulunan düzeltme katsayıları , 2.14 numaralı bağıntıda yerine konulursa, düzeltilmiş doymun akım değerleri hesaplanabilir.

$$S_1 = (1.00 \times 1.00 / 1.14) \times 1800 \times 3 = 4738 \text{ tş/sa}$$

$$S_2 = (1.00 \times 1.00 / 1.30) \times 1800 = 1385 \text{ tş/sa}$$

$$S_3 = (1.00 \times 1.00 / 1.10) \times 1800 \times 3 = 4909 \text{ tş/sa}$$

$$S_4 = (1.00 \times 1.015 / 1.08) \times 1800 \times 2 = 3383 \text{ tş/sa}$$

Bu doymun akım değerleri kullanılarak, akım oranları 2.32 numaralı bağıntıdan,

$$y_1 = 1316 / 4738 = 0.278$$

$$y_2 = 92 / 1385 = 0.066^*$$

$$y_3 = 1548 / 4909 = 0.315^*$$

$$y_4 = 920 / 3383 = 0.272^*$$

şeklinde hesaplanabilir. Pratik doymunluk derecesi olarak , önerildiği gibi , 0.90 alınır , yeşil süre oranları 2.33 numaralı bağıntıdan,

$$u_1 = 0.278 / 0.90 = 0.309$$

$$u_2 = 0.066 / 0.90 = 0.074^*$$

$$u_3 = 0.315 / 0.90 = 0.350^*$$

$$u_4 = 0.272 / 0.90 = 0.302^*$$

olacaktır. Başlangıçta devre süresi 100 saniye olarak alınır ve 2.41 numaralı bağıntıda yerine konulursa, her akım için gerekli hareket süresi hesaplanabilir.

$$t_{m1} = 100 \times 0.309 + 5 = 36 \text{ sn}$$

$$t_{m2} = 100 \times 0.074 + 5 = 12 \text{ sn}$$

$$t_{m3} = 100 \times 0.350 + 5 = 40 \text{ sn}$$

$$t_{m4} = 100 \times 0.302 + 5 = 35 \text{ sn}$$

Bu hareket süreleri , 2.40 numaralı bağıntıdan bulunacak hareket süreleri ile karşılaştırılır ve büyük olan değer , yukarıda verilen kritik akım arama diyagramına işlenir. Bir devrenin tamamlanması için iki ayrı yol bulunmaktadır. Bunlar ,

$$t_{14} = 71 \text{ sn} \quad \text{ve}$$

$$t_{234} = 96 \text{ sn} \text{ dir.}$$

Bu değerlerden büyük olan süreyi veren yol kritik olarak belirlenir. Bu durumda, toplam kayıp süre $L=15$ sn olacak ve kavşağın toplam akım ve yeşil süre oranları , sırasıyla, 2.39 ve 2.34 numaralı bağıntılardan $Y = 0.653$ ve $U = 0.726$

olarak hesaplanabilir. Devre süresi , önerildiği biçimiyle k parametresi 0.2 alınarak , 2.42 ve 2.43 numaralı bağıntılardan bulunan süreler arasında kalacak şekilde seçilir. ($D_p = 55$, $D_{opt} = 86$ saniye)

Seçilen devre süresi $D = 70$ saniyedir.

Her akıma verilen yeşil süreler ise , 2.44 numaralı bağıntılar yardımı ile hesaplanabilir. Kavşak kapasitesi ise 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılarla hesaplanarak , tablo 4.4 e işlenmiştir.

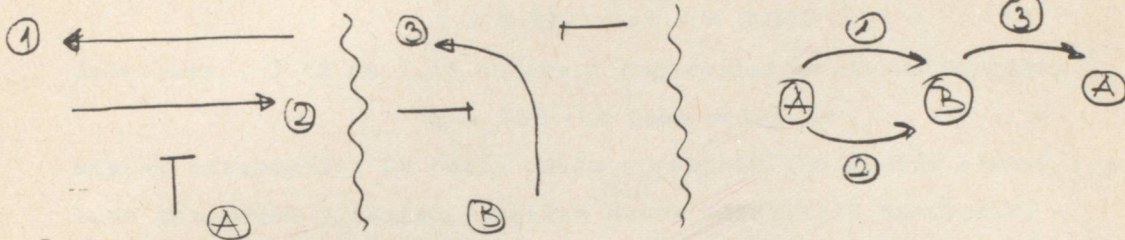
Kavşakta uygulanan sinyalizasyon programı için kapasite değeri, ek A' da olduğu gibi, hesaplanır . Bu durumda, yalnızca önerilen doygun akım değerlerinde farklılık olacağı için , kapasite değeri de bu açıdan farklılık gösterecektir.

Bu iki durum içinde , taşıt başına ortalama gecikme değerleri, 2.49 ve 2.50 numaralı bağıntılar yardımı ile hesaplanarak, tablo 4.5 e işlenmiştir.

Kavşakta yapılan ölçümlerle elde edilen doygun akım değerleri kullanılarak yapılan hesaplarda , yalnızca , doygun akım düzeltmeleri yapılmış ve aynı prosedür bu doygun akım değerleri içinde izlenmiştir.

2 - BALMUMCU KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramı ve kritik akım arama diyagramı aşağıda verilmiştir.



Bu kavşakta , çevre kalitesinin iyi olduğu düşüncesiyle , temel doygun akım değeri , 1800 tş/sa şerit olarak alınmıştır. Her akım için , 2.25 2.26 ve 2.27 numaralı bağıntılar kullanılarak bulunan düzeltme katsayıları , 2.14 numaralı bağıntıda yerine konularak düzeltilmiş doygun akım değerleri , aşağıda verildiği , gibi hesaplanabilir.

$$S_1 = (1.00 \times 1.00 / 1.049) \times 1800 \times 3 = 5148 \text{ tş/sa}$$

$$S_2 = (1.018 \times 1.00 / 1.046) \times 1800 \times 3 = 5256 \text{ tş/sa}$$

$$S_3 = (1.00 \times 1.00 / 1.276) \times 1800 \times 2 = 2821 \text{ tş/sa}$$

Hesaplanan bu doygun akım değerleri kullanılarak , akım oranları 2.32 numaralı bağıntı yardımı ile hesaplanırsa,

$$y_1 = 2804 / 5148 = 0.545^*$$

$$y_2 = 2340 / 5256 = 0.445$$

$$y_3 = 780 / 2821 = 0.277^*$$

değerleri elde edilecektir. Bu değerler , pratik doygunluk derecesi olarak kabul edilen 0.90 değerine bölünürse , akımların yeşil süre oranları hesaplanabilir.

$$u_1 = 0.545 / 0.90 = 0.605^*$$

$$u_2 = 0.445 / 0.90 = 0.495$$

$$u_3 = 0.277 / 0.90 = 0.308^*$$

Başlangıçta , devre süresi olarak 100 saniye seçilir ve 2.41 numaralı bağıntıda yerine konulursa , her akıma gerekli hareket süresi,

$$t_1 = 100 \times 0.605 + 5 = 66 \text{ sn}$$

$$t_2 = 100 \times 0.495 + 5 = 54 \text{ sn}$$

$$t_3 = 100 \times 0.308 + 5 = 36 \text{ sn}$$

olarak hesaplanabilir. Bu hareket süreleri , 2.40 numaralı bağıntıdan bulunacak hareket süreleri ile karşılaştırılır ve büyük değere sahip olan değer , yukarıda verilen kritik akım arama diyagramına işlenirse , bir devrenin tamamlanabilmesi için gerekli olan kritik süre

$$t_{13} = 102 \text{ sn}$$

olacaktır.

Bu durumda , kayıp süre $L = 10$ sn ve kavşağın toplam akım ve yeşil süre oranları 2.39 ve 2.40 numaralı bağıntılardan hesaplanan ,

$$Y = 0.822 \quad \text{ve} \quad U = 0.913$$

değerleri , 2.42 ce 2.43 numaralı bağıntılarda yerine konularak ,

$$D_p = 115 \quad \text{ve} \quad D_{opt} = 124 \text{ sn}$$

olarak hesaplanır. En fazla devre süresinin 120 saniye olması koşulunda göz önüne alınarak, seçilen devre süresi 120 saniyedir.

Her akıma verilecek yeşil süre dağılımları , 2.44 numaralı bağıntı ile hesaplanarak tablo 4.2'ye işlenmiştir. Kapasite değerleride , 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılardan hesaplanmış ve tablo 4.4'e işlenmiştir.

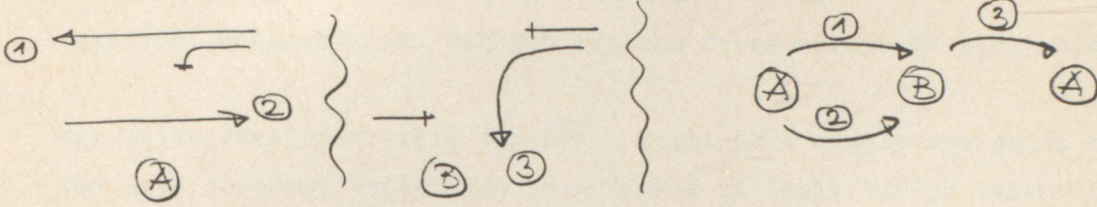
Kavşakta uygulanan sinyalizasyon programı için kapasite değerleri benzer şekilde , hesaplanmış ve tablo 4.4'e işlenmiştir.

Bu iki durum içinde , taşıt başına ortalama gecikme değerleri , 2.49 ve 2.50 numaralı bağıntılar yardımı ile hesaplanmıştır. Bu değerler, tablo 4.5'te görülebilir.

Kavşakta yapılan etüdler sonucu bulunan , doygun akım değerleri , herhangi bir düzeltme yapılmaksızın aynı prosedür içinde , kullanılmış ve bulunan yeşil süre dağılımları ile kapasite ve gecikme değerleri ilgili tablolara işlenmiştir.

3 - CAMHAN KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan fa diyagramı ve kritik akım arama diyagramı aşağıda verilmiştir.



Bu kavşakta , çevre kalitesinin iyi olduğu düşüncesiyle , temel doygun akım değeri , tablo 2.4'den 1800 tş/sa - şerit olarak alınmıştır. BU değer , her akım için , 2.25 , 2.26 ve 2.27 numaralı bağıntılardan bulunan etki katsayıları ile , 2.14 numaralı bağıntı kullanılarak aşağıdaki gibi düzeltilmiştir.

$$S_1 = (1.00 \times 1.00 / 1.033) \times 1800 \times 3 = 5228 \text{ tş/sa}$$

$$S_2 = (1.00 \times 1.00 / 1.046) \times 1800 \times 3 = 5163 \text{ tş/sa}$$

$$S_3 = (0.935 \times 1.00 / 1.262) \times 1800 \times 2 = 2667 \text{ tş/sa}$$

Hesaplanan bu değerler , 2.32 numaralı bağıntıda yerine konulursa her akımın , akım oranları ,

$$y_1 = 2908 / 5228 = 0.556$$

$$y_2 = 2712 / 5163 = 0.525$$

$$y_3 = 408 / 2667 = 0.153$$

olarak hesaplanabilir. Bu değerler pratik doygunluk derecesi olarak önerilen 0.90 'a bölünürse elde edilecek olan değerler, yeşil süre oranları olacaktır. Devre süresi olarak başlangıçta 100 saniye olarak kabul edilir ve bu değerler 2.41 numaralı bağıntıda yerine konulursa ,

$$t_1 = 100 \times 0.618 + 5 = 66 \text{ sn}$$

$$t_2 = 0.584 \times 100 + 5 = 62 \text{ sn}$$

$$t_3 = 100 \times 0.170 + 5 = 21 \text{ sn}$$

olarak , her akıma verilmesi gereken , minimum hareket süreleri hesaplanabilir. Bu hareket süreleri 2.40 numaralı bağıntıdan bulunacak sürelerle karşılaştırılır ve büyük olan değer yukarıdaki kritik akım arama diyagramına işaretlenir. Bir devrenin tamamlanabilmesi için gerekli olan kritik yol , büyük hareket süresi veren yoldur. Buradan

$$t_{13} = 87 \text{ ve } t_{23} = 83 \text{ sn}$$

olacağından kritik akımlar , 1 ve 3 numaralı akımlardır.

?u durumda , 2.39 ve 2.40 numaralı bağıntılarla hesaplanan , kavşak akım oranı ve kavşak yeşil oranı ile $L = 8$ saniye değerleri 2.42 ve 2.43 numaralı bağıntılara konulduğunda ,

$$D_p = 38 \text{ sn} \quad \text{ve} \quad D_{opt} = 65 \text{ sn}$$

değerleri bulunacaktır. Buradan seçilen devre süresi 60 saniyedir.

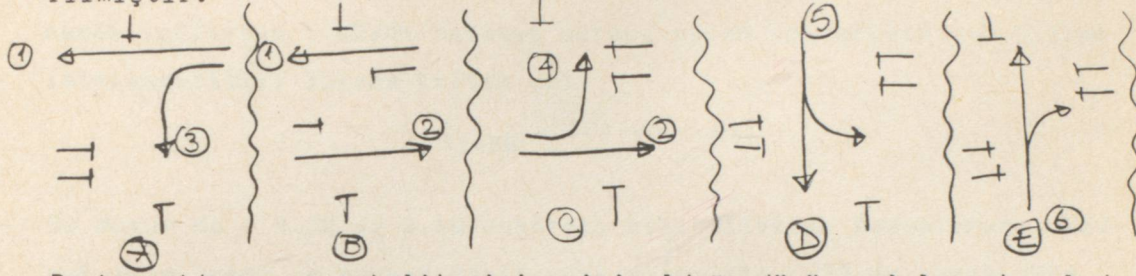
Her akıma verilecek yeşil süreler , yeşil süre oranlarına bağlı olarak 2.44 numaralı bağıntıdan hesaplanmış ve tablo 4.2'ye işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan sinyalizasyon programı için kapasite değerleri , ile önerilen sinyalizasyon programı için gecikme ve kapasite değerleri sırasıyla 2b49 ve 2.50 ile 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar yardımı ile hesaplanmış bulunan değerler tablo 4.5 ve 4.4 'e işlenmiştir.

Kavşaktan ölçülen doygun akım değerleri kullanılarak , bir devre süresi ile yeşil süre dağılımları , aynı prosedür izlenerek hesaplanmıştır. Bu durum için , doygun akım değerlerinde herhangi bir düzeltme yapılmamıştır. Elde edilen değerler 4. bölümdeki tablolar- da görülebilir.

4 - YILDIZ BAKKAL KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz ve kritik akım arama diyagramı aşağıda verilmiştir.



Bu kavşakta , çevre kalitesinin iyi olduğu düşüncesiyle , temel do-
gun akım değeri , tablo 2.4 den 1800 tş/saat - şerit alınmıştır. Bu
değer , her akım için , 2.25 , 2.26 ve 2.27 numaralı bağıntılardan
bulunan etki katsayıları kullanılarak, 2.14 numaralı bağıntı yardımı
ile düzeltilmiştir.

$$s_1 = 1.00 \times 1.00 / 1.015 \times 1800 \times 2 = 3547 \text{ tş/sa}$$

$$s_2 = (1.00 \times 1.00 / 1.250) \times 1800 = 1440 \text{ ''}$$

$$s_3 = (1.00 \times 1.00 / 1.058) \times 1800 \times 2 = 3403 \text{ ''}$$

$$s_4 = (1.00 \times 1.00 / 1.406) \times 1800 = 1282 \text{ ''}$$

$$s_5 = (1.00 \times 1.00 / 1.086) \times 1800 \times 2 = 3315 \text{ ''}$$

$$s_6 = (1.00 \times 1.015 / 1.076) \times 1800 \times 2 = 3396 \text{ ''}$$

Hesaplanan bu değerler , 2.32 numaralı bağıntıda yerine konulursa
her akım için akım oranları ,

$$y_1 = 1308 / 3547 = 0.369^*$$

$$y_2 = 196 / 1440 = 0.136$$

$$y_3 = 900 / 3403 = 0.265$$

$$y_4 = 32 / 1282 = 0.025^*$$

$$y_5 = 932 / 3315 = 0.281^*$$

$$y_6 = 144 / 3396 = 0.042^*$$

olacaktır. Bu değerler pratik uygunluk derecesi olarak alınan 0.90
değerine bölünürse , yeşil süre oranları hesaplanabilir. Devre süre-
si olarak kabul edilen değer 2.41 numaralı bağıntıda yerine konulursa
bu durumda akımlara ayrılacak hareket süreleri hesaplanabilir.

$$t_1 = 100 \times 0.410 + 5 = 46 \text{ sn}$$

$$t_2 = 100 \times 0.151 + 5 = 20 \text{ sn}$$

$$t_3 = 100 \times 0.294 + 5 = 34 \text{ sn}$$

$$t_4 = 100 \times 0.028 + 5 = 8 \text{ sn}$$

$$t_5 = 100 \times 0.312 + 5 = 36 \text{ sn}$$

$$t_6 = 100 \times 0.047 + 5 = 10 \text{ sn}$$

Bu hareket süreleri , 2.40 numaralı bağıntılardan bulunacak değerlerle karşılaştırılır ve büyük olan değer yukarıdaki kritik akım arama diyagramına işlenir. Bir devrenin tamamlanabilmesi için izlenecek yollardan , büyük hareket süresi veren yol kritik yol olarak isimlendirilir. Burada kritik yol,

$$t_{1456} = 104 \text{ sn dir}$$

Bu durum da , 2.39 ve 2.40 numaralı bağıntılardan hesaplanan , kavşak akım oranı ve kavşak yeşil süre oranı ile $L=20$ sn kayıp süre değerleri 2.42 ve 2.43 numaralı bağıntılarda yerine konulursa ,

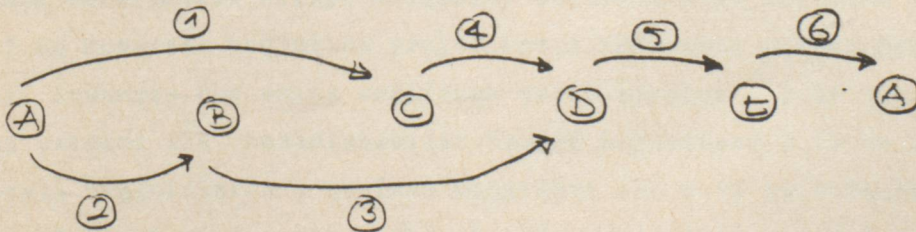
$$D_p = 98 \text{ sn ve } D_{opt} = 134 \text{ sn}$$

değerleri bulunacaktır. En fazla devre süresi 120 sn olacak şekilde bu değerler arasında bir değer devre süresi olarak seçilebilir. Seçilen devre süresi 110 saniyedir.

Akımlara verilen yeşil süreler 2.44 numaralı bağıntıdan hesaplanarak , tablo 4.2 ye işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan mevcut sinyalizasyon programı için kapasite değerleri ve önerilen sinyalizasyon programı için kapasite değerleri , 2.16 ve 2.17 numaralı bağıntılar yardımıyla hesaplanmış ve tablo 4.4 e işlenmiştir. Her iki durum için hesaplanan gecikme değerleri , tablo 4.5 de görülebilir.

Kavşakta ölçülen doygun akım değerleri , herhangi bir düzeltme yapılmaksızın , yukarıda verilen prosedür içinde kullanılmış ve bu durumlar için elde edilen tüm değerler dördüncü bölümdeki ilgili tablolara işlenmiştir.

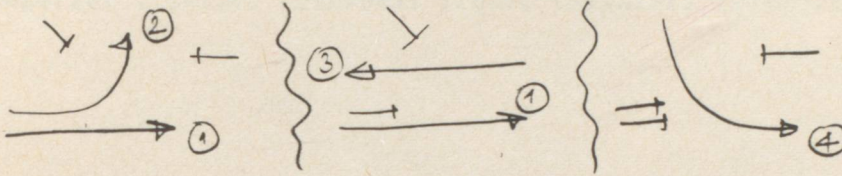


EK - C

ÖRNEK KAVŞAKLARDA , YENİ AMERİKAN YÖNTEMİ İLE YAPILAN SİNYALİZASYON
HESAPLARI

1 - MASLAK KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagrahı aşağıda verilmiştir.



Bu kavşakta , temel doygun akım değeri olarak verilen 1800 tş/sa -şerit ikinci bölümde verilen etki katsayıları kullanılarak , 2.61 numaralı bağıntı kullanılarak düzeltilmiş ve tablo ,4.3 de gösterilmiştir. Sola dönen taşıt hacmi ise , 2.57 numaralı bağıntı kullanılarak düzeltilmiştir. Başlangıçta seçilen devre süresi , her fazda birlikte yeşil alan akımların , şerit bazında geçen hacim değerleri büyük olmasına göre , akımlar arasında paylaştırılmış ve akım ile yeşil süre oranları ,2.63 ve 2.64 numaralı bağıntılar kullanılarak ,

$$y_1 = 1316/4353 = 0.302 \quad , \quad u_1 = 0.490$$

$$y_2 = 118/1452 = 0.081 \quad , \quad u_2 = 0.080$$

$$y_3 = 1548/4446 = 0.348 \quad , \quad u_3 = 0.360$$

$$y_4 = 1182/2888 = 0.409 \quad , \quad u_4 = 0.410$$

olarak hesaplanabilir.

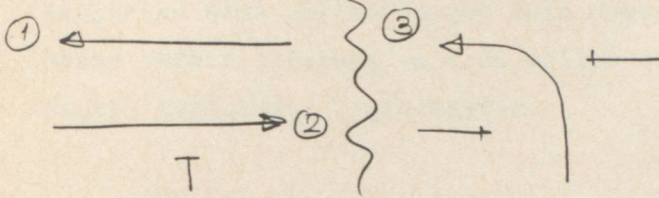
Hesaplanan yeşil süre oranları , doygun akım değerleri ile çarpıldığında , akım kapasiteleri hesaplanabilecektir. Buradan 2.66 numaralı bağıntı kullanılarak , **akımların doygunluk dereceleri** , hesaplanabilecektir. Her fazda birlikte yeşil alan akımlardan , büyük doygunluk derecesine sahip akım kritik akım olarak anılacaktır. Bu şekilde belirlenen kritik akımara ait akım oranları toplamı , kavşakta toplam akım oranını verecektir. Pratik doygunluk derecesi 0.95 alınarak , bu değerler 2.68 numaralı bağıntıda yerine konularak devre süresi hesaplanabilir. Ardından her akıma verilecek yeşil süreler , 2.69 numaralı bağıntı yardımı ile hesaplanabilir. Kavşak kapasitesi 2.71 ve 2.72 numaralı bağıntılarla , gecikme değerleri ise 2.73 ve 2.74 numaralı bağıntılarla hesaplanarak , ikinci bölümdeki ilgili tablolara işlenmiştir.

Mevcut sinyalizasyona göre kapasite ve gecikme değerleri önerilen doygun akım değerleri kullanılarak , 2.71 , 2.72 , 2.73 ve 2.74 numaralı bağıntılar kullanılarak , hesaplanmış ve , ikinci bölümdeki , tablo 4.4 ve 4.5 'e işlenmiştir.

Kavşaktan elde edilen doygun akım değerleri kullanılarak , yukardaki hesap süreci izlerin ve gerekli değerler elde edilebilir. Elde edilen değerler , ikinci bölümdeki ilgili tablolara işlenmiştir.

2 - BALMUMCU KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramı aşağıda verilmiştir.



Bu kavşakta , önerilen 1800 tş/sa-şr değeri 2.61 numaralı bağıntı kullanılarak düzeltilmiş ve tablo 4.3' e işlenmiştir. Sola dönüş yapan taşıt hacimleri ise 2.57 numaralı bağıntı yardımı ile , düzeltilmiştir. Başlangıçta seçilen devre süresi , birlikte geçiş hakkı alan akımlardan daha yoğun şerit hacmine sahip akımlara göre yeşil süre dağılımları yapılır. Akım ve yeşil süre oranları ise , 2.63 ve 2.64 numaralı bağıntılar yardımı ile ,

$$y_1 = 2804/4776 = 0.606 , u_1 = 0.660$$

$$y_2 = 2340/4644 = 0.504 , u_2 = 0.660$$

$$y_3 = 1003/3035 = 0.257 , u_3 = 0.260$$

olarak hesaplanabilir.

Hesaplanan yeşil süre oranları ile, 2.65 numaralı bağıntı yardımı ile kapasite değeri bulunabilir. Buradan ,2.66 numaralı bağıntı kullanılarak , akımların doygunluk dereceleri hesaplanabilecektir. Aynı fazda birlikte geçiş hakkı alan akımların büyük doygunluk derecesine sahip olanı kritik akım olarak adlandırılır.

Yukarıda anlatıldığı şekli ile belirlenen kritik akımların akım oranları toplamı $Y = 0.863$ olacak ve pratik doygunluk derecesi olarak alınan 0.96 değeri ile birlikte bu değer 2.68 numaralı bağıntıda yerine konularak , devre süresi hesaplanacaktır. Devre süresi 2.69 numaralı bağıntı kullanılarak akımlar arasında dağıtılacaktır. Hesaplanan budeğerler tablo 4.1 ve 4.2'de görülebilir.

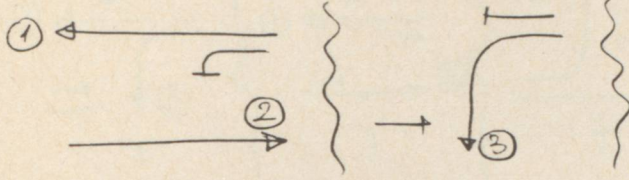
Kavşak kapasitesi 2.71 ve 2.72 , gecikme değerleri ise 2.73 ve 2.74 numaralı bağıntılar kullanılarak , hesaplanmış , sırasıyla tablo 4.4 ve 4.5 e işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan mevcut sinyalizasyon programına göre kapasite ve gecikme değerleri , 2.71 , 2.72 ,2.73 ,2.74 numaralı bağlantılar kullanılarak hesaplanmış ve tablo 4.4 ve 4.5 e işlenmiştir.

Kavşaktan elde edilen doymun akım değerleri kullanılarak , yukarıdaki hesap süreci izlenmiş ve elde edilen değerler ikinci bölümdeki ilgili tablolara işlenmiştir.

3 - CAMHAN KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramı aşağıda verilmiştir.



Bu kavşakta , temel doygun akım değeni olarak verilen 1800 tş/sa-şr lik değer , ikinci bölümdaki etki katsayıları kullanılarak , 2.61 numaralı bağıntı kullanılarak düzeltilmiş ve elde edilen değenled, tablo 4.3 e işlenmiştir. Ardından düzeltilmiş doygun akım ve hacim değerleri kullanılarak ve 2.63 ve 2.64 numaralı bağıntılardan ,

$$y_1 = 2908/4768 = 0.610 \quad , \quad u_1 = 0.720$$

$$y_2 = 2712/4667 = 0.581 \quad , \quad u_2 = 0.720$$

$$y_3 = 525/2776 = 0.190 \quad , \quad u_3 = 0.200$$

olarak hesaplanabilir.

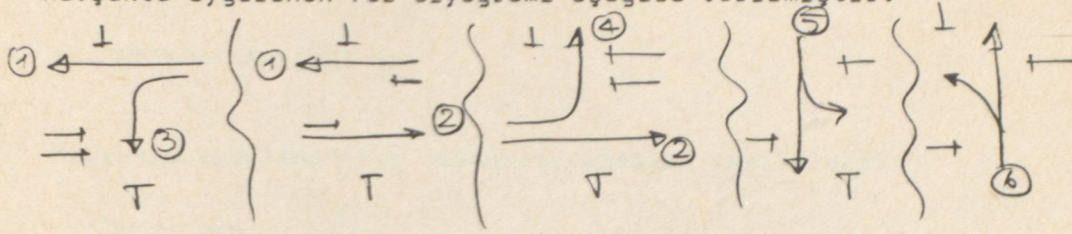
Ardından ikinci bölümde verilen prosedür izlenerek bulunan değerler, yine ikinci bölümde verilen ilgili tablolara işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan mevcut sinyalizasyon programına göre , önerilen doygun akım değerleri ve ilgili bağıntılar kullanılarak hesaplanan kapasite ve gecikme değerleri , sırasıyla tabo 4.4 ve 4.5 e işlenmiştir.

Kavşaktan elda edilen doygun akım ve buna bağılı olarak hesaplanan devre süresi , yeşil süre dağılımları , kapasite ve gecikme değerleri yukarıda verildiği şekli ile hesaplanmış ve ikinci bölümdeki ilgili tablolara işlenmiştir.

4 - YILDIZ BAKKAL KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramını aşağıda verilmektedir.



Bu kavşakta , 1800 tş/sa - şır olan doygun akım değeri , ikinci bölümde açıklanan etki katsayıları kullanılarak , 2.61 numaralı bağıntı yardımı ile düzeltilmiş ve bu değerler , tablo 4.3 e işlenmiştir. Ardından düzeltilmiş doygun akım ve hacim değerleri kullanılarak , 2.63 ve 2.64 numaralı bağıntılardan , akım ve yeşil süre oranları ,

$$y_1 = 1308/3089 = 0.423 , u_1 = 0.442$$

$$y_2 = 196/1457 = 0.173 , u_2 = 0.173$$

$$y_3 = 900/3027 = 0.297 , u_3 = 0.298$$

$$y_4 = 32/1270 = 0.030 , u_4 = 0.029$$

$$y_5 = 932/3036 = 0.316 , u_5 = 0.317$$

$$y_6 = 144/3120 = 0.050 , u_6 = 0.058$$

olarak hesaplanabilir.

Ardından ikinci bölümünde verilen prosedür izlenerek bulunan değerler, yine ikinci bölümde verilen ilgili tabloları işlenmiştir.

Kavşakta uygulanan mevcut sinyalizasyon programına göre , önerilen doygun akım değerleri ve ilgili bağıntılar kullanılarak hesaplanan kapasite ile gecikme değerleri , sırasıyla tablo 4.4 ve 4.5 e işlenmiştir.

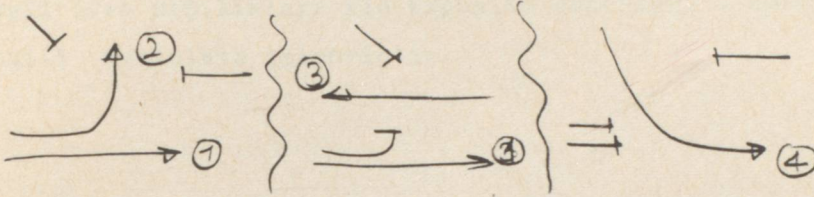
Kavşaktan elde edilen doygun akım ve buna bağlı olarak hesaplanan devre süresi , yeşil süre dağılımları , kapasite ve gecikme değerleri ikinci bölümde verildiği şekli ile hesaplanmış ve ikinci bölümdeki ilgili tablolara işlenmiştir.

EK - D

ÖRNEK KAVŞAKLARDA , İSVEÇ YÖNTEMİ İLE YAPILAN SİNYALİZASYON HESAPLARI

1 - MASLAK KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramı aşağıda verilmiştir.



Kavşaktaki akımlar öncelikle , şerit kullanımlarına ve çakıştığı akım a göre tanımlanır. Tanımlanan bu değerlere karşılık gelen temel doymun akım değerleri tablo 2.16 dan alınmıştır. Alınan bu değerler Şerit genişliği , taşıt kompozisyonu ve eğim etkisini düzeltme faktörleri düzeltilmiş ve tablo 4.3 de verilmiştir. Bu şekilde , akım hacimlerine ve düzeltilmiş doymun akım değerlerine bağlı olarak doymunluk dereceleri,

$$y_1 = 1316/4994 = 0.264$$

$$y_2 = 92/1622 = 0.057^*$$

$$y_3 = 1548/5202 = 0.298^*$$

$$y_4 = 920/3246 = 0.283^*$$

$$Y = 0.638$$

Buradan toplam kayıp süre $L=10$ sn alıharak , 2.88 numaralı bağıntı yardımı ile , devre süresi , $D = 55$ sn bulunur. Her faza verilecek yeşil süreler ise 2.89 numaralı bağıntı kullanılarak , yeşil süreler hesaplanır ve bu değerler 2.85 numaralı bağıntıdan bulunan yaya geçiş süreleri ile karşılaştırılır. İki numaralı akımın çatıştığı yaya için minimum yeşil süre 6 sn olarak bulunurken , iki numaralı akım için 4 sn yeşil verilmektedir. aradaki fark kayıp süreye eklenerek, tekrar bir devre veyeşil süre dağılımları hesaplanır. karşılaştırma tekrar yapılır. Bulunan devre süresi ve yeşil züre dağılımları , tablo 4.1 ve 4.2 de görülebilir.

Ardından kapasite değeri 2.91 ve 2.92 numaralı bağıntı yardımı ile hesaplanarak , tablo 4.4 e işlenmiştir.

Mevcut sinyalizasyon programı ve önerilen doygun akım değerleri kullanılarak , 2.91 ve 2.92 bağıntılar yardımı ile hesaplanan kapasite değerleri , tablo 4.4 de görülebilir.

Kavşakta yapılan etüdlerle elde edilen doygun akım değerleri kullanılarak , ikinci bölümde verilen hesap süreci ile , devre süresi ve yeşil süre dağılımları ile kapasite değerledi , dördüncü bölümdeki ilgili tablolara işlenmiştir.

3 - CAMHAN KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan faz diyagramı aşağıda verildiği gibidir.



Öncelikle kavşaktaki akımlar , şerit kullanımına göre türlere ayrılmış ve önerilen temel doygun akım değerleri 2.16 numaralı tablodan alınmıştır. Ardından bu değerler düzeltilerek , 2.83 ve 2.84 numaralı bağıntılar kullanılarak , akımların doygunluk dereceleri ,

$$y_1 = 2908/5621 = 0.517^*$$

$$y_2 = 2712/5516 = 0.492$$

$$y_3 = 408/1918 = 0.218^*$$

$$Y = 0.730$$

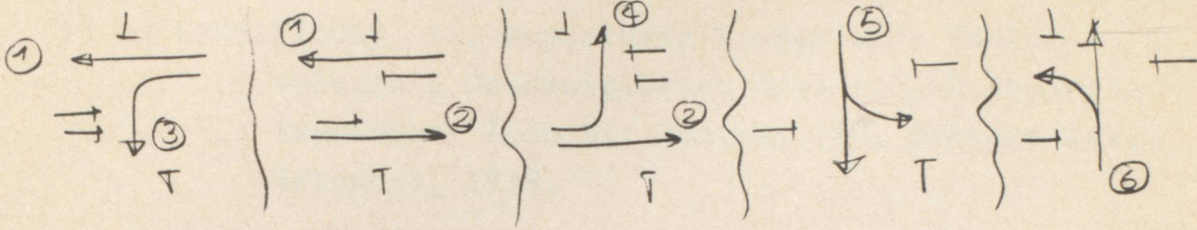
olarak hesaplanabilir. $L = 8$ sn alınarak , 2.88 numaralı bağıntı kullanılarak Devre süresi $D = 65$ sn olarak hesaplanır.

Yeşil süre dağılımları ise 2.89 numaralı bağıntı yardımı ile hesaplanarak tablo 4.2 ye işlenmiştir.

Son olarak kapasite değeri 2.91 ve 2.92 numaralı bağıntı yardımı ile hesaplanarak , tablo 4.4 e işlenmiştir.

4 - YILDIZ BAKKAL KAVŞAĞI ;

Kavşakta uygulanan fa diyagramı aşağıda verildiği gibidir.



Şerit kullanımlarına göre , tablo 2.16 dan belirlenen doygun akım değerleri , ikinci bölümdü açıklanan etkilerle düzeltilmiş ve 4.3 numaralı tabloya işlenmiştir, Bu doygun akım değerleri ile 2.83 ve 2.84 numaralı bağıntılar kullanılarak , akımların doygunluk dereceleri ,

$$y_1 = 1308/3709 \cong 0.353^*$$

$$y_2 = 196/1665 = 0.118$$

$$y_3 = 900/3571 = 0.252$$

$$y_4 = 32/1469 = 0.022^*$$

$$y_5 = 932/ 3625 = 0.257^*$$

$$y_6 = 144/3802 = 0.038^*$$

$$Y = 0.675$$

şekilde hesaplanabilir. $L = 12$ sn alınarak , 2.88 numaralı bağıntıdan devre süresi 75 sn bulunur.

Yeşil süreler , 2.89 numaralı bağıntıdan hesaplanmış ve tablo 4.2 ye işlenmiştir.

Son olarak , 2.91 ve 2.93 numaralı bağıntılarla , kapasite değerleri hesaplanabilir. Hesaplanan bu değerler , tablo 4.4'den görülebilir.

KAYNAKLAR

- (1) GEDİZLİOĞLU, E., Denetimsiz Kavşaklarda Yanyol Sürücülerinin Davranışlarına Göre Pratik Kapasite Saptanması İçin Bir Yöntem, İTÜ, Doktora Tezi, İstanbul, 1979.
- (2) YAYLA, N., Trafik Terimleri Sözlüğü, İTÜ, Yayın No. 1172, İstanbul, 1980.
- (3) TANNER, J.C., The Capacity of an Uncontrolled Intersections. RRL, TN 155, Crowthorne, 1967.
- (4) WEBSTER, F.V. ve WARDROP, J.G., Capacity of Urban Intersections. 6th Int. Study Week in Traffic Eng., Salzburg, 1962.
- (5) TANNER, J.C., A Theoretical Analysis of Delays at an Uncontrolled Intersection. Biometrika, Great Britain, 1962.
- (6) OECD, Research Group, capacity of at Grade Junctions., RR/T8/74, Final Report, Paris, 1974.
- (7) UBER, C.B., Start-up Times and Queue Acceptance of Large Gaps at T-Junctions. Traff.Eng.Cont.,1978.
- (8) PEARSON, R.H. ve FERRERİ, M.G., Operational Study Schuykill Expressway. HRB, Bullettin, 291, Washington DC, 1961.
- (9) COOPER, D.F. ve WENNEL, J., Models of Gap Acceptance by Queues at Intersections. Traff.Eng.Cont.,1978.
- (10) ———, Highway Capacity Manual, TRB, Special Rep. 87, Washington DC, 1965.

- (11) NORDQUIST, S., The Concept of Practical Capacity of an Intersections, 6th Int. study Week in Traff. Eng., Salzburg, 1962.
- (12) WEBSTER, F.V. ve COBBE, B.M., Traffic Signals, RRL, TN 56, HMSO, 1966.
- (13) AYFER, M.Ö., Trafik Sinyalizasyonu, KGM., Ankara, 1977.
- (14) AKÇELİK, R., Traffic Signals : Capacity and Timing Analysis, ARRB., Research Report ARR No.123., 1981.
- (15) AKÇELİK, R., Calibrating Sidra. ARRB., Research Report ARR No.180, 1990.
- (16) AKÇELİK, R., Estimating the Capacity of a Shared Lane, Proc. 14th ARRB conf., 14(2), 228-241, 1988.
- (17) AKÇELİK, R., SİDRA-2 Does it Lane by Lane, Proc. 12th ARRB. conf. 12(4), 137-149, 1984.
- (18) AKÇELİK, R., The Highway Capacity Manual Delay Formula for Signalised Intersections, ITE journal 58(3), 23-27, 1988.
- (19) AKÇELİK, R. ve BESLEY, M., SIDRA 3.2 Update Notes, ARRB., DN 1707, 1990.
- (20) ——— , Highway Capacity Manual, TRB, Special Rep. 209, Washington DC., 1985.
- (21) MAY, A.D., GEDİZLİOĞLU, E. ve TAİ, L., Comparative Analysis of Signalized Intersections Capacity Methods , TRB Presentation , 1983.
- (22) PETERSON, B.E. ve Emre, E., Berakning ev Kapacitet Kolland Fordrojning i Vagbragikanlaggninger

(Swedish Capacity Manual), Staten Vaguern, Stockholm, tv 131, 1977.

- (23) SEMMENS- M.C., FAIRWEATHER, P.J. ve Harison, I.B., Raundabout capacity: Public Road Experiment at Wincheap, TRRL, Supplementary Report No.554, Berkshine, 1980.
- (24) MILLARD, R.S., Raundabouts and Signals, Traff. Eng., Cont., 1971.
- (25) SOLDBERG, P., OPPENLANDER, J.C., Lag and Gap Acceptance at Stop Controlled Intersection., HRB, Report No.196, 1974.
- (26) ALLSOP, R.E., Delay a Fixed Time Signal - I: Theoretical Analysis, Transportation Science, 6(3), 1972.
- (27) ALLSOP, R.E., Delay-Minimizing Setting for Fixed-Time, Research Group in Traffic Studies, London, 1970.
- (28) DAGANZO , F., Traffic Delay at Unsignalized Intersections: Clarication of Some Issues, Transportation Science, 11(2), 1977.
- (29) KIMBER, R.M., HOLLIS, E.M., Traffic Queues and Delays at Road Junctions, TRRL, Laboratory Report No.909, Berkshire, 1979.
- (30) HOLLIS, E.M., HOLLIS, E.M. ve DENNIS, S.L., ARCADY: 4 Computer Program to MODEL Capacities, Queues and Delays at Roundabouts, TRRL, Laboratory Report No.940, Berksheire, 1980.

- (31) KIMBER, R.M., COOMBE, R.D., The Traffic Capacity of Major/Minor Priority Junctions, TRRL, Supplementary Report No.582, Berkshire, 1980.
- (32) SALTER, R.J., Capacity of Priority Intersections, Traffic Eng. Cont., 1968.
- (33) MAY, A.D., Intersections Capacity 1974: An Overview, TRB, Special Report No.153, 1974.
- (34) ALLSOP, R.E., An Analysis of Delays to Vehicle Platoons at Traffic Signals, London, 1974.
- (35) HERZOG, A., The Concept of Practical Capacity of an Intersections, 6th Int. Study Week in Traff.Eng., Salzburg, 1962.
- (36) KOLÍN, J. ve ZAHAV, V., The Design of Urban Intersections, 6th Int. Study Week in Traff. Eng., Salzburg, 1962.
- (37) KLAESI, E. ve STEFFEN, H., Planning a Green Wave Taking Into Account the Total Traffic Forecast, 6th Int. Study Week in Traf.Eng., Salzburg, 1962.
- (39) CHRISTEFFERS, C., Practical Experience in the Design of High Capacity Urban Intersections, 6th Int. Study Week in Traf. Eng., Salzburg, 1962.
- (39) ALLSOP, R.E., Estimating the Traffic Capacity of a Signalized Road Junction, Research Group in Traff Studies, Transportation Research 6, 245-255, Pergamen Press, london, 1972.
- (40) _____ , Roads and Traffic in Urban Areas, Insti-

tution of Highways and Transportation with the
Department of Transport, 1987.

- (41) ———— , Transportation and Traffic Engineering
Handbook. I.T.E., Prentice-Hall, New Jersey, 1976.
- (42) KUTLU, K., Trafik Etüdüler, İTÜ, Yayın No.568, İstan-
bul, 1964.

ÖZGEÇMİŞ

Bülent TURAN- 1966 yılında Gümüşhane'de doğmuştur. Konya Merkez Mahmut Şevket Paşa İlkokulunda 1972 yılında başladığı ilk öğrenimini, İstanbul Şair Nedim İlkokulunda 1977, orta öğrenimini de Bakırköy Lisesinde 1983 yılında tamamlamıştır. Aynı yıl O.D.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Fakültesine girmiş ve 1984 yılında geçiş yaptığı Y.Ü. Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden 1989 yılında mezun olmuştur. 1990 yılında Y.Ü. Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi kadrosuyla başladığı görevini sürdürmektedir.

