

67775

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİNYALİZE EŞDÜZEY KAVŞAKLARIN
KAPASİTESİNE ETKİ EDEN PARAMETRELERİN
ARAŞTIRILMASI

İnşaat Müh. Buğra Kaan ÇİLOĞLU

F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zerrin BAYRAKDAR

Zerrin Bayraktar

Prof. Dr. Ergun GENİŞLİOĞLU İSTANBUL, 1997
(Tür)

Ergun Genişlioğlu

Prof. Dr. Aydın EREL
(Tür)

Aydın Erel

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
KISALTMALAR LİSTESİ	I
ŞEKİL LİSTESİ	IV
TABLO LİSTESİ	VI
KAVRAMLAR ve TERİMLER	IX
TEŞEKKÜR	XII
ÖZET	XIII
SUMMARY	IX
BÖLÜM I - GİRİŞ	1
BÖLÜM II - KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1.Doygun Akım Kavramı	3
2.2.Mevcut Yöntemler Hakkında Bilgi	9
2.2.1.Tahmin yöntemleri	9
2.2.1.1.İngiliz yöntemi	9
2.2.1.2.Yeni Amerika yöntemi	18
2.2.1.3.İsveç yöntemi	34
2.2.1.4.Avustralya yöntemi	44
2.2.1.5.Kore yöntemi	63
2.2.1.6.Kanada yöntemi	77
2.2.2.Ölçüm yöntemleri	99
2.2.2.1.Doygun periyot	100
2.2.2.1.1.Doygun taşıta göre	100
2.2.2.1.2.İlk kayıp aralığa göre	101
2.2.2.2.Akım kesiti yöntemi	101

BÖLÜM III - ARAZİDEN VERİ TOPLAMA YÖNTEMİNİN OLUŞTURULMASI	104
3.1.Verilerin araziden toplanması	104
3.2.Çalışma yapılan kavşaklar hakkında bilgi	107
BÖLÜM IV - BİRİM OTO EŞDEĞERLİKLERİNİN BULUNMASI	132
4.1.Birim oto eşdeğerliği	132
4.2.Birim oto eşdeğerliklerinin bulunması	136
4.3.İlk hareket kaybı tespiti	185
4.4.Birim oto eşdeğerlikleri ve başlangıç kaybı değerlerinin diğer ülkelerdeki değerlerle karşılaştırılması	185
BÖLÜM V - DOYGUN AKIM TESPİTİ	186
5.1.Doygun akımın belirlenmesi	186
BÖLÜM VI - SONUÇ ve ÖNERİLER	238
KAYNAKLAR	240
ÖZGEÇMİŞ	241

KISALTMALAR LİSTESİ

A_o	: Otomobil sayısı
A_{mk}	: Minibüs + kamyonet sayısı
A_{tt}	: Ticari taksi sayısı
A_{tm}	: Ticari minibüs sayısı
A_{ot}	: İETT + halk otobüsü sayısı
A_a	: Ağır taşıt sayısı
a	: Sarı süre (sn). Başlangıç kaybı (sn).
B_k	: Yol kenarı park etkisi (m).
B_y	: Yaya tarafından geçilecek net yol genişliği (m).
C	: Kapasite (bo/yeşil-saat).
D	: Devre süresi (sn).
D^*	: Tekrarlı akımın etkin yeşil süresi (sn).
D_o	: Optimum devre süresi (sn).
D_p	: Pratik devre süresi (sn).
e_i	: Dönüştürülecek i tipi taşıt için doğru giden taşıt eşdeğeri.
e_o	: Eşdeğerlik faktörü.
f_{bb}	: Kent içi yolcu otobüslerinin engellemelerini düzeltme faktörü.
f_c	: Taşıt kompozisyonu düzeltme faktörü.
f_e	: Bölge için düzeltme faktörü.
f_g	: Eğim düzeltme faktörü.
f_{HV}	: Ağır taşıt düzeltme faktörü.
f_{LT}	: Şerit grubu içindeki sola dönüşler için düzeltme faktörü.
f_p	: Park manevra düzeltme faktörü.
f_{rt}	: Şerit grubu içindeki sağa dönüşler için düzeltme faktörü.
f_w	: Şerit genişliği düzeltme faktörü.
G	: Yakılan yeşil süre (sn).
G_{min}	: Yeşiller arası süre (sn).
g	: Yeşil süre (sn).
g_c	: Tekrarsız akımların yeşil süreleri toplamı (sn).
g_o	: Yayanın yola giriş, yoldan çıkış için yakılması gereken min. süre (sn).
g_y	: Yayanın geçiş süresi (sn).
I	: Yeşiller arası süre (sarı + ortak kırmızı süre) (sn).
k	: Duruş değeri parametresi.

L	: Devre boyunca toplam kayıp süre (sn).
L^*	: Tekrarsız akımların kayıp sürelerinin toplamı (sn).
l	: Kayıp süre (sn).
N	: Yaklaşım kolundaki toplam şerit sayısı.
N_o	: Ortalama akım fazlası kuyruk.
N_u	: Kırmızı süre boyunca oluşan kuyruk, (tş)
n	: Faz sayısı.
n_f	: Yeşilden sonra hareket eden ve devre süresince geçebilecek taşıt sayısı.
n_r	: Dönen taşıt sayısı.
PHV	: Zirve - saat faktörü
Q_j	: J akımının düzeltilmiş hacim değeri (bo/sa).
q	: Kestiği akımın hacmi (bo/sa).
q_i	: Dönüştürülecek i tipi taşıt için doğru giden taşıt eşdeğeri.
q_u	: Çatıştığı akımın doymamış yeşil süresi.
R	: Dönüş yarıçapı (m).
r	: Kırmızı süre + kayıp süre
S	: Kestiği akımın doymuş akım değeri (bo/sa).
S_b	: Temel doymuş akım (bo/sa).
S_j	: J akımının düzeltilmiş doymuş akım değeri (bo/sa).
S_r	: Kestiği akımın boşluklarından faydalanarak dönebilecek maks. taşıt sayısı.
S_u	: Çatıştığı akımın hacminin bir fonksiyonu olarak, çatışan dönen akımın, doymuş akım değeri.
S_1, S_2	: Sırasıyla bir ve iki şeritli dönüşler için doymuş akım değerleri (bo/sa).
T_f	: T_f aralığı süresince gelebilecek en çok taşıt sayısı.
U	: Şerit doluluk faktörü.
u	: Kavşağın yeşil oranı.
u_i	: Bir fazın yeşil oranı.
u^*	: Tekrarsız akımların yeşil süreleri toplamı (sn)
V	: Ölçülen saatlik hacim, (tş/sa)
V_L	: Gerçek sola dönen taşıt hacmi, (tş/sa)
V_{LE}	: Sola dönen hacmin doğru giden akım eşdeğerliği, (tş/sa)
V_f	: Zirve - saat hacmi, (tş/sa)
V_o	: Toplam çatışan hacim, (tş/sa)
V_s	: Şerit gruplarının toplam hacim değeri (tş/sa).
V_y	: Yaya yürüyüş hızı (m/sn).

- W_y : Banketten bankete yol genişliği (m).
- X : Kavşağın doygunluk derecesi.
- X_i : Akımın doygunluk derecesi.
- Y : Kavşağın akım oranı.
- Y_i : Akımın akım oranı.
- y : Toplam doygunluk derecesi.
- y_j : J akımının doygunluk derecesi.
- z : Dur çizgisine en yakın park etmiş taşıt arası mesafe (m).



ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa no</u>
Şekil 2.1	Amerikan yönteminde mümkün şerit gruplaması	19
Şekil 2.2	A. Kavşak planı B. Faz diyagramı C. Faz - Akım matrisi D. Kritik akım arama diyagramı	48
Şekil 2.3	Kısa şerit kullanımına ait örnekler	50
Şekil 2.4	Temel model ve gösterimler	54
Şekil 2.5	Kanada yöntemi temel doygun eğrisi	89
Şekil 2.6	Kümülatif ortalama olarak doygun akım oranı	89
Şekil 2.7	Her bir aralık için hesaplanan doygun akım değeri	89
Şekil 2.8	Yaz şartların da doygun akım değerinin değişimi	90
Şekil 2.9	Yaz şartların da 10 'ar dakikalık doygun akım değerinin değişimi	90
Şekil 2.10	İki tipik alan da bir şeritteki doygun akım oranı karşılaştırması	90
Şekil 2.11	İki tipik yerde doygun akım oranı karşılaştırması	91
Şekil 2.12	Üç tipik hava durumunda bir şeritteki doygun akım oranı karşılaştırması	91
Şekil 2.13	10alanda 3 ayrı hava durumu için doygun akım oranı karşılaştırması	91
Şekil 2.14	Yaz şartların da sekiz yerdeki doygun akım değerleri	92
Şekil 2.15	Kış şartlarında dokuz yerdeki doygun akım değerleri	92
Şekil 2.16	Yaz şartların da bir şeritteki kümülatif doygun akım oranları	92
Şekil 2.17	Kış şartların da bir şeritteki kümülatif doygun akım oranları	93
Şekil 2.18	Yaz, kış ve sert kış şartlarında doygun akım oranları karşılaştırmaları	93
Şekil 2.19	Yaz, kış ve gündüz, gece ortamların da doygun akım oranlarının karşılaştırılması	93

Şekil	2.20	Birim oto eşdeğerlikleri arasındaki ilişki, yaz, kış şartları ve tek tek taşıt sınıfları için	94
Şekil	2.21	Birim oto eşdeğerlikleri	94
Şekil	2.22	Birim oto eşdeğerlikleri	95
Şekil	2.23	Birim oto eşdeğerlikleri	95
Şekil	2.24	Kuyruklama analizi	96
Şekil	2.25	Kuyruklama analizi	96
Şekil	2.26	Güvenlik analizi	97
Şekil	2.27	Güvenlik analizi	97
Şekil	2.28	Yeşil sonu periyotlardaki belirleme	98
Şekil	2.29	Gecikme analizi	98
Şekil	3.1	Çalışma yapılan kavşakların plan ve sinyal diyagramları	113
Şekil	3.2	Hacim tablosu	109
Şekil	3.3	Doygun akım tablosu	110
Şekil	5.1	İstatistiksel analiz ve grafik programı çıktısı	237

TABLO LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1	Doygun akım değerini düzeltme faktörleri	8
Tablo 2.2	İngiliz yönteminde temel doyun akım değeri	11
Tablo 2.3	İngiliz yönteminde önerilen taşıt eşdeğerlik faktörleri	14
Tablo 2.4	İki fazlı devreler için Q katsayıları	11
Tablo 2.5	Amerikan yönteminde kullanılan şerit doluluk faktörü	22
Tablo 2.6	Amerikan yönteminde şerit genişliği düzeltme faktörü	22
Tablo 2.7	Amerikan yönteminde ağır taşıt etkisi düzeltme faktörü	22
Tablo 2.8	Amerikan yönteminde eğim etkisi düzeltme faktörü	22
Tablo 2.9	Amerikan yönteminde park etkisi düzeltme faktörü	23
Tablo 2.10	Amerikan yönteminde otobüs engellemesini düzeltme faktörü	23
Tablo 2.11	Bölge etkisi düzeltme faktörleri	23
Tablo 2.12	Bölge etkisi sağa dönüş etkisi düzeltme faktörleri	24
Tablo 2.13	Bölge etkisi sola dönüş etkisi düzeltme faktörleri	26
Tablo 2.14	Taşıt başına ortalama gecikme, dönüş oranı ve doyunluk derecelerine bağlı olarak verilen hizmet seviyeleri	32
Tablo 2.15	İsveç yönteminde şerit kullanımlarına göre akım türleri	36
Tablo 2.16	İsveç yönteminde B ve D tipi şerit kullanımları için doyun akım değerleri	37
Tablo 2.17	İsveç yönteminde E tipi şerit kullanımı için doyun akım değerleri	37
Tablo 2.18	İsveç yönteminde F ve G tipi şerit kullanımları için temel doyun akım değerleri	38
Tablo 2.19	İsveç yönteminde F tipi şerit kullanımı için doyun akım değerleri	39
Tablo 2.20	İsveç yöntemine göre kısa şerit uzunluğu ve sola dönüş oranına bağlı olarak şeritte bulunması beklenen taşıt sayısı, N	39
Tablo 2.21	İsveç yönteminde ağır taşıt etkisini düzeltme faktörü	40
Tablo 2.22	İsveç yönteminde eğim etkisi düzeltme faktörü	40
Tablo 2.23	İsveç yönteminde şerit genişliği düzeltme faktörü	41

Tablo 2.24	Avustralya yönteminde kabul edilen temel doygun akım değerleri	46
Tablo 2.25	Avustralya yönteminde önerilen doğru giden taşıt eşdeğerlik faktörleri	46
Tablo 2.26	Avustralya yönteminde kullanılabilir girdi tablosu	53
Tablo 2.27	Avustralya yönteminde kullanılabilir hesap tablosu	53
Tablo 2.28	Kore yönteminde ducan gruplaması sonuçları	64
Tablo 2.29	Kore yönteminde kuyruktaki doygun taşıt için karşılaştırma	64
Tablo 2.30	Kore yönteminde ideal doygun akım analiz sonuçlarının karşılaştırılması	66
Tablo 2.31	Kore yönteminde yol şartları	66
Tablo 2.32	Şerit genişliğine bağlı doygun akım	68
Tablo 2.33	Eğim için veri gruplandırılması	68
Tablo 2.34	Değişik eğimli yol kesimleri ile doygun izleme aralığı doygun akım ve düzeltme faktörleri	69
Tablo 2.35	Otobüs durakları için gruplama	69
Tablo 2.36	Sağa dönüş için veri toplulaştırması	70
Tablo 2.37	Sol dönüş için veri toplulaştırması	70
Tablo 2.38	Kayıp süre KHCM ve USHCM karşılaştırması	73
Tablo 2.39	Kore için taşıt tipleri yolcu oto eşdeğerlikleri	73
Tablo 2.40	Birim yolcu otomobil eşdeğerlik faktörleri	82
Tablo 2.41	İki fazlı devreler için Q katsayıları	82
Tablo 2.42	Ölçüm yöntemleri etüd yöntemlerinin karşılaştırılması	102
Tablo 2.43	Farklı ülkelerde kullanılan etüd yöntemleri	103
Tablo 3.1	Çalışma yapılan kavşak ve şeritler hakkında genel bilgiler	112
Tablo 4.1	Şeritlerdeki birim oto eşdeğerlik hesaplamaları	137
Tablo 4.2	24 şerit 'in birim oto eşdeğerliklerinin değerlendirilmesi	181
Tablo 4.3	Doğru giden 18 şerit 'in birim oto eşdeğerliklerinin değerlendirilmesi	182

Tablo 4.4	22 şerit 'de ilk hareket kaybı değerlendirilmesi	183
Tablo 4.5	Doğru giden 18 şerit 'de ilk hareket kaybı değerlendirmesi	184
Tablo 5.1	Doygun akım hesapları	190
Tablo 5.2	22 şerit 'in doygun akım değerlendirmesi	234
Tablo 5.3	Doğru giden 18 şerit 'in doygun akım değerlendirmesi	235
Tablo 5.4	İstatistiksel analiz ve grafik paket programının kullandığı dağılımlar, uyguladığı tesler ile verdiği istatistiksel sonuçlar	236



KAVRAMLAR ve TANIMLAR

Akım	: Kavşakta farklı doğrultuda oluşan her bir kuyruğa verilen ad.
Başlangıç Kaybı	: Taşıtlara verilen yeşil süre ile birlikte taşıtlar harekete başlayacaktır.Ancak taşıtlar bu yeşil ile birlikte dur çizgisini terk edemeyecektir.Bu kaybedilen süreye başlangıç kaybı denir.
Çatışan Akım	: Aynı anda yeşil alarak kesişen akımlar.
Denetimsiz	
Eşdüzey Kavşak	: Eşdüzey kavşak yalnızca trafik işaretleriyle (Dur, Yolver) düzenlenmiş bu tür kavşak.
Devre	: Kavşakta bulunan her akıma en az bir kez geçiş hakkı verilen toplam süre ya da fazların tam bir devir yapması için gereken süre olarak tanımlanır.Kavşakların sinyal devreleri içerdikleri faz sayıları ile anılırlar.
Doygun İzleme	
Aralığı	: Belirli bir taşıttan sonra (genellikle 4.taşıttır) birbirine yakın ve sabit bir izleme aralığı ile taşıtlar hareket eder.Buna doygun izleme aralığı adı verilir.
Doygunluk Derecesi	: Hacim - Kapasite oranıdır.Bu oran hesaplanarak kapasitenin gerçekte ne kadarının kullanıldığı yada kullanılmadığı belirlenir.
Doygun Süre	: Kuyruğun boşalmaya başlamasından bir süre sonra, taşıtlar yaklaşık doygun izleme aralığı ile kavşağı boşaltacaktır.Bu sabit izleme aralığı kuyruk sonunun dur çizgisini geçmesine kadar sürer.Taşıtların yaklaşık doygun izleme aralığı ile aktığı bu süre Doygun Süre olarak adlandırılır.
Düzeltilmiş Doygun	
Akım	: Kavşağın mevcut şartları içinde geçebilecek en çok birim oto sayısı olarak tanımlanır.
Eşdüzey Kavşak	: Trafik akımları, kesişmelerin önlenmesi için farklı düzeylere alınmamış iseler bu tür kavşaklara denir.
Faz	: Bir sinyal devresinin bir ya da birkaç aralığını kapsayan ve bir ya da birkaç trafik akımının geçişine olanak veren bölümü.
Güvenlik Süresi	: Son sürenin bir parçası olup taşıtlar tarafından kullanılmayan süredir.

Kayıp Süre	: Bir devre boyunca, kavşaktaki hiçbir akıma yeşil yanmayan sürelerin toplamıdır.
Kritik Akım	: Kavşakta, zaman dağılımını ve kapasitesini belirleyen akım.
Ortak Kırmızı	: Birbirleri ile keşişen akımların tümüne birden kırmızı yakılan süredir.
Pratik Devre Süresi	: Kavşaktaki tüm akımlar için belirlenen maksimum doygunluk derecesinin altında kalacak bir doygunluk derecesi kullanılarak hesaplanan minimum devre süresi, pratik devre süresi olarak adlandırılır.
Sarı Süre	: Taşıt sürücülerine, geçiş haklarının sona ermiş olduğunu bildirmek amacıyla kullanılır. Bu süre içinde, kavşağa yaklaşan ve durabilecek mesafede olan taşıtların durmaları gerekmektedir.
Sarı + Kırmızı Süre	: Yeşil sürenin daha verimli kullanılması düşüncesiyle, kırmızı sonu ile yeşil başlangıcı arasında kalan ve taşıt sürücülerine kalkışa hazırlık yapmalarını uyaran süredir.
Sinyal Diyagramı	: Zaman ekseninde, yukarıda sözü edilen süreler ile fazların sırasının gösterildiği şekil.
Sinyalize Eşdüzey Kavşak	: Kavşakta geçiş düzeni ve sırası ışıklı işaretlerle sağlanan kavşak.
Son Kazancı	: Taşıtlara verilen yeşil süre sonunda kavşak içinde kalan taşıtlar, son süre boyunca kavşağı kullanmaya çalışacaktır. Bu süreye son kazancı denir.
Tekrarlı Akım	: Ardarda gelen iki ya da daha çok faz süresince geçiş hakkı alan akım.
Temel Doygun Akım	: İdeal koşullarda, bir şeritten, bir yeşil saat süresince geçebilecek en çok birim oto sayısı olarak tanımlanır. (bo/y.sa.şr.)
Yaya Geçiş Süresi	: Yayaların güvenli karşıdan karşıya geçişlerini sağlayacak süredir.
Yeşiller Arası Süre	: Bir yeşil sürenin sonu ile, diğer fazın yeşilinin başlaması arasındaki süreye denir.

Yuvarlak Ada

Eşdüzey Kavşak

: Trafiğin bir ada etrafında, tek yönde hareket ettirilmesi şeklinde bir düzenleme yapılan kavşak.



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince derslerini aldığım Y.T.Ü ve İ.T.Ü 'nin çok değerli öğretim üyelerine,

Tez danışmanım olan ve tez süresince yaşadığım en zor anlarımda bana desteğini esirgemeyen sayın Prof.Dr. Zerrin BAYRAKDAR 'a ,

Tez çalışmasının ilk anından sonuna kadar birlikte olduğum, çalışma konum hakkında sahip olduğu bilgi ve belgeleri bana aktaran, çalışmalarına yön veren Arş. Gör. İnş.Yük.Müh. Bülent TURAN 'a ,

Beni hayata getiren, ilk günden bugüne her zaman yanımda olan, çok küçük yaşta başladığım öğretim hayatımda bugüne kadar bana destek olan sevgili annem ve babama, aileye katıldıkları günden bugüne yaşamıma renk katan ve tez çalışmam sırasında en zor anlarımda bana yardımcı olan sevgili kardeşlerim Neslihan ve Erhan 'a ,

Ve Türkiye Cumhuriyeti sınırları için de özgürce yaşamamızı sağlayan, bizlere bilimi yol gösteren sevgili ATATÜRK 'üme ve şahsında Kurtuluş Savaşında mücadele etmiş olan tüm büyüklerime,

Teşekkür ederim.

ÖZET

Eşdüzey kavşaklar, tıkanıklıkların, gecikmelerin ve kazaların yoğun olarak yaşandığı bölgelerdir. Bu tez çalışmasının amacı sinyalize eşdüzey kavşaklarda zaman ve mekan içerisinde farklılıklar göstermesi doğal olan şartlar altında, birim oto eşdeğerliklerinin bulunması, ilk hareket kaybının bulunması, doymun akım değerin bulunması ve bir matematiksel modelin oluşturulmasıdır.

Öncelikle altı ülkenin bu konuda yaptıkları çalışmalar incelenmiş ve çalışma yöntemi oluşturulmuştur. İstanbul ili çeşitli güzergahlara ayrılmış, bu güzergahlar üzerindeki kavşaklar ve bu kavşaklar hakkındaki bilgiler yapılan bir ön çalışma ile belirlenmiştir. Bu ön çalışma sonunda istenilen özelliklere sahip sinyalize kavşaklar belirlenmiştir. Belirlenen bu kavşaklarda kamera ile film çekimleri yapılmıştır. Yapılan bu film çekimleri büro çalışması ile deşifre edilerek istenilen bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgilerin toplanacağı iki ayrı form hazırlanmıştır. Birinci form da kavşak ve çalışılan şerit hakkında detaylı bilgiler, şerit bazında on 'ar dakikalık araç sayımları yapılmıştır. Araçlar otomobil, minibüs + kamyonet, ticari taksi, ticari minibüs, iett + halk otobüsü, ağır taşıtlar şeklinde altı gruba ayrılmıştır. İkinci form da şerit bazında yeşil süresi boyunca sinyal ekipman hattından geçen araçlar sayılmıştır. Sinyal ekipman hattını geçen araçlar da arka tampon baz alınmıştır. Ayrıca geçiş yapan araçların cinsleri ve gidiş yönleri de bu forma işlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda birim oto eşdeğerlikleri ve doymun akım değeri ile doymun akım matematiksel modeli oluşturulmuştur.

SUMMARY

Flush junctions are the places where the jams, delays and accidents take place mostly. The goal of this thesis is to show the differences between time and place at the signaling flush junctions and, under normal conditions, to find the unit auto equivalence, to find the first loss of motion, satiated current value and to for a mathematical model.

First of all the studies carried out by six countries has been examined and method of study has been prepared. City of Istanbul has been divided into various routes and the information has been determined about these routes by means of a pre-study. By the end of this pre-study, the junctions having the appropriate signaling specifications. At these said junctions were taken films by cameras. And necessary information was obtained by deciphering this information by means of office study. There have been prepared two forms in order to collect this information. On the first form was the information about junctions and the lane on which the study was carried out and there has been made a record about the number of cars which were counted for 10 minutes on each lane. These vehicles are divided into six parts: car, minibus, van, taxi, commercial minibus, IETT (buses belonging to the municipality), public buses and heavy vehicles. And on the second form the vehicles which passed during the green light. For these vehicles which passed through the signaling equipment, the record was based on rear bumper. Types and directions of these passing vehicles were also recorded on this form. In the light of the obtained data, unit auto equivalencies and satiated current value with satiated current mathematical model were formed.

BÖLÜM I

GİRİŞ

Karayolu ulaştırma sisteminin alt yapısını farklı doğrultudaki yol ağları oluşturmaktadır. Bu yolların kesişmesi ile oluşan alanlara genel olarak "kavşak" adı verilir. Kavşaklar farklı doğrultuda akımlar tarafından belirli kurallara uygun olarak, zaman yada mekan içinde sırayla 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 "yuvarlak ada eşdüzey kavşak", kavşakta geçiş düzeni ve sırası ışıklı işaretlerle sağlanıyorsa bu tür kavşaklara da "sinyalize eşdüzey kavşak" adı verilir.

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. Düşük hacimli yanyoldan anayola girişleri kolaylaştırır. Akımların düzenli akışını sağlar. Bununla beraber bu tür kavşaklarda, arkadan çarpma kazalarının arttığı gözlenmiştir. Ayrıca, kavşak sinyalizasyonu iyi projelendirilmemişse, kavşak kapasitesinin azalması ve taşıt başına ortalama gecikmelerin, hava ve gürültü kirliliği ile yakıt tüketiminin 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 ayarlanabilmek-

tedir.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.

Sinyalize kavşakların projelendirilmesinde ihtiyaç duyulan bilgiler şunlardır.

Taşıt trafiği bilgileri; hacim, taşıt kompozisyonu, dönüş oranları, %85 hız, ortalama takip aralıklarıdır.

Kavşağın geometrik özellikleri; kavşak planı, kavşağın yaklaşım kollarının boykesiti, otobüs durağı tipi ve yeri, park tipi ve yeri, görüşü kısıtlayan engeller ve yerleri,diğer kavşaklara olan uzaklıklarıdır.

Yaya yoğunluğu ve özellikleridir.

Kaza bilgileri; faz düzenlemesi, devre ve yeşil süre dağılımının belirlenmesidir.

(Kaynak ; Turan BÜLENT , 1991.Yüksek lisans tezi.)



BÖLÜM II

KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. DOYGUN AKIM KAVRAMI

Genellikle, "Temel Doygun Akım" ve "Düzeltilmiş Doygun Akım" şeklinde iki farklı doygun akım değeri tanımlanmaktadır. **Temel doygun akım** değeri ideal koşullarda, bir şeritten, bir yeşil saat süresince geçebilecek en çok birim oto sayısı olarak tanımlanırken (bo/y.sa.şr), **düzeltilmiş doygun akım** ise, kavşağın mevcut şartları içerisinde geçebilecek en çok birim oto sayısı olarak tanımlanmaktadır. Kanada 'da bunlara ek olarak, yerleşim biriminin şartları ile değişen "Başlangıç Doygun Akım " değeri tanımlaması yapılmıştır.

Söz konusu ideal koşulları şu şekilde sıralayabiliriz.

- Kafşağın dört kollu olması.
- Yaklaşım kollarında en az üç şerit olması.
- Sadece doğru giden otoların bulunması.
- Yaklaşım kollarında eğimin olmaması.
- Kavşak alanı içinde park ve otobüs durağının olmaması.
- Çevre etkisinin olmaması.
- Yaya etkisinin az olması.
- Hava ve yol yüzey durumunun iyi olması.

Yukarıdaki tanımlamalar dışında, bazı yöntemlerde sinyal zamanlaması ve kapasite hesaplarındaki yaklaşımları gereği, doygun akım değeri aşağıdaki şekillerde tanımlanmıştır.

HCM (Highway Capacity Manual, 1985), doygun akım değeri hacim gibi düşünülmekte ve mevcut şartlar altında, bir şeritten, bir yeşil saat boyunca geçebilecek en fazla taşıt sayısı olarak (tş/y.sa-şr) tanımlanmaktadır.

ARRB (Australian Road Research Board, 1981), doygun akım değeri , yeşil süresi boyunca kuyruktan en fazla boşalma olarak tanımlanmakta ve dgbo/y.sa-şr birimi ile ifade edilmektedir.

CCG (Canadian Capacity Guide, 1984) ; doygun akım değeri, taşıt kuyruğunun kavşağı boşaltma oranı olarak tanımlanmaktadır ve birimi bo/y.sa-şr olarak alınmaktadır.

RRL (Road Research Laboratory, 1966), bir yaklaşım kolunda oluşmuş olan kuyruğun, bir yeşil saateki en fazla boşalma oranı olarak tanımlanan doygun akım değeri bo/y.sa birimi ile ifade edilmektedir.(Kaynak ; Taply , S., Jone , A.M., 1991.Transportation research record.)

Bu yöntemleri incelediğimizde ;

HCM ;

Taşıt Kompozisyonunun Sınıflandırılması :

Taşıt / y.saat birimindeki temel doygun akım değeri mevcut geometrik ve trafik koşullarını dikkate alarak düzeltilmektedir.

Hacim sayımları sırasında bulunan ağır taşıt yüzdesine bağlı olarak, tablodan ağır taşıt düzeltme faktörü (fHV) alınır.Temel doygun akım değeri bu düzeltme faktörüne bölünür.

Doygun Akım Ölçüm Yöntemleri :

5.Taşıtın geçmesinin (4.Taşıtın geçiş anı kaydedilir ve doygun süre bu andan itibaren başladığı varsayılır.) ardından geçen taşıtların ortalama izleme aralığının belirlenmesi temeline dayanır.

Genel Olarak Doygun Akım Değerinin Ölçüm Tekniği :

1.Teknik : Taşıtların belirlenen bir referans çizgisinden geçiş aralıklarının belirlenmesi temeline dayanır.Referans çizgisinin ve taşıtların hangi noktasının alınacağını belirlenmesi gerekir.

2.Teknik : Yeşil süre küçük bölümlere ayrılarak, bu bölümlerde geçen taşıt sayıları belirlenir.

HCM bu iki tekniğin bir birleşimini kullanmaktadır.Yeşil sürenin belirlenen özel bir bölümünde geçen taşıtların ortalama izleme aralıklarını kullanarak doygun akımı hesaplamaktadır.

Yöntemde dikkate alınan özellikler :

Taşıtların arka dingilinin dur çizgisini geçiş anları gözlenir.

Doygun periyot 4.taşıtın geçmesi anı ile başlar ve yeşil başlangıcında kuyruğa giren kuyruktaki son taşıtın kavşağı boşaltma anına kadar sürer.

Hesaplanan doygun akım değeri, ağır taşıt etkisini düzeltme faktörü ile düzeltilir.

(Kaynak ; Teply , S., Jone , A.M., 1991.Transportation research record.)

CCG ;

Taşıt Kompozisyonunun Sınıflandırılması :

CCG diğer yöntemlerden farklı olarak, birim oto eşdeğerlik faktörleri kullanılmakta ve ölçülen hacim değerleri birim oto 'ya dönüştürülmektedir.Hacim değeri farklı taşıt tipleri için verilen eşdeğerlik faktörleri kullanılarak, hesapların hemen başında düzeltilir.

Genel Olarak Doygun Akım Değerinin Ölçüm Tekniği :

Yeşil süre küçük bölümlere ayrılarak, bu bölümlerde geçen taşıt sayıları belirlenir.

Yöntemde dikkate alınan özellikler :

Kavşak :

CCG 'nin temel doygun akım belirlemesinde kullanıldığı kriterlere uygun olmasına dikkat edilir.

Yüksek geometrik standartlara sahip olmalı,
Düşük aktiviteye sahip olmalı,
Yaya yoğunluğuna sahip yaklaşım kolları bulunmalı,

CCG 'de Etüdler :

Şerit bazında yapılır.

Yeşil başlangıcında kuyruğa giren son taşıt kuyruk sonu olarak alınır.

Her 15 sn 'de bir kaset dönüş hızı ölçülür ve gerekli ayarlamalar yapılır.

Taşıt sınıfları ; otomobil, van ve pick up ; kamyonet ; kamyon ; otobüs ;
motorsiklet.

Taşıtların ön tamponlarının dur çizgisini geçişleri , boşaltma olarak tanımlanır.

Belirlenen ortalama birim oto sayıları hesaplanır.

(Kaynak ; Teply , S., Jone , A.M., 1991,Transportation research record.)

ARRB :

Taşıt Kompozisyonunun Sınıflandırılması :

Taşıt / y.sa. birimindeki temel doygun akım değerini, mevcut geometrik ve trafik koşullarını dikkate alarak düzeltmektedir.

Dönüş tipine bağlı olarak hafif ve ağır taşıtlar için bir düzeltme faktörü (f_c) belirlenmiştir.Doğru giden taşıtlar için, doğru giden birim oto eşdeğerliği, otomobil için 1, ağır taşıtlar için 2 olarak alınmaktadır.

Genel Olarak Doygun Akım Değerinin Ölçüm Tekniği :

1.Teknik : Taşıtların belirlenen bir referans çizgisinden geçiş aralıklarının belirlenmesi temeline dayanır.Referans çizgisinin ve taşıtların hangi noktalarının alınacağını belirlenmesi gerekir.

2.Teknik : Yeşil süre küçük bölümlere ayrılarak, bu bölümlerde geçen taşıt sayıları belirlenir.

ARRB bu iki tekniğin bir birleşimini kullanmaktadır.Yeşil sürenin belirlenen özel bir bölümünde geçen taşıtların ortalama izleme aralıkları kullanılarak doygun akım hesaplanmaktadır.

Yöntemde dikkate alınan özellikler :

Kavşak :

ARRB 'nin çevre sınıflandırılmasına göre, bu kavşaklar A kategorisindedir.

A kategorisi kavşak;

İdeale yakın koşullarda olmalı,

Kavşak giriş ve çıkışında iyi görüş olanakları bulunmalı,

Çok az yaya bulunmalı,

Park manevrasıyapılabilmeli.

Yükleme boşaltmanın olmaması.

(Kaynak ; R.Akçelik , 1986.Australian road research board)

RRL :

Doygun Akımın Ölçülmesi :

Akım kesiti yöntemi ; ilk ve son aralıklar dışında kalan süre doygun süre olarak adlandırılır.Bu sürede geçen ortalama taşıt sayılarından doygun akım hesaplanır.

Doygun Akım Üzerinde Etkili Olan Faktörler :

1) **Şeridin Yeri** : Orta şeritlerden bulunan doygun akım değerleri, kenar şeritlerden bulunan değerlere göre daha yüksektir.Bu bulgular hem batı (Kimber, 1986; HCM, 1985) ve hem de gelişmekte olan ülkeler için geçerlidir.Bunun nedeni olarak, Kenar şeritlerin, yol kenarındaki park ve kent içi ulaşımı için kullanılan araçların hareketleri ile ulaştırma dışı aktivitelerinden (yol kenarındaki yayaların yol yüzeyini kullanmaları) etkileniyor olması gösterilebilir (Akçelik, 1986).

2) **Eğim** : Bir çok çalışma, yaklaşım kolundaki eğimin, başlangıç ve son aralıklardaki doygun akım oranı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.Şayet çıkış eğimli bir yaklaşım kolu sözkonusu ise, ilk kalkış süresi uzayabilecektir.Eğimin etkisinin ne kadar olduğu konusunda yapılan araştırmalar, etkinin, karma trafik ve taşıt performanslarıyla doğrudan ilgili olduğunu göstermiştir.

3) **Çıkış Genişliği** : Bu konuda çok fazla bir çalışma yapılmamış ancak, kenar şeritlerdeki doygun akım değerlerinin daha küçük çıkmasının nedeni olarak, kavşak çıkış genişliğindeki değişim gösterilmiştir (Akçelik, 1986 ; Webster, 1966).

4) **Şerit Genişliği** : Doygun akım oranı üzerinde çok etkili olduğu düşünülen faktörlerin başında gelmektedir.Yaklaşım kolu, ya da şerit genişliği büyük ise doygun akım değerinde artması beklenir.

5) **Park Etkisi** : Dur çizgisine park etmiş taşıtların doygun akım oranı üzerinde çok büyük etkisi olmaktadır.Bunun yanısıra, kenar şerit doygun akım değeri, park manevralarından etkilenecektir.

6) **Dönüş Yarıçapı** : Dönen taşıtların doğru giden taşıtlara göre, izleme aralığı daha büyük ve hızları daha küçüktür.Batıda, yalnızca dönüş yarıçapına değil aynı

zamanda da dönen taşıt oranına bağlı olarak doymun akım değerin belirlenmesine yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde yapılan çalışmaların sonuçları, (De Andrade, 1988 ; Husain, 1990 ; Bang, 1922) gelişmiş ülkelere benzer sonuçlar vermiştir.

7) Sinyal Zamanlaması : Brahmi 'nin (1991) yaptığı araştırmalar, 36 sn'den daha uzun yeşil sürelerde, doymun akımda düşmeler olduğunu göstermiştir.

8) Yayalar : Farklı bölgeler için doymun akım değeri tahmin edilirken, yaya akımlarının etkileride göz önüne alınmaktadır (Webster, 1966).
(Kaynak ; Turner , J., Transport research laboratory.)

Doygun Akım Değerini Düzeltme Faktörleri :

Doygun akım değerini düzeltme faktörlerinin ülkelere göre kullanım tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.1 Doygun akım değerini düzeltme faktörleri

No	FAKTÖRLER	ABD	UK	AUS	SWE	CAN	TAI
1	Yol Genişliği		***				
2	Şerit Genişliği	***		***	***	***	***
3	Eğim	***	***	***	***	***	***
4	Ağır Taşıt	***	***	***	***	***	***
5	Sağa Dönüşler	***	***	***	***	***	***
6	Sola Dönüşler	***	***	***	***	***	***
7	Otobüs Durağı	***					***
8	Yaya	***	***			***	***
9	Park	***	***			***	***
10	Yerleşim Şartları	***	***				***
11	Hava Koşulları						***
12	Sinyalizasyon Şartları					***	

2.2. MEVCUT YÖNTEMLER HAKKINDA BİLGİ

Yöntemler, tahmin yöntemleri ve ölçüm yöntemleri olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır. Yapılan kaynak taraması sonunda İngiliz, Avustralya, Yeni Amerika, İsveç, Kanada ve Kore yöntemlerinin bulunduğu altı adet tahmin yöntemi incelenmiştir. Ölçüm yöntemleri doygun süre ve akım kesiti yöntemi olarak ikiye ayrılmaktadır. Doygun periyot yöntemi, doygun taşıta göre ve ilk kayıp aralığa göre, olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu yöntemler hakkında daha geniş bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.2.1. TAHMİN YÖNTEMLERİ

2.1.1.1. İNGİLİZ YÖNTEMİ

İlk basımı 1958'de yapılmış ve 1966 yılından bugüne kadar İngiltere'de kullanılmakta olan bu yöntem, İngiliz Yol Araştırma Laboratuvarı tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde mevcut girdiler ve kontrol girdileri bulunmaktadır. Mevcut girdiler kapasitenin ve gecikmelerin hesabında kullanılmaktadır. Bunlar; 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. Ayrıca hesaplarda kullanılacak ve kavşaktan elde edilmesi gereken bazı bilgilere de ihtiyaç vardır ki bunlarda; 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.

İngiliz yönteminde, bir sinyalizasyon eşdüzey kavşak kapasitesi ile bu kavşakta taşıt başına ortalama gecikmenin belirlenmesi için izlenecek yol beş adımdan oluşmaktadır.

Bunlar ;

1. Adım : Temel doygun akım değerinin belirlenmesi.
2. Adım : Bazı etkenler nedeniyle, yol genişliğine bağlı olarak belirlenen doygun akım ile hacim değerlerinin düzeltilmesi.
3. Adım : Akımların doygunluk derecelerinin belirlenmesi.

- 4.Adım : Devre süresi ve yeşil süre dağılımlarının hesaplanması.
 5.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları.
 şeklinde sıralanabilir.Bu adımlar daha detaylı olarak aşağıda verilmiştir.

1.Adım : Temel doygun akım değerinin belirlenmesi.

Bir yolun doygun akım değeri, ideal şartlarda bu yoldan, bir saatte, birim otomobil cinsinden geçebilecek en fazla taşıt sayısı olarak, o yolun genişliğine bağlı olarak tablo 2.2 'den alınabilir.

2.Adım : Bazı etkenler nedeniyle, yol genişliğine bağlı olarak belirlenen doygun akım ile, hacim değerlerinin düzeltilmesi gereklidir.İngiliz yönteminde bu etkenler altı başlık altında toplanmaktadır.Bunlar ; Yol kenarı park etkisi,eğim etkisi, dönüş etkisi, bölge etkisi, taşıt kompozisyonu etkisi, yaya etkisidir.Bu etkilerin nasıl hesaba katıldığı aşağıda verilmiştir.

1) Yol kenarı parkı etkisi :

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, 2.1 no.lu bağıntıdan hesap edilecek genişlik, yol genişliğinden çıkartılmalı ve bu net genişliğe karşılık gelen doygun akım değeri alınmalıdır.

$$B_k = 1.70 - \frac{3.(z - 4.60)}{32} \quad (m) \quad (2.1)$$

Ağır taşıt parkı varsa, bu durumda yol genişliğinden düşülmesi gereken ve 2.1 no.lu bağıntıdan hesaplanan (B_k) değeri % 50 arttırılmalıdır.

2) Eğim etkisi :

Doygun akım değeri, her %1'lik çıkış eğimi için %3 oranında azaltılmalı, benzer şekilde de her %1 iniş eğimi için %3 oranında arttırılmalıdır.

Tablo : 2.2 İngiliz yönteminde temel doygun akım değeri

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
$B_i > 5.20$	$S_i : 525 \cdot B_i$

Tablo : 2.4 İki fazlı devreler için Q katsayıları

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

3) Dönüş etkisi :

3.1) Sağa dönüş etkisi :

3.1.1) Ayrı bir sağa dönüş şeridi varsa bu durumda aşağıdaki bağıntılar ile doygun akım değerleri hesaplanabilir.

$$S1 = \frac{1800}{1 + \frac{5}{R}} \quad (2.2)$$

$$S2 = \frac{3000}{1 + \frac{5}{R}} \quad (2.3)$$

Burada;

S1, S2 = Sırasıyla bir ve iki şeritli sağa dönüşler için doygun akım değerleri, bo/sa

R = Sağa dönüş yarıçapı, m

3.1.2) 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.

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

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

3.2.2) 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.

3.2.3) Ayrı bir dönüş şeridi var ve kesiştiği bir akım bulunmuyorsa, bu durumda, doymun akım değeri 2.2 ve 2.3'de verilen bağıntılarla hesaplanabilir.

3.2.4) 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

$$n_r = s_r \cdot l \left(\frac{g \cdot s - q \cdot D}{s - q} \right) \quad (2.4)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada ;

n_r = Sola dönen taşıt sayısı

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

q, s = Sırasıyla, kestiği akımın hacim ve doymun akım değeri, bo/sa

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

4) Taşıt Kompozisyonu Etkisi :

Trafik akımının içinde farklı taşıtlar için birim otomobil eşdeğerlik faktörleri araştırılmış ve tablo da verilen değeri uygun bulunmuştur. Bunun nedeni ise, taşıtların davranışlarının birbirinden farklı olacağı ve bu farklı davranış içinde bulunan taşıtların tek bir taşıt birimiyle ifade edilmesi gerektiğidir. Tablo 2.4 'de farklı taşıtlar için birim otomobil eşdeğerlikleri verilmiştir.

Tablo 2.4 İngiliz yönteminde önerilen taşıt eşdeğerlik faktörleri

TAŞIT CİNSLERİ	EŞDEĞERLİK FAKTÖRLERİ, b_o
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

5) Yaya Etkisi :

Burada yayalar taşıtlarla birlikte düşünülüyor. Bir akım durdurulduğunda bununla çatışan yayaya geçiş hakkı veriliyor. Bu sürenin yeterli olup olmadığı 2.5 'de verilen bağıntı ile kontrol ediliyor.

$$g_y = \left(g_o + \frac{B_y}{V_y} - a \right) \text{ (sn)} \quad (2.5)$$

Burada ;

g_o = 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.

6) Bölge Etkisi :

Parametrelere bağlı olarak kavşağın iyi, orta veya kötü bir yörede olduğuna karar verilir. Bu karardan sonra, doymuş akım değeri, iyi olarak nitelendirilen yöre için % 20 oranında azaltılacaktır. Kavşak orta olarak nitelendirilen bir yörede ise, doymuş

akım değerinde herhangi bir düzeltme yapılmayacaktır. Kavşağın iyi, orta ve kötü yörede olduğuna karar vermede kullanılan parametreler ; yolkenarı canlılığı, görüş olanakları, yolcu ve yaya davranışları gibi bazı parametrelerdir.

3.Adım : Akımların doygunluk derecelerinin belirlenmesi.

$$y_j = \frac{Q_j}{S_j} \quad (2.6)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Bu bir anlamda yolun kullanım oranı olarak tanımlanabilir.

Burada ;

y_j = j akımının doygunluk derecesi,

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

S_j = j akımının düzeltilmiş doyun 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

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i \quad (2.7)$$

olacaktır. Burada ;

n = faz sayısı, dır.

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

Kavşağa ulaşan tüm akımları geçirebilecek minimum devre süresi (2.8) bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntı ancak kavşak temel kapasitede çalışması durumunda geçerlidir.

$$D_{\min} = \frac{L}{1 - Y} \quad (\text{sn}) \quad (2.8)$$

Temel kapasitenin % 90 'ı pratik kapasite olarak alınırsa, pratik devre süresi,

$$D_{\text{pratik}} = \frac{0,9 \cdot L}{0,9 - Y} \quad (\text{sn}) \quad (2.9)$$

olacaktır.

Bir sinyalizasyon kavşağında uygulanacak devre süresinin ve yeşil süre dağılımının aynı kavşağında taşıt başına ortalama gecikmeyi en aza indirmesi istenir. Bunu sağlayacak devre süresinde optimum devre süresi olarak anılır. Optimum devre süresi 2.10 bağıntısı ile hesaplanır.

$$D_{\text{Optimum}} = \frac{L + 5}{1 - Y} \quad (\text{sn}) \quad (2.10)$$

Burada ;

L = Devre boyunca toplam kayıp süre, sn

Y = Toplam doygunluk derecesi dir.

Q katsayısı için, üç veya daha çok fazlı devrelerde 1,5 alınacaktır. İki fazlı devreler için ise tablo 2.3 'den faydalanılacaktır.

Bu şekilde hesaplanan devre süresinin ardından, akımlara verilecek yeşil süreler

$$g_i = \frac{y_i}{Y} (D - L) \quad (\text{sn}) \quad (2.11)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

5.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları.

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

$$c_i = \frac{g_i \cdot S_i}{D} \quad (2.12)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Bu kavşağın toplam kapasitesi ise,

$$C = \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{D} \cdot \sum_{i=1}^n (g_i \cdot S_i) \quad (2.13)$$

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,

$$d = \frac{D \cdot (1 - (g/D))^2 \cdot x^2}{2(1 - (g/D)) \cdot x} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0,65(D/q^2)^{1/3} \cdot x^{(2+5\frac{q}{D})} \quad (2.14)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.

Bu bağıntıdaki son terim, gecikme değerinin yüzde 5 ile 15 'ini oluşturmaktadır.Bu bilindiğine göre, bağıntının 2.14 'de verildiği şekliyle yazmak yanlış olmayacaktır.

$$d = 0,9 \cdot \frac{D(1 - (g/D))^2}{2(1 - (g/D)) \cdot x} + \frac{x^2}{2q(1-x)} \quad (2.15)$$

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 = $(D \cdot q) / (s \cdot g)$

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

$$N = q(r/2 + d) \quad (2.16)$$

veya

$$N = q \cdot r \quad (2.17)$$

olacaktır.2.16 ve 2.17 'da bulunacak olan değerlerden hangisi daha büyük ise o değer kullanılacaktır.

Burada ;

$r = \text{kırmızı süre} + \text{kayıp süre} (r = D - g), \text{ sn}$

$d = \text{gecikme, sn}$

$q = \text{hacim, tş/sn}$

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

$$E = \frac{1 - (g / D)}{1 - Y} \quad (2.18)$$

olacaktır.

(Kaynak ; Turan BÜLENT , 1991.Yüksek lisans tezi.)

2.1.1.2. YENİ AMERİKAN YÖNTEMİ

İlk basımı 1985'de yapılmış olan bu yöntem, Amerka Federal Ulaşım Araştırma Bölümü tarafından geliştirilmiştir.Bu yöntemde mevcut girdiler ve kontrol girdileri bulunmaktadır.Mevcut girdiler ; şerit sayısı ve genişlikleri, yaklaşım yolu eğimi, park durumu, çevre karakteristikleri ve zirve saat faktörüdür.Kontrol girdileri ; sinyal zamanlaması, faz sayısı ve yaya geçiş süreleridir.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 bir saatteki sayısıdır.

Bu yöntemde analiz, şerit, şerit grubu yada kavşak kolu bazında yapılabilir.Burada temel doygun akım değeri 1800 bo/sa-şr alınır.Bir çok parametrenin etkisi ile bu değer düzeltilir.Kapasite ve gecikme değerleri özel bağıntılarla hesaplanır.

Yeni Amerikan yönteminde, bir sinyalize eşdüzey kavşak kapasitesi ile bu kavşakta taşıt başına ortalama gecikmenin belirlenmesi için izlenecek yol beş adımdan oluşmaktadır.Bunlar ;

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

Şekil 2.1 : Amerikan yönteminde mümkün şerit gruplaması.

- 1.Adım : Hacim değerlerinin düzeltilmesi.
- 2.Adım : Temel doygun akım değerinin düzeltilmesi.
- 3.Adım : Kritik akımların belirlenmesi.
- 4.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları.
- 5.Adım : Kavşağın veya yaklaşım kollarının hizmet seviyelerine karar verilmesi.

şeklinde sıralanabilir.Bu adımlar daha detaylı olarak aşağıda verilmiştir.

- 1.Adım** : Hacim değerlerinin düzeltilmesi.

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

$$V_f = \frac{V}{PH_f} \quad (2.19)$$

Burada ;

V_f = zirve - saat hacmi, tş/sa

V = ölçülen saatlik hacmin, tş/sa

PH_f = zirve - saat faktörü

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 2.1 'de mümkün olabilecek şerit grupları görülmektedir.Bununla beraber, sola dönen hacim değeri, doğru giden akım eşdeğeri olarak

$$V_{LE} = V_L \cdot \frac{1800}{(1400 - V_o)} \quad (2.20)$$

bağıntısıyla düzeltilmesidir. Burada ;

V_{LE} = sola dönen hacmin doğru giden akım eşdeğeri, tş/sa

V_L = gerçek sola dönen taşıt hacmi, tş/sa

V_o = toplam çatışan hacmi, tş/sa

Burada çatışan hacim değerinin 1400 tş/sa 'i aşması durumunda 2.20 bağıntısından hesaplanan değer anlamlı olmayacaktır. Bu durumda sola dönüş için ayrı bir faz ayrılmak zorundadır.

$$V_{LE} \geq \frac{(V - V_L)}{(N - 1)} \quad (2.21)$$

ise tekil şerit grubu düşünülmeli

$$V_{LE} < \frac{(V - V_L)}{(N - 1)} \quad (2.22)$$

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.

$$V = V_s \cdot u \quad (2.23)$$

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 den alınacak)

2.Adım : 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.

Tablo : 2.5 Amerikan yönteminde kullanılan şerit doluluk faktörü

GRUP İÇİNDEKİ ŞERİT ŞERİT SAYISI	ŞERİT DOLULUK FAK- TÖRÜ - U -
1	1.00
2	1.05
3	1.10

Tablo : 2.6 Amerikan yönteminde şerit genişliği düzeltme faktörü

ŞERİT GENİŞLİĞİ w, m	ŞERİT GENİŞLİĞİ DÜZELT- ME FAKTÖRÜ, f_w
$2.44 < w < 4.88$	$f_w = 0.60 + 0.11 * w$

Tablo : 2.7 Amerikan yönteminde ağır taşıt etkisi 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 eğim 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 park etkisi düzeltme faktörü

ŞERİT GRUBUNDAKİ ŞERİT SAYISI	PARK YOK İSE	BİR SAATTEKİ PARK MANEVRASININ SAYISI , Nm				
		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 otobüs engellemesini düzeltme faktörü

ŞERİT GRUBUNDAKİ ŞERİT SAYISI	BİR SAATTEKİ OTOBÜS DURUŞ SAYISI , Nb				
	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 Bölge etkisi düzeltme faktörleri

BÖLGE TIPLERİ	Düzeltilme faktörü
CBD	0.90
DİĞER BÖLGELER	1.00

Tablo : 2.12 Bölge etkisi sağa dönüş etkisi düzeltme faktörleri

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 SAYISI	ORTAK FAZİ KULLANAN SaD ORANI , P_{RTA}						
		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	
	50	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	
	100	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	
	200	0.75	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	
	300	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.85	
	400	0.66	0.70	0.74	0.77	0.81	0.85	
	600	0.56	0.62	0.68	0.74	0.79	0.85	
	800	0.47	0.55	0.62	0.70	0.77	0.85	
	1000	0.37	0.47	0.56	0.66	0.75	0.85	
	1400	0.18	0.32	0.45	0.58	0.72	0.85	
	1700	0.05	0.20	0.36	0.53	0.69	0.85	
4) Ortak SaD şeridi Korunmuş SaD Fazı	$f_{RT} = 1.0 - 0.15 \cdot P_{RT}$							
	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 SAYISI	SERİTTEN SAĞA DÖNÜŞ ORANI - P_{RT}						
		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	

FARKLI DURUMLAR		SAGA 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 fazı kul- lanan, 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
1400		1.00	0.86	0.73	0.59	0.45	0.32	
1700		1.00	0.81	0.62	0.42	0.23	0.20	
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	
	1400	1.00	0.89	0.78	0.67	0.56	0.45	
	1700	1.00	0.87	0.75	0.62	0.49	0.36	
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	
	1400	1.00	0.92	0.83	0.75	0.67	0.58	
	1700	1.00	0.91	0.81	0.72	0.62	0.53	
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	TEKİL ŞERİT İÇİNDEKİ SaD ORANI- P_{RT}						
		SAYISI	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 Bölge etkisi sola dönüş etkisi düzeltme faktörleri

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.	$f_{LT} = (1400 - V_o) / ((1400 - V_o) + (235 + 0.435 \cdot V_o) \cdot P_{LT})$						
	$f_{LT} = 1 / (1 + 4525 \cdot P_{LT})$ $V_o > 1220$ 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.

2 , 5 ve 7. DURUMLAR İÇİN f_{LT} DEĞERİNİN BULUNMASINDA KULLANILACAK ÖZEL PROS.				
GİRİŞ DEĞİŞKENLERİ	YAKLAŞIM		KOLLARI	
	OK	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_{LT}				
ÇATIŞAN AKIM İÇİNDEKİ SOLA DÖNÜŞ ORANI, P_{LTO}				
ÇATIŞAN HACİM DEĞERİ, V_0				
HESAPLAR	YAKLAŞIM		KOLLARI	
	OK	BK	KK	GK
$S_{op} = \frac{1800 \cdot N_0}{1 + P_{LTO}((400 + V_M)/(1400 - V_M))}$				
$Y_0 = V_0 / S_{op}$				
$g_v = (g - D \cdot Y_0) / (1 - Y_0)$				
$f_0 = (875 - 0.625 \cdot V_0) / 1000$				
$P_L = P_{LT} \cdot (1 + ((N-1) \cdot g) / (f_0 \cdot g_v + 4.5))$				
$g_q = g - g_v$				
$P_T = 1 - P_L$				
$-g_{fT} = 2 \cdot (P_T / P_L) \cdot (1 - P_T^{0.5} g_q)$				
$E_L = 1800 / (1400 - V_0)$				
$f_m = ((g_f/g) + (g_v/g)) \cdot (1/(1+P_L(E_L-1))) + ((2/g)(1+P_L))$				
$f_{LT}(f_m + N - 1) / N$				

$$S = S_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_e \cdot f_{RT} \cdot f_{LT} \quad (2.24)$$

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 2.6 ' den alınacak)

f_{HV} = ağır taşıt düzeltme faktörü (Tablo 2.7 ' dan alınacak)

f_g = eğim düzeltme faktörü (Tablo 2.8 ' den alınacak)

f_p = park manevrası düzeltme faktörü (Tablo 2.9 ' den alınacak)

f_{bb} = kentiçi yolcu otobüslerinin engellemelerini düzeltme faktörü (Tablo 2.10 ' dan alınacak).Şayet otobüs kavşak içi veya civarında yolcu indirme / bindirme yapmıyorsa, otobüsler ağır taşıt olarak düşünülecektir.

f_e = bölge için düzeltme faktörü (Tablo 2.11 ' den alınacak)

f_{RT} = şerit grubu içindeki sağa dönüşler için düzeltme faktörü (Tablo 2.12 ' den alınacak)

f_{LT} = şerit grubu içindeki sola dönüşler için düzeltme faktörü (Tablo 2.13 ' den alınacak)

3.Adım : Kritik akımların belirlenmesi.

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

$$g_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} (D - L) \quad (2.25)$$

bağıntısı ile belirlenebilir.Burada ;

V_i = bir fazda birlikte yeşil alan akım gruplarının hacim değeri ,

D = tahmin edilen devre süresi, sn

L = devre içinde toplam kayıp süre, sn

n = faz sayısı

Ardından her şerit grubu için akım oranı,

$$y_i = V_i / S_i \quad (2.26)$$

ve yeşil oranı

$$u_i = g_i / D \quad (2.27)$$

değerleri hesaplanır.Burada ;

V_i = i şerit grubunun düzeltilmiş hacim değeri, tş / sa

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

g_i = i şerit grubunun aldığı yeşil süre, sn

D = devre süresi, sn

Bu hesaplanan oranların ardından her şerit grubunun kapasite değeri

$$c_i = S_i \cdot u_i \quad (2.28)$$

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

$$x_i = \frac{V_i}{c_i} = \frac{V_i}{S_i \cdot U_i} \quad (2.29)$$

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

Kavşağın toplam doymuşluk derecesi ise

$$X = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \cdot D}{D - L} \quad (2.30)$$

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

Bu hesapların ardından devre süresi

$$D = \frac{X \cdot L}{(X - \sum_{i=1}^n x_i)} \quad (2.31)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

Şerit gruplarına verilecek yeşil süreler ise

$$g_i = (V / S)_i \cdot (D / x_i) , \text{ sn} \quad (2.32)$$

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

$$G_y = 7,0 + \left(\frac{W}{1,2} \right) - I \quad (2.33)$$

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

4.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları
Bir şerit grubunun kapasitesi

$$c_i = S_i \cdot (g_i / D) \quad (2.34)$$

ise, kavşağın toplam kapasitesi

$$C = \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{D} \cdot \sum_{i=1}^n (S_i \cdot g_i) \quad (2.35)$$

olacaktır.Burada ;

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

g_i = i şerit grubuna ayrılan yeşil süre, sn

D = devre süresi, sn

Taşıt başına ortalama gecikme değeri ise

$$d_1 = 0,38 \cdot D \cdot \frac{(1 - u_i)^2}{(1 - u_i x_i)} \quad (2.36)$$

$$d_2 = 173 \cdot X^2 (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + (16X / D)} \quad (2.37)$$

olmak üzere ;

$$d = d_1 + d_2 \quad (2.38)$$

olarak hesaplanabilir.Burada ;

u_i = yeşil oranı (= g_i / D)

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

D = devre süresi, sn

Kuyruk uzunluğu 'da

$$N_o = 0,25 \cdot C \cdot T_f \cdot X^2 \left((X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{4X}{C \cdot T_f}} \right) \quad (2.39)$$

ve

$$N = \frac{q \cdot r}{3600 \cdot (1 - u X)} \quad (2.40)$$

ise

$$N_m = N_u + N_o \quad (2.41)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.Burada ;

N_o = akım fazlası kuyruk, tş

N_u = kırmızı süre boyunca oluşan kuyruk, tş

C = kavşak kapasitesi (= $s \cdot g / D$)

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

X = doygunluk derecesi

q = hacim, tş/sn

u = yeşil oranı

r = etkin yeşil süre (= $D - g$)

Gecikme ve kuyruklama nedeniyle, taşıt başına ortalama duruş sayısı

Tablo : 2.14 Taşıt başına ortalama gecikme,dönüş oranı ve doygunluk derecelerine bağlı olarak verilen hizmet seviyeleri

HİZMET SEVİ- YESİ.	TAŞIT BAŞINA ORTALAMA GECİKME, sn	DURUŞ 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	$25.0 < d \leq 40.0$	$83 < h \leq 83$	$0.90 < x \leq 0.95$
E	$40.0 < d \leq 60.0$	$93 < h \leq 100$	$0.95 < x \leq 1.00$
F	$d > 60.0$	$h > 100$	$x > 1.00$

$$h = 0,9 \left(\frac{1 - u}{1 - u x} \right) + \left(\frac{3600 N_0}{q \cdot D} \right) \quad (2.42)$$

olacaktır. Toplam duruş sayısı ise

$$H = q \cdot h \quad (2.43)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.Burada ;

- D = devre süresi, sn
q = hacim, tş / sn
q.D = devre boyunca gelen taşıt sayısı, tş
N₀ = akım fazlası kuyruk, tş
u = yeşil oranı
x = doygunluk derecesi

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

Taşıt başına ortalama gecikme değerine, doygunluk derecesine ve duruş oranlarına bakılarak kavşağın tümü için veya yaklaşım kolları için hizmet seviyesine karar verilir.Bu parametrelere bağlı olarak hizmet seviyesine karar verilir.Tablo 2.14 'de herbir parametreye karşılık gelen hizmet seviyeleri görülebilir.

(Kaynak ; Turan BÜLENT , 1991.Yüksek lisans tezi.)

2.2.1.3. İSVEÇ YÖNTEMİ

İlk basımı 1977 'de yapılmış bu yöntem İsveç Ulusal Yol İdaresi tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde mevcut girdiler ve kontrol girdiler bulunmaktadır. Mevcut girdiler şerit sayısı ve kullanım tipi, yaklaşım kolu eğimi ve özel şerit uzunluklarıdır. Kontrol girdileri sinyal zamanlaması, faz sayısı ve minimum yaya geçiş süreleridir. Bunlarla beraber, hesaplarda kullanılacak olan ve elde edilmesi gereken bilgiler ise; şerit bazında kavşak hacmi, yaya hacimleri, ağır taşıt ve sağ / sol dönüş hacimleridir. Bu girdiler kapasitenin ve taşıt başına ortalama gecikmenin hesaplanmasında kullanılır.

Bu yöntemde çözümleme 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.

İsveç yönteminde, bir sinyalizasyon eşdeğer kavşak kapasitesi ile bu kavşakta taşıt başına ortalama gecikmenin belirlenmesi için izlenecek yol beş adımdan oluşmaktadır. Bunlar ;

1. Adım : Temel doymuş akım değerinin belirlenmesi,
2. Adım : Temel doymuş akım değerinin düzeltilmesi,
3. Adım : Kritik akımların belirlenmesi,
4. Adım : Devre süresi ve yeşil süre dağılımlarının hesaplanması,
5. Adım : Kapasite ve gecikme değerlerinin hesaplanması,

şeklinde sıralanabilir. Bu adımları daha detaylı olarak aşağıda göreceğiz.

1. Adım : Temel doymuş akım değerinin belirlenmesi.

Herbir yaklaşımda, şerit kullanımına göre ve çatıştığı yaya / taşıt akımının olup olmamasına göre akım tiplerine karar verilir ve ilgili tablolar kullanılarak temel doymuş akım değerleri belirlenir. (Tablo 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19).

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

$$S' = N \cdot \frac{3600}{g} \quad (2.44)$$

olarak hesaplanabilir.Burada ;

g = yeşil süre, sn

N = dönüş oranı ve şerit uzunluğuna bağlı olarak, kuyrukta bulunabilecek en çok taşıt sayısı (Tablo 2.20) alınacaktır.

2.Adım : Temel doygun değerinin düzeltilmesi.

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

$$S = S_o \cdot (f_{HV} \cdot f_g \cdot f_w) \quad (2.45)$$

Burada ;

S = düzeltilmiş doygun akım değeri, tş / sa

S_o = temel doygun akım değeri

f_{HV} = ağır taşıt düzeltme faktörü (Tablo 2.21 ' den alınacaktır.)

f_g = eğim düzeltme faktörü (Tablo 2.22 ' den alınacaktır.)

f_w = şerit genişliği düzeltme faktörü (Tablo 2.23 ' den alınacaktır.)

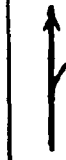
3.Adım : Kritik akımların belirlenmesi.

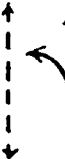
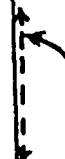
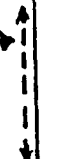
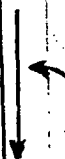
Herbir şerit veya şerit grubu için akım oranı

$$y_i = (q_i / S_i) \quad (2.46)$$

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.

Tablo : 2.15 İsvaç yönteminde şerit kullanımlarına göre akım türleri

ŞERİT TİPİ	ŞERİT KULLANIMI	TEMEL DOYGUN AKIM
A		1700 bo/sa- şır
B		Tablo 2.19'dan 0 yaya/saat için alınacaktır
		"
		"
C		1500 bo/sa-şır
		" "
		" "

D		Tablo 2.19'dan alınacaktır.
		"
		"
E		Tablo 2.20'den alınacaktır
		"
		"
F		Tablo 2.21 ve 2.22'den alınacak tır.
		"
		"
G		Tablo 2.21'den alınacaktır.
		"
		"

Tablo : 2.17 İsveç yönteminde E tipi şerit kullanımı için doygun akım değerleri

ÇATIŞAN YAYA SAYISI (yaya / sa)	DOYGUN AKIM (tş / sa)
0	1500
250	1375
500	1200
750	950
1000	700
1250	550
1500	475

Tablo : 2.16 İsveç yönteminde B ve D tipi şerit kullanımları için doygun akım değerleri

DÖNÜŞYAPAN TAŞIT ORANI	ÇATIŞAN YAYA SAYISI, (Yaya / saat)							
	0	250	500	750	100	1250	1500	
%								
0.0	1700	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 : 2.18 İsveç yönteminde F ve G tipi şerit kullanımları için temel doygun akım değerleri

DÖNÜŞ YAPAN	ÇATIŞTIĞI AKIM HACMİ, bo / sa												
TAŞIT %	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
0.0	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 İsveç yönteminde F tipi şerit kullanımı için doygun akım değerleri

DÖNEN TA- ŞİT ORANI	ÇATIŞTIĞI AKIM HACMİ 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 İsveç yöntemine göre kısa şerit uzunluğu ve sola dönüş oranına bağlı olarak şeritte bulunması beklenen taşıt sayısı. N

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	3.50	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 İsveç yönteminde ağır taşıt etkisini düzeltme faktörü

AĞIR TAŞIT ORANI, %	DÜZELTME FAKTÖRÜ, fHV
0	1.10
5	1.05
10	1.00
15	0.95
20	0.90
25	0.85
30	0.80
35	0.75

Tablo : 2.22 İsveç yönteminde eğim etkisi düzeltme faktörü

EĞİM %	DÜZELTME 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 şerit genişliği düzeltme faktörü

ŞERİT GENİŞLİĞİ W , m	DÜZELTME FAKTÖRÜ, fw	
	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	0.87
4.00	1.03	0.88
4.25	1.04	0.88
4.50	1.04	0.88

$$Y = \sum_{i=1}^n (y_i)_{\max} \quad (2.47)$$

Burada ;

q_i : i akımının hacmi, tş / sa

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

y_i : i akımının akım oranı

Y : kavşağın akım oranı

4.Adım : Devre süresi ve yeşil süre dağılımlarının hesaplanması.
Herbir şerit grubuna, yaya güvenliği için en az

$$g_{\min} = (g_o + g_y - I) \quad (\text{sn}) \quad (2.48)$$

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)

Yayalara verilmesi gereken minimum yeşil süre

$$g_o = \left(\frac{W_y}{2} + 1 \right) / 1,2 \quad (\text{sn}) \quad (2.49)$$

yayaların yolu boşaltma süresi ise,

$$g_y = \left(\frac{W_y}{1,4} \right) - \left(\frac{q_y}{10} \right) \quad (\text{sn}) \quad (2.50)$$

olarak hesaplanabilir.

Burada ;

W_y : banketten bankete yol genişliği

q_y : yaya hacmi

Devre süresi

$$D = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} \quad (\text{sn}) \quad (2.51)$$

ise, her faza verilecek yeşil süreler

$$g_i = (D - L) \cdot \frac{Y_i}{Y} \quad (2.52)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

Burada ;

L : devre boyunca kayıp 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

$$L_d = L + \sum_{i=1}^n (g_m - g_i) \quad (2.52)$$

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

5.Adım : Kapasite ve gecikme değerlerinin hesaplanması.

Bir i akımının kapasitesi

$$c_i = S_i \cdot g_i / D \quad (2.53)$$

ise, kavşağın toplam kapasitesi

$$C = \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{D} \cdot \sum_{i=1}^n (S_i \cdot g_i) \quad (2.54)$$

olacaktır.

Burada ;

S_i = i akımının doygun akım değeri, tş / sa

g_i = i akımının yeşil süresi, sn

D = devre süresi, sn

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

$$d_i = 0,9 \left(A_i \cdot D + \frac{B_i}{g_i} \right) \quad (2.55)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

(Kaynak ; Turan BÜLENT , 1991.Yüksek lisans tezi.)

2.2.1.4. AVUSTRALYA YÖNTEMİ

İlk basımı 1981 yılında yapılmış ve Avustralya Yol Araştırma Bölümü tarafından geliştirilmiştir.Bu yöntemde mevcut girdiler ve kontrol girdileri bulunmaktadır.Mevcut girdiler ; şerit sayısı ve genişlikleri, yaklaşım kolu eğimi, sağ / sol dönüş şeritleri ve uzunlukları, park durumu ve kavşağın yerleşim karakteristikleridir.Kontrol girdileri ; devre süresi ve yeşil süre dağılımları ile faz sayısıdır.Bunlarla beraber, hesaplarda kullanılacak ve elde edilmesi gerekli bazı bilgilere ihtiyaç vardır.Bunlar doğru giden ve sağa / sola dönen taşıt hacmi ile akım içindeki ağır taşıt oranlarıdır.

Bu yöntemde hesaplar şerit, şerit grubu yada yaklaşım kolu bazında yapılabilir.İlk adımda, temel doygun akım değeri, çevre kalitesine bağlı olarak belirlenir.Bu temel doygun akım değeri, eğim, şerit genişliği ve taşıt kompozisyonuna bağlı olarak düzeltilir.Ardından, kapasite ve gecikme değerleri, özel bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir.Hesaplamalarda izlenecek yol oniki adımdan oluşmaktadır.Bunlar ;

- 1.Adım : Akımların belirlenmesi.
- 2.Adım : Akımların geçiş düzeninin ve sırasının belirlenmesi.
- 3.Adım : Yeşillerarası süre ile minimum yeşil sürelerin belirlenmesi.
- 4.Adım : Temel doygun akım değerinin belirlenmesi.

- 5.Adım : Temel doygun akım değerin düzeltilmesi.
 6.Adım : Kayıp süre ve etkin yeşil sürenin hesaplanması.
 7.Adım : Pratik doygunluk derecesinin belirlenmesi.
 8.Adım : Akım oranı ve yeşil süre oranının belirlenmesi.
 9.Adım : Kritik akımların belirlenmesi.
 10.Adım : Optimum ve minimum devre sürelerinin hesaplanması.
 11.Adım : Yeşil süre dağılımlarının hesaplanması.
 12.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları.

şeklinde sıralanabilir.Bu adımları daha detaylı olarak aşağıda göreceğiz.

1.Adım : Akımların belirlenmesi.

Kavşağa doğru yaklaşan, geçiş düzeni ve şerit kullanımına göre karakterize edilmiş olan her bir kuyruğa akım adı verilir.Birden fazla fazda geçiş hakkı verilen akıma tekrarlı akım (overlap), tek fazda geçiş hakkı alan akıma ise tekrarsız (non-overlap) akım adı verilir.

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.Adım : 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.Şekil 2.2 de görülmektedir.

3.Adım : Yeşillerarası süre ile minimum yeşil sürelerin belirlenmesi.

Yeşillerarası süre ; bir fazda yeşil sürenin sonu ile, diğer fazın yeşilinin başlaması arasındaki süreye yeşiller arası süre (I) adı verilir.Bu süre sarı ve ortak kırmızı süreyi kapsamaktadır.Bir fazda yeşil başlangıç zamanı (F) ile gösterilir ise diğer fazın başlangıç zamanı (F + I) olacaktır.Bir faz boyunca gösterilen yeşil süre (G) ise yeşil süre sonu (F + I + G) olacaktır ki bu süre diğer fazın başlangıcıdır.Minimum yeşil süre, taşıt akımları için 6 sn ile 10 sn arasında bir değer alınabilir.Yaya akımları için ise 6 sn lik bir yola girme ve yoldan çıkma süresi bırakılması gerektiği düşüncesiyle 2.56 ' nolu bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

Tablo : 2.24 Avustralya yönteminde kabul edilen temel doygun akım değeri

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 : 2.25 Avustralya yönteminde önerilen doğru geiden taşıt eşdeğerlik faktörleri

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	$(e_o + 1)$

$$G_{\min} = 6 + \frac{W_y}{V_y} \quad (2.56)$$

Burada ;

W_y : banketten bankete geçilen yol genişliği, m

V_y : yayanın yolu boşaltma hızı (önerilen 1,2 m / sn) , m/sn

4.Adım : Temel doygun akım değerinin belirlenmesi.

Doygun akım değeri, tek başına sinyalize kavşak kapasitelerinin belirlenmesi ile devre süresi ve yeşil süre dağılımlarının belirlenmesi için çok önemli bir etkindir. Temel olarak, yeşil süre boyunca taşıt kuyruğundan maksimum ayrılma olarak tanımlanır. İdeal olanı, doygun akım ve kayıp sürelerin kavşak üzerinde ölçülmesidir. Ancak doygun akım değerinin tahmini için yöntemlerede ihtiyaç vardır. Bir kavşağın projelendirilmesi ya da geliştirilmesi aşamasında kavşağın geometrisindeki değişimler doygun akım değerinde değişmesine neden olacaktır.

Temel doygun akım değeri, çevre kalitesine bağlı olarak 2.24 nolu tablo 'dan alınacaktır. Çevre kalitesi şunlara bağlıdır ; kavşak geometrisi, görüş şartları, kavşakta durma, park etme ve yolcu/yük indirme bindirme yapılması ile yaya hacmi. Bu şartlara bağlı olarak belirlenen çevre kalitesi çok iyi'den çok kötüye kadar beş sınıfa ayrılmıştır.

5.Adım : Temel doygun akım değerinin düzeltilmesi.

Çevre kalitesine bağlı olarak belirlenen doygun akım değeri, şerit genişliği, yaklaşım kolu eğimi ve taşıt kompozisyonuna bağlı olarak düzeltilmek zorundadır. Şerit genişliği ve eğim etkisi için düzeltme faktörleri kolayca belirlenebilmektedir.

$$S = (f_w \cdot f_g / f_c) \cdot S_b \quad (2.57)$$

Burada ;

S : doygun akım, tş / sa,

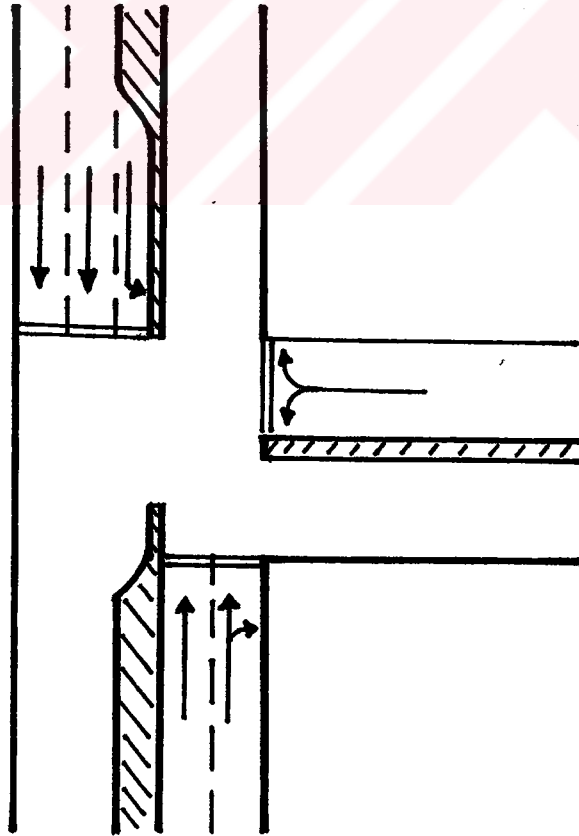
S_b : temel doygun akım, bo / sa,

f_w : şerit genişliği düzeltme faktörü,

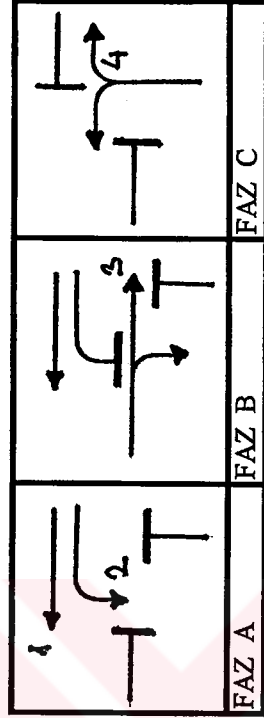
f_g : yaklaşım kolu eğimi düzeltme faktörü,

f_c : taşıt kompozisyonu düzeltme faktörü,

A - KAVŞAK PLANI



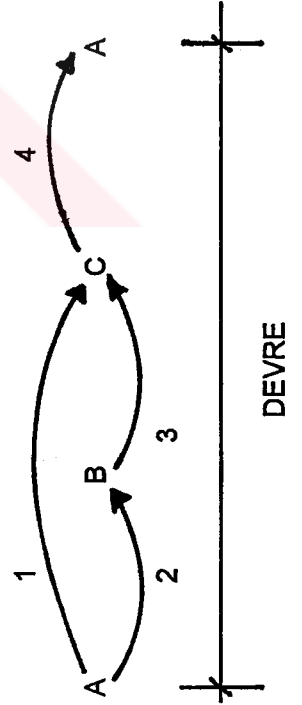
B - FAZ DİYAGRAMI



C - FAZ AKIM MATRİSİ

AKIM NO	BAŞLANGIÇ FAZİ	BİTİŞ FAZİ
1	A	C
2	A	B
3	B	C
4	C	A

D - KRİTİK AKIM DEVRE DİYAGRAMI



Şekil 2.2 Kavşak Planı, Faz Diyagramı, Devre

A) Şerit genişliği düzeltme faktörü, f_w

Şerit genişliğinin sınırları en az 2,40 m, en fazla 4,60 m olarak düşünülmüştür. Şayet şerit genişliği 3,0 m ile 3,7 m arasında ise herhangi bir düzeltmeye gerek yoktur. Farklı genişlikteki şeritler için düzeltme faktörleri 2.58 nolu bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

$$f_w = \begin{cases} 0,55 + 0,14 \cdot W & \text{.....} 2,40 \text{ m} < W < 3,00 \text{ m} \\ 1,00 & \text{.....} 3,00 \text{ m} < W < 3,70 \text{ m} \\ 0,83 + 0,05 \cdot W & \text{.....} 4,60 \text{ m} > W > 3,70 \text{ m} \end{cases} \quad (2.58)$$

Şerit genişliğinin 2,0 m ile 4,6 m olması durumuna göre $f_w = 0,89$ ile 1,06 arasında değişecektir. Şerit genişliğinin büyük olması durumunda, dur çizgisinin arkasında şeritler dışında bir de kısa kuyruk oluşacaktır ki buna kısa şerit kullanımı denilmektedir.

Kısa şerit kullanımı ; bazı durumlarda, kısa şerit etkisinden dolayı çok şertili yaklaşım kollarındaki doymun akım değesinde azalma olur. Şekil 2.3 'de bununla ilgili örnekler verilmiştir. Dönüş cebinden, yaklaşım kolunda park yapılmasından, komşu şeritteki kuyruğun şeridi kapatmasından dolayı bu durum meydana gelir. (Kaynak ; R.Akçelik , 1986.Australian road research board.)

B) Eğim etkisi düzeltme faktörü, f_g

Eğimin etkisi çıkışta (+), doymun akım üzerinde azaltıcı, inişte (-) ise artırıcı bir etki yapacaktır. Eğim etkisi düzeltme faktörü 2.59 nolu bağıntıdan hesaplanabilir.

$$f_g = 1 - 0,5 (G / 100) \quad (2.59)$$

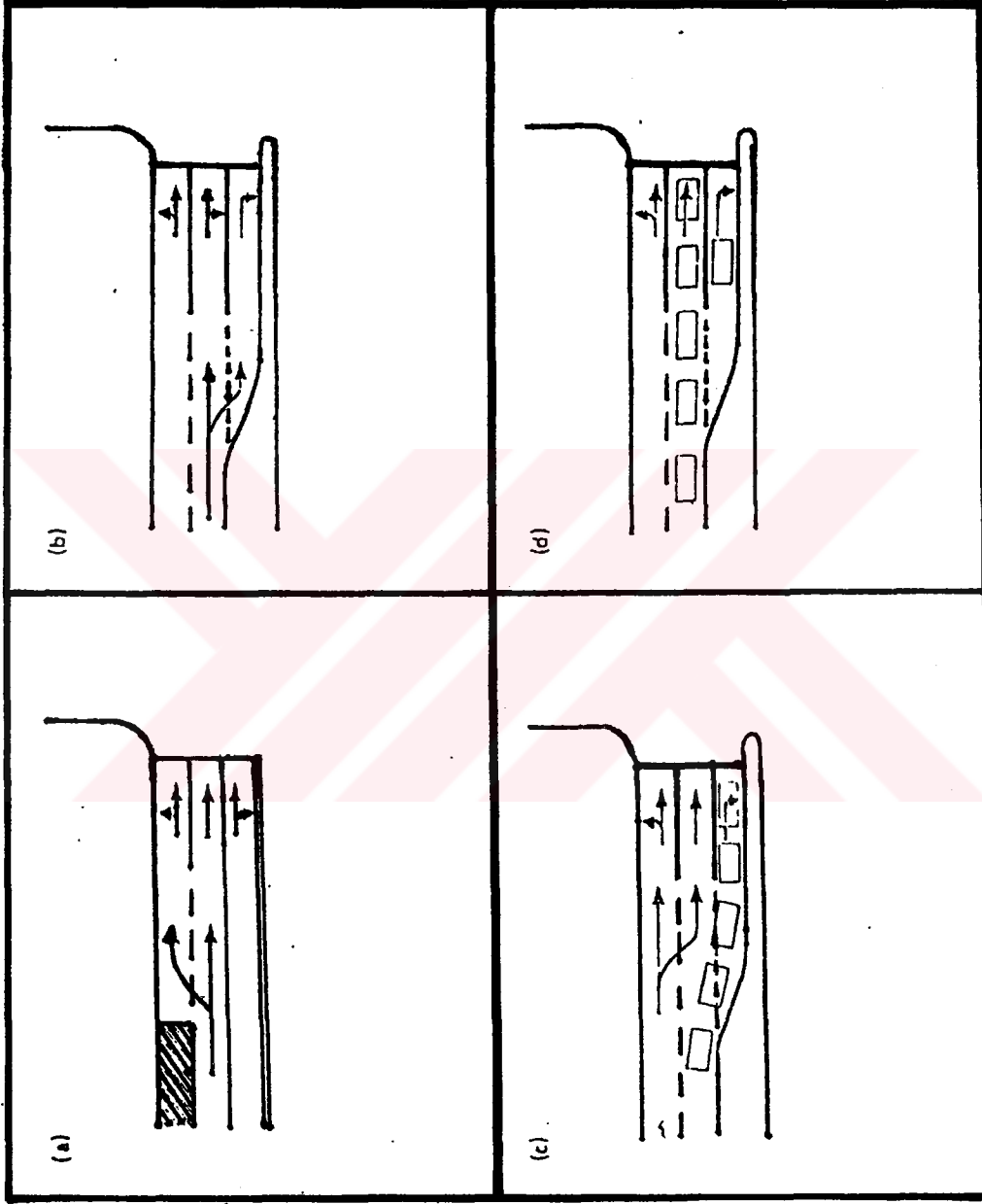
Burada ;

G : yüzde olarak yaklaşım kolu eğimidir.

Eğim ve şerit genişliği etkisi düzeltme faktörleri yardımıyla düzeltilmiş doymun akım ;

$$S_{tcu} = f_w \cdot f_g \cdot S_b \quad (2.60)$$

olacaktır.



Şekil 2.3 : Kısa şerit kullanımına ait örnekler

C) Taşıt 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 ;

$$f_c = \sum_{i=1}^n (e_i \cdot q_i) / q \quad (2.61)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada ;

e_i = dönüştürülecek i tipi taşıt için doğru giden taşıt eşdeğeri, (Tablo 2.25 ' den alınacak)

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

q = toplam akım hacmi (= $\sum_{i=1}^n q_i$), tş / sa dir.

i) Çatışmayan dönüşler ;

a) Normal : Bu tanım, dönüş yarıçapı yeterince büyük ve yay engellemesi olmayan sağ / sol dönüşler için kullanılmaktadır. 1969 yılında Ellson 'un geliştirdiği ve 15 m'den daha küçük dönüş yarıçaplarına sahip dönüşler için geçerli olan bağıntı oldukça kullanışlıdır.

$$S = 1850 / (1 - 100 . 3 \sqrt{r}) \quad (2.62)$$

b) Kısıtlı : Bu tanım, dönüş yarıçaplarının küçük olduğu ve / veya yayalardan etkilenen sağ / sol dönüşler için kullanılmaktadır. Şayet çok yoğun yay etkileri varsa bu durumda çatışan dönüş olarak düşünülebilir.

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

$$e_o = (0,5 \cdot g) / (s_u \cdot g_u + n_f) \quad (2.63)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

Burada ;

g = çatıştığı akımın etkin yeşil süresi, s_n

s_u = çatıştığı akımın hacminin bir fonksiyonu olarak, çatışan dönen akımın, doymun akımdeğeri (önerilen, sağ dönüşler için, 0,42 tş / s_n sol dönüşler için, 0,39 tş/ s_n) , tş/ s_n

q_u = çatıştığı akımın doymamış yeşil süresi

$$\left(= \frac{s \cdot g - g \cdot D}{s - q} \right) , (s_n) \quad (2.64)$$

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.

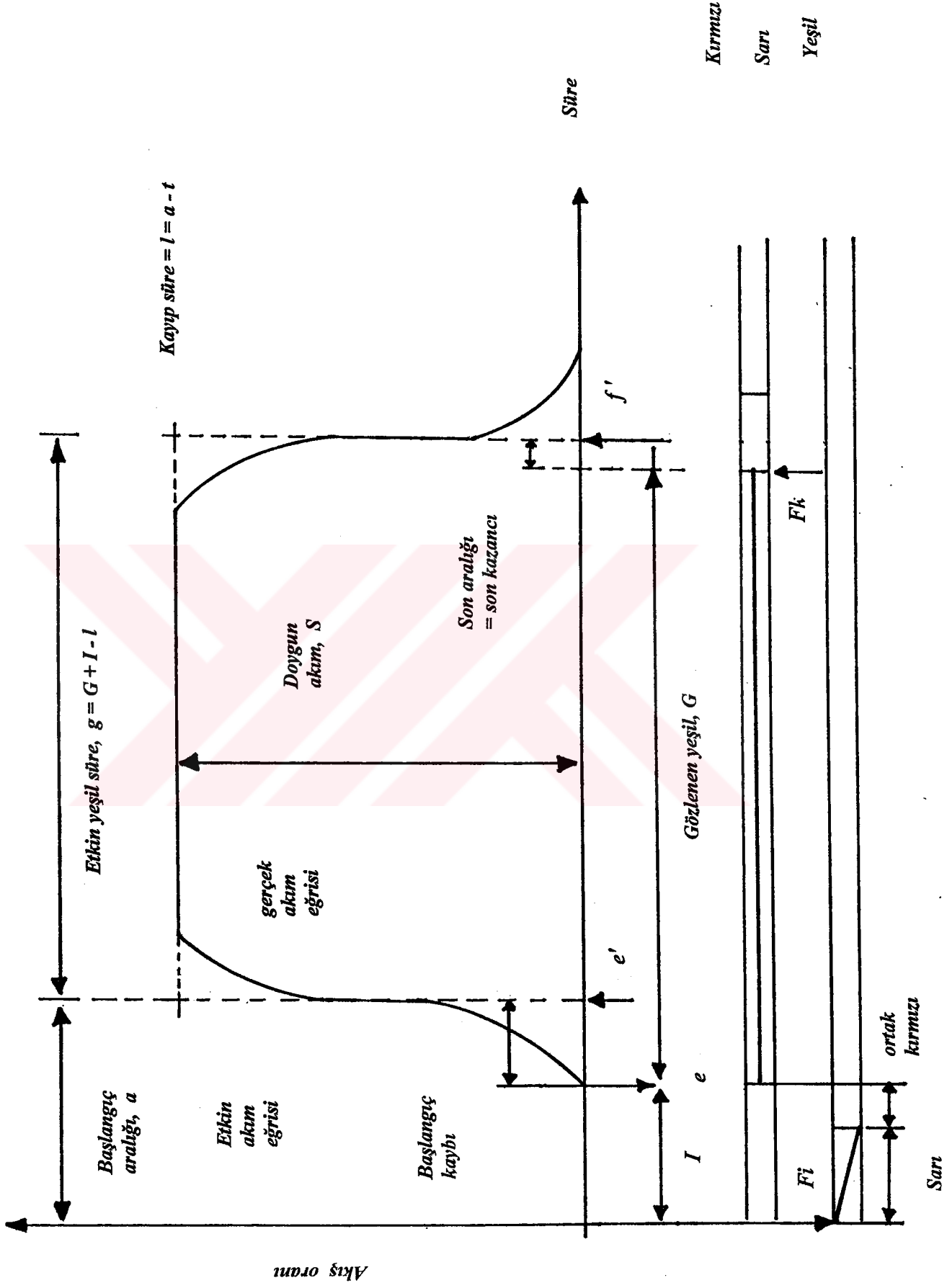
Genel kapasite hesapları için (e_o) değerinin 3 alınması önerilmektedir.

(Kaynak ; R.Akçelik , 1986.Australian road research board.)

6.Adım : Kayıp süre ve etkin yeşil sürenin hesaplanması

Kayıp süre ve etkin yeşil süre temel akım karakteristikleri içinde yer almaktadır.Şekil 2.4 'de görülmektedir.

Şekilde görülen kesikli çizgi ile belirtilmiş dörtgenin yüksekliği doymun akımı (s), genişliğide etkin yeşil süreyi (g) göstermektedir.Bir başka deyişle bu eğri altında kalan alan ($s \cdot g$) bir devre boyunca geçebilecek maksimum akımı vermektedir.Gösterilen yeşil süre başlangıcı ile etkin yeşil süre başlangıcı arasındaki fark başlangıç kaybı olarak adlandırılmaktadır.Benzer şekilde gösterilen yeşil süre sonu ile etkin yeşil süre sonu arasındaki farka ise son kazancı adı verilir.



Başlangıç kaybı ee' ve son kazancı ff' ise etkin yeşil ($g = G + ff' - ee'$) olacaktır. Ayrıca, başlangıç aralığı ($a = I + ff'$) ve son aralığı da $b = ee'$ olacaktır. Böylece etkin yeşil süre başlangıç ve bitiş zamanları ($F_i + a$) ve ($F_k + b$) olarak gösterilebilir. Burada $F_i + F_k$ iki fazın başlangıç zamanlarıdır. (Kaynak ; R.Akçelik , 1986. Australian road research board.)

Bir fazda taşıtların kavşağı kullanmadıkları kayıp süre,

$$l = (a - b + I) , (sn) \quad (2.65)$$

olacaktır.

Burada ;

a = başlangıç kaybı, sn

b = son kazancı, sn

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

Bir sinyalizasyon kavşağı devre süresi ve yeşil süre dağılımı hesabı ile kapasitenin belirlenmesinde kolaylık sağlanması amacı ile başlangıç kaybının son kazancına eşit olduğu kabul edilir. Bu durumda kayıp süre yeşillerarası süreye eşit olacaktır. Bu durumda

$$(g + l) = (G + I) \quad (2.66)$$

olacaktır. Buradan etkin yeşil süre

$$g = (G + I - l) , sn \quad (2.67)$$

olarak yazılabilir.

Burada ;

g = etkin yeşil süre , sn

G = yakılan yeşil süre , sn

I = yeşiller arası süre , sn

l = kayıp süre , sn

7.Adım : Pratik doygunluk derecesinin belirlenmesi

Pratikte 1'den daha küçük olduğu kabul edilen bir doygunluk derecesi vardır. Şayet talep kapasitesini aşarsa kavşakta gecikme, duruş sayısı ve kuyruk uzunluğu artacaktır.Bu durumda seçilen doygunluk derecesine pratik doygunluk derecesi adı verilir.Pratik doygunluk derecesinin 0,8 ile 0,9 arasında olduğu kabul edilir ve yüksek talepte 0,9 alınabilir.Trafiğin yoğun olduğu zirve saatlerde 15 dakikayı geçmeyecek süreler için 0,95 değeride kullanılabilir.Bir akım yada kavşağın tümü için, kabul edilebilir, maksimum doygunluk derecesi sözkonusudur.

Bu aşamaya kadar açıklanan tüm bilgiler, hesaplamada kullanılacak temel girdileri kapsamaktadır.Bu bilgiler tablo 2.26 ' da verilen girdi tablosu kullanılarak düzenlenebilir.Bu aşamadan sonra açıklanan hesaplarda tablo 2.27 ' da verilen hesap tablosu kullanılarak düzenlenebilir.

8.Adım : Akım oranı ve yeşil süre oranının belirlenmesi

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

$$y_i = (q_i / s_i) \quad (2.68)$$

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

$$U_i = g_i / D \quad (2.69)$$

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

$$U = \sum_{i=1}^n u_i = (D - L) / D = g_i / D \quad (2.70)$$

şeklinde yazılabilir.

Burada ;

u_i = bir fazın yeşil oranı

- U = kavşağın yeşil oranı
 D = devre süresi, sn
 L = devredeki toplam kayıp süre
 n = faz sayısı

Bir akımın kapasitesi ;

$$c_i = \frac{s_i \cdot g_i}{D} \quad (2.71)$$

olmak üzere doygunluk derecesi ;

$$x_i = q_i / c_i = (q_i \cdot D) / (s_i \cdot g_i) = y_i / u_i \quad (2.72)$$

bir kavşağın doygunluk derecesi ise ;

$$X = \frac{D \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{D - L} = \frac{D \cdot Y}{g_i} = Y / U \quad (2.73)$$

olacaktır.

Burada ;

- x_i = akımın doygunluk derecesi
 X = kavşağın doygunluk derecesi
 y_i = akımın akım oranı
 Y = kavşağın akım oranı
 u_i = akımın yeşil oranı
 U = kavşağın yeşil oranı
 D = devre süresi, sn
 c_i = akımın kapasitesi, tş / yeşil saat
 s_i = akımın doygun akım değeri, tş / sa

7.adım 'da herbir akım ve kavşağın tümü için, pratik doygunluk dereceleri belirlendiğinden, akım ve kavşağın yeşil oranları, 2.72 ve 2.73 eşitliklerinden ;

$$u_i = y_i / x_p \quad (2.74)$$

ve

$$U = Y / X_p \quad (2.75)$$

şeklinde yazılabilir.

9.Adım : Kritik akımların belirlenmesi

Bir akıma verilmesi gereken yeşil süresi en az

$$t_m = (g_m + 1) = (I + G_m) \quad (2.76)$$

veya

$$t_m = (\frac{y}{x_p} . D + 1) = (u . D + 1) \quad (2.77)$$

saniye olmalıdır.Devre süresi henüz hesaplanmadığından, kritik akımın belirlenmesi aşamasında, bu değer, 100 sn olarak alınabilir. 2.76 ve 2.77 nolu 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 akımlar kritik olarak kabul edilir. (Kaynak ; Turan BÜLENT , 1991.Yüksek lisans tezi.)

10.Adım : Optimum ve minimum devre sürelerinin hesaplanması

$$p = D + K . H \quad (2.78)$$

performans ölçütünü en az kılan devre süresi optimum devre süresi olarak adlandırılır.Burada ;

H = toplam duruş sayısı

D = gecikme

K = stop penalty

olmak üzere ;

$$D_o = \frac{(1,4 + k) \cdot L + G}{1 - Y} \quad (2.79)$$

Burada ;

- D_o = optimum devre süresi, sn
 L = kavşak kayıp süresi, sn
 Y = kavşak akım oranı
 K = $K / 100$ stop penalty parametresi

- K = 0,4 minimum yakıt tüketimi için
 K = 0,2 minimum maliyet (gecikmeye de bağlı) için
 K = 0 minimum gecikme için

Kritik akımların kuyruk uzunluklarının toplamını en aza indirmek için 2.79 nolu bağıntı kullanılır ise $k = - 0,3$ alınır. Stop penalty kavramı proje ve kontrol aşamalarında oldukça önemli bir parametredir ve bu parametre farklı zaman ve ortamlar için isteme bağlı olarak değiştirilebilir. Örneğin; yüksek hızlara sahip olan yollar üzerinde zirve dışı saatler için (düşük yoğunluktaki akım) yakıt tüketimi, kent merkezlerinde zirve saatlerde (yüksek yoğunluktaki akım) minimum kuyruk uzunluğu önemlidir. $K = 0$ alındığında Webster (1958) ve Miller'in (1968) minimum gecikme düşüncesi ile verdikleri bağıntı elde edilir.

2.79 nolu bağıntıdan da görülebileceği gibi " k " değerinin büyük alınması devre süresinde büyümesine neden olacaktır. Bu durum duruş sayısının, yakıt tüketiminin ve kirletici emisyonların azalmasını sağlayacaktır.

2.79 nolu bağıntıda verilen optimum devre süresi yaklaşımının da yalnızca kritik akımların " Y " değerleri dikkate alınmaktadır. Bu durumda diğer akımların gecikme ve duruş sayıları yani performans fonksiyonu ($p = D + K \cdot H$) kısa devre sürelerinde daha düşük olacaktır. Ayrıca yan yol akımları için gecikme değerleri ancak kısa devre süreleri ile mümkündür.

Doygun akım değeri, yeşil süre ile doğrudan ilgilidir. Yeşil sürenin uzaması ile doyguluk azalabilir. Diğer bir ifadeyle, kısa devre süreleri ile daha iyi performans elde edilebilir. Koordine edilmiş kavşakların tümünde belirlenen tek bir devre süresi

kullanılır.Bu devre süresi de kritik kavşak için belirlenen devre süresidir.Diğer kavşakların devre süreleri daha küçük olacaktır.Alan içinde kullanılacak daha kısa devre süresi diğer kavşaklardaki performans kaybını düşürecektir.

Kavşaktaki tüm akımlar için belirlenen maksimum doyumluk derecesinin altında kalacak bir doyumluk derecesi kullanılarak hesaplanan minimum devre süresi, pratik devre süresi olarak adlandırılır.

$$D_p = L / (1 - u) \quad (2.80)$$

Burada ;

L = kavşak kayıp süresi, sn

u = kavşak yeşil süre oranı

Yaya ya da araç boşaltma süresi ($t_m = G_m + I$) ile kullanılabilen maksimum doyumluk derecesinden ($u_c + 1$, burada $u = Y / X_p$) daha büyük olanı kritik akım için belirlenir.Çok düşük orandaki akımlarda bu şartlar sağlanabilir.Minimum devre süresi t_m değerlerinin toplamı olacaktır.

$$C_m = \sum t_m = \sum (G_m + I) \quad (2.81)$$

Burada ;

G_m = gösterilen minimum yeşil

I = yeşiller arası süre

Doyumluk derecesi olarak kullanılan maksimum doyumluk derecesi $X_p = 0,9$ dur.Farklı durumlarda farklı doyumluk dereceleri seçilebilir.Anayol üzerinde daha düşük değerler seçilirken yan yolda yüksek değerler seçilebilir.Genellikle koordine kavşaklarda eşit doyumluk derecelerinin seçilmesi daha iyi gelişme sağlar.Ancak otobüs öncelikli yollarda farklı değerler seçilebilir.Büyük X_p değerlerinin seçilmesi durumunda daha kısa devre süreleri çıkacaktır.

(Kaynak ; R.Akçelik , 1986.Australian road research board.)

11.Adım : Yeşil süre dağılımlarının hesaplanması

Bazı durumlarda kritik akımlar devre süresine bağlı olabilir.Bunu kontrol etmek için, hesaplanan devre süresine bağlı olarak, 2.76 , 2.77 nolu eşitliklerden 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 ;

$$g_i = \left(\frac{D - L}{U} \right) \cdot u_i, (sn) \quad (2.82)$$

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

$$g_i = (g_c + l_c) - 1, (sn) \quad (2.83)$$

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.

$$g = \left(\frac{D^* - L^*}{U^*} \right) \cdot u, (sn) \quad (2.84)$$

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 tekrarlı akımın yeşil süresi,

$$g = (\sum g_c + \sum l_c) - 1, (sn) \quad (2.85)$$

olarak hesaplanır.

Burada ;

$\sum g_c$ = tekrarsız akımların yeşil süreleri toplamı, sn

$\sum l_c$ = tekrarsız akımların kayıp süreleri toplamı, sn

1 = tekrarlı akımın kayıp süresi, sn

Bu hesaplamaların ardından, akımlara gösterilecek yeşil süre,

$$G = (g + 1) - I \quad (2.86)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.

12.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları

Bir akımın veya bir kavşağın tümünün kapasitesi 2.12 ve 2.13 nolu bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir.

Bir kavşakta, ortalama akım fazlası kuyruk

$$N_o = \frac{C \cdot T_f}{4} \left(z + \sqrt{z^2 + \frac{12 \cdot (x - x_o)}{C \cdot T_f}} \right) \quad (2.87)$$

olarak hesaplanabilir.

Burada ;

N_o = ortalama akım fazlası kuyruk (bu değer bütün şeritlerde kuyruklanmış toplam taşıt sayısıdır.)

C = kapasite (= $s \cdot g / D$)

T_f = T_f aralığı süresince gelebilecek en çok taşıt sayısı

x = doyumluk derecesi (= q / C)

z = $(x - 1)$, şayet doyumluk derecesi birden küçük ise bu değer negatif olur.

x_o = bu değer altındaki doyumluk derecelerinde, akım fazlası kuyruk oluşmaz.
(= $0,67 + (s \cdot g) / 600$)

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

$$d = \left(\frac{D (1 - u)^2}{2 (1 - y)} + \frac{N_o \cdot x}{q} \right) \quad (2.88)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Burada ;

D = devre süresi

- u = yeşil süre oranı
 y = akım oranı
 x = doygunluk derecesi
 q = hacim , tş / sn
 N_0 = ortalama akım fazlası kuyruk, tş

Her taşıt için ortalama duruş sayısı,

$$h = 0,9 \left(\frac{1 - u}{1 - y} + \frac{N_0}{q \cdot D} \right) \quad (2.89)$$

olacaktır.

Yeşil süre başlangıcında kuyruktaki ortalama taşıt sayısının ise

$$N = q \cdot r + N_0 \quad (2.90)$$

olması beklenir.

Burada ;

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

Yaya başına ortalama gecikme

$$d = r^2 / 2D , (sn) \quad (2.91)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.

Kırmızı ışıktaki duran yaya sayısı ise

$$H = (q \cdot r) / D \quad (2.92)$$

olacaktır.

Burada ;

- q = yaya hacmi, (yaya / sa)
 r = etkin kırmızı süre
 D = devre süresi

Yayalara yeşil yandığında, bekleyen yaya sayısı

$$N = q \cdot r \quad (2.93)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

(Kaynak ; R.Akçelik , 1986.Australian road research board.)

2.2.1.5. KORE YÖNTEMİ

Kore yönteminde, bir sinyalize eşdüzey kavşak kapasitesi ile bu kavşakta taşıt başına ortalama gecikmenin belirlenmesi için izlenecek yol beş adımdan oluşmaktadır.Bunlar ;

- 1.Adım : Doygun akım değerinin belirlenmesi.
- 2.Adım : Düzeltme faktörleri
- 3.Adım : Etkin yeşil süre ve kayıp süre analizi
- 4.Adım : Yolcu otomobil eşdeğerliklerinin analizi
- 5.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları

şeklinde sıralanabilir.Bu adımları daha detaylı olarak aşağıda göreceğiz.

- 1.Adım : Doygun akım değerinin belirlenmesi.

İlk taşıtın yeşil başlangıcından itibaren dur çizgisini terk etmesine kadar geçen süre başlangıç kaybıdır.Belirli bir taşıttan sonra (4.taşıt) birbirine yakın ve sabit bir izleme aralığı ile taşıtlar hareket eder.Bu dizinin bittiği süreye doygun izleme aralığı adı verilir.Bu sürede geçen taşıt sayısı ile doygun akım değeri hesaplanabilir.

$$3600 \text{ (sn / sa)}$$

$$\text{Doygun akım} = \frac{3600}{\text{Doygun izleme aralığında geçen taşıt sayısı} / \text{süre(sn / tş / şr)}} \quad (2.94)$$

$$\text{(tş / sa / şr)}$$

Doygun izleme aralığına bağlı olarak taşıt kuyruğunun durumu belirlenmiş ve lineer ve non-lineer regresyon analizi ile aralıklar belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 2.28 Ducan gruplaması sonuçları

BÖLGE GÜVENLİK		DUCAN GRUPLAMASI						
DERECESİ		A	B	C	D	E	F	G
Toplam	% 99	1	2 - 8	3 - 15	4 - 21	5 - 21		
Tüm	% 95	1	2 - 4	3 - 8	4 - 15	5 - 21	6 - 21	
Bölgeler	% 90	1	2 - 4	3 - 8	4 - 15	5 - 21	6 - 21	

Tablo 2.29 Kuyruktaki doygun taşıt için karşılaştırma

KHCM	USHCM	Greenshields	Leang
6	5	5	4

i) Kuyruktaki doygun taşıtın belirlenmesi

Genellikle izleme aralığı araştırmalarında gözlenen kuyrukta gittikçe azalan ya da bir değerde sabitleşen bir aralık mevcuttur. Lineer modelin eğiminin " 0 " olduğu kuyruklar belirlenir. Non-linear regresyonda C değerine yaklaşık olarak eşit olan kuyruklar belirlenir. Veriler DUCAN testine göre gruplandırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonunda, izleme aralığı 6. taşıttan sonra sabitleşmiştir. Ducan gruplanmasının sonuçları ile, doygun taşıt değerleri tablo 2.28 ve tablo 2.29 da görülmektedir.

ii) İdeal doygun akım

Düzeltilme faktörlerine ihtiyaç duyulmayan bölgelerde ideal doygun akım araştırması yapılmıştır. (şerit genişliği 3,2 m). Doygun kuyruklanma ve doygun aralığın belirlenmesinden sonra doygun akım çalışması yapılmıştır.

Lineer regresyon analizi :

Doygun izleme aralığı, doygun taşıtın dur çizgisini geçmesinin ardından herbir taşıt için yapılmıştır.

$$T_x = a x + b \quad (2.95)$$

Burada ;

T_x = x. taşıtın dur çizgisini geçiş zamanı

a = sabit (doygun aralık)

b = sabit (başlangıç kaybı)

lineer regresyon analizi ile, doygun izleme aralığı 1,63 sn ve ideal doygun akım değeri 2200 bo/sa-şr olarak bulunmuştur.

$$T_x = 1,629 . x + 2,29 \quad ; \quad R^2 = 0,99 \quad (2.96)$$

Non-Lineer regresyon analizi :

$$H = e^{(ax+b)} + C \quad (2.97)$$

Tablo 2.30 İdeal doygun akım analiz sonuçlarının karşılaştırılması

Özellikler	KHCM tş/yş.sa/şr	USHCM	AUS (tch)	SWE tş/yş/sa	CANADA
Doygun taşıt	6	5			
Doygun aralık (sn)	1,63	2			
İdeal doygun akım	2210	1800	1850	1700	1550
Seçilen	2200				

Tablo 2.31 Yol şartları

Şerit genişliği (m)	> 3,5	> 3,3	>3,0	> 2,7	> 2,5
Şerit sayısı	363	171	694	231	99

regresyon formülü izleme aralığı için kullanılabilir.

Burada ;

H = kuyruktaki x pozisyonu için aralık

a, b, c = sabit

Non-linear regresyon analizi sonuçları aşağıda verilmiştir. Doygun izleme aralığı 1,6116 sn olarak belirlenmiştir.

$$H = e_{xp} (-0,293 \cdot x - 0,0439) + 1,5974 \text{ (toplam veri)} \quad (2.98)$$

$$H = e_{xp} (-0,465 \cdot x - 0,4155) + 1,6317 \text{ (ortalama veri)} \quad (2.99)$$

Lineer regresyon analizi sonucunda elde edilen 1,63 sn lik doymuş aralık ve 2200 tş / sa lik ideal doymuş akım değeri anlamlı olarak kabul edilmiştir. Tablo 2.30 'da ideal doymuş akım analiz sonuçlarının karşılaştırılması görülmektedir.

2.Adım : Düzeltme faktörleri

Şerit bazında değerlendirilmiştir. Bu düzeltme faktörleri aşağıda sınıflandırılmıştır.

Yol şartları : şerit genişliği düzeltme faktörü (f_w)

eğim faktörü (f_g)

Trafik şartları : otobüs durağı etkisi (f_{bb})

park etkisi (f_p)

Sinyalizasyon

Şartları : sol dönüş etkisi (f_{LT})

sağ dönüş etkisi (f_{RT})

Diğer : şerit doluluğu etkisi

Yol şartları :

Yaklaşım kollarındaki şerit genişlikleri farklı beş grupta toplanmıştır. Şerit genişlikleri yoğun olarak 3 ile 3,3 m arasındadır. Gruplanan veri sayıları tablo 2.31 'de verilmiştir.

Tablo 2.32 Şerit genişliğine bağlı doygun akım

Şerit genişliği (m)	Doygun izleme aralığı (sn)	Doygun akım (tş/yş.sa/şr)
3,4	1,647	2.186
3,3	1,661	2.167
3,2	1,629	2.210
3,1	1,649	2.183
3	1,649	2.183
2,9	1,693	2.126
2,7	1,694	2.125
<2,5	1,758	2.048

ideal doygun akım

Tablo 2.33 Eğim için veri gruplandırması

Eğim %	> +6	> +3	< +3	0	> -3	> -6	< -6
Yaklaşım ko	4	20	24	255	25	21	15

Tablo 2.34 Eğim etkisi

Eğim %	Doygun aralık	Doygun akım	Düzeltilme faktörü
6	1,751	2056	0,93
3	1,701	2116	0,958
-3	1,624	2217	1
-6	1,649	2183	0,988

Tablo 2.35 Otobüs durakları için ise aşağıdaki gruplandırma yapılmıştır.

Mesafe (m)	0 - 50	50 - 75	75 - 100	100 - 150
Bölge sayısı	363	171	694	231

Tablo 2.36 Sağa dönüş için veri toplulaştırması

Sınıflandırma	Yaya geçişinin bulunduğu yollar				Yaya geçişinin bulunduğu yollar
	Şerit sayısı				
Ortak sağa dönüş	43	38	14	10	42
Özel şeritli					
sağa dönüş	29	43	40	8	2
					106

Tablo 2.37 Sol dönüş için veri toplulaştırması

Sınıflandırma	İki farklı kentteki toplam yaklaşım kolu	
Sol dönüş yasak		61
Korunmuş	Özel şerit	142
sol dönüş	Özel şeritler	85
		227
Birlikte	Kısa şerit	7
sola dönüş	Özel şerit	56
	Kısa+Özel şerit	19
	Özel şeritler	19
		101
Kısıtlı	Özel şerit	8
sola dönüş	Özel şerit yok	3
		11

Farklı bölgeler için yapılan çalışmalar sonucunda ideal doygun akım değeri 2210 bo/sa-şr olarak belirlenmiş ve ardından bu değer farklı genişlikteki şeritler için elde edilen değerler ile karşılaştırılmıştır.Şerit sınıflandırılmasına bağlı olarak doygun izleme aralığı ve doygun akım değerleri aşağıda tablolaştırılmıştır.Ancak, şerit genişliği arttıkça doygun akım değerinin de artması beklenirken, sağlıklı sonuçlar elde edilememiştir.Şerit genişliğine bağlı doygun akım değerleri tablo 2.32 'de verilmiştir. Ayrıca eğim için veri gruplandırılması da tablo 2.33 'de verilmiştir.

Farklı ülkelerde yapılan çeşitli araştırmalar, eğim değerinin artması ile doygun akım değerinin azaldığını, eğim değeri düştükçe doygun akım değerinin arttığını göstermiştir.Ancak Kore'de yapılan çalışmalarda sağlıklı bir sonuç elde edilememiştir.

% 6 eğime sahip bölgelerde doygun aralık, % 0 eğime sahip bölgelerden daha yüksek çıkmıştır.% 3 eğimli yol kesimi ile %0 eğimli yol kesimleri doygun aralık yaklaşık birbiri ile aynıdır.

Değişik eğimli yol kesimleri ile, doygun izleme aralığı, doygun akım ve düzeltme faktörleri tablo 2.34 'de tablolaştırılmıştır.

Tablodan da görülebileceği gibi - % 3 ile % 0 arasındaki eğimlerin etkisi yok, ancak bu değerlerin altında ve üstündeki eğim değerlerine sahip yollarda doygun akım değeri düşmektedir.

Trafik şartları :

Kore'nin kentsel alanlarındaki ağır taşıt trafiği diğer ülkelere kıyasla daha yüksektir.Otobüs durağı ve yol kenarı parkı 'da doygun akım üzerinde etkili olan parametrelerdir . USHCM 'de , şayet otobüs durağı ya da park kavşaktan itibaren 75 m uzaklıkta ise, doygun akım üzerinde etkilidir demektedir.Tablo 2.35 'de otobüs durakları için gruplandırma görülmektedir.

Sinyalizasyon şartları :

Sinyalizasyon kontrolü hem gün içinde zamana göre değişebilen sistemle ve hem de sabit zamanlı olarak çalışabilir.Sinyalizasyon da verimin devre süresi arttıkça azaldığı görülmüştür.Tablo 2.36 'da sağa dönüş için veri toplulaştırması, tablo 2.37 'de sola dönüş için veri toplulaştırması verilmiştir.

3.Adım : Etkin yeşil süre ve kayıp süre analizi

Bir sinyalize kavşak için etkin yeşil süre şu şekilde belirlenir.

(yeşil süre + sarı süre - başlangıç kaybı - güvenlik süresi)

Taşıtlara verilen yeşil süre ile birlikte taşıtlar harekete başlayacaktır.Ancak taşıtlar bu yeşil ile birlikte dur çizgisini terk edemeyecektir.Bu kaybedilen süreye başlangıç kaybı denilmektedir. Güvenlik süresi ise son sürenin bir parçası olup taşıtlar tarafından kullanılmayan süredir.

Taşıtlara verilen yeşil süre sonunda kavşak içinde kalan taşıtlar, son süre boyunca kavşağı kullanmaya çalışacaktır.İşte bu süreye son kazancı diyoruz.Yeşil süre sonunda kalan kısma güvenlik süresi denilmektedir.

Analiz sonuçlarında ; Kore için başlangıç kaybı 2,3 sn olarak belirlenmiştir.Son kazancı ve güvenlik süresi aşağıdaki gibidir.

3 sn 'lik sarı süre için	Son kazancı	2 sn	
	Güvenlik süresi	1 sn	(2.100)
4 sn 'lik sarı süre için	Son kazancı	2,4 sn	
	Güvenlik süresi	1,6 sn	

Analiz sonuçlarının karşılaştırılması sonunda ; görüleceği gibi, 2,3 sn'lik başlangıç kaybı ve (3 sn'lik sarı için) 1 sn'lik güvenlik süresi toplamı olan toplam kayıp süre 3,3 sn dir ki bu USHCM 'de kullanılan değerden daha kısa bir süredir.Tablo 2.38 'de Kore ve Amerikan yöntemleri karşılaştırılması görülmektedir.

4.Adım : Yolcu otomobil eşdeğerliklerinin analizi

Sinyalize kavşaklardaki yolcu otomobil eşdeğerlikleri, ağır taşıt etkilerinin belirlenerek bunların doygun akım içerisinde yolcu otomobil olarak ifade edilmesi amacıyla yapılır.

Tablo 2.38 Etkin yeşil süre ve kayıp süre analizi

Özellikler	KHCM	USHCM
Başlangıç kaybı (m)	2,3	3
Güvenlik süresi	1	1
Toplam kayıp süre sn/faz	3,3	4

Tablo 2.39 Yolcu oto eşdeğerlikleri

Sınıflandırma		Yolcu oto eşdeğerliği
KHCM	Minibüs	1,2
	Otobüs	1,8
	Kamyonet	1,2
	Kamyon	2
USHCM	Ağır taşıt	1,5
AUS	Doğru şeritler	2
	Dönen şeritler	2,0 - 2,5
	Otobüs	1,75
CANADA	Kamyon	1,25 - 3,5
	Otobüs	2
UK (TRRL)	Kamyonet	1,5
	Kamyon	2,3

Analiz yöntemleri ;

İzleme aralığı ; herbir taşıt türü için ayrı ayrı belirlenen izleme aralıklarının karşılaştırılması.

Regresyon analizi yöntemi ; doygun akım içerisinde geçen taşıt sayılarının çoklu regresyon içinde kullanılması temeline dayanır.

Branston 'un regresyon analzi yöntemi ;

1- Synchronous yöntemi :

$$T = \gamma_1 \lambda_1 - \gamma_2 \lambda_2 + \eta_1 q_1 + \dots + \eta_n q_n + \epsilon \quad (2.101)$$

2- Asynchronous yöntemi :

$$q_1 = -\Gamma \lambda_1 \gamma_1 + \Gamma \lambda_2 \gamma_2 - a_2 q_2 - \dots - a_n q_n + \Gamma \tau + \epsilon \quad (2.102)$$

Burada ;

γ_1 = 1 veri toplama sürecinde başlangıç kaybı varsa ,

0 veri toplama sürecinde başlangıç kaybı yoksa ,

λ_1 = başlangıç kaybı (sn)

γ_2 = 1 güvenlik süresi varsa

0 güvenlik süresi yoksa

(yolcu otomobil eşdeğerliğinin analizi için 0 alınır.)

λ_2 = güvenlik süresi

Γ = doygun akım

q_i = i tipindeki taşıt hacmi (örn; q_1 = yolcu otomobil hacmi)

η_i = i tipindeki taşıtın birim otomobil eşdeğerliğinin belirlenmesi için kullanılan parametre

a_i = i tipindeki taşıtın birim otomobil eşdeğerlik faktörü

ϵ = hata

Branston 'un yöntemi aşağıda verildiği şekli ile düzeltilmiştir.

$$X' = - a_1 (\text{minibüs hacmi}) - a_2 (\text{otobüs hacmi}) - a_3 (\text{kamyonet hacmi}) - a_4 (\text{kamyon hacmi}) + ST \quad (2.103)$$

Burada ;

X' = doygun aralığa (1,63 sn) bağlı olarak birim otomobile çevrilmiş toplam hacim.

a_i = i tipteki taşıt için yolcu otomobil eşdeğerliği

ST = veri toplama süresince geçebilecek yolcu otomobil hacmi.

Tablo 2.39 'da Kore yöntemi ile diğer ülke yöntemleri arasındaki karşılaştırılma görülmektedir.

5.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları

1985 USHCM 'de verilen yöntem izlenmiştir.

$$c_i = S_i \cdot (g_i / D) \quad (2.104)$$

Bir şerit grubunun kapasitesi olarak ifade edilirse, kavşağın toplam kapasitesi ;

$$C = \sum_{i=1}^n c_i = 1 / D \cdot \sum_{i=1}^n (g_i \cdot S_i) \quad (2.105)$$

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 ;

$$d_1 = 0,38 \cdot D \cdot (1 - u_i)^2 / (1 - u_i x_i) \quad (2.106)$$

$$d_2 = 173 \cdot X^2 (X - 1) + \sqrt{ (X - 1)^2 + (16 X / D) } \quad (2.107)$$

olmak üzere

$$d = d_1 + d_2 \quad (2.108)$$

olarak hesaplanabilir.

Burada ;

- u_i = yeşil oranı (= g_i / D)
 x_i = şerit grubunun doygunluk derecesi
 X = kavşağın doygunluk derecesi
 D = devre süresi, sn

Kuyruk uzunluğu da

$$N_o = 0,25.C.T_f . X^2 (X- 1) + \sqrt{(X- 1)^2 + (4X / C . T_f)} \quad (2.109)$$

ve

$$N_u = q . r / 3600.(1 - u X) \quad (2.110)$$

ise

$$N_m = N_u + N_o \quad (2.111)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.

Burada ;

- N_o = akım fazlası kuyruk, tş
 N_u = kırmızı süre boyunca oluşan kuyruk, tş
 C = kavşak kapasitesi (= $(1 / D)$ (S . g))
 T_f = saat içindeki akım periyodu (önerilen 15 dak.)
 X = doygunluk derecesi
 q = hacim, tş / sn
 u = yeşil oranı
 r = etkin yeşil süre

Gecikme ve kuyruklama nedeniyle, taşıt başına ortalama duruş sayısı ;

$$h = 0,9 \left[\left(\frac{1 - u}{1 - u X} \right) + \left(\frac{3600 N_o}{q . D} \right) \right] \quad (2.112)$$

olacaktır. Toplam duruş sayısı ise,

$$H = q . h \quad (2.113)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

Burada ;

- D = devre süresi, sn

- q = hacim, tş / sn
 $q \cdot D$ = devre boyunca gelen taşıt sayısı, tş
 N_0 = akım fazlası kuyruk, tş
 u = yeşil oranı
 x = doyumluk derecesi

(Kaynak ; R.Akçelik , 1986.Australian road research board.Turan BÜLENT , 1991.Yüksek lisans tezi.)

2.2.1.6. KANADA YÖNTEMİ

1984 'de ilk basımı yapılan bu yöntem ITE 'nin Kanada birimi tarafından yapılmıştır.Bu çalışma genel anlamı ile, kavşak işletim seviyesi üzerinde etkili parametrelerin ölçümüne yönelik olarak hazırlanmıştır.Bu çalışma da bulunan hesaplamalar şerit bazında yapılmaktadır.

Bu yöntemle, bir sinyalize eşdüzey kavşak kapasitesi ile bu kavşakta taşıt başına ortalama gecikmenin belirlenmesi için izlenecek yol sekiz adımdan oluşmaktadır.Bunlar ;

- 1.Adım : Doygun akım analizi
- 2.Adım : Doygun akım üzerinde etkili olan etkenler
- 3.Adım : Boşalma olasılığı analizi
- 4.Adım : Kuyruklama analizi
- 5.Adım : Güvenlik analizi
- 6.Adım : Optimum ve minimum devre sürelerinin hesaplanması
- 7.Adım : Yeşil süre dağılımı
- 8.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları

şeklinde sıralanabilir.Bu adımları daha detaylı olarak aşağıda göreceğiz.

- 1.Adım** : Doygun akım analizi

Bir sinyalize kavşağın analizi ve planlaması aşamalarında, yaklaşım kollarının veya şeritlerin karşılaştırılabilmesi oldukça önemlidir.Bu yöntem genel olarak " kritik şerit analizi " adı verilmektedir.Bir yaklaşım kolunun ya da şeridin

kritiği, onun doygunluk derecesi ile belirlenir ve aşağıdaki şekilde gösterilir,

$$y = V / S \quad (2.114)$$

Burada ;

y = doygunluk derecesi,

V = şerit ya da yaklaşım kolundaki trafik hacmi (bo / sa)

S = bir şeridin ya da yaklaşım kolunun doygun akım değeri (bo / y.sa)

Trafik hacmi, farklı tipteki taşıtların birim oto eşdeğerlilikleri toplamı olarak ifade edilir.

$$V = \sum_k^k a_k \cdot x_k \quad (2.115)$$

Burada ;

V = trafik hacmi, (bo / sa)

k = taşıt sınıfı,

a_k = k sınıfındaki taşıtların sayısı,

x_k = k sınıfı taşıt için birim oto eşdeğerliği,

Bir şerit ya da yaklaşım kolundaki dur çizgisinden bir yeşil saat süresince boşalan taşıt sayısı doygun akım olarak tanımlanmaktadır. Bu oran, temel doygun akım ile düzeltme faktörlerinin bir fonksiyonu olarak, aşağıdaki verildiği şekliyle ifade edilebilir.

$$S = S_{basic} \cdot (F_1, F_2, \dots, F_n) \quad (2.116)$$

Burada ;

S : düzeltilmiş doygun akım (bo / y.sa)

S_{basic} : bir ideal şeridin (3,0 - 3,5 m genişlikteki) dur çizgisinden, bir başka ek trafik etkisi olmaksızın (otobüs durağı ve park yok), belirlenen yeşil süre uzunluğu ile ideal hava koşullarında, birim oto sayısı temel doygun akım olarak tanımlanmaktadır.

$F_1, \dots, F_n$: belirlenebilir etkilerin düzeltme faktörleri,

A. Geometrik şartlar

a. şerit genişliği

b. dönüş yarıçapı

c. eğim

d. kuyruklanma uzunluğu

e. boşalma uzunluğu

B. Trafik şartları

f.trafik kompozisyonu

g.otobüs durağı

h.yol kenarı parkı

i.sol dönüş

j.sağ dönüş

k.yeşil süre uzunluğu

($F_1, \dots, F_n$) : Birden fazla etki için düzeltme faktörü.Örneğin, eğim ve şerit genişliği etkileri birlikte düşünülebilir.Bir başka durum da çatışarak sola dönüş ve şerit genişliği, sonuçların hassaslığı bakımından birlikte ele alınabilir.

Temel doygun akım değerinin doğrudan araziden ölçülmesi ve güvenliğinin tahkik edilmesi düzeltme faktörlerini doygun akım üzerine uygulama yaklaşımını daha yararlı kılmaktadır.

Konvansiyonel temel doygun akım eğrisi, şekil 5 'de kesiksiz çizgi ile gösterilmiştir.Bu şekilde görülen, yeşilin yanmasından bir süre sonra trafiğin sabit bir oranla boşalmasıdır.Bu boşalma sarının yanmasından çok kısa bir süre sonrasına kadar sürer.Kesikli çizgi ile ise, benzer şekilde, yışıklı ortalama akım oranını göstermektedir.Bu gösterim, yeşilin belirli aralıklara ayrılması ve herbir aralığın yeşil başlangıcına olan bölümü için belirlenen doygun akım değerinin işlenmesi ile elde edilmektedir. (örn, 0 - 10 sn, 0 - 20 sn vb.) Plancı tarafından, bu yığışıklı ortalama eğri kullanılarak, doğrudan doygun akım değerine karar verilebilir.Kesiksiz çizgi ile gösterilen doygun akım eğrisi, yeşilin ilk ve son aralıkları dışında kalan kısmında doygun akım değerinin sabit olduğu düşüncesine dayanır.Buna karşılık, yığışıklı ortalama oran, başlangıç kaybının ve uzun yeşil sürenin etkisi ile belirlenen bir değere teğettir.

(Kaynak ; Teply , S., Proc., 1981.8 th International syposium on Transportation and trafic flow theory.)

2.Adım : Doygun akım üzerinde etkili olan etkenler

1.Yeşil süre uzunluğunun, doygun akım üzerindeki etkisi,

Doygun akım oranının, diğer faktörlerin yanısıra, yeşil süre uzunluğundan da etkilendiği düşünülmüş ve yapılan etüdlerde, uzun yeşil süreye sahip yaklaşım kollarında, yeşilin sonunda taşıt izleme aralıklarında bir artma ve buna bağlı olarak da doygun akım oranında düşme gözlenmiştir.Bu hipotezin doğrulanması amacıyla, uzun

yeşile sahip yaklaşım kollarında etüdler yapılmıştır.Elde edilen sonuçlar şekil 6 ve 7 'de grafiksel olarak görülebilir.

Şekil 6 'da, ortalama yığışımli formatta hazırlanmış olan eğrilerden görüldüğü gibi, en büyük doygun akım oranı, yeşilin 40 sn'leri civarındadır.Dört etütden üç tanesi yaklaşık aynı donucları vermesine karşılık, bir etüd diğerlerinden % 6 - 8 oranında daha yüksek değerler vermiştir.

Şekil 7 'de, her bir aralık için hesaplanan ortalama doygun akım değerleri verilmiştir.Bu şekilden de görüldüğü gibi, en büyük doygun akım değerine 3.aralıkta (20 - 30 sn arasında) rastlanmıştır.

2.Doymamış ve aşırı doygun şartların doygun akım üzerine etkisi (zirve ve dışı saatler için trafik yoğunluğunun etkileri),

Şekil 8 ve 9 'da, zirve ve zire dışı saatlerdeki doygun akım değerinin değişimleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.Grafiksel olarak verilen bu şekillerin incelenmesinden, zirve dışı saatlerdeki ölçümlerden elde edilen değerlerin, zirve saatlerdeki değerlerden daha küçük olduğu görülür.Ancak, bir genelleme yapılabilecek bilgiler elde edilememiştir.

3.Hava şartları ile doygun akım oranı arasındaki ilişki,

İlk yapılan etüd sonuçlarından, " Yaz " ve " Kış " şartlarının etkilerinin arasında anlamlı farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir (bkz. şekil 10 ve 11).Etüdlerin tekrarlanması aşamasında, bunlara ek olarak " şiddetli kış " şartı da alınmış ve elde edilen bilgiler şekil 12 ve 13'ye işlenmiştir.Genellikle etüdler yeşil sürelerin kısa olduğu yaklaşım kolları için yapılmış, ancak, yeşilin 20.sn'inden sonra doygun akımda azalma eğilimi gözlenmiştir.

4.Yerleşim tipinin etkileri,

Şekil 14 ve 15 'de " yaz " ve " kış " şartlarında yapılan etüdlere elde edilen bilgiler grafiksel olarak gösterilmiştir.Şekil 16 ve 17 'de ise, " yaz " ve " kış " şartları için, her üç yerleşime ait ortalama yığışımli doygun akım oranları verilmiştir.Kış şartlarında, her üç yerleşimdeki doygun akım değerleri, yeşil uzunluğunun artmasıyla bir düşüş eğilimi göstermektedir.

Yukarıdaki değerlendirmeler ışığında, üç yerleşimin sosyo-ekonomik karakteristikleri ile doygun akım değerleri arasında bir ilişki aranmıştır.Yapılan ilk incelemelerde, yerleşimlerin nüfus büyüklüklerinin tek başlarına, doygun akım

üzerinde etkili olduğu hipotezi reddedilmiş ve bunun yanı sıra bazı sosyo-ekonomik göstergelerinde (ortalama yaş, medeni durum, eğitim seviyesi, göç, iş sahipliği, araç parkı v.b) bu değer üzerinde etkili olabileceği düşüncesi halen devam edilmektedir.

5.İşıklandırmanın etkileri (gündüz - gece)

Yaz ve kış şartları için gün ışığının doygun akım üzerindeki etkisi detaylı olarak incelenmiştir.Etüdlerden, doygun akım değerleri arasındaki farkların ve trendlerin, birbirlerinden çok da farklı olmadığı görülmüştür. (Şekil 19)

6.Birim oto eşdeğerlikleri ile diğer sabitler

Yeşil süre uzunluğunun değişimi birim oto eşdeğerliklerindeki arasındaki ilişki, yaz ve kış şartları ile taşıt grupları için belirlenmiş ve şekil 20 'de verilmiştir.Benzer ilişki, yaz şartları ve tek tek taşıt sınıfları için oluşturulmuştur.(Şekil 21). Şekil 22 ve 23 'ün incelenmesinden de görülebileceği gibi, bazı şaşırtıcı sonuçlar da elde edilmiştir.Bu şaşırtıcı sonuçlardan birisi, vanlar ve kamyonetler için hesaplanan birim yolcu otomobil eşdeğerliğinin 1 'den küçük çıkmasıdır.Bu taşıt sürücülerinin, diğer sürücülerden daha yüksek ve avantajlı konumda olmaları, bu durumun nedeni olarak gösterilebilir.Etüdlerden elde edilen eşdeğerlik faktörleri tablo 2.40 'dan görülebilir.

7.Sarı süre kullanımı,

Yapılan bir çok etüdde, sarı sürenin ilk bölümünde ve hatta yeşil sürenin son aralıklarında, düşük doygun akım oranı gözlenmiştir.Ancak bazı etüdlerde, ortak kırmızıya sahip ve / veya uzun araç yoğunluğunun fazla olduğu akımlar için sarı sürenin ilk bölümde yüksek doygun akım değerlerine rastlanmıştır.Bu durumlar, şekil 4 , 5 , 8 ve 10 'da görülebilir.

3.Adım : Boşalma olasılığı analizi

Boşalma olasılığı, pratik olarak belirlenebilmesine rağmen anlaşılması oldukça güç bir ölçüttür.Bir devre içerisinde, kapasitesine eşit ya da daha az taşıtın (b_0) geçme olasılığı olarak tanımlanmaktadır.Bu sayı, doygun olmayan durumlar için bir devrede gelen ve etkin yeşil sürede kavşaktan ayrılabilen taşıt sayısına eşittir.

Tablo 2.40 Birim yolcu otomobil eşdeğerlik faktörleri

Taşıt sınıfı	Birim oto eşdeğerlikleri	
	Tekil değerler	Birleşik değerler
Yolcu otomobili	1	1
Kamyonet, Van	0,9	
Kamyon	1,3	1,4
Otobüs	1,4	
Uzun araç	1,8	2,4
Treyler	2,6	
Motorsiklet	0,6	0,6
Özel taşıt	3,5	3,5

Tablo 2.41 İki fazlı devreler için Q katsayıları

Ortalama doygun akım	(Q1 / S1) / (Q2 / S2)		
	1 / 1	1 / 2	1 / 3
1200	1,72	1,84	1,98
1800	1,52	1,6	1,72
2400	1,4	1,48	1,56
3000	1,31	1,39	1,48
3600	1,24	1,32	1,4

Uygulamada doygun olmayan şartlar için model iyi sonuçlar vermiştir. Ancak, V / C oranının 1 'den büyük olduğu şartlar içinde oluşacak kuyruk sonraki devrelerde boşalmaya çalışacaktır. Bu nedenle poisson 'un uygulamada tam karşılığı oluşturulamadığından, boşalma olasılığı kavramı burada tıkanmaktadır.

4.Adım : Kuyruklanma analizi

Sağ ve sol dönüş şeritlerinin uzunluğunun belirlenmesi ya da mevcut şerit uzunluğunun yeterliliğinin ölçümü, tıkanıklık yöntemi ile olabilir.

Doygun olmayan yani, V / C oranının 1'den küçük olduğu durumlarda, iki farklı kuyruk uzunluğu ölçümü yapılabilir. Bunlar ;

Kırmızı süre sonundaki (ya da yeşil başlangıcındaki) kuyruk uzunluğu.

Yeşil boyunca, yaklaşım kolundaki kuyruğa giren taşıtların araştırılması.

Bu kuyruklar ortalama şartlar için geçerlidir. Ancak, aşırı yükleme durumu için en fazla kuyruk uzunluğu da hesaplanmalıdır. V / C oranının 1 'den büyük olduğu şartlarda, gittikçe artan bir kuyruklanma sözkonusu olacaktır. Bu durumda, en fazla kuyruk uzunluğu, değerlendirmede temel ölçüt olarak alınabilir. Analiz ve planlama aşamasında karşılaşılan en büyük sorun kuyruk uzunluğunun en fazla ne kadar uzamasına izin verileceğidir. Analiz ve planlama aşamalarında, aşağıda verilen kuyruklanma değerleri incelenmeli ve değerlendirilmelidir.

Tıkanıklık süresince, kuyruk uzunluğunun alacağı en büyük değer.

Değerlendirme süresi sonunda arta kalan kuyruk,
Zirve saat boyunca, ortalama kuyruk uzunluğu.

Yukarıda farklı kuyruk uzunluklarına ait değerler, şekil 24 , 25 ve 26 'da verilen diyagramlardan geometrik olarak elde edilebilir.

5.Adım : Güvenlik analizi

Yöntem taşıt ve yaya güvenliğini dikkate alacak şekilde

değerlendirme yapmaktadır. Yayalar için toplam yürüme ve boşaltma süreleri belirlenmelidir. Bunun yanısıra toplam yeşillerasası süre dikkate alınarak yaya güvenliği açısından değerlendirme yapılmalıdır. Taşıt güvenliği açısından iki önemli zaman dilimi vardır. Bunlar sarı ve toplam yeşillerasası sürelerdir. Sarı sürenin belirlenmesinde iki yaklaşım söz konusudur. Bu iki yaklaşımda da kullanılan model aynı olmakla birlikte aralarında bir düşünce farkı vardır. Yasal hızla kavşağa doğru yaklaşan taşıt sürücüsünün önünde iki seçenek bulunur. Bunlardan ilki sarı sürede kavşağı boşaltmaya çalışmak diğeri de bu sürede durabilmektir. Taşıt sürücüleri için reaksiyon süresi (t_{rp}) olarak 1 sn alınmaktadır. (şekil 27)

Yeşillerasası süre olarak bir akımın geçiş hakkının sona ermesi ile onunla çatışan diğer akıma geçiş hakkı verilmesi arasındaki sarı ve ortak kırmızı sürelerin toplamı alınmaktadır. Bu süre belirlenirken, birbirini izleyen fazlarda, ilk fazda geçen son taşıt ile, ondan sonraki fazda geçecek olan ilk taşıtın kavşak içinde karşılaşmaması için gerekli olan en kısa sürenin hesaplanması gerekmektedir. (şekil 28)

6.Adım : Optimum ve minimum devre sürelerinin hesaplanması
Kavşağa ulaşan tüm akımları geçirebilecek minimum devre süresi,

$$D_{min} = L / (1 - Y) , (sn) \quad (2.117)$$

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

$$D_{pratik} = (0,9 \cdot L) / (0,9 - Y) , (sn) \quad (2.118)$$

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 2.118 'de verilen bağıntı ile hesaplanır.

$$L + 5$$

$$D_{optimum} = \frac{L + 5}{1 - Y} , (sn) \quad (2.119)$$

Burada ;

L = devre boyunca toplam kayıp süre, sn

Y = toplam doygunluk derecesi,

Q = katsayısı için, üç veya daha çok fazlı devrelerde, sabit 1,5 alınacaktır.İki fazlı devreler için ise tablo 2.41 'den faydalanılacaktır.

(Kaynak ; Turan BÜLENT , 1991.Yüksek lisans tezi.)

7.Adım : Yeşil süre dağılımı

Hesaplanan devre süresinin ardından, akımlara verilecek yeşil süreler ;

$$g_i = (y_i / Y) \cdot (D - L) , (sn) \quad (2.120)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

8.Adım : Kapasite ve gecikme hesapları

Kavşak kapasitesi yalnızca, şerit kullanım tipine ve sayısına değil, aynı zamanda da devre süresi ile yeşil süre dağılımına, faz yapısına ve yeşillerası süreye, kısaca sinyal zamanlamasına bağlıdır.Sonuçta, mevcut şartlar için kavşak kapasitesi bir sayı olarak elde edilebilir. Ancak tek başına kapasitenin en büyük değerinin elde edilmesi temel bir ölçüt olarak alınamaz.Bunun yanısıra belirlenen diğer ölçütlere göre kavşak geometrisi ile devre süresi ve yeşil süre dağılımlarında bazı değişiklikler yapılması gerekebilir.

Her bir yaklaşım şeridine ait kapasite değeri, doğrudan doygun akım ve etkin yeşil oranına bağlı olarak hesaplanabilir.Buna, yeşiller arası sürede sağa ve sola dönen akımlar ile kırmızıda sağa dönen akımlara ait kapasite değerleri aklandığında toplam kapasite değeri hesaplanabilir.Bir fazdaki, bir şeridin kapasitesi aşağıdaki gibi hesaplanabilir ;

$$C = \frac{S \cdot g_{eff}}{c} + m_0 \cdot n \quad (2.121)$$

Burada ;

C = şerit kapasitesi, (bo / sa)

S = şeridin mevcut şartları için düzeltilmiş doygun akım değeri, (bo / y.sa)

g_{eff} = etkin yeşil süre, (sn)

c = devre süresi, (sn)

m_0 = herbir devrede yeşillerası ve/veya kırmızı süe boyunca boşalma

n = saatteki devre sayısı.

Boşalma birden çok fazda devam ediyorsa, toplam şerit kapasitesi, her bir fazdaki kapasite toplamı olacaktır. Kapasite, trafik istemine göre değişiklik gösterecektir. Bu nedenle, doygunluk derecesi olarak isimlendirilen, hacim - kapasite oranı hesaplanarak, kapasitenin gerçekte ne kadarının kullanıldığı ya da kullanılmadığının belirlenmesi gerekmektedir ki bu da önemli bir değerlendirme ölçütüdür.

Gecikme, çok önemli bir değerlendirme ölçütüdür ve taşıtın kavşağa gelişi ile dur çizgisini boşaltması arasındaki zamansal fark olarak tanımlanmaktadır. Yöntem olarak, duruş gecikmesinin yanı sıra, yavaşlama ve hızlanma gecikmeleride değerlendirilmektedir.

Gecikme iki terimin toplamı olarak incelenmiştir. Bunlar üniform ve akım fazlası gecikme terimleridir. (şekil 2.24)

Akım fazlası gecikmenin belirlenmesinde aşağıda verilen bağıntı kullanılır.

$$D = D_u + D_o \quad (2.122)$$

$$D_u = \frac{c \cdot (1 - \lambda^2)}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot V / C)} \quad (2.123)$$

$$D_o = ((15 \cdot t_c) / C) \cdot (V - C) + \sqrt{(V - C)^2 + 240 \cdot V / t_c} \quad (2.124)$$

Burada ;

D_u = ortalama üniform gecikme, (sn)

D_o = ortalama akım fazlası gecikme, (sn)

c = devre süresi, (sn)

= etkin yeşil süre oranı, (g_{eff} / c)

V = istem hacmi, (bo / sa)

C = kapasite, (bo / y.sa)

t_c = değerlendirme süresi, (dak)

Bu modelin uygulanmasında bazı sorunlarla karşılaşmıştır. Karşılaşılan sorunlar ile bazı özel durumların açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Ortalama Üniform Gecikme ve Değerlendirme Süresi

Ortalama gecikme süresi bağıntısındaki süresi terimi (t_e), trafik akımının üniform olarak aktığı süreyi göstermektedir. Doygun olmayan şartlarda bu değer, gecikme üzerinde çok etkili değildir. Ancak V / C oranının 1'den büyük olduğu durumlarda, bu değeri oldukça kritiktir. Pratikte ve doğal olarak, akım gelişleri üniform değildir. Zirve saatlerde taşıt trafiği artmaktadır. Bu düşünceyle iki farklı akım oranı tanımlanmaktadır.

Ortalama Rastgele Gecikme

Şekil 28 'de görülebileceği gibi, ortalama üniform gecikme, V / C oranının bir fonksiyonu olarak, diyagramın sol tarafına işlenmiştir. Sağ tarafa ise, akım fazlası kuyruklanma bağıntısının bir parçası olan, gecikme bölümü görülebilir. Hacim değeri kapasiteye eşit olduğu durumlarda ($V = C$) akım fazlası gecikme,

$$D_o = \frac{15 \cdot t_c}{C} + 240 \cdot V / t_e \quad (2.125)$$

formuna dönüşmektedir. Bu formun uygulanması oldukça zor ve karmaşıktır. Modelden çıkan değerler ise, orjinal bağıntının verdiği değerlerden daha iyi değerlerdir. Bu nedenle, pratik uygulamada, bu zorluk ve karmaşıklık nedeniyle, orjinal model kullanılmaktadır.

Koordinasyon Etkisi

Gecikme bağıntısı, kavşağa gelişlerin rastgele olduğu kabulüne dayanmaktadır. Uygulamada, bir çok kent içinde bulunan kavşakların birbiri ile koordine edilmesi kullanılan bir düşüncedir. Bu durumda, bir taşıt kümesinin bir kavşaktan ayrılmak diğer kavşağa, dağılmadan, kırmızı sürede ulaşması durumunda gecikme değeri büyüyecektir. Bunun aksi olarak yeşil süre başlangıcında kavşağa ulaşan taşıt kümesi, gecikme değerini azaltan bir etken olacaktır.

Gecikme Değerinin Araziden Ölçümü

Gecikmenin ölçümü için temel olarak üç yöntem vardır. Bunlar ;

Doğrudan test otosu ile ölçüm.

Doğrudan taşıtların yol-zaman diyagramına işlenmesiyle taşıtların kavşağa giriş ve boşaltma sürelerinin belirlenmesi.

Dolaylı yoldan kuyruk boyu değişiminin belirlenerek kuyruk teorisine uygulanması.

Bu tekniklerden ilki, istatistiksel doğrulama zorluğu nedeniyle, çok anlamlı sonuçlar vermemektedir. İkinci yöntem ise, araştırmalarda oldukça çok kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ile duruş ve akım fazlası gecikmelerin her ikisinde belirlenebilmektedir. Üçüncü teknik ise, çok kullanılmakla beraber, kuyruk teorisinin doğası gereği yalnızca duruş gecikmesinin hesaplanmasına olanak sağlamaktadır. Yapılacak etüdlerle, duruş gecikmesi ile akım fazlası gecikme arasındaki ilişkide belirlenebilir. Bu iki gecikme değeri arasındaki olası ilişki sabit bir değer olmayacak ve değişken birkaç faktöre bağlı olarak ifade edilebilecektir.

(Kaynak ; Teply , S., 1991.Highway capacity and level of service.)

$$D_o / D_s = r / (r - t_d) \quad (2.126)$$

$$D_o / D_s = 1 / (1 - y) \quad (2.127)$$

Burada ;

D_o = akım fazlası gecikme, (sn)

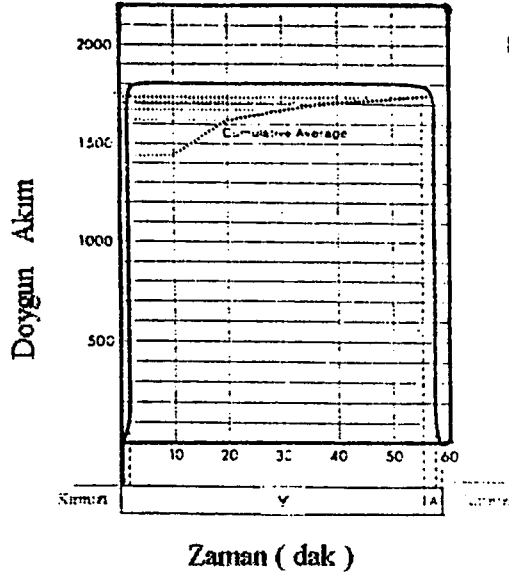
D_s = duruş gecikmesi, (sn)

t_d = yavaşlama gecikmesi, (sn)

r = kırmızı süre, (sn)

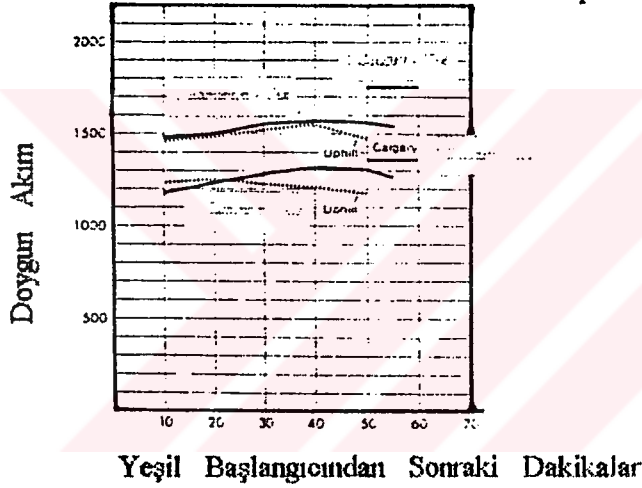
y = hacim - doymuş akım oranı

Bu oranlar kısa devre kısa kırmızı süreler ile yüksek akım oranları için anlamlı sonuçlar vermektedir. Gecikme değeri yeteri kadar küçük ise, akım fazlası gecikme ile duruş gecikmesi arasındaki farkda küçülecektir ve araziden ölçülen değerle aralarında kabul edilebilir oranda bir yaklaşım olacaktır.

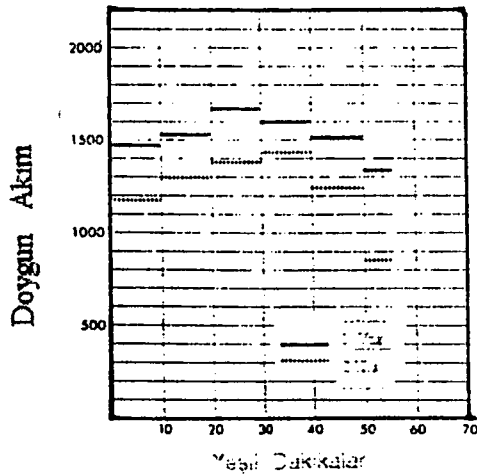


Şekil 2.5 : Geleneksel temel doygun akım kavramı

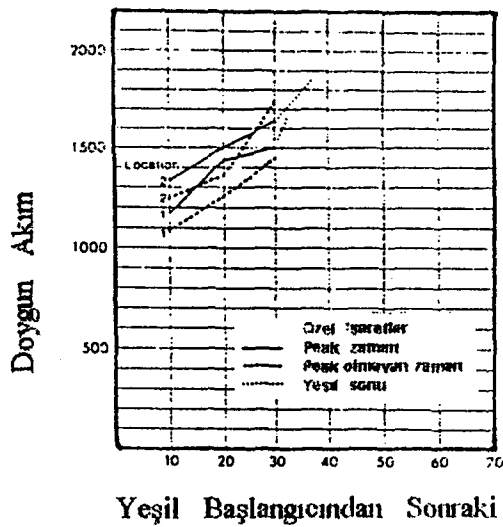
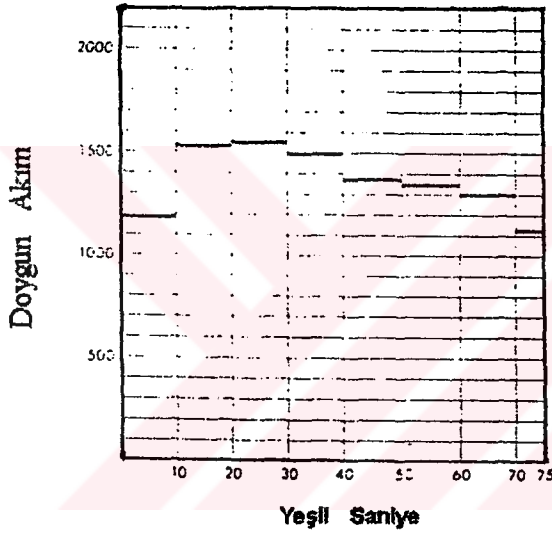
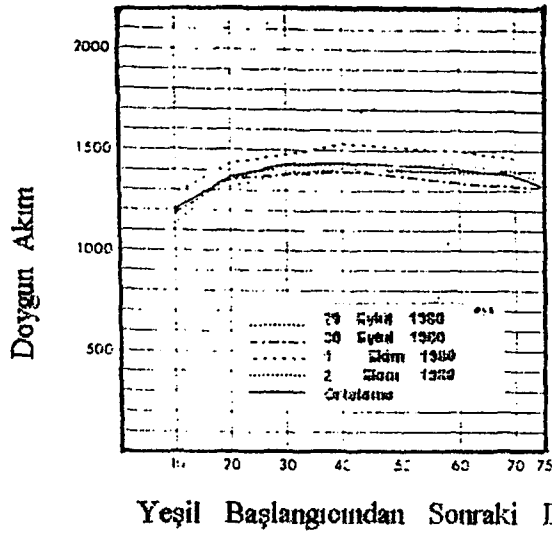
(kalın çizgi) ve " Kümülatif ortalama oran " ı ifade eden (kesikli çizgi). Geleneksel olarak örnekte sunulan yeşil aralıkların bireysel bölümlerindeki doygun akım değerleridir. (bkz. 20. ve 30. periyotlar) Kümülatif eğride görülenler başlangıçta nokta olarak verilen yeşil aralıklardaki ortalama doygun akım oranıdır (bkz. 0 ve 30. dakikalar).

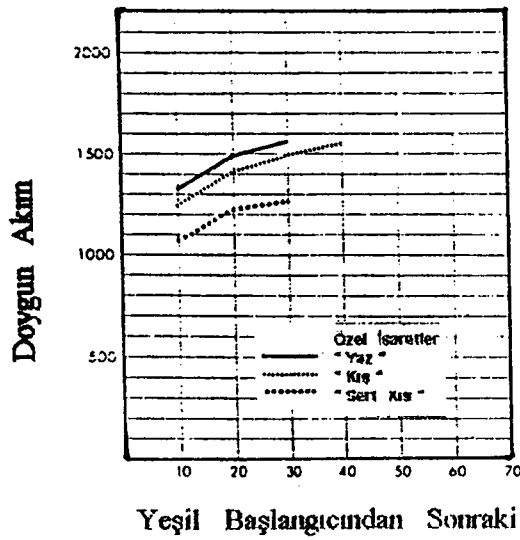
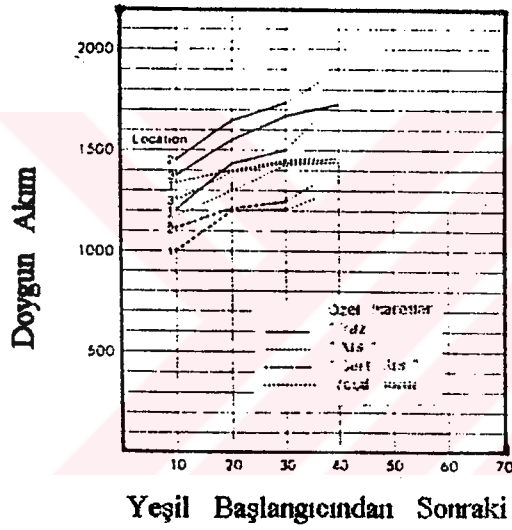
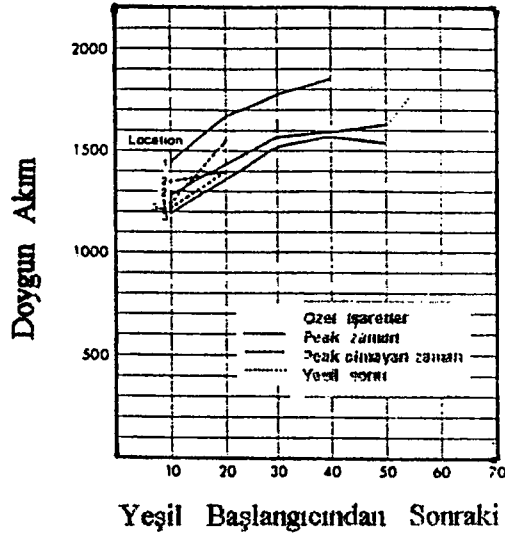


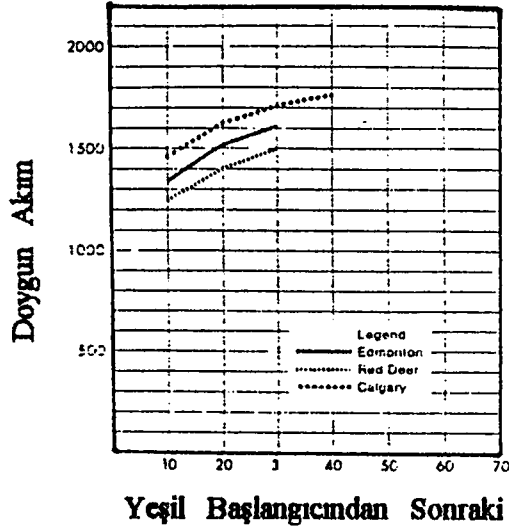
Şekil 2.6 : Edmonton 'da dört alan için bir şeritli yolda kümülatif ortalama olarak doygun akım oranı (yukarı doğru giden yaklaşım çizgilerinde) ve Calgary deki beş alan da 50 dakikadan uzun yeşil aralıklar için 1975-1978 etüdlerinde ifade edilmiştir.



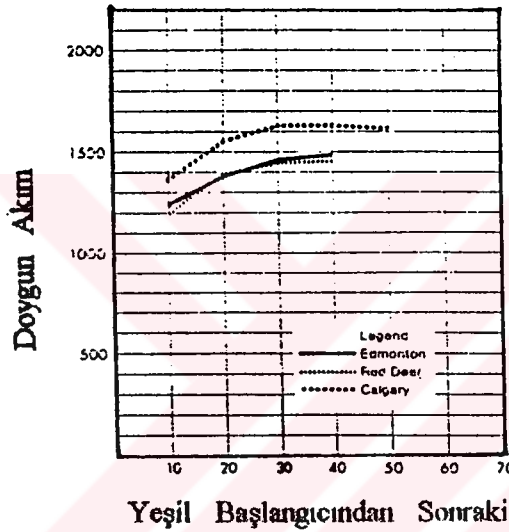
Şekil 2.7 : 3. şekilden ayrılmış olarak Edmonton 'da iki alan için bir şeritli yolda yeşil aralık bölümlerinde 10 dakikalık ortalama doygun akım oranları. (eğimli olmayan, döngüli olmayan hareketlerde) 1975 etüdlerinde ifade edilmiştir.



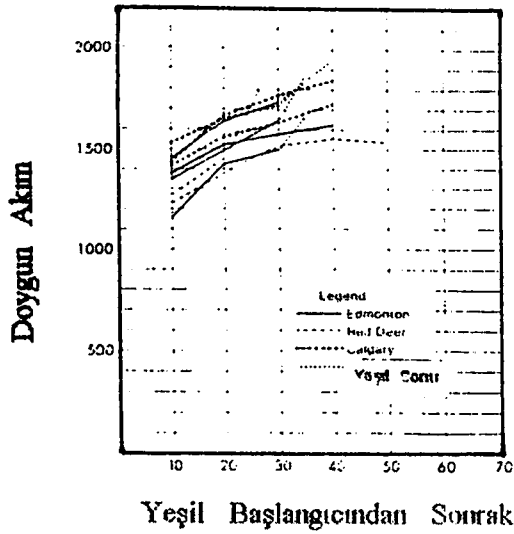




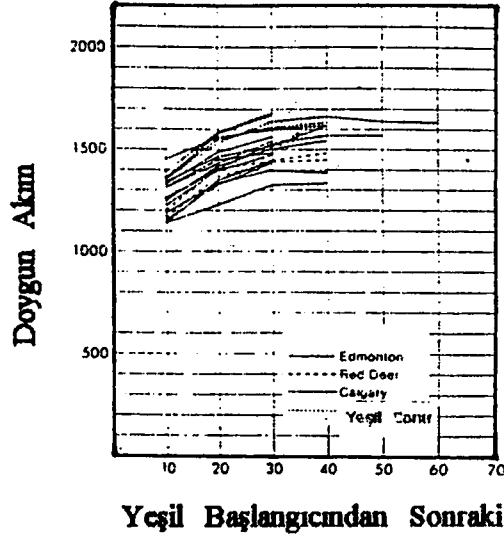
Şekil 2.14 : Edmonton , Calgary ve Red Deer 'da " yaz " şartlarında sekiz alanda karakteristik bir şeritte yapılan etüdlere ilişkin kümülatif ortalama olarak doygun akım değerleri.



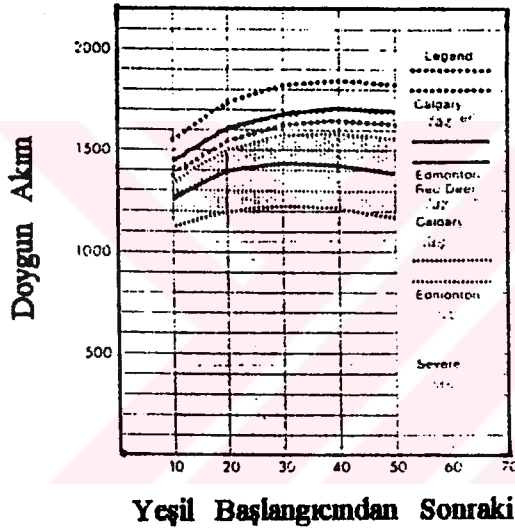
Şekil 2.15 : Edmonton , Calgary ve Red Deer 'da "kış" şartlarında dokuz alanda karakteristik bir şeritte yapılan etüdlere ilişkin kümülatif ortalama olarak doygun akım değerleri.



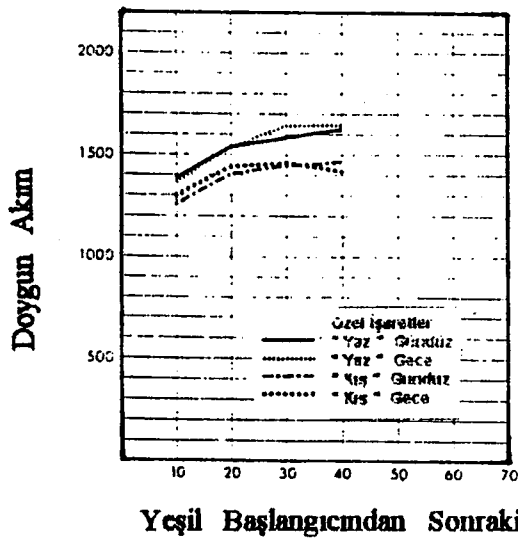
Şekil 2.16 : Edmonton , Calgary ve Red Deer 'da " yaz " şartları için ifade edilen ortalama bir şeritteki kümülatif ortalama doygun akım oranları.



Şekil 2.17 : Edmonton , Calgary ve Red Deer 'da " kış " şartları için ifade edilen ortalama bir şeritteki kümülatif ortalama doygun akım oranları.

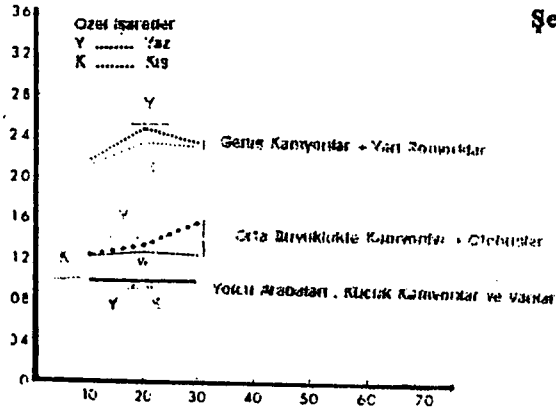


Şekil 2.18 : Edmonton , Calgary ve Red Deer 'da " yaz " , " kış " ve " sert kış " şartlarında tipik alanlarda bir şeritte kümülatif ortalama doygun akım oranları.



Şekil 2.19 : Edmonton 'da 109.cadde ve 82.bulvar kavşağında " yaz " ve " kış " şartlarında gündüz vakti ve caddenin aydınlatılmış gece durumlarında ortalama bir şeritte kümülatif ortalama doygun akım oranları.

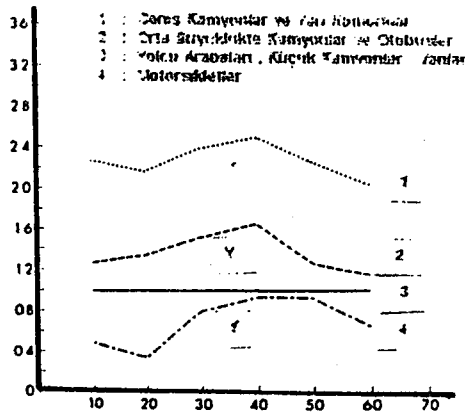
Binck Otomobili Eşdeğerlik Birimi



Yeşil Başlangıçından Sonraki Dakikalar

Şekil 2.20 : Edmonton 'da 10 yerde "yaz " ve " kış " şartların da kümülatif ortalama formatta "yolcu arabaları", " orta büyüklükte kanyonlar ", " otobüsler " , " geniş kanyonlar ve yarı römorklar " için yolcu arabası birim eşdeğerlikleri .

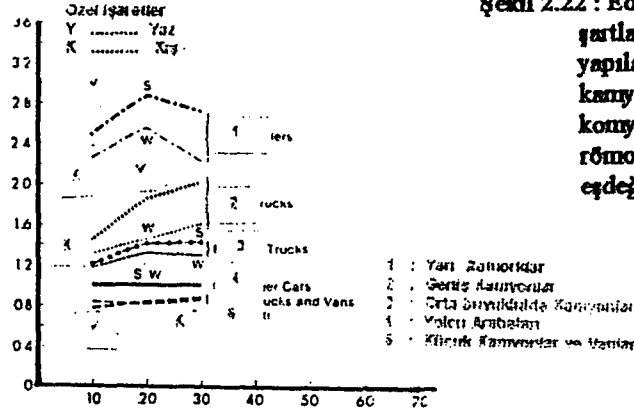
Binck Otomobili Eşdeğerlik Birimi



Yeşil Başlangıçından Sonraki Dakikalar

Şekil 2.21 : Edmonton 'da 122.bulvar ve 97.cadde kavşağında " yaz " şartlarında kümülatif ortalama formatta yapılan tüm etüdlere "yolcu arabaları", "orta büyüklükte kanyon ve otobüsler", "geniş kanyonlar", " yarı römorklar" ve "motosikletler" için yolcu arabası birim eşdeğerlikleri.

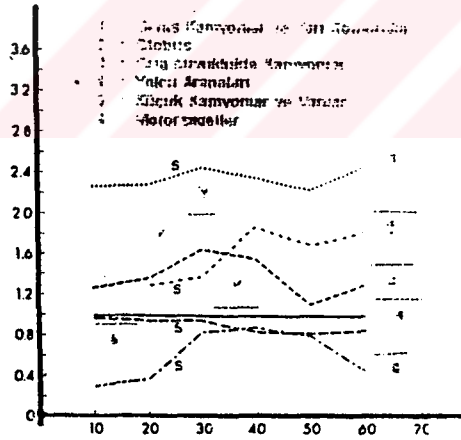
Binek Otomobil Eşdeğerlik Birimi



Şekil 2.22 : Edmonton 'da 10 yerde "yaz " ve " kış " şartları altında kümülatif ortalama formatta yapılan etüdlere "yolcu arabaları", "küçük kamyonlar ve vanlar", "orta büyüklükte kamyonlar", "geniş kamyonlar" ve "yarı römorklar" için yolcu arabası birim eşdeğerlikleri.

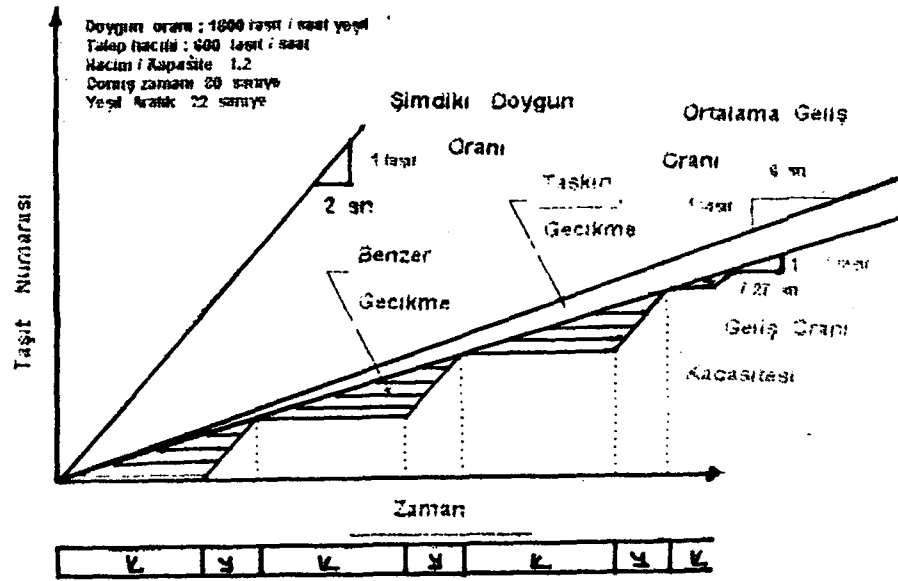
Yeşil Başlangıçından Sonraki Dakikalar

Binek Otomobil Eşdeğerlik Birimi

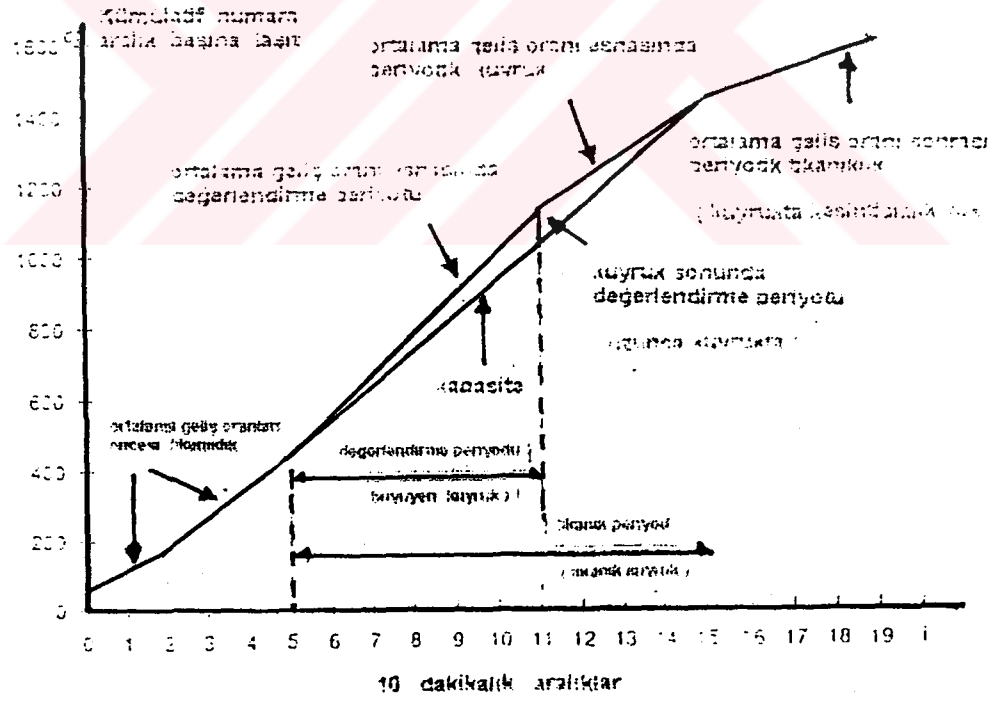


Şekil 2.23 : Edmonton' da 122.bulvar ve 97.cadde kavşağında "yaz " şartları altında kümülatif ortalama formatta yapılan etüdlere göre "yolcu arabaları", "küçük kamyonlar ve vanlar", "orta büyüklükte kamyonlar", "geniş kamyonlar ve yarı römorklar" ve " motosikletler " için yolcu arabası birim eşdeğerlikleri.

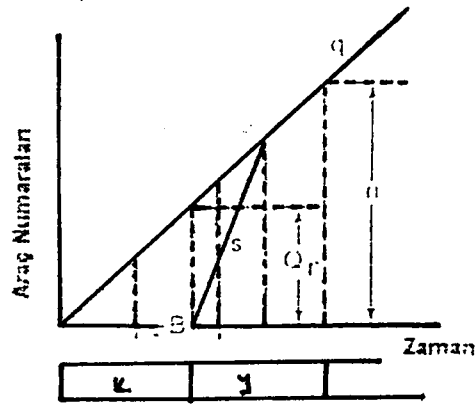
Yeşil Başlangıçından Sonraki Dakikalar



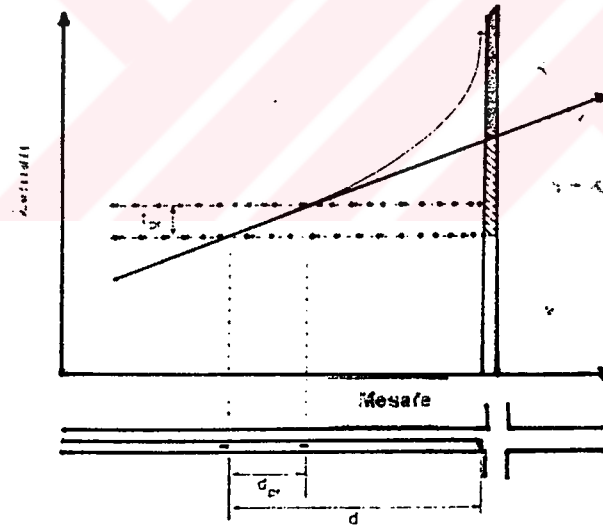
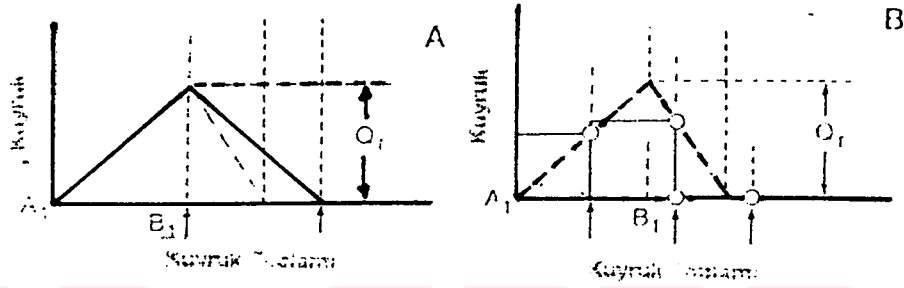
Şekil 2.24 : Diyagramda bir kuyruktaki aynı genel kavramlar ve sürekli taşkın gecikmeler görülmektedir.



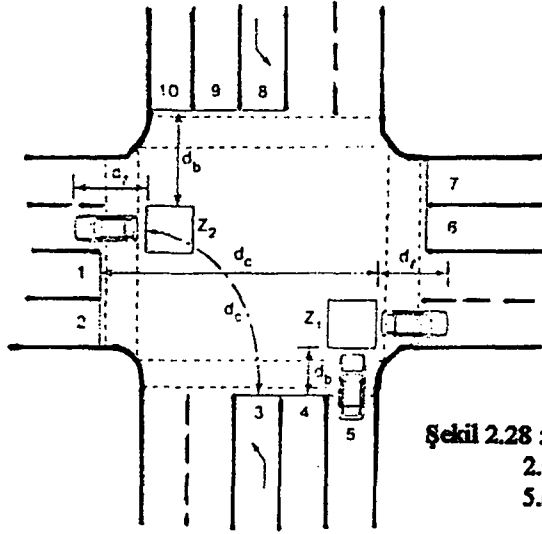
Şekil 2.25 : Ortalama oranlar esnasında periyotlar toplamı ve kuyruğun giderilmesiyle gerçek trafik talebi gösterilmiştir.



Şekil 2.26 : Gecikme etlilerinin tıkanmış olanları için iki methodda da kullanılıyor olan kuyruk toplamaları :
A : kırmızı sonu veya yeşil aralıklarda, elverişli doygun durumlar için :
B : düzenli kısa aralıklar dışındaki kademe ile az doygun durumlardaki dönmüş zamanı için.



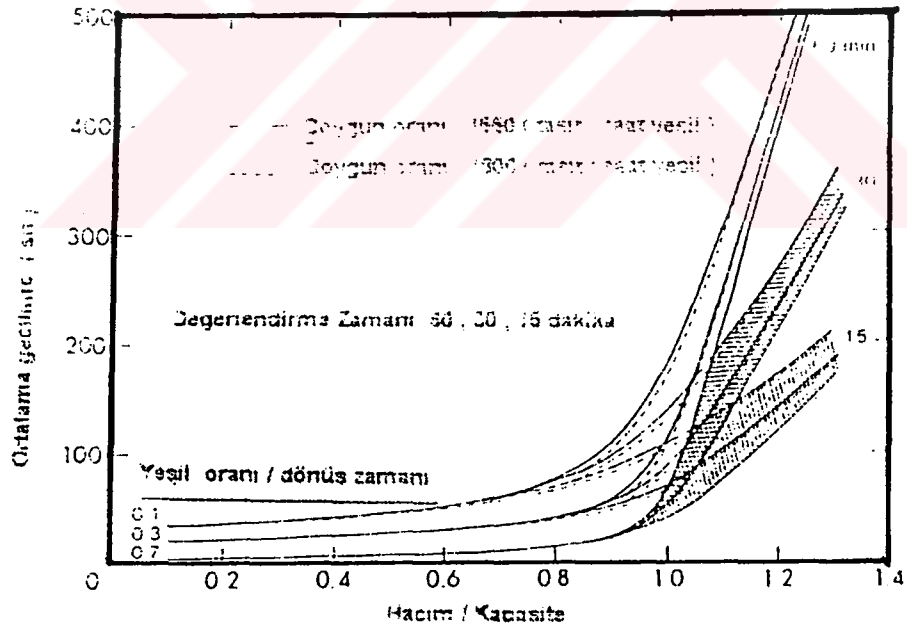
Şekil 2.27 : Sarı + kırmızı aralıktaki belirleme



Şekil 2.28 : Z1 : Zıt alanda 2. şerit ve 5. şerit için
2.şerit açık olan (aşama sonunda)
5.şerit kontrollü (aşama başlangıcında)

Z2 : Zıt alanda 3. ve 10. şerit
3.şerit açık olan
10.şerit kontrollü

Yeşil sonu periyotlardaki belirleme



Şekil 2.29 : Değerlendirme zamanları etkisinde
ortalama gecikme fonksiyonu olan hacim /
kapasite oranları şeklinde
resimlendirilmiştir. (1984. Teply)

2.2.2. ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Doygun akımın ölçüm çalışmaları, 1960 'lı yılların başında Greenshield ile başlamıştır. Yapılan çalışmalar sonunda bazı pratik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bunlardan biriside HCM 'in önerdiği yöntemdir.

Highway Capacity Manual (HCM) 'in önerdiği yöntem, 5.taşıtın geçmesinin (4.taşıtın geçiş anı kaydedilir ve doygun periyot bu andan itibaren başlar) ardından geçen taşıtların ortalama izleme aralığının belirlenmesi temeline dayanır.

Genel olarak doygun akım değerinin ölçümü için iki teknik vardır.Bu tekniklerin ilki, taşıtların belirlenen bir referans çizgisinden geçiş aralıklarının (gerçek izleme aralıklarının belirlenmesi önemli değildir) belirlenmesi temeline dayanır.Referans çizgisi olarak dur çizgisinin alınması zorunlu değildir.Referans çizgisi olarak, yaya çizgisinin önü yada arkası, sinyal ekipman hattı ya da kavşak çıkışındaki yaya çizgisinin kavşak yanı alınabilir.Taşıtların hangi noktasının, bu referans çizgisini geçiş anı, taşıtın boşaltım anı olarak alınacağı da değişiklik gösterebilir.Taşıtların ön ya da arka tamponları ya da dingilleri taşıtların referans noktası olarak alınabilir.

Tekniklerin ikincisinde ise, yeşil süre küçük bölümlere ayrılarak, bu bölümlerde geçen taşıt sayıları belirlenir.Canadian Capacity Guide (CCG) bu yöntemi benimsemektedir.Road Research Laboratory (RRL) 'de aynı tekniği kullanmasına ve referans çizgisi olarak dur çizgisini almasına rağmen, RRL taşıtın arka dingilini, CCG ise ön tamponunu referans noktası olarak almaktadır.Bunun nedeni, CCG 'nin taşıt takip aralıklarını, taşıtların ön tamponları arasındaki fark olarak tanımlanmasından kaynaklanmaktadır.HCM ile Australian Road Research Board (ARRB) ise bu iki tekniğin bir birleşimini kullanmaktadır.Bu iki yöntem, yeşil sürenin belirlenen özel bir bölümünde geçen taşıtların ortalama izleme aralıklarını kullanarak doygun akım hesaplamaktadır.Bu özel bölüm, HCM için 4.taşıttan sonra, ARRB için ise yeşilin 10.saniyesinden itibaren başlamaktadır.

Greenshields, izleme aralığı tekniğini kullanmış ve taşıtların ön tamponlarının dur çizgisini geçiş anlarının belirlenmesi için bir model oluşturmuştur.Bu modele göre 5.taşıttan sonra geçen taşıtların izleme aralıkları sabit ve 2.1 sn. dir.Bunun karşılığı da 1715 bo/y.sa-şerit dir.

Avrupa ana kıtada, izleme aralığı temeline dayalı yöntemler kullanılmaktadır. Ancak seçilen, referans çizgisi ile taşıt referans noktaları arasında farklar vardır. İngiltere ise RRL 'nin 1963 yöntemini (taşıtların arka dingillerinin geçiş anı referans noktası olarak alınmaktadır) kullanmasına rağmen, birim oto eşdeğerliklerinin

belirlenmesinde, taşıtların ön tamponları referans noktası olarak almaktadır.Referans çizgisi ile taşıt referans noktaları için olası dört kombinasyon vardır.

- A : Dur çizgisi + ön tampon
- B : Dur çizgisi + arka tampon
- C : Kavşak girişi + ön tampon
- D : Kavşak çıkışı + ön tampon

Doğal olarak uygulamada karşılaşılan sorunlar oldukça karmaşıktır.Bunun nedeni ise farklı taşıt tipleri ve hızlanma ivmeleri ile kavşağın genişliğidir.Bunun yanı sıra, farklı ülkelerdeki farklı yasalar ve farklı mühendislik uygulamaları da doygun akımın belirlenmesinde etkili olmaktadır. Örneğin, genellikle ölçümlere yeşil süre ile başlanmaktadır.Ancak bazı ülkelerde, kırmızı süre sonuna doğru bir süre sarı ile birlikte kırmızı beraber yanabilmektedir.Bu durumda, yeşilin başlangıcında boşalma yüksek olabilir.

2.2.2.1. DOYGUN PERİYOT YÖNTEMİ

Kuyruğun boşalmaya başlamasından bir süre sonra, taşıtlar yaklaşık doygun izleme aralığı ile kavşağı boşaltacaktır.Bu sabit izleme aralığı kuyruk sonunun dur çizgisini geçmesine kadar sürer.Taşıtların yaklaşık doygun izleme aralığı ile aktığı bu süre Doygun Periyot olarak adlandırılır ve bu sürede geçen ortalama taşıt sayısından doygun akım hesaplanabilir.Doygun periyotun sonunun belirlenmesi için, yeşil başlangıcında kuyruğa giren son taşıtın bilinmesi yeterlidir.Bu taşıt aynı yeşil içinde dur çizgisini geçmiyor ise, doygun periyot sonu yeşil sonu olarak alınır.Ancak aynı yeşil içinde herhangi bir zamanda geçiyor ise, bu durumda o taşıtın geçiş anı doygun periyot sonu olarak kabul edilir.

Doygun periyotun başlangıcının belirlenmesi için önerilen iki yöntem mevcuttur.Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.2.2.1.1.Doygun taşıta göre

Bir akıma yeşil yanmasının ardından, önceden belirlenen ve doygun taşıt olarak adlandırılan sayıda taşıtın geçmesi beklenir.Bunun için geçen süre doygun periyot başlangıcı olarak kabul edilir.Önerilen doygun taşıt, kuyruktaki 3. - 6.

taşıttır.Kore, Amerika ve İngiltere 'de bu yöntem kullanılmaktadır.Kore 'de 6.taşıtt, Amerika 'da 5.taşıtt ve İngiltere 'de 3. - 4. taşıtt, doygun taşıtt olarak alınmaktadır.

2.2.2.1.2.İlk kayıp aralığa göre

Önceden belirlenen bir süre sabit bir değer olarak alınır ve bu süre doygun periyot başlangıcı olarak kabul edilir.Önerilen süre 5 - 10 saniye dir.ARRB (Avustralya) 'da bu yöntem kullanılmaktadır ve doygun periyot başlangıcı olarak 10.saniye alınmaktadır.

2.2.2.2. AKIM KESİTİ YÖNTEMİ

Yeşil sürenin küçük aralıklara bölünmesi ve bu aralıklarda geçen ortalama taşıtt sayılarının bulunması temeline dayanan bu yöntemde önerilen aralıklar 6 saniye dir.Ancak dijital kronometre ile ölçüm yapılıyor ise, kolaylık sağlanması amacıyla bu süre 5 saniyeye düşürülebilir.Uzun kuyrukların oluştuğu akımlar için süre 10 saniye olarak alınabilir.Her bir periyot boyunca geçen taşıttlar, sınıflarına göre gruplandırılarak sayılır.Farklı taşıtt sınıfları için önceden belirlenmiş olan eşdeğerlik faktörleri kullanılarak, birim oto karşılıkları bulunur.Bu şekilde, her bir periyot boyunca geçen birim oto sayıları ve doygun akım değerleri hesaplanabilir.RRL (İngiltere) ve CCG (Kanada) bu yöntemi kullanmaktadır.İngilizlerin önerdiği şekli ile ilk ve son aralıklar dışındaki değerlerin ortalaması doygun akım değeri olarak alınır ya da, Kanada 'lıların önerdiği şekli ile tüm aralıkları kapsayacak şekilde çizilen Yığışımli Taşıtt - Zaman diyagramından, doygun akım değerine karar verilir.Tablo 4.42 'de etüd yöntemlerinin karşılaştırılması verilmiştir.Tablo 2.43 'de farklı ülkelerde kullanılan etüd yöntemleri görölmektedir.

Tablo 2.42 Etüd yöntemlerinin karşılaştırılması

Akım kesiti	Doygun periyot
Doygun akımın, yeşil boyunca değişimi gözlenebilir	Sonuçta tek bir sabit doygun akım değeri elde edilir.
Şerit bazında yapılan etüdlerde iyi sonuçlar alınabilir.	Yaklaşım kolu bazında yapılan etüdlerde iyi sonuçlar alınabilir.
Normal olmayan sonuçlarla karşılaştırılabilir.	Normal olmayan devreler, etüd yapıldıktan sonra bile ayıklanabilir.
Kısa periyotlarda yapılan sayımlar hatalara neden olabilir.	Sayımlar daha geniş bir aralıkta yapıldığından, olası hatalar ihmal edilebilir.

Tablo 2.43 Farklı ülkelerde kullanılan etüd yöntemleri

Ülke	Akım kesiti	Doygun periyot	
		Doygun taşıta göre	İlk kayıp aralığı göre
İngiltere	Kullanılıyor	Kullanılıyor (3./4. taşıt)	Kullanılıyor (10 sn)
Amerika		Kullanılıyor (4. taşıt)	
Kanada	Kullanılıyor		
Avustralya			Kullanılıyor (10. sn)
Kore		Kullanılıyor (6.taşıt)	

BÖLÜM III

ARAZİDEN VERİ TOPLAMA YÖNTEMİNİN OLUŞTURULMASI

3.1 VERİLERİN ARAZİDEN TOPLANMASI

Sinyalize kavşaklarda birim oto eşdeğerliği ve doymun akım değerinin tespiti için yapılan etüdlr seçilen bölgeler de video çekimleri ile yapılmıştır.

Çalışma yapılacak kavşakların tespitinden önce bir ön çalışma yapılmıştır.Bu ön çalışmada İstanbulda öncelikle altı arter seçilmiş ve bu arterler üzerinde bulunan kavşaklarda ön çalışmanın yapıldığı tarih ve saat belirtilerek şu bilgiler alınmıştır.

Kavşak no

Kavşak adı

Devre süresi

Akım kolu sayısı ve bu akım kollarında gözlenen trafik durumları

Filim çekiminde kamera için uygun noktanın tespiti.Bu noktanın tespitinde öncelikle aranılan özellikler.En az bir sinyal ekipmanını görebilmesi gerekmektedir.Akım kollarında kırmızı sinyal durumunda biriken araçlardan en az yedi tanesini görmesi gerekmektedir.Akım kollarını varsa yüksekten görebilecek noktanın belirlenmesi gerekmektedir.

Kavşak geometrisinin tespiti yapılmıştır.Ön çalışmanın yapıldığı andaki kavşak geometrisi çizilerek tespit edilmiştir.Kavşak civarında otobüs durağı, oto park, çevre yapılarının konumu, çevre yapılarının kat sayıları, refüj ve kaldırım üstündeki tabela ve ağaç gibi görüntüyü engelleyici etkilerin tespiti yapılmıştır.

Ön çalışma yapılan altı arter şunlardır ;

- 1 - Beşiktaş - Kabataş - Tophane - Karaköy - Eminönü - Sirkeci - Zeytinburnu
- 2 - Aksaray - Vatan caddesi
- 3 - Beşiktaş - Balmumcu - Levent - Maslak
- 4 - Gaziosmanpaşa - Bayrampaşa

- 5 - Taksim - Harbiye - Mecidiyeköy - Zincirlikuyu
- 6 - Müjdat Gezen sanat merkezi - Bostancı

şeklinde oluşturulmuştur.

Yukarıda belirtilen altı arter üzerinde şu kavşaklarda ön çalışma yapılmıştır.

- 1 - Beşiktaş - Kabataş - Tophane - Karaköy - Eminönü - Sirkeci - Zeytinburnu

Kavşak no	Kavşak adı
2288	Tophane
1104	Kumkapı
1105	Yenikapı
1106	Keresteciler
1107	Samatya S.S.K
1108	Yedikule

- 2 - Aksaray - Vatan caddesi

Kavşak no	Kavşak adı
1192	Ahmediye
1156	Lunapark

- 3 - Beşiktaş - Balmumcu - Levent - Maslak

Kavşak no	Kavşak adı
2207	Beşiktaş meydanı
2270	Yıldız Conrad
2222	Darphane
2221	Balmumcu
2279	Levent Beltaş
2280	Levent Güvercinlik
2285	Levent Otelcilik
2213	Ayazağa
2212	Maslak

4 - Gaziosmanpaşa - Bayrampaşa

Kavşak no	Kavşak adı
1193	G.O.Paşa meydanı
1202	Bereç
1141	Rami Kışla
1235	Bayrampaşa Spor Kompleksi
1183	Bayrampaşa PTT
1142	Bayrampaşa Maltepe İplik Fabrikası

5 - Taksim - Harbiye - Mecidiyeköy - Zincirlikuyu

Kavşak no	Kavşak adı
2239	Elmadağ
2240	Taşkışla
2231	Çağlayan

6 - Müjdat Gezen Sanat Merkezi - Bostancı

Kavşak no	Kavşak adı
3314	Müjdat Gezen Sanat Merkezi
3345	Kuyubaşı
3324	Marmara Üniversitesi
3346	Göstepe SSK
3341	Ortabahar Sokak
3347	Erenköy
3325	Erenköy Kız Lisesi
3349	Sahrayıcedid
3312	Mehmet Efendi
3387	Tüccarbaşı
3388	İmbaş
3389	Kazasker
3391	Öğretmen Hayrullah
3350	Bostancı

Ön çalışma yapılan kavşaklarda tespit edilen bilgiler doğrultusunda araç trafiğinin düzgün aktığı, akım kolu sayısının en az üç olduğu, kamera ile çalışmanın uygun olacağı kavşaklar tespit edilerek kavşaklarda kamera çekimleri yapıldı.

Yapılan kamera çekimlerinden sonra büro çalışmasında şekil 3.2 ve şekil 3.3 de verilen tabloların doldurulması işlemine geçildi. Bu tablolar çalışma yapılan her bir şerit için dolduruldu. Şekil 3.2 de görüldüğü üzere tablonun üst kısmında çalışma yapılan kavşaktaki akım kolu ve bu akım kolu üzerinde çalışma yapılan şerit hakkında bilgiler işlendi. Bu bilgiler ; kavşak adı, yaklaşım kolu adı, akım no, etüd tarihi, etüd saati, yaklaşım kolu genişliği, yaklaşım kolundaki şerit sayısı, şerit kullanımı, şeridin yeri, şerit genişliği, özel şerit uzunluğu, dönüş yarıçapı, yaklaşım kolu eğimi, otobüs durağı tipi ve yeri, park tipi ve yeri, yaya yoğunluğu, hava ve yol yüzey durumu, sarı süre , sarı+kırmızı süre, yeşil süre ve devre süresi nden oluşmaktadır. Tablonun alt kısmında ise onar dakikalık sürelerle şeritten geçiş yapan araçların cinslerine göre ve gittikleri yöne göre toplam değerleri işlenmiştir. Araç cinsleri bu çalışmada otomobil, minibüs+kamyonet, ticari taksi, ticari minibüs, iett+halk otobüsü ve ağır taşıttan oluşmaktadır. Araçların gittikleri yönler ise ; sola dönen, doğru giden ve sağa dönen şeklinde üç kısımda incelenmiştir. Şekil 3.3 de çalışma yapılan kavşaklardaki şeritler de yeşil sürenin başlangıcından itibaren araçların arka tamponlarının sinyal ekipman hattını geçtikleri süreler işlenmiştir. Aynı tabloya geçen aracın cinsi ve gidiş yönünde işaretlenmiştir. Bu bilgiler birim oto eşdeğerliklerinin tespitinde kullanılacaktır.

3.2 ÇALIŞMA YAPILAN KAVŞAKLAR HAKKINDA BİLGİ

Çalışma yapılan kavşaklar ;

- 1 - Balmumcu Camhan
- 2 - Akaretler (Sabah)
- 3 - Akaretler (Öğle)
- 4 - Bayrampaşa iplik fabrikası
- 5 - Bayrampaşa spor kompleksi
- 6 - Gaziosmanpaşa Meydanı

- 7 - Keresteciler
- 8 - Levent Güvercinlik
- 9 - Barbaros Bulvarı Ortaköy dönüşü

Bu dokuz kavşakta aşağıda belirtilen yirmiüç şeritte bölüm 3.1 'de belirtildiği şekilde sayımlar yapılarak veriler elde edilmiştir.Çalışma yapılan bu kavşakların planları, sinyal diyagramları şekil 3.1 de verilmiştir.

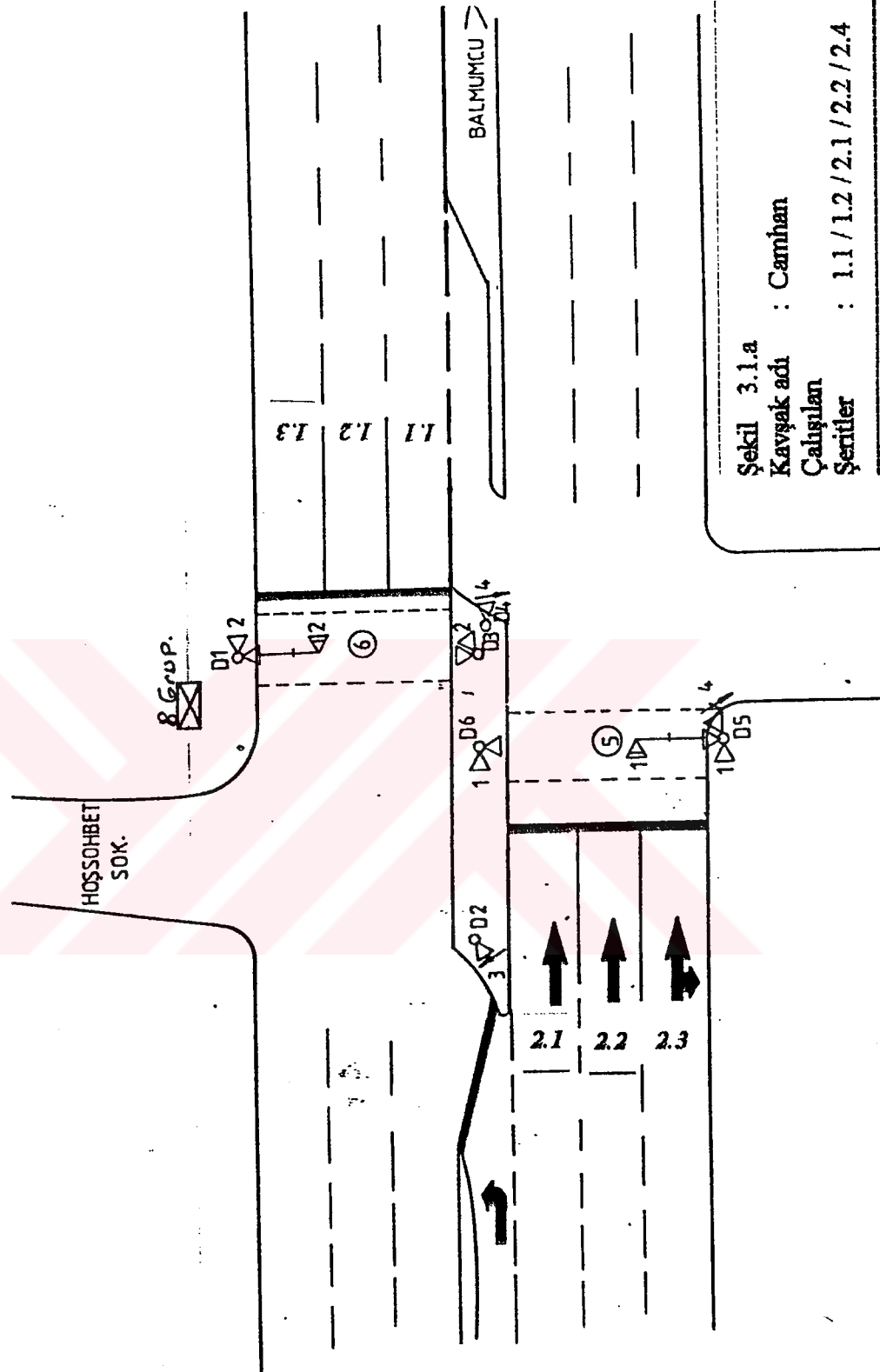
Kavşak adı	Şerit no
Camhan	1.1
Camhan	1.2
Camhan	2.1
Camhan	2.2
Camhan	2.4
Akaretler	1.1 (sabah)
Akaretler	1.2 (sabah)
Akaretler	1.3 (sabah)
Akaretler	1.1 (öğle)
Akaretler	1.2 (öğle)
Akaretler	1.3 (öğle)
Bayrampaşa İplik Fab.	2.1
Bayrampaşa spor kompleksi	1.1
Bayrampaşa spor kompleksi	1.2
Bayrampaşa spor kompleksi	3.1
Bayrampaşa spor kompleksi	3.2
Gaziosmanpaşa Meydanı	2.1
Keresteciler	2.1
Levent Güvercinlik	2.1
Levent Güvercinlik	3.4
Barbaros Bul. Ortaköy dön.	1.1
Barbaros Bul. Ortaköy dön.	1.2

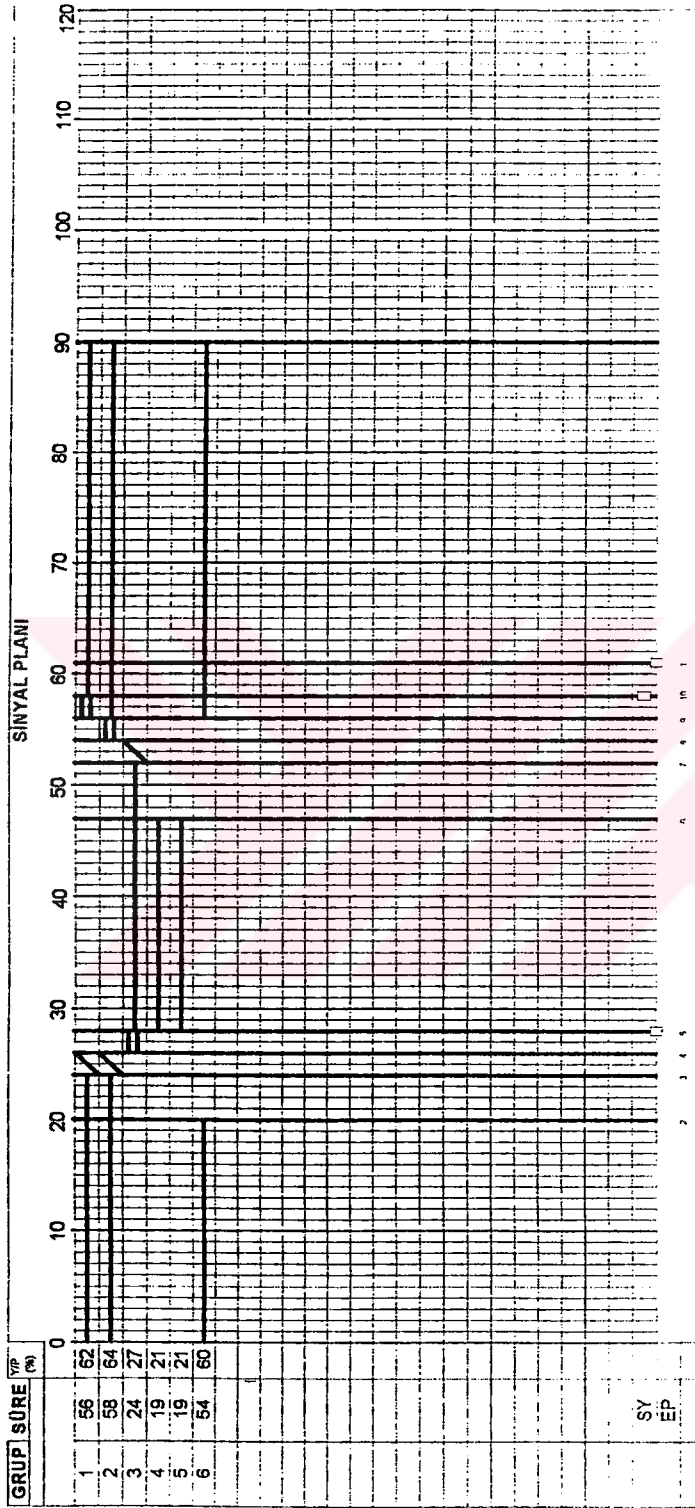
Tablo 3.3 de bu kavşak ve şeritler hakkında bilgi verilmiştir.

Şekil 3.3 Doygun akım tablosu

Tablo 3.1 Çalışma yapılan kavşak ve şeritler hakkında genel bilgiler

No	Kavşak adı	Şerit no	Etüd tarihi	Etüd saati	Yaklaşım kolundaki şerit sayısı	Şerit kullanımı
1	Camhan	1.1	18/7/1997	08:25 / 09:40	4	Doğru giden
2	Camhan	1.2	18/7/1997	08:25 / 09:40	4	Doğru giden
3	Camhan	2.1	18/7/1997	08:25 / 09:40	4	Doğru giden
4	Camhan	2.2	18/7/1997	08:25 / 09:40	4	Doğru giden
5	Camhan	2.4	18/7/1997	08:25 / 09:40	4	Sola dönen
6	Akaretler	1.1	16/7/1997	08:10 / 09:25	4	Doğru giden
7	Akaretler	1.2	16/7/1997	08:10 / 09:25	4	Doğru giden
8	Akaretler	1.3	16/7/1997	08:10 / 09:25	4	Doğru giden
9	Akaretler	1.1	16/7/1997	13:05 / 13:50	4	Doğru giden
10	Akaretler	1.2	16/7/1997	13:05 / 13:50	4	Doğru giden
11	Akaretler	1.3	16/7/1997	13:05 / 13:50	4	Doğru giden
12	B.Paşa İplik Fab.	2.1	6/5/1997	10:25 / 11:25	2	Doğru giden
13	B.Paşa Spor Komp	1.1	4/4/1997	11:15 / 12:25	2	Doğru giden
14	B.Paşa Spor Komp	1.2	4/4/1997	11:15 / 12:25	2	Doğ. Gid. + Sağa dön
15	B.Paşa Spor Komp	3.1	4/4/1997	11:15 / 12:25	3	Doğ. Gid. + Sola dön
16	B.Paşa Spor Komp	3.2	4/4/1997	11:15 / 12:25	3	Doğru giden
17	G.O.Paşa Meydan	2.1	1/3/1997	14:00 / 14:50	3	Doğru giden
18	Keresteciler	2.1	11/4/1997	10:25 / 11:20	4	Doğru giden
19	Levent Güvercinlik	1.3	26/4/1997	13:40 / 14:30	3	Doğru giden
20	Levent Güvercinlik	3.4	26/4/1997	13:40 / 14:30	4	Sağa dönen
21	Beş Ortaköy dönüş	1.1	8/8/1997	17:05 / 18:20	3	Doğru giden
22	Beş Ortaköy dönüş	1.2	8/8/1997	17:05 / 18:20	3	Doğru giden





BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİĞİ
Hafta 1ci

SINYAL PLANI YAPILIS TARİHİ:
3.7.1996

SINYAL PLANI: S1

KAVŞAK ADI: BALMUMCU

KAVŞAK NO: 221

PERYOD: 90

PROGRAM: ST3-P1

SINYAL PLANINI YAPAN: ÇALIŞMA KODUMU

SENKRON

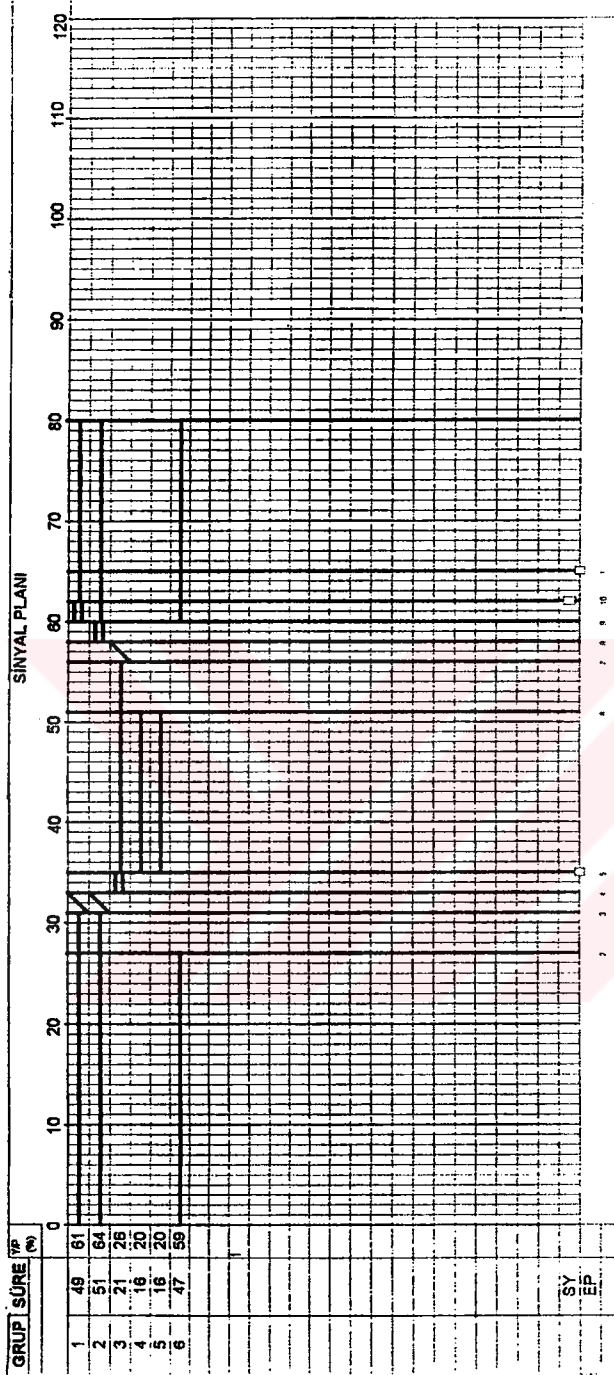
Cum.

pazar

Şekil 3.1.a devamı
Camihan kavşağı sinyal diyagramı

Pazar
06.30 - S2
12.00 - S5
17.00 - S3
21.00 - S4
01.00 - A

Hiç + C.tesi
06.30 - S4
07.00 - S1
10.00 - S2
12.00 - S5
17.00 - S3
21.00 - S4
01.00 - A



BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİĞİ

Hafta İç

SINYAL PLANININ YAPILIS TARİHİ:

3.7.1996

SINYAL PLANI :

S2

KAVSAK ADI

KAVSAK NO: 2221

PERYOD:

80

PROGRAM:

ST3-P2

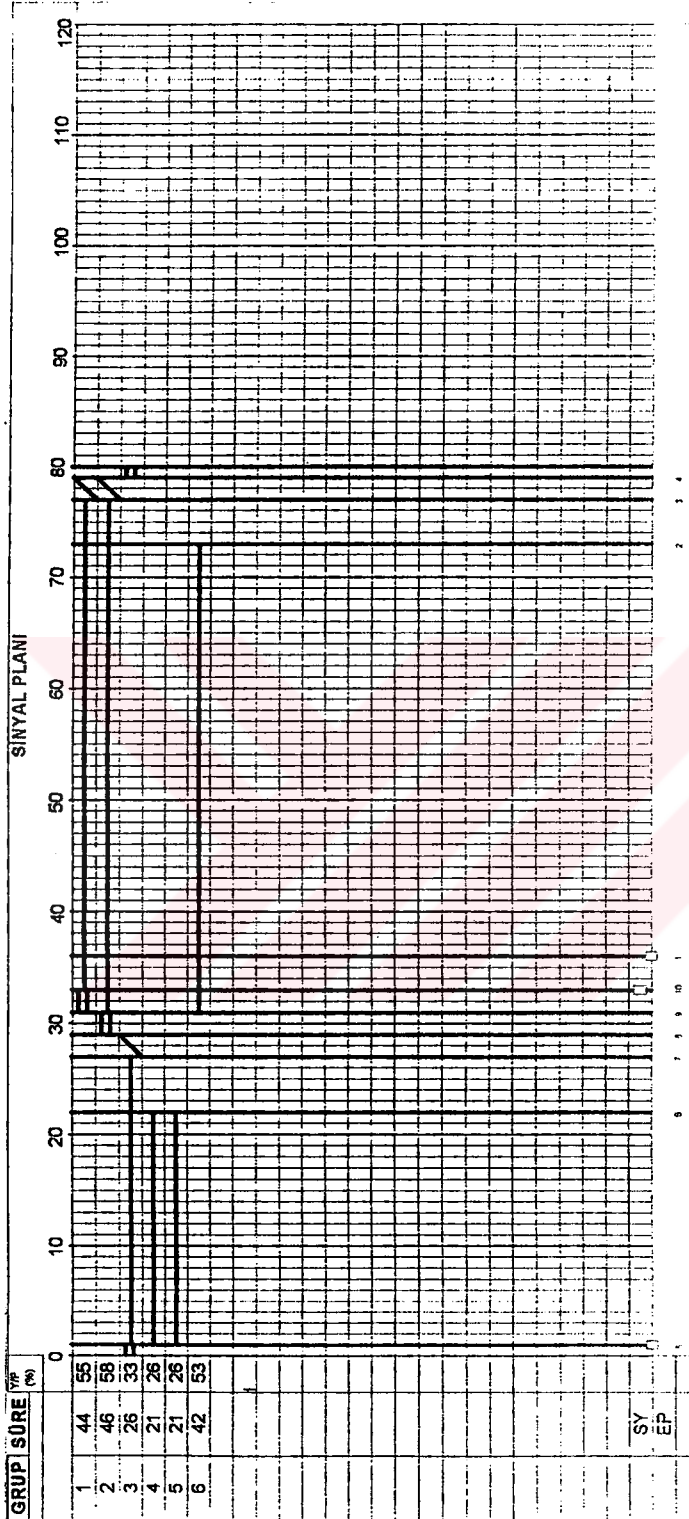
SINYAL PLANINI YAPAN

ÇALIŞMA KONUSU

SENKRON

Cum.

pazar



BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

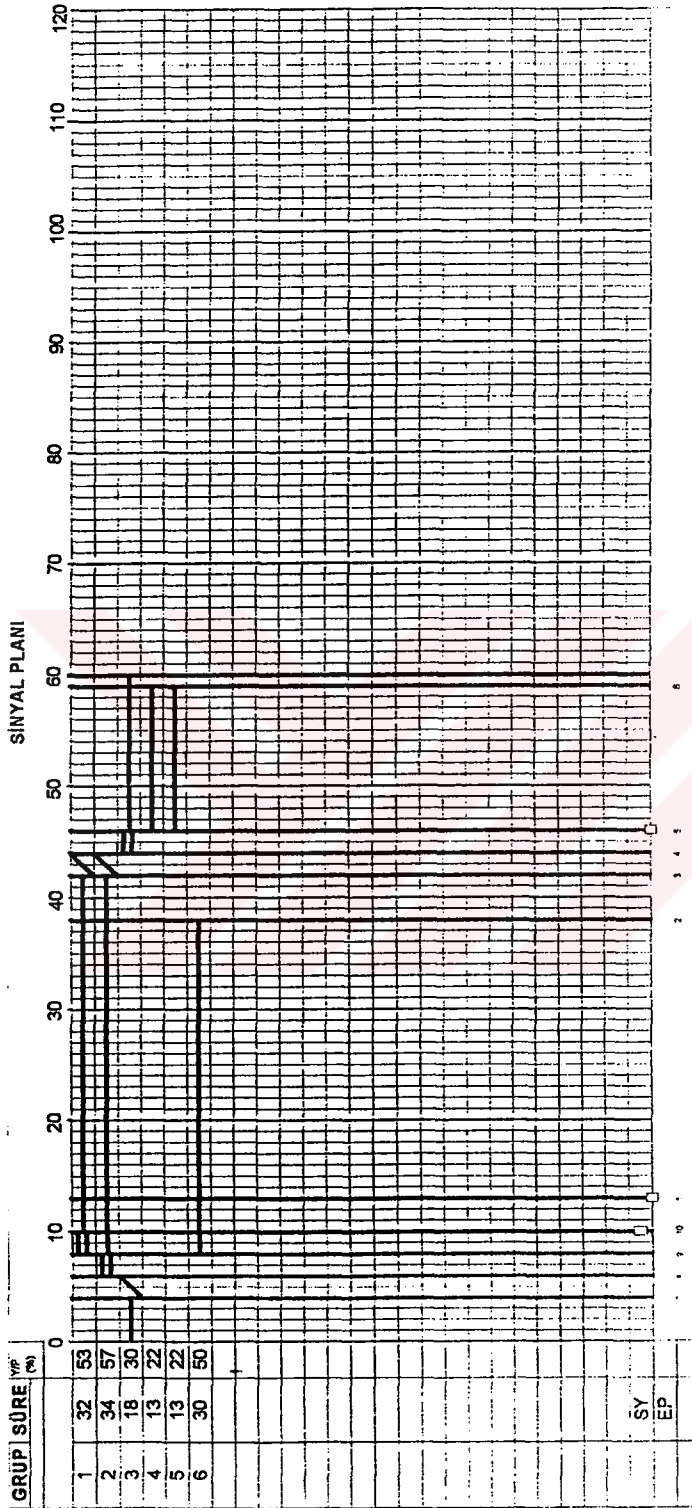
HAFTA OTOMATİĞİ
Hafta içi

SINYAL PLANININ YAPILIŞ TARİHİ:

3.7.1996

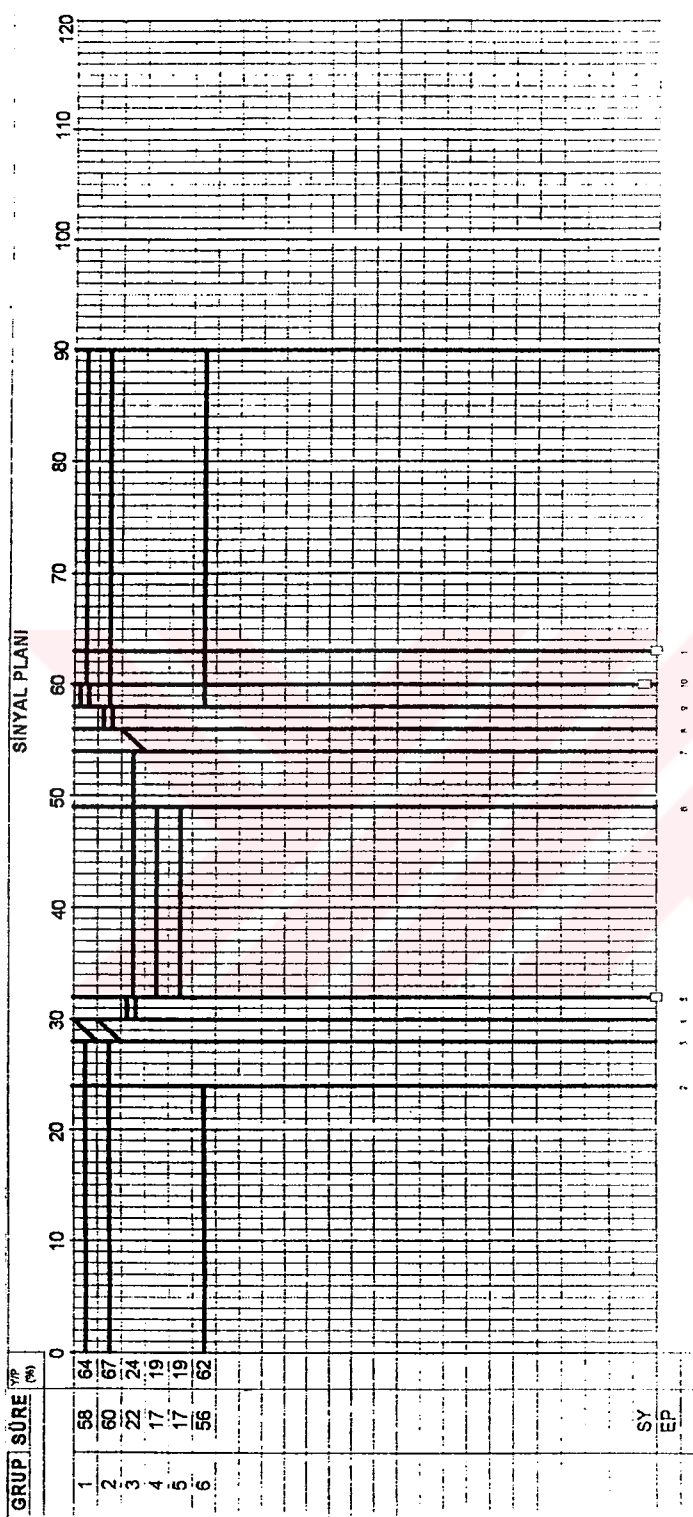
SINYAL PLANI : **S3**

Cum.	KAVSAK ADI	KAVSAK NO: 2221
	BALMUMCU	PERYOD: 80
		PROGRAM: ST3-P3
pazar	SINYAL PLANINI YAPAN	ÇALIŞMA KONUSU
		SENKRON



BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİĞİ		SINYAL PLANININ YAPILIS TARİHİ:	
Hafta içi		3.7.1996	
S4		SINYAL PLANI :	
Cum.	KAVSAK ADI	KAVSAK NO:	2221
	BALMUMCU	PERYOD:	60
		PROGRAM:	ST3-P4
pazar	SINYAL PLANINI YAPAN		ÇALIŞMA KONUSU
			SENKRON



BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİĞİ
Hafta içi

SINYAL PLANININ YAPILIS TARİHİ
3.7.1996

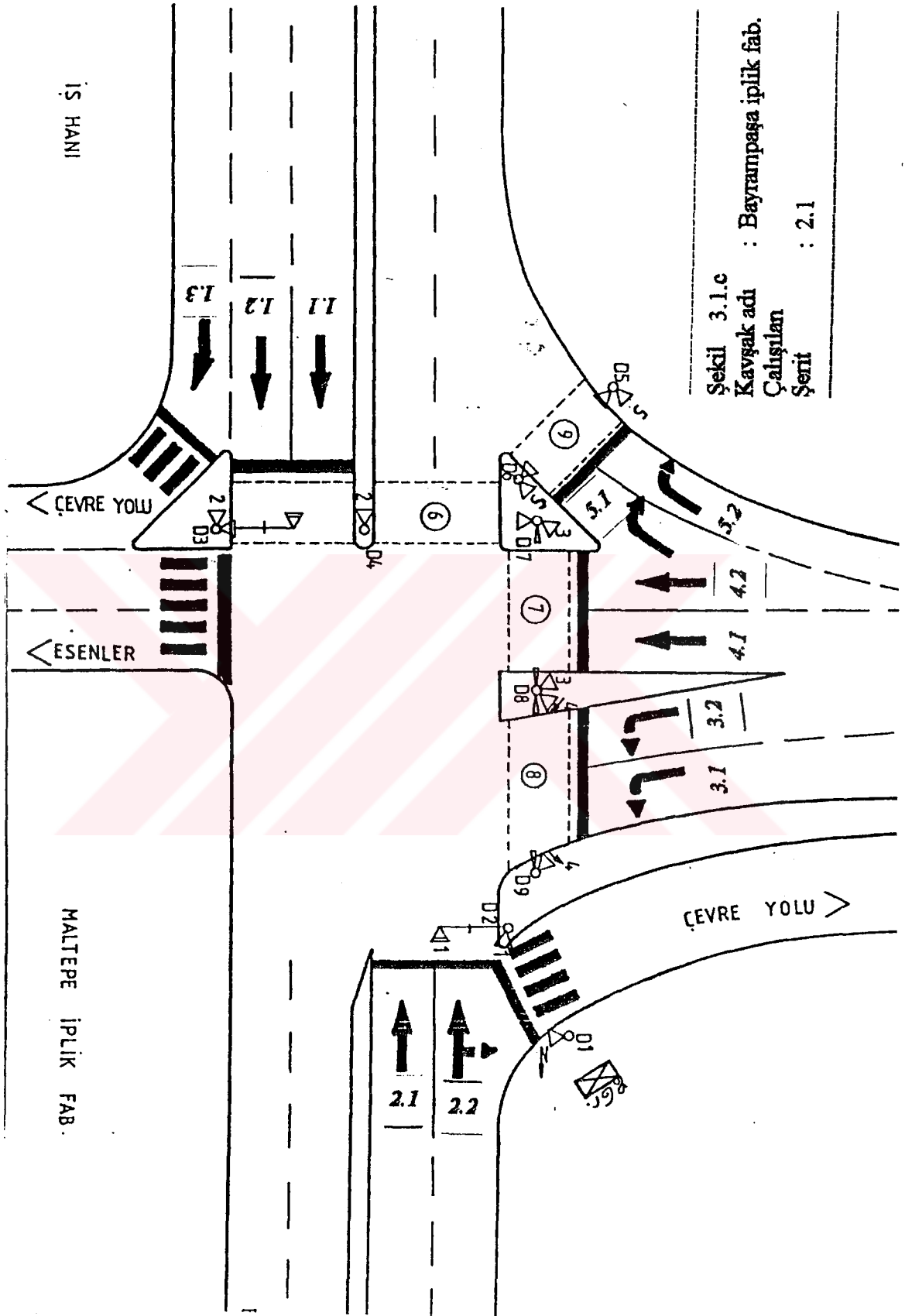
SINYAL PLANI : **S5**

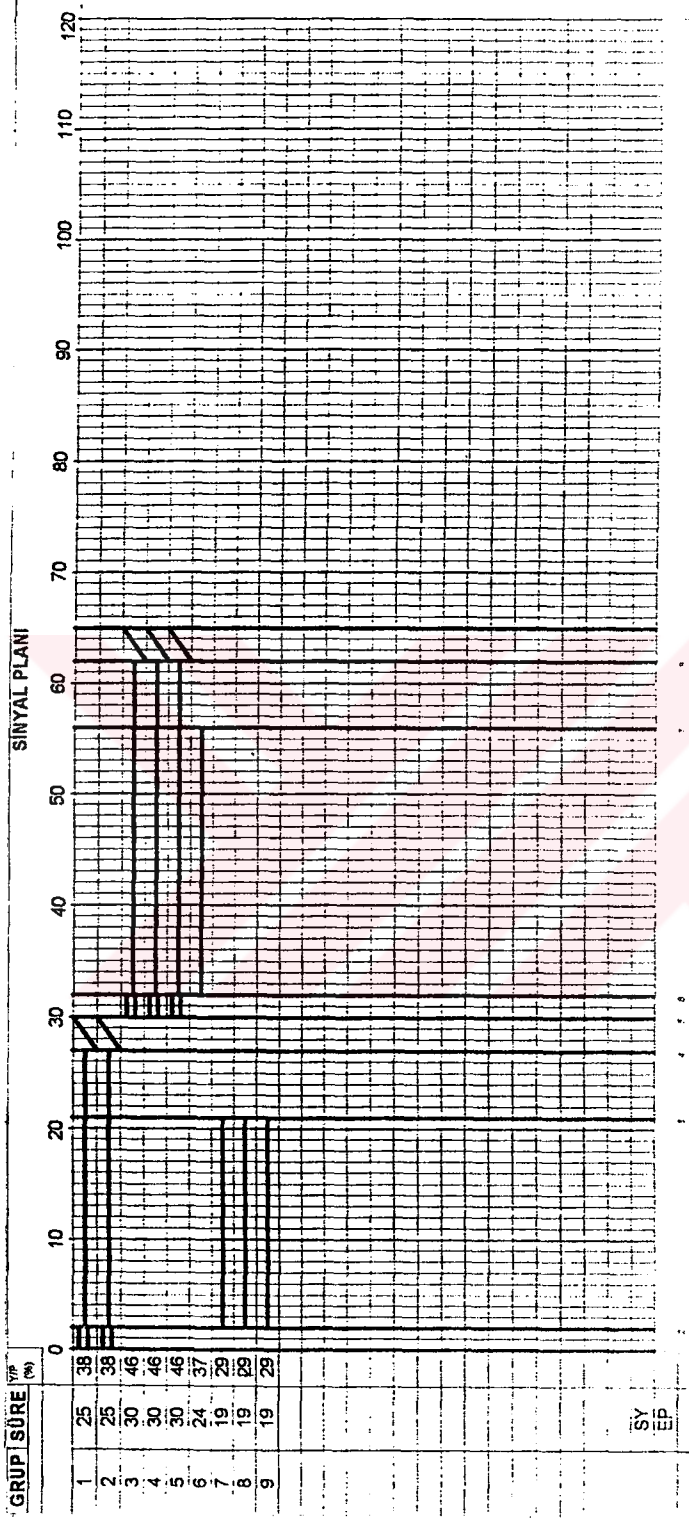
KAVSAK ADI **KAVSAK NO:** **221**
BALMUMCU **PERYOD:** **90**
SINYAL PLANINI YAPAN **PROGRAM:**
ÇALIŞMA KONUSU

Cum.

pazar

SENKRON





İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİĞİ
Hafta içi

CUMARTESİ+PAZAR
06.30 S1
11.00 S2
15.00 S1
17.00 S3
24.00 A

S1

SINYAL PLANI :

KAVŞAK ADI
MALTEPE İPLİK

KAVŞAK NO: 1142

PERYOD: 65

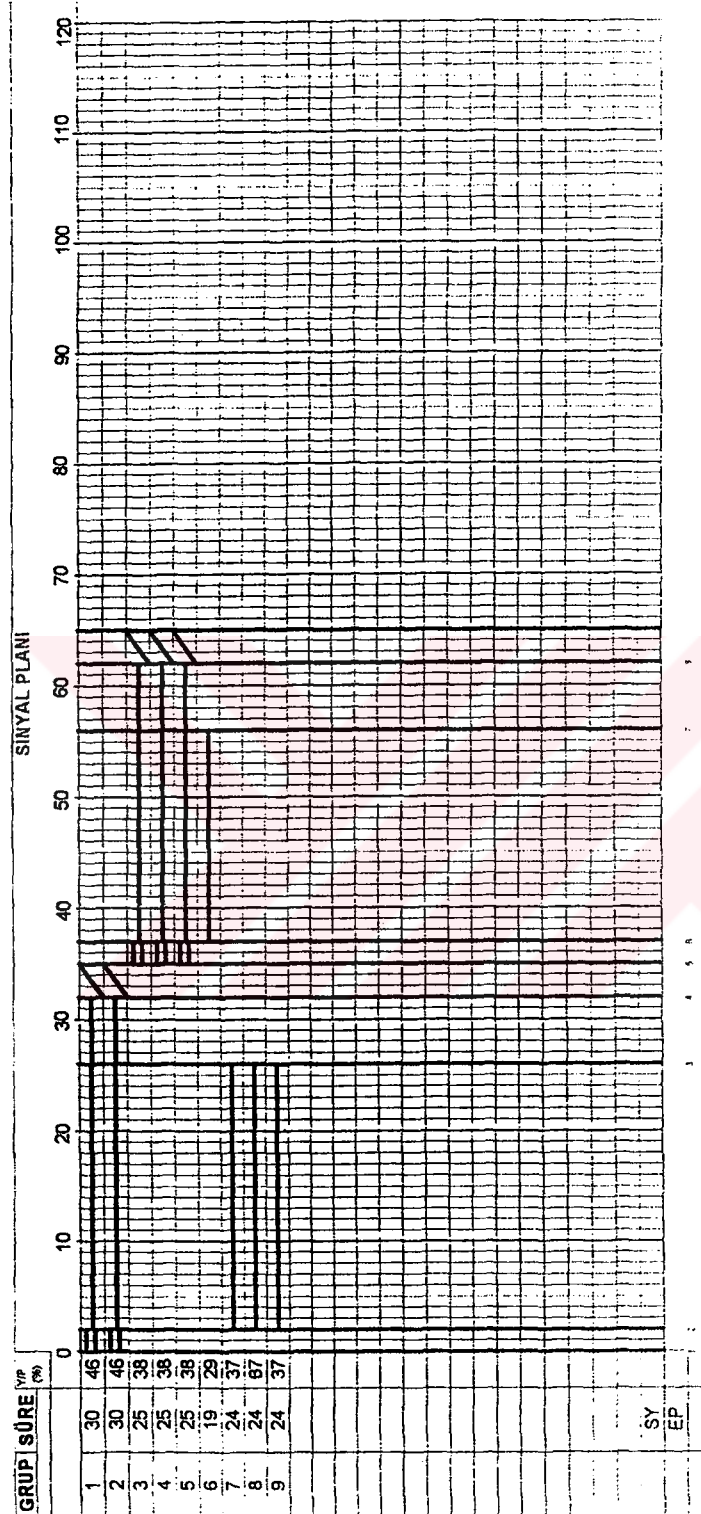
PROGRAM: STR1-P1

ÇALIŞMA KONUSU
OTOMATİK

Cum.

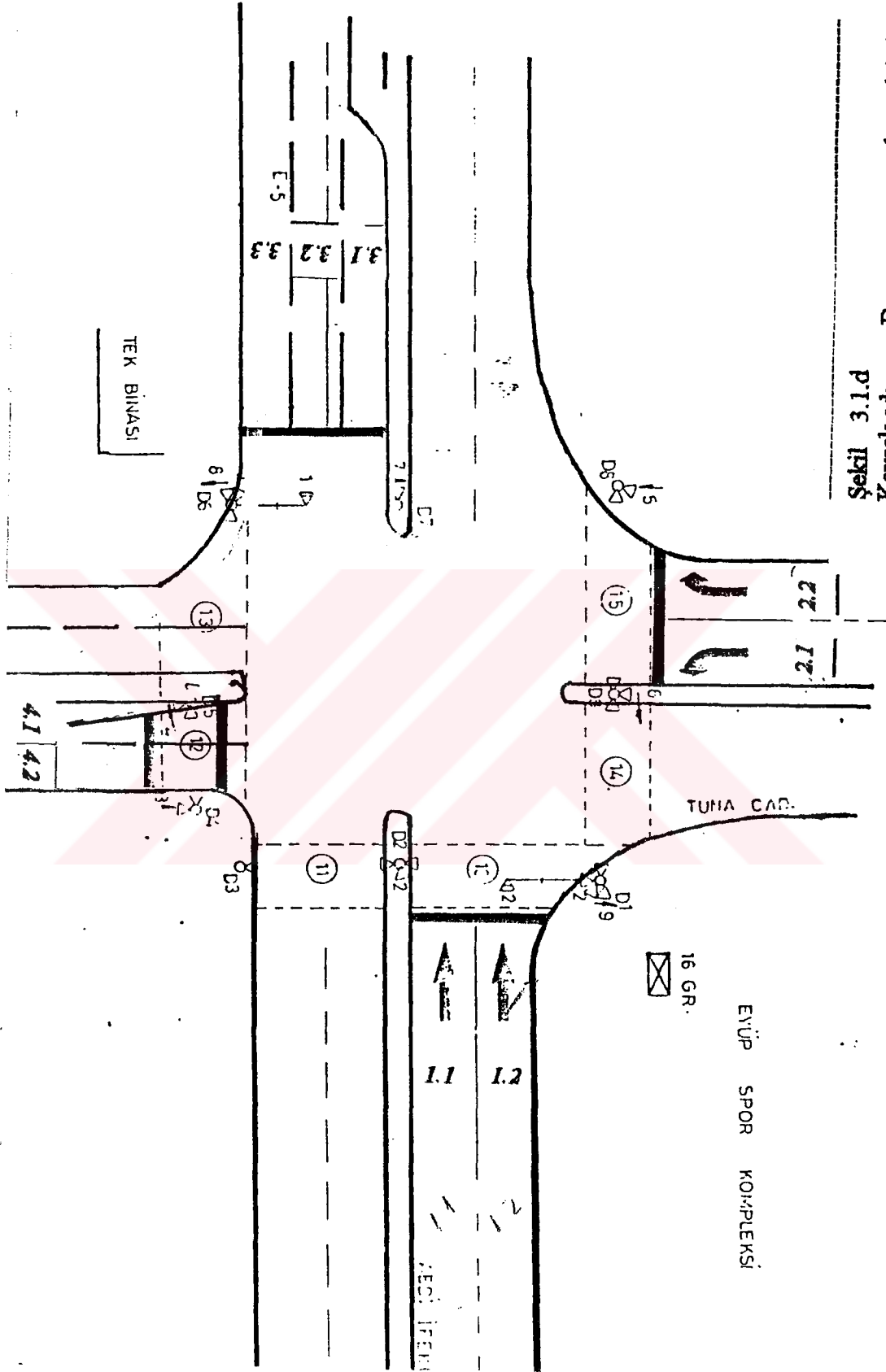
pazar

Şekil 3.1.c devamı
Bayrampaşa iplik fabrikası kavşağı
sinyal diyagramı



İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİK	SİNYAL PLANI :	S2	SİNYAL PLANININ UYGULANIS TARİHİ :
Hafta 1ci	KAVSAK ADI	KAVSAK NO: 1142	
	MALTEPE İPLİK	PERYOD: 65	
		PROGRAM: STR1-P2	
	SİNYAL PLANINI YAPAN	ÇALIŞMA KONUSU	OTOMATİK
	Cum.		
			pazar

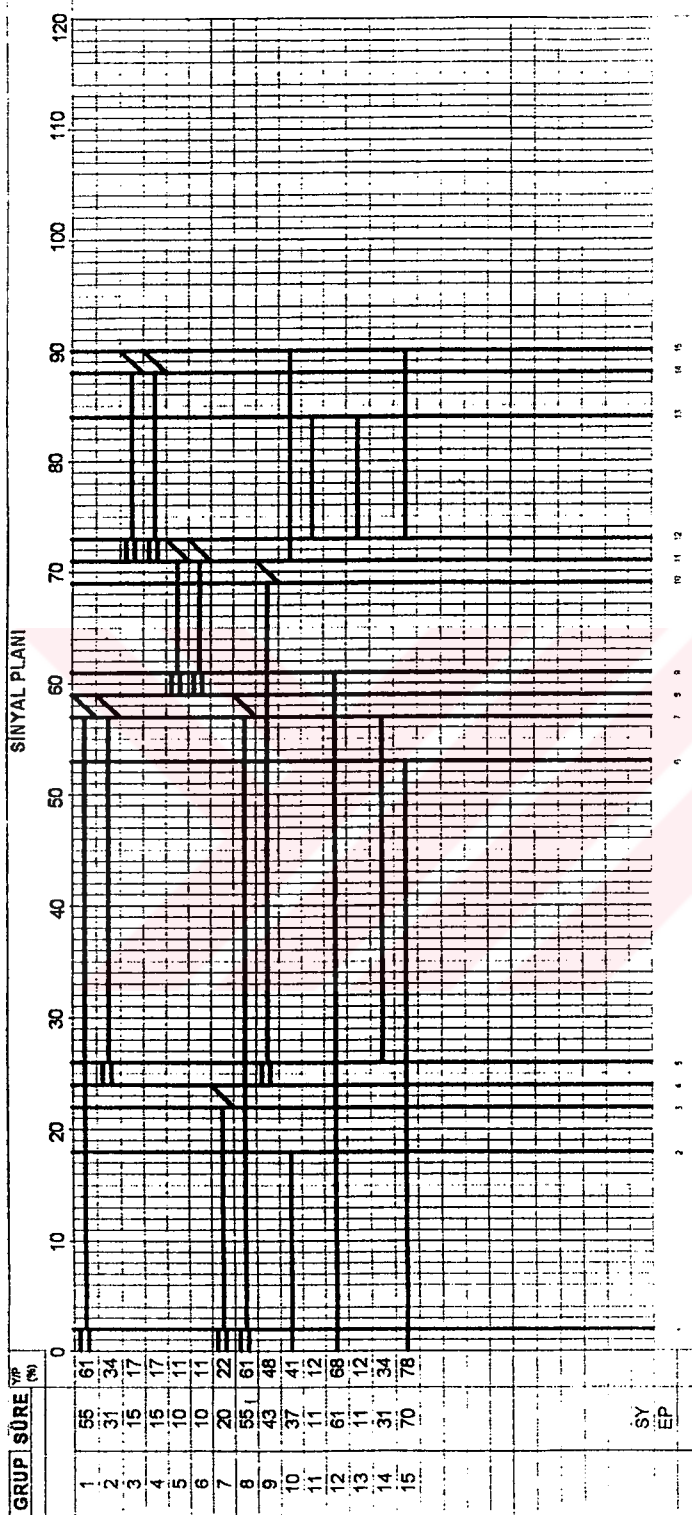


Şekil 3.1.d

Kavşak adı : Bayrampaşa spor kompleksi

Çalışılan

Şeritler : 1.1 / 1.2 / 3.1 / 3.2



BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

SINYAL PLANININ YAPILIS TARİHİ:

22/07/1996

HAFTA OTOMATİĞİ

Hafta içi

SINYAL PLANI : S1

KAVSAK ADI	KAVSAK NO: 1235
BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ	PERYOD: 90
SINYAL PLANINI YAPAN	PROGRAM: STR2-P1
	ÇALIŞMA KONUSU
	OTOMATİK

Cum.

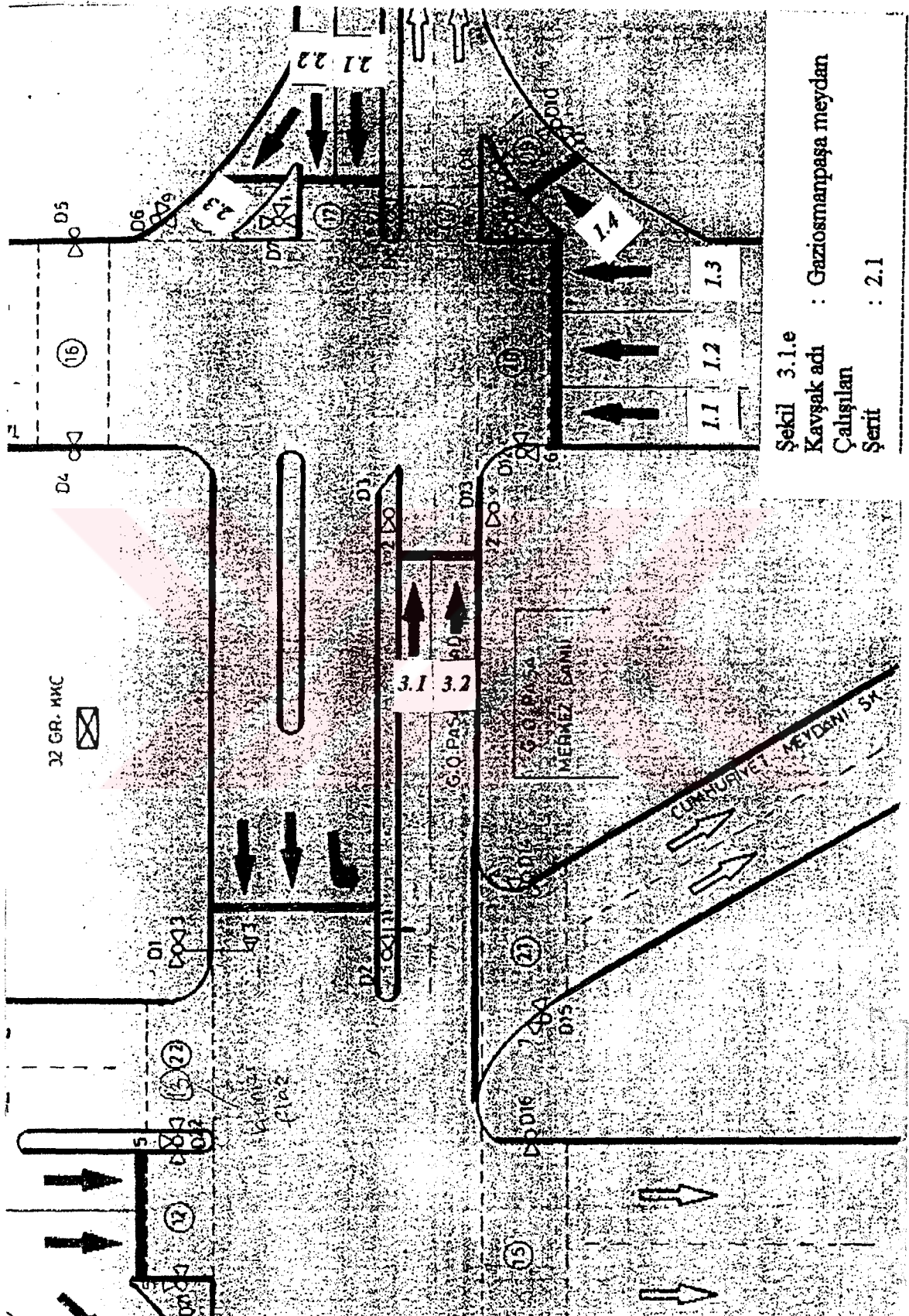
Pazar

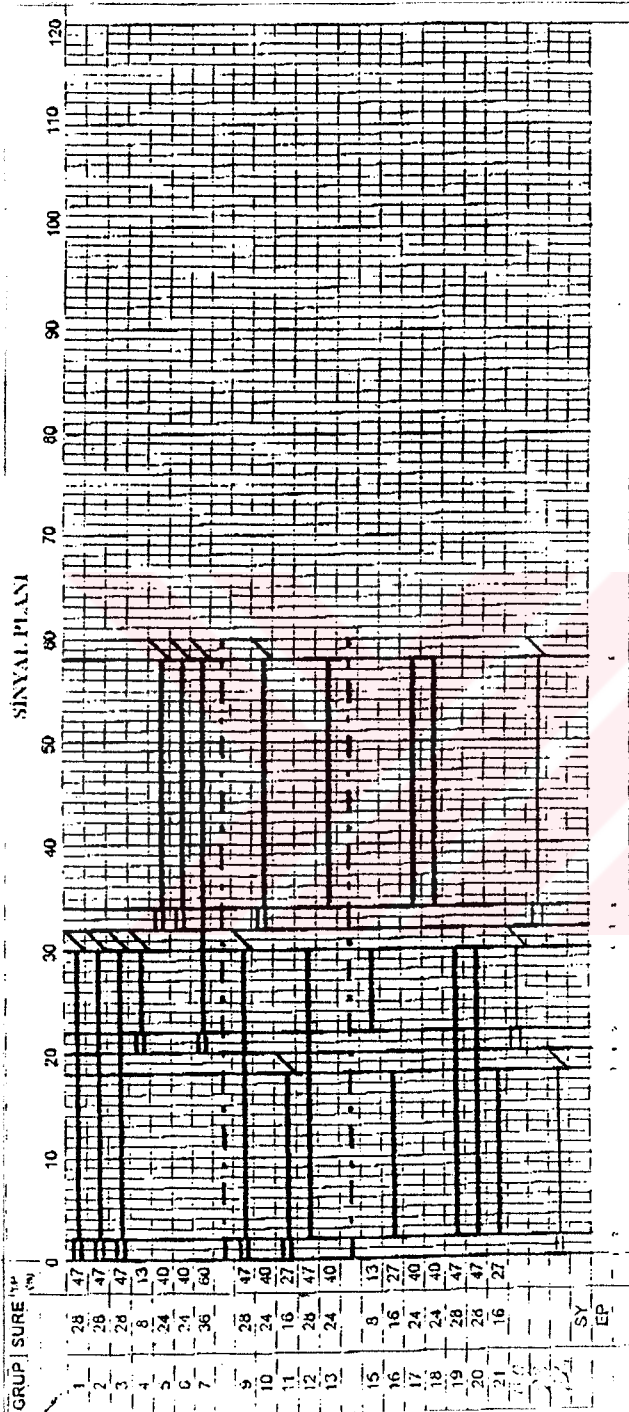
HAFTA İÇİ-CUMARTESİ
06.30 S2
09.30 S3
16.00 S1
21.00 S4
24.00 A

HAFTA İÇİ-CUMARTESİ
06.30 S4
24.00 A

S1 = 2,16,4,2,2,2,7,4,2,2,8,2,2,11,4,2 = 90
S2 = 2,10,4,2,2,2,5,4,2,2,12,2,2,10,4,2 = 85
S3 = 2,12,4,2,2,2,0,4,2,2,10,2,2,10,4,2 = 80
S4 = 2,8,4,2,2,13,4,2,2,8,2,2,8,4,2 = 65

Şekil 3.1.d devamı
Bayrampaşa spor kompleksi kavşağı sinyal diyagramı





İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ



SİNYAL PLANININ UYGULANIS TARİHİ: 27/01/1997

SINYAL PLANI:

1193

GAZIOSALANPAS

PERIOD:

60

A MRYDAN

NYAL 14 ANINI YAPAN
ÇALISMA KONUNU

УЧЕБНИК

PAZZAR

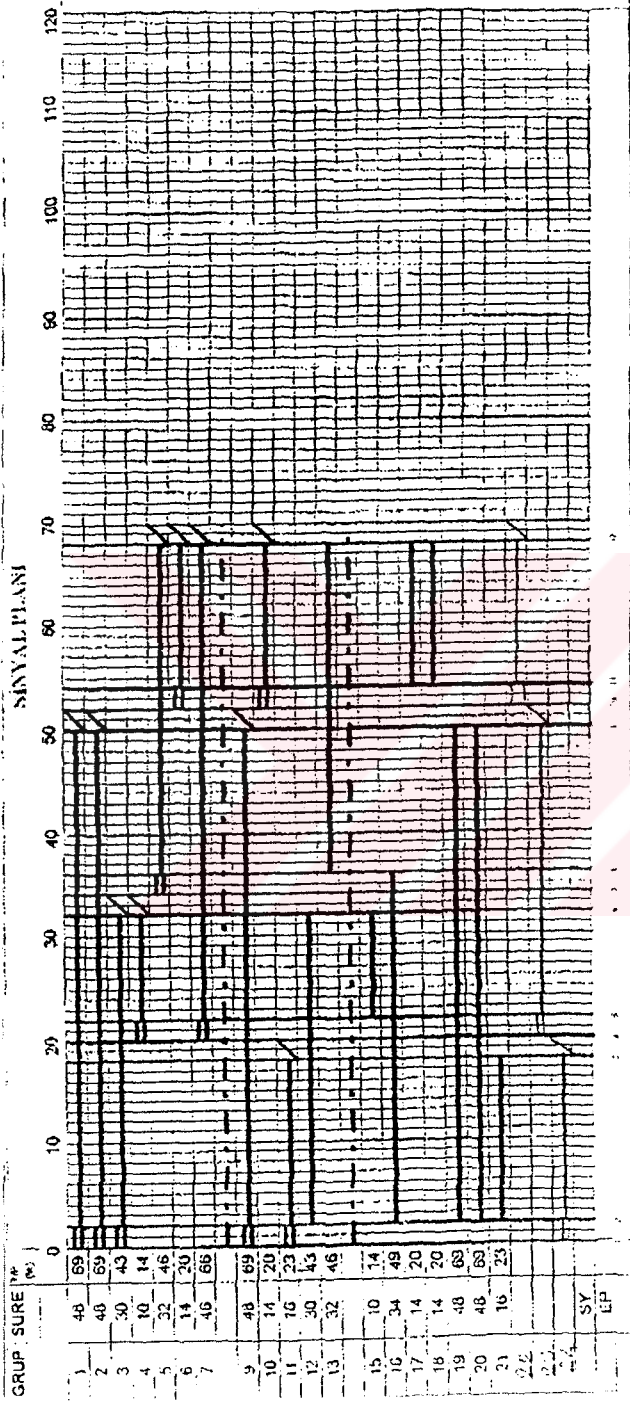
06:30 - P2S1
08:00 - P1S2
15:00 - P1S1
20:00 - P2S1
22:00 - A

ILALTA İÇİ+C. TİSİ

06:30 - P2S1
07:30 - P1S2
09:00 - P1S1
15:00 - P1S1
20:00 - P2S1
22:00 - A

$P_1=2,16,2,2,8,2,2,24,2=60$
 $P_2=2,10,2,2,8,2,2,20,2=50$

Şekil 3.1.e devamı
Gaziosmanpaşa meydanı kavşağı sinyal
diyagramı



İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ



İHAFA
OTOMATİK
Hafızalı

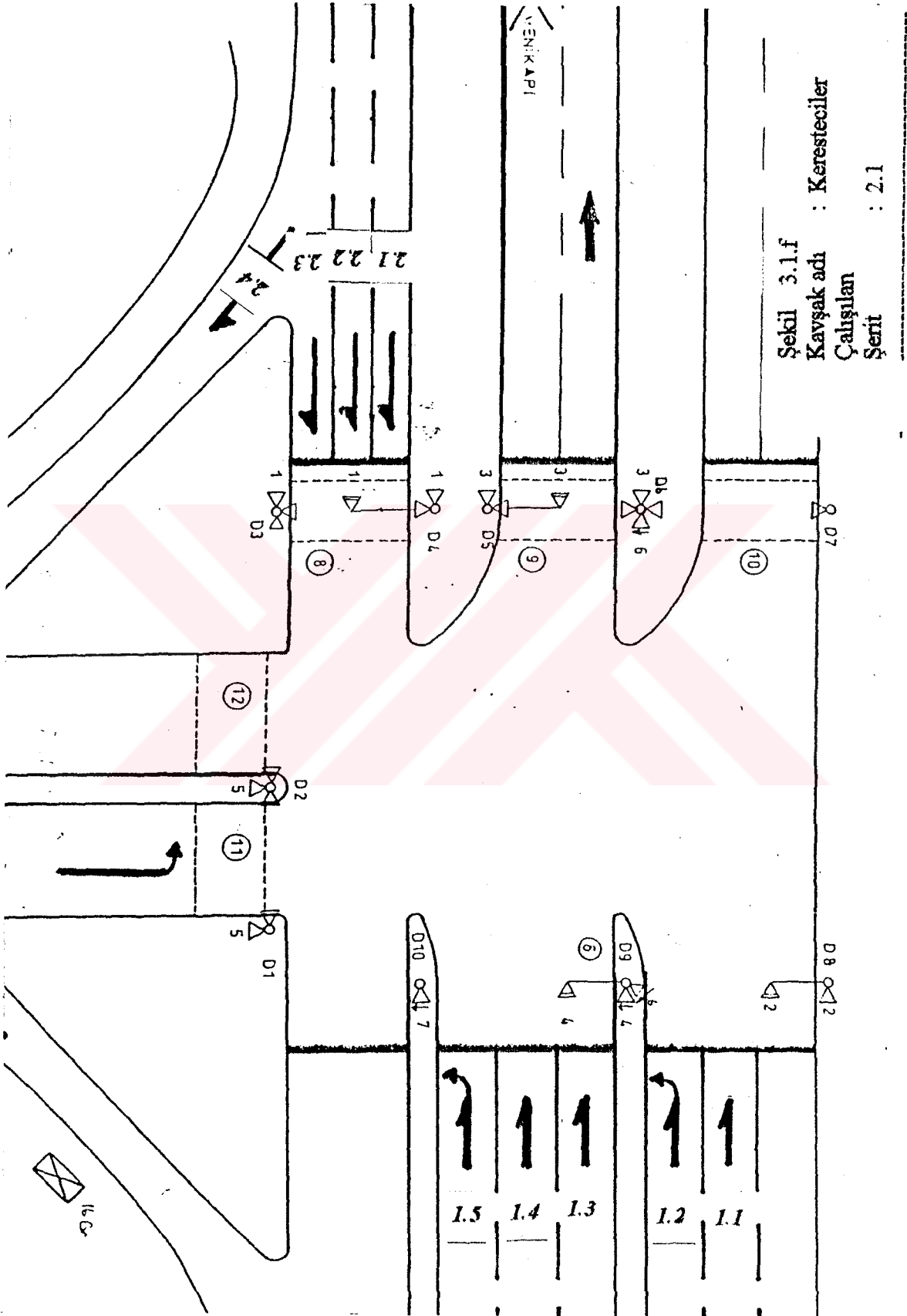
SINYAL PLANININ UYGULANIS TARİHİ
27/01/1997

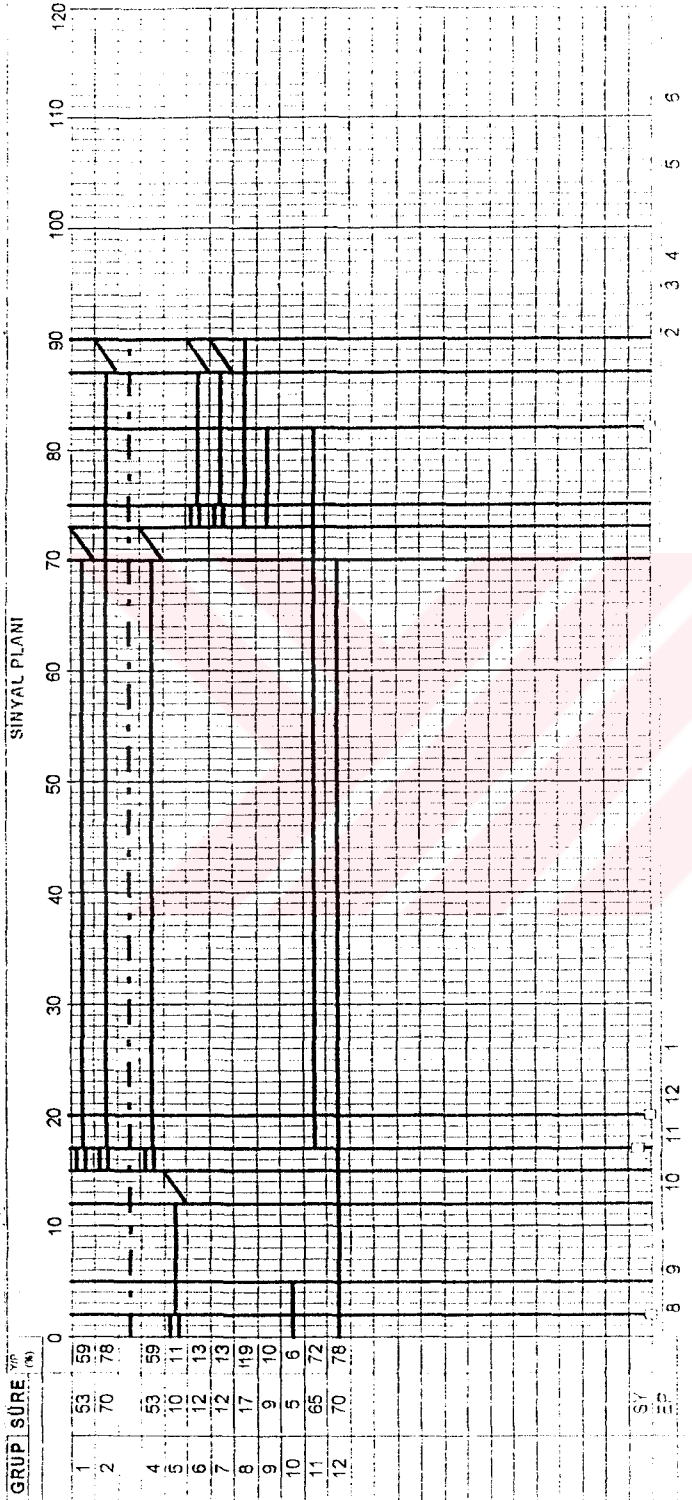
SINYAL PLANI: S2

KAVSAK ADI	KAVSAK NO
GAZİOSMANPAŞA MEYDANI	1193
PROGRAM	STR2-P1
SINYAL PLANI YAPAN	ÇALIŞMA KURUMU
VERDİR	OTOMATİK

Çevre

Düzen





BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİĞİ **SINYAL PLANININ UYGULANIS TARİHİ**
Hafta içi 25.10.1996

SINYAL PLANI : **S1-S2-S4**

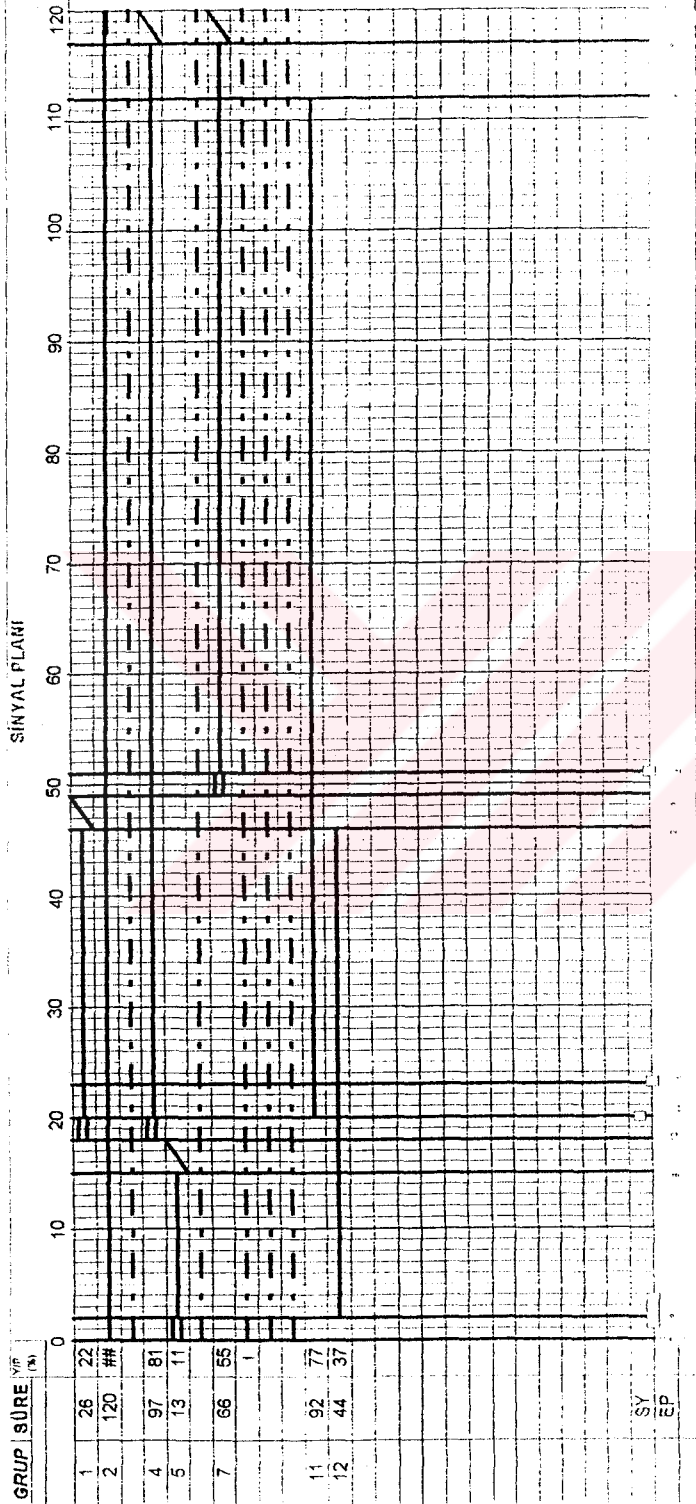
KAVSAK ADI	KAVSAK NO. 1106
PERYOD	90
PROGRAM	STR2-S1
SINYAL PLANINI YAPAN	ÇALIŞMA KONUSU

SENKRON

PAZAR
01:00 A.
06:30 S4
09:00 S1
13:00 S2
20:00 S4

HAFTA İÇİ
01:00 A.
06:30 S4
07:30 S6
09:30 S1
13:00 S2
16:00 S3
22:00 S4

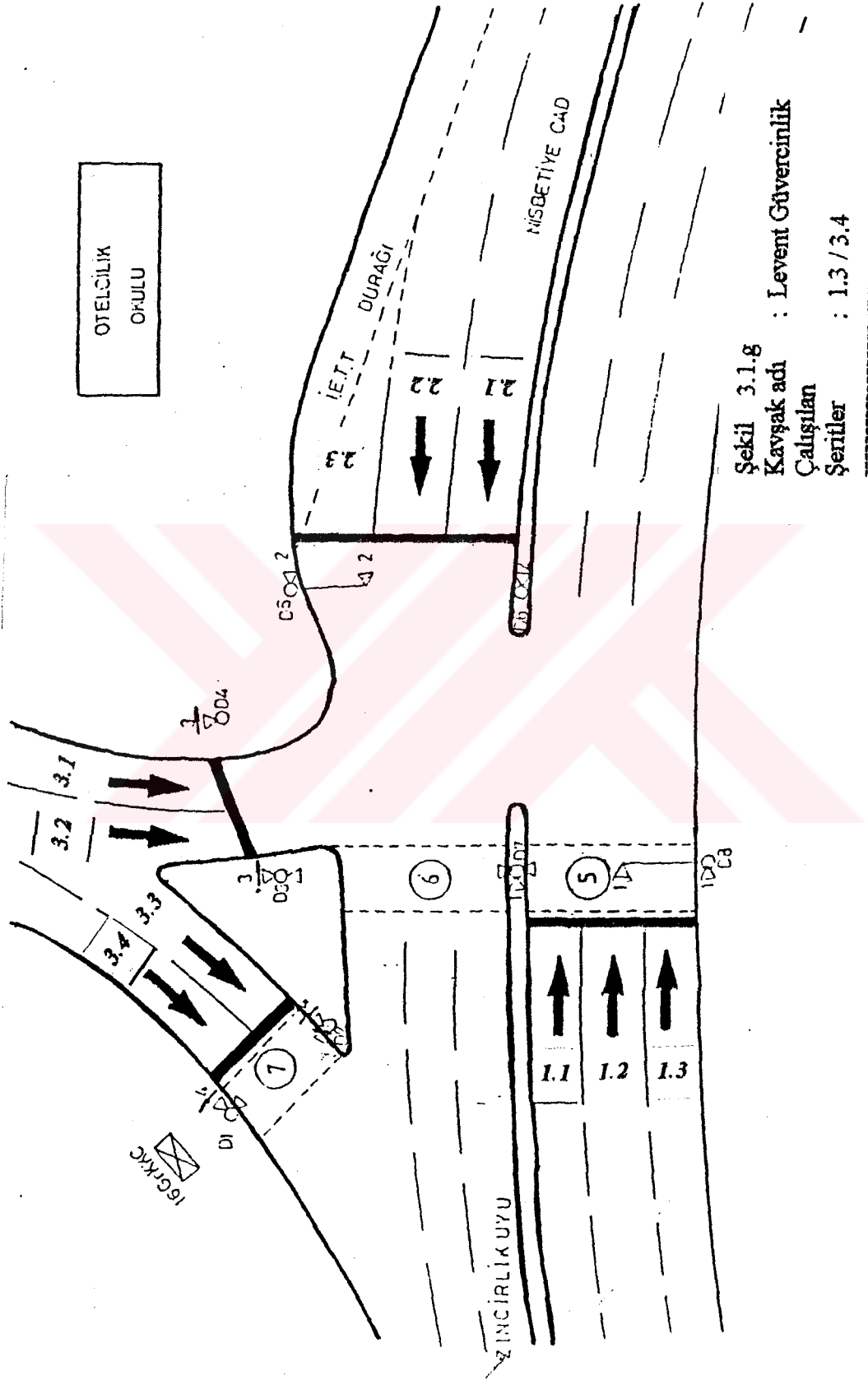
Şekil 3.1.f devamı
Keresteciler kavşağı sinyal diyagramı

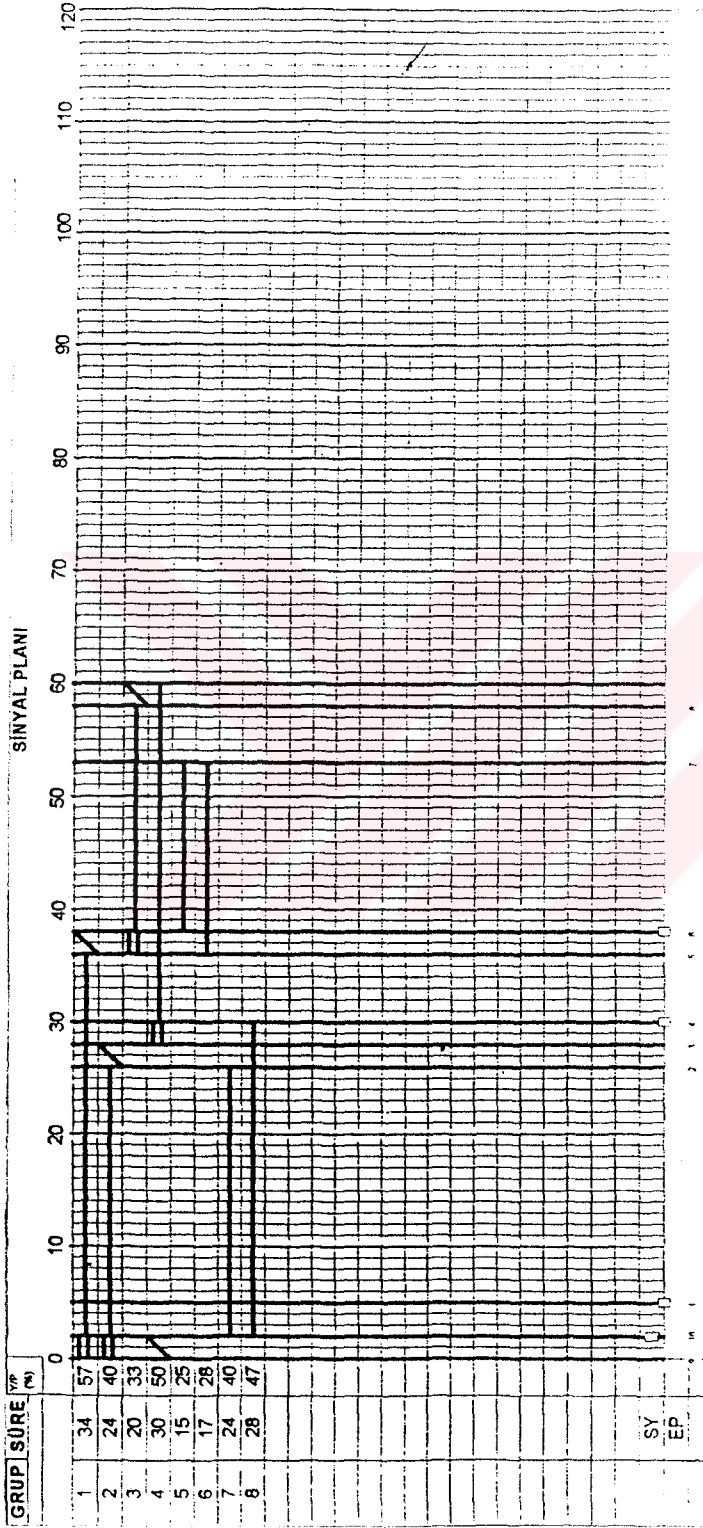


BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİĞİ	SİNYAL PLANININ UYGULANIS TARİHİ
Hafta içi	25.10.1996
SİNYAL PLANI :	S6
KAVSAK ADI	KAVSAK NO: 1106
KERESTECİLER	PERYOD: 120
	PROGRAM: STR1-S1
SİNYAL PLANINI YAPAN	ÇALIŞMA KONUSU
pazar	SENKRON

Cum.





BELBİM A.Ş.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
TRAFİK MÜDÜRLÜĞÜ

HAFTA OTOMATİĞİ
Hafta içi
SINYAL PLANININ UYGULANIS TARİHİ:
13/08/1996

SINYAL PLANI : S1

KAVŞAK ADI
LEVENT
GÜVERCİNLİK
SINYAL PLANINI YAPAN
KAVŞAK NO: 2280
PERYOD: 70
PROGRAM: STR1-P1
ÇALIŞMA KONUSU

SENKRON

Hafta içi + C.tesi + Pazar

01:00 A;
06:30 S4
07:30 S1
10:00 S2
17:00 S3
20:00 S4

S2 = STR1-P2 = 21.2.2.6.2.10.5.2.2.3 = 65"
S3 = STR1-P3 = 31.2.2.6.2.15.5.2.2.3 = 70"

Şekil 3.1-g devamı
Levent Güvercinlik kavşağı sinyal diyagramı

BÖLÜM IV

BİRİM OTO EŞDEĞERLİKLERİNİN BULUNMASI

4.1 BİRİM OTO EŞDEĞERLİĞİ

Sinyalize kavşaklardaki yolcu otomobil eşdeğerlikleri , otomobil dışındaki diğer araçların , örneğin ; minibüs , kamyonet , otobüs , kamyon v.b. gibi , etkilerinin belirlenerek bunların doygun akım içerisinde yolcu otomobil olarak ifade edilmesi amacıyla yapılır.

Analiz yöntemleri **izleme aralığı** ve **regresyon analizi** yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılır.

(1) İzleme Aralığı Yöntemi ;

Herbir taşıt türü için ayrı ayrı belirlenen izleme aralıklarının karşılaştırılması temeline dayanır.Bu yöntemde kendi içinde ikiye ayrılır.

1.1 İzleme aralığının uzunluk (metre) olarak tespiti.

1.2 İzleme aralığının zaman (saniye) olarak tespiti.

(2) Regresyon Analizi Yöntemi ;

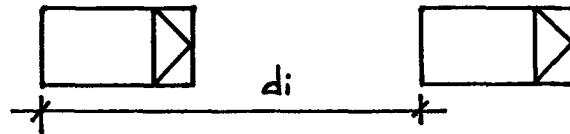
Doygun akım içerisinde geçen taşıt sayılarının çoklu regresyon içinde kullanılması temeline dayanır.Bu yöntemde kendi içinde ikiye ayrılır.

2.1 Synchronous yöntemi.

2.2 Asynchronous yöntemi.

(1) İzleme Aralığı Yöntemi

1.1 İzleme Aralığının Uzunluk Olarak Tespiti :



$d = a + b * V + c * V^2$ bağıntısı ile takip aralığı bulunabilir.

Bağıntıdaki $a = 5 \text{ m}$, 8 m olarak ortalama taşıt boyu , $b = 0,2$, $0,306$ ve $c = 0,0065$ arasında değişen sabit sayılardır.

Ülkemizde sürücü davranışları ve taşıt durumları nazara alınarak üst sınırların esas alınması , dolayısıyla bu hususta aşağıdaki bağıntının kabul edilmesi tavsiye edilmektedir.

$$d = 8 + 0,3 * V + 0,0065 * V^2$$

Bağıntıdaki V ; km/sa olarak arkadaki taşıtın hızı olup d takip aralığı değeri metre olarak bulunur.Arkadaki aracın cinsine göre araçların takip mesafeleri bulunabilir.

d _o	:	Otomobil takip aralığı.
d _{mk}	:	Minibüs + Kamyonet takip aralığı.
d _{tt}	:	Ticari Taksi takip aralığı.
d _{tm}	:	Ticari minibüs takip aralığı.
d _{ot}	:	İett + Halk otobüsü takip aralığı.
d _a	:	Ağır taşıt takip aralığı.

1.2 İzleme Aralığının Zaman Olarak Tespiti :

Kavşakta standart bir referans çizgisi belirlenmelidir.Olası referans çizgileri ;

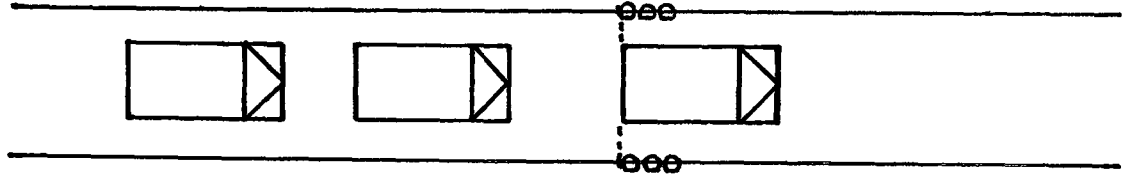
1. Dur çizgisi
2. Yaklaşım kolundaki yaya geçitinin dur çizgisi yönündeki hattı
3. Yaklaşım kolundaki yaya geçitinin çıkış yönündeki hattı
4. Kavşak girişi
5. Kavşak çıkışı
6. Sinyal ekipman hattı

Şayet kavşaktaki yaklaşım kollarında yatay işaretlemeler ve çizgiler yoksa , yukarıda verilen referans çizgilerinden ilk üçü kullanılmayacaktır.Kavşak giriş ve çıkış noktalarının sabit bir hat olarak belirlenebilmesi ise oldukça zor olabilir.Sinyal ekipman hattı , düşeyde bir hat oluşturduğu için , yapılacak video çekimlerinde kolay görülebilirliği , sabit bir hat oluşturması ve kuyruktaki taşıtların zorunlu olarak bu hattın arkasında kalması nedenleriyle , en kullanışlısı olarak görülebilir.

Referans çizgisine benzer bir zorluk da , taşıtların üzerindeki referans noktasıdır.Olası referans noktaları ;

1. Taşıtın ön tamponu
2. Taşıtın arka tamponu
3. Taşıtın ön dingili
4. Taşıtın arka dingili

Bu referans noktalarından en çok kullanılanı taşıtın arka tamponudur.Taşıtların arka tamponları referans noktası , sinyal ekipman hattıda referans çizgisi olarak alındığında ;



Yeşil başlangıcında zaman ölçümü başlayacaktır.Araçların arka tamponlarının sinyal ekipman hatlarını geçtikleri süreler tespit edilir.Zaman tespiti yapılırken araçların cinsleride tespit edilir.Bu tespitlerden sonra araç cinslerine göre takip aralıkları zaman olarak bulunur.

- | | | |
|----------|---|-----------------------------------|
| t_o | : | Otomobilin takip aralığı |
| t_{mk} | : | Minibüs + Kamyonet takip aralığı |
| t_{tt} | : | Ticari taksi takip aralığı |
| t_{tm} | : | Ticari minibüs takip aralığı |
| t_{ot} | : | İett + Halk otobüsü takip aralığı |
| t_a | : | Ağır taşıt takip aralığı |

Geçiş yapan araçların sayılarıda yine araç cinslerine göre tespit edilir.

- | | | |
|----------|---|----------------------------|
| V_o | : | Otomobil sayısı |
| V_{mk} | : | Minibüs + Kamyonet sayısı |
| V_{tt} | : | Ticari taksi sayısı |
| V_{tm} | : | Ticari minibüs sayısı |
| V_{ot} | : | İett + Halk otobüsü sayısı |
| V_a | : | Ağır taşıt sayısı |

Yapılan sayımlar ve ölçümler sonunda araç cinslerine göre toplam zaman ve toplam sayım değerleri bulunur.Örneğin $\sum t_o$ ve $\sum V_o$.

Araçların toplam takip aralıkları ile toplam araç sayıları oranları tespit edildikten sonra otomobil için bulunan $\sum t_o / \sum V_o$ oranlarına bölünerek birim oto eşdeğerlikleri bulunur.

(2) Regresyon Analizi Yöntemi

2.1 Synchronous Yöntemi :

Birim oto analizi için kullanılan synchronous regresyon analizinde orta aralıkta , ilk ve son taşıtların sinyal ekipman hattını geçiş zamanlarının belirlenmesi gerekmektedir.Synchronous regresyon analizi ile yapılan , çoklu regresyon sonucunda elde edilen katsayıların , otomobil için bulunan katsayıya bölümü sonucu , her bir taşıt cinsi için birim oto eşdeğerlikleri hesaplanır.

$$T = \delta_1 . \lambda_1 - \delta_2 . \lambda_2 + \lambda_1 * q_1 + ... + \lambda_n * q_n + \varepsilon$$

2.2 Asynchronous Yöntemi :

Asynchronous regresyon analizinde ise , belirlenen sabit bir aralık içinde sinyal ekipman hattından geçen taşıtların sayılarına ihtiyaç vardır.

$$q_1 = - \gamma . \lambda_1 . \delta_1 + \gamma . \lambda_2 . \delta_2 - a_2 * q_2 - - a_n * q_n + \gamma . T + \varepsilon$$

δ_1 = 1 Veri toplama sürecinde başlangıç kaybı varsa
0 Veri toplama sürecinde başlangıç kaybı yoksa

λ_1 = Başlangıç kaybı , (sn)

δ_2 = 1 Güvenlik süresi varsa
0 Güvenlik süresi yoksa

λ_2 = Güvenlik süresi

γ = Doygun akım

q_i = i tipindeki taşıt hacmi

λ_i = i tipindeki taşıtın birim otomobil eşdeğerliğinin belirlenmesi için kullanılan parametre.

a_i = i tipteki taşıtın birim otomobil eşdeğerlik faktörü.

ε = hata.

4.2 BİRİM OTO EŞDEĞERLİĞİNİN BULUNMASI

Şeritler den elde edilen veriler tablo 4.1 de görülmektedir.Bu değerlerden yararlanılarak birim oto eşdeğerlikleri bulunacaktır.Yapılan çalışmada araç cinsleri altı sınıfa ayrılmıştır.Otomobil, minibüs + kamyonet, ticari taksi, ticari minibüs, iett + halk otobüsü, ağır taşıt.Araçların yeşil süre başlangıcından sonuna kadar arka tamponlarının sinyal ekipman hattını geçiş süreleri ve geçen araçların cinsleri, geçiş yönleri belli olduğundan bir otomobilin, bir otomobili yada diğer araçları takip aralıkları arka tampondan arka tampona zaman (s_n) değeri olarak bilinmektedir.Bir gözlem boyunca şeritten geçen araçlardan otomobilden başlayarak diğer araçların kendi cins araçları yada diğer cins araçları takip aralıkları zaman değeri olarak toplandı ($\sum t$) .Geçiş yapan toplam araç sayıları araç cinslerine göre belirlendi ($\sum V$).Her cins araç için ayrı ayrı belirlenen bu toplam zaman ve toplam hacim değerleri birbirlerine bölünerek ($\sum t / \sum V$) oranı bulunur.Bulunan bu oranlardan sonra otomobil için bulunan değer diğer araçlar için bulunan değerlere bölünerek otomobil cinsinden birim oto eşdeğerlikleri bulunmuş oldu.Tablo 4.1 de görülmektedir.

Elde edilen bu birim oto eşdeğerlikleri gidiş yönleri dikkate alınmaksızın toplam yirmiiki şerit için bir değerlendirildi.Bu değerlendirme sonunda elde edilen sonuç Tablo 4.2 de görülmektedir.

Çalışma yapılan yirmiiki şerit içinden doğru giden onsekiz şerit için de biri oto eşdeğerlikleri değerlendirilmiştir.Tablo 4.3 de görülmektedir.

Çalışma yapılan dokuz kavşaktan seçilen yirmi iki şerit de iett + halk otobüsü ve ağır taşıt geçişlerinin çok az olması, seçilen şeritlerin orta yada iç şerit özelliklerini taşımaları bu araç sınıfları için beklenenin altında birim oto eşdeğerlikleri vermiştir.Kenar şerit alınmamış olmasındaki neden bu şeritlerin tıkanıklık göstererek doygun akışı sağlamıyor olmasıdır.

Kavşak adı : CAMHAN Şerit no : 1.1

Yeşil Deve	Arac sayıları																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
	Geçiş ştişleri																																						
1	1	3	5	7	10	11	13	15	17	20	23	25	26	31	32	34	35	37	39	42	45	46	48	60	62	73													
2	1	4	6	8	10	12	14	15	17	19	20	22	25	28	29	31	35	36	38	41	46	49	51	55	57	59	61	67	69	72	75	77							
3	1	3	5	7	9	11	12	14	16	18	20	21	23	24	28	30	31	34	38	44	45	47	49																
4	1	3	4	6	8	9	12	14	16	18	19	21	22	27	29	30	31	33	34	35	36	38	40	42	44	45	47	49	52	55	57	59	65	67	71	73			
5	1	3	6	8	9	11	13	15	16	18	20	21	29	31	32	35	36	39	40	43	51	53	60	63	79	81													
6	1	3	6	8	10	11	12	14	18	20	21	24	25	29	31	32	33	39	41	44	45	49	56	63	67														
7	2	4	5	8	10	12	14	16	17	19	20	23	26	27	28	30	31	34	37	40	42	48	53	54	55	57	59	62	75										
8	1	3	4	6	7	9	11	12	14	15	17	20	22	27	31	33	34	36	41	45	46	48	50	57	59	60	66	70	73	75									
9	1	4	6	7	9	11	12	14	15	16	18	21	24	31	34	38	40	41	42	44	45	48	50	51	57	60	67	68											
10	1	3	5	7	9	11	13	15	16	18	20	21	23	25	26	28	31	36	38	43	45	46	48	51	53	58	60	63	66	68	69	70	72	74	78	80			
11	2	4	5	7	9	11	13	15	16	18	20	21	24	26	28	30	33	36	37	39	40	42	44	46	48	50	52	54	56	60									
12	2	4	6	8	10	11	12	14	17	19	20	23	24	27																									
13	3	4	6	7	9	11	13	15	16	17	19	22	23	25	28	30	40	42	45	46	49	50	52	53	55	58	65	67	70	72	75	79	81						
14	1	3	4	7	9	11	13	15	17	18	22	23	24	25	32	34	39	40	42	44	46	48	53	55	56	60	63	67	70	72	74								
15	1	3	5	6	8	10	11	12	13	15	17	20	22	25	32	35	44	48	51	54	55	60	64	65	67	69	71	72	75										
16	1	3	5	6	9	11	13	14	15	16	18	19	21	23	25	28	31	35	41	45	52																		
17	1	3	4	6	9	12	13	15	17	18	19	20	22	23	24	27	29	33	37	40	41	43	44	48	49	51	52	53	56	63	65	68	70	74	77				
18	2	4	6	8	10	14	16	18	20	21	22	24	26	28	29	32	33	35	40	44	47	49	55	62	63	65	66	68	71	75	77	78	80						
19	1	4	6	8	11	14	16	20	21	23	24	26	29	30	33	36	38	39	42	46	48	52	56	60	62	64													
20	1	3	5	8	9	11	12	14	15	17	19	21	22	24	25	27	28	32	34	37	40	42	47	51	52	54	58	59	62	64	68	70	72	74	77	80			
21	1	2	4	5	6	9	11	15	20	22	26	27	35	38	44	50	55	56	59	61	63	64	68																
22	2	3	5	7	17	20	22	24	26	37	39	45	51	60	61																								
23	2	5	6	9	11	13	15	19	23	26	27	30	31	34	35	37	39	43	52	64	69	72	76	80	81														
24	3	5	7	9	11	12	14	16	18	20	22	24	25	32	34	36	39	40	44	47	49	51	54	56	60	64	70	74	77										
25	1	4	6	11	14	16	17	19	26	28	30	33	34	35	36	38	40	44	45	48	50	53	55	57	60	61	63	65	73	76	78								
26	1	3	5	7	9	11	13	15	17	18	24	25	30	33	40	42	44	53	54	56	59	62	65	66	70														
27	1	3	6	8	10	11	13	15	17	19	20	22	26	32	34	37	38	43	48	50	52																		
28	1	4	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24	25	27	30	33	37	43	45	46	49	50	53	56	60	62	64	70	74	79								
29	1	3	6	8	10	12	14	19	20	22	24	26	28	30	32	34	36	39	42	44	46	48	51	55	68	70	72	75	77	78									
30	1	3	5	8	9	10	12	15	16	18	20	22	24	28	30	31	40	41	48																				

Değerlendirmeye alınan araç sayısı													
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Devre	Araç takip süreleri (sn)												
1	2	2	2	3	1	2	2	2	3	3	2	1	5
2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	3	3
3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1
4	2	1	2	2	1	3	2	2	2	1	2	1	5
5	2	3	2	1	2	2	2	1	2	2	4	3	2
6	2	3	2	2	1	1	2	4	2	1	3	1	4
7	2	1	3	2	2	2	2	1	2	1	3	3	1
8	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	3	2	5
9	3	2	1	2	2	1	2	1	1	2	3	3	7
10	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2
11	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	3	2
12	2	2	2	2	1	1	2	3	2	1	3	1	3
13	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	3	1	2
14	2	1	3	2	2	2	2	2	1	4	1	1	1
15	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	3	2	3
16	2	2	1	3	2	2	1	1	1	2	1	2	2
17	2	1	2	3	3	1	2	2	1	1	1	2	1
18	2	2	2	2	4	2	2	2	1	1	2	2	2
19	3	2	2	3	3	2	4	1	2	1	2	3	1
20	2	2	3	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2
21	1	2	1	1	3	2	4	5	2	4	1	8	3
22	1	2	2	10	3	2	2	2	11	2	6	6	9
23	3	1	3	2	2	2	4	4	3	1	3	1	3
24	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	7
25	3	2	5	3	2	1	2	7	2	2	3	1	1
26	2	2	2	2	2	2	2	2	1	6	1	5	3
27	2	3	2	2	1	2	2	2	2	1	2	4	6
28	3	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1
29	2	3	2	2	2	2	5	1	2	2	2	2	2
30	2	2	3	1	1	2	3	1	2	2	2	2	4
63													
2.1	İlk hareket kaybı ortalaması												

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

	oto	mk	tt	bm	iett	ağır
Σt	657	44	127	4	0	9
ΣV	307	20	56	3	0	4
ΣMΣV	2,14	2,2	2,268	1,333	0	2,25
bo	1	1,028	1,061	0,621	0	1,051

Σt : Yeşil süresi boyunca geçen her cins aracın kendi cinsi ve/veya diğer cins bir aracı takip süreleri toplamı
 ΣV : Araçların toplam sayısı

CAMHAN 1.2

Değerlendirilmeye alınan araç sayısı														
Yeril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Devre	Araç takip süreleri													
1	3	1	2	2	2	2	2	1	4	2	3	2	2	2
2	2	2	2	2	1	2	2	1	4	5	2	2	2	1
3	2	3	2	2	2	1	3	1	3	4	2	6	3	1
4	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	1	1	1
5	1	3	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2
6	3	3	1	3	3	1	2	3	1	3	1	3	2	2
7	1	4	1	2	4	2	3	1	2	3	2	2	4	2
8	2	2	2	4	2	3	2	1	2	1	1	2	1	2
9	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1
10	2	2	1	2	2	2	2	1	3	1	3	2	2	2
11	4	2	2	4	2	1	2	3	2	2	3	2	2	2
12	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	5	2
13	3	2	2	2	1	3	1	1	1	2	3	1	2	4
14	3	2	2	3	3	2	1	2	1	2	2	1	3	1
15	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	1	1	3
16	2	2	4	3	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2
17	3	1	2	2	2	2	2	4	2	1	3	1	2	4
18	2	2	2	1	2	4	1	3	2	2	4	4	2	2
19	2	2	5	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1
20	2	2	1	2	3	4	3	2	2	2	2	2	2	3
21	2	2	1	2	2	1	1	5	2	2	3	1	2	3
22	2	3	3	4	1	3	2	1	1	2	4	2	2	4
23	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	5
24	2	3	2	2	2	3	2	2	1	1	1	2	2	1
25	2	1	3	9	3	3	2	2	7	2	3	2	2	3
26	2	3	3	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2
27	2	3	2	2	1	2	1	2	3	1	2	3	3	3
28	3	2	2	1	2	2	1	2	5	2	1	2	1	1
29	2	2	1	1	2	3	2	3	2	1	1	2	2	2
30	2	2	2	2	1	3	1	4	2	2	1	5	1	2
66														
2.2	İlk hareket kaybı ortalaması													

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

	oto	mk	tr	km	iett	gür
Σt	551	166	105	25	0	40
ΣV	269	67	56	12	0	17
ΣtΣV	2,048	2,478	1,875	2,083	0	2,35
bo	1	1,21	0,917	1,015	0	1,15

Kavşak adı : CAMHAN Şerit no : 2.2

Araç sayısı																																									
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Devre	Geçiş süreleri:																																								
1	3	5	7	9	11	13	15	18	21	26	29	35	37	39	42	46	47	49																							
2	3	10	16	18	20	26	30	36	38																																
3	1	3	5	7	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	37	53	56	61	63	64	66																		
4	4	7	9	11	12	14	16	19	20	22	23	26	29	31	33	38	40	41	44	46	48	50	52	54	57	59	66	68	73	75	78	79									
5	2	4	6	8	10	13	15	16	18	21	23	27	30	32	34	36	38	42	44	45	47	49	52	54	57	59	61	64	66	68	70	75	77	79	83						
6	3	6	9	10	12	15	17	18	20	22	24	26	29	30	32	33	34	36	37	39	40	42	46	48	50	52	54	58	64	67	73										
7	1	3	7	9	11	13	16	18	21	23	25	27	30	33	37	39	41	43	45	47	48	49	50	55	56	62	64	67	69	70	72										
8	1	5	8	10	12	14	17	18	20	21	22	25	26	36	42	47	48	51	56	61	62	65	69																		
9	3	5	8	10	12	14	16	17	19	21	22	24	27	30	33	38	42	46	48	50	53	56	60	61																	
10	2	5	7	8	10	12	14	15	17	19	22	23	25	27	29	32	33	34	36	41	44	45	46																		
11	2	4	6	8	10	11	14	17	20	26	28	30	32	33	36	38	41	45	47	48	49	51	58	60	61	64	66	72													
12	2	4	7	8	10	11	13	15	17	18	20	22	24	26	29	31	34																								
13	2	4	6	8	10	11	14	16	18	20	22	23	25	26	28	30	33	34	36	39	40	42	44	46	48	50	52	57	66												
14	2	4	6	10	13	17	20	21	23	25	26	27	29	33	36	37	41	43	45	47	49	51	53	55	57	60	61	65	67												
15	2	5	7	10	11	14	16	19	20	22	23	25	26	29	31	33	35	37	39	42	45	50	58																		
16	2	4	5	9	10	13	20	22	24	26	28	30	32	35	37	40	42	43	44	46	48	50	53	60																	
17	1	3	4	6	8	10	12	15	18	19	20	22	24	26	28	29	34	38	42	45	47	49	53	58	62	63	68	71	76												
18	1	4	6	7	9	12	15	16	18	20	21	23	25	27	32	34	35	38	39	41	43	45	47	56	58	78															
19	2	4	6	11	13	15	16	18	24	25	30	32	36	39	40	41	44	46	48	50	53	55	57	59	61	63	67	70	72												
20	1	5	7	9	10	12	14	16	21	22	25	27	32	36	38	43	45	46	50	52	56	59	63	73																	
21	1	3	6	7	9	11	13	16	18	20	23	24	25	28	31	32	34	39	42	44	46	49	52	54	56	59															
22	2	4	6	8	10	12	14	16	17	20	21	22	26	29	31	32	34	36	39	59																					
23	1	4	7	9	10	12	15	17	18	20	21	22	26	29	31	32	34	35	38	40	42	45	47	49	64	68															
24	1	3	5	7	9	10	12	14	16	17	20	23	25	28	30	31	43	46	48	52	54	56	60	63																	
25	3	5	7	9	10	13	15	17	18	20	22	24	26	27	29	31	32	35	36	37	39	45	47	49	51	53	55	56	58	60	67										
26	1	5	6	8	10	12	13	15	17	19	21	22	24	26	27	29	31	32	34	40	43	45	47	49	51																
27	2	4	6	9	13	15	17	19	20	23	24	25	26	29	31	32	34	36	38	42	44	46	47	50	53	62															
28	2	5	6	9	11	13	15	17	20	21	23	25	27	29	30	34	36	38	40	44	46	48																			
29	4	6	7	9	11	13	16	18	20	23	24	25	27	29	30	32	37	39	42																						
30	2	4	6	8	10	13	15	18	20	21	26	27	29	31	35	36	37	39	42	45	48	61																			
31	1	3	6	8	10	13	15	17	19	20	22	24	26	28	30	32	35	39	40	43	46	49	51	53	58	61	65	67	72	73	77	82	85	89							
32	1	6	8	10	11	13	15	17	19	22	24	25	27	29	33	34	36	41	42	44	46	49	51	52	55																

Değerlendirilmeye alınan araç sayısı														
Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Devr	Araç takip süreleri													
1	2	2	2	2	2	2	2	3						
2	7	6	2	2	6	4	6							
3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	3	2	2	1	2	2	3	1	2	1	2	1	3	
5	2	2	2	3	2	1	2	3	2	4	3	2		
6	3	3	1	2	3	2	1	2	2					
7	2	4	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	1	
8	4	3	2	2	2	3	1	2	1	1	3	1	10	
9	2	3	2	2	2	2	1							
10	3	2	1	2	2	2	1	2	2	3	1	2	2	
11	2	2	2	2	1	3	3	3	6	2	2	2	1	
12	2	3	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3
13	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	1	2		
14	2	2	4	3	4	3	1	2	2					
15	3	2	3	1	3	2	3	1	2	1	2			
16	2	1	4	1	3	7	2	2	2	2				
17	2	1	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	
18	3	2	1	2	3	3	1	2	2					
19	2	2	5	2	2	1	2	6	1					
20	4	2	2	1	2	2	2	5	1	3	2	5	4	
21	2	3	1	2	2	2	3							
22	2	2	2	2	2	2	2	1	3	1	1	4		
23	3	3	2	1	2	3	2							
24	2	2	2	1	2	2	2	2	1	3	3	2		
25	2	2	2	1	3	2	2	1	2	2	2	2		
26	4	1	2	2	2	1	2	2						
27	2	2	3	4	2	2	2	1	3	1	1	1	3	
28	3	1	3	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	
29	2	1	2	2	3	2	2	3	1					
30	2	2	2	2	3	2	3	2	1	5	1			
31	2	3	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2
32	5	2	2	1	2	2	2	2						
85														
2,7														
İlk hareket kaybı ortalaması														

Doğru giden

	oto	mük	tt	tm	iett	ağır
Σt	543	86	104	20	7	13
ΣV	250	39	49	9	1	6
ΣVΣV	2,17	2,20	2,12	2,22	7	2,17
bo	1	1,01	0,98	1,02	3,2	1

CAMHAN 2.1 (Sabah)

Değerlendirilmeye alınan araç sayısı															
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Devre	Araç takip süreleri (sn)														
1	2	2	2	2	2	2									
2	2	2	2	3	4	2	1	2	3	2					
3	3	2	2	2	1	2	2	2	3						
4	1	2	2	1	3	1	1	2	2	1	1	2	2		
5	2	2	2	2	2	2	2								
6	4	2	1	2	2	2	1								
7	4	3	2	2	2	2	2	1	3	2	2	3			
8	2	2	1	2	3	2	7								
9	2	2	1	2	3	2	2								
10	1	3	1	3	2	4									
11	2	2	1	2	2	1	1	1	3	1	2				
12	2	2	1	3	3	2	2	3	3	2					
13	2	1	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1		
14	2	3	2	2	2	1	2	2							
15	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2					
16	2	1	2	3	2	2	2	2	4	2					
17	2	2	1	4	1	2	2	2	2	1	2	1	2		
18	2	2	1	2	3	2	1	3							
19	3	2	2	3	2	2	2	1	2						
20	2	2	2	2	3	3									
21	2	2	2	1	1	2									
22	2	2	2	2	2	2	2	2							
23	2	3	2	4	2	2	2								
24	2	1	2	1	3	1	2	2	2	2	1	2			
25	2	3	2	1	2	2	2	2	1	3					
26	2	2	2	1	2	1									
27	2	2	4	2	3	2									
28	2	2	3	2	3	1	2								
29	2	2	2	3	2	2	1	2							
30	4	1	3	2	3	2	2	2	1	2	3	2	1		
66															
2,2	İlk hareket kaynı ortalaması														

Birin oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

	oto	mk	tt	bm	iett	ağır
Σt	408	35	99	3	0	0
ΣV	200	16	49	1	0	0
ΣtΣV	2,04	2,188	2,02	3	0	0
bo	1	1,074	0,99	1,471	0	0

Değerlendirmeye alınan araç sayısı																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Yeşil	Devre	Araç takip süreleri (sn)																				
1	2	3	3	1	2	2	1	2	2	2	2											
2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2							
3	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2								
4	2	3	2	2	2	2	2	2														
5	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	5	1	2								
6	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	1	3
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2									
8	2	2	3	1	2	3	3	3	7	2												
9	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2						
10	2	3	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2						
11	2	3	2	2	1	2	2	2	2	1	3	5	2	1	2	2	2	2	1			
12	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2										
13	2	1	2	2	3	2	2	2	2													
14	2	2	2	2	10	2																
15	3	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2	2	2	2	1							
16	2	2	2	3	2	2	1	3	3	2	3											
17	2	4	2	2	2	3	1	4	2	2	2	2	2	2								
18	2	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	1	3	2								
19	2	2	2	2	3	2	2	1	2	2	1	4	5	1								
20	2	2	3	2	2	2	2	5	1	2	1	3	1	2								
21	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1							
22	2	2	1	2	2	3	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2				
23	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	3						
24	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	7	3	2	2	2							
25	2	1	2	3	1	2	1	2	3	3	3	2	2	2	1	2	2					
26	2	2	2	2	2	3	1	3	2	2	2	2	2	1								
27	2	3	2	2	1	2	2	1	3	1	2	1	2	3	1							
28	2	2	2	1	3	2	3	2	2	4	1	5										
29	2	2	2	3	1	3	2	1	4	9												
30	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4									

AKARETLER 1.1 (Sabah)

Yeşil	Değerlendirmeye alınan araç sayısı													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Devre	Araç takıp süreleri													
1	2	2	3	2	3	1	3	2	2	2	1	3	2	2
2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	3	2	3	2
3	2	3	2	1	4	2	1	2	2	4	2	1	4	1
4	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	3	4	2	2
5	1	3	3	3	2	2	2	1	2	2	2	3	2	3
6	3	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	3
7	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	4	2	3
8	3	2	4	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
9	2	2	2	3	2	2	2	2	4	6	2	3	2	2
10	4	1	2	1	2	2	4	2	3	2	4	3	4	4
11	2	2	2	1	2	3	1	2	3	3	3	2	2	2
12	2	4	2	2	3	2	3	3	2	3	4	2	2	3
13	2	2	2	4	2	2	5	2	2	2	2	3	2	2
14	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2
15	2	3	2	5	2	2	4	2	13	3	3	3	3	2
16	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
17	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	5	2
18	2	2	2	2	2	2	3	4	1	1	2	4	2	2
19	2	2	4	2	2	3	2	10	3	2	3	2	2	3
20	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2	2	4
21	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2
22	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
23	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	1	3	2
24	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2
25	5	2	2	2	2	2	3	2	2	1	3	2	2	2
26	2	2	2	2	1	2	3	2	2	2	3	1	2	2
27	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	3	2
28	2	3	2	2	2	3	2	2	1	3	2	5	2	8
29	12	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2
30	3	2	4	2	2	2	2	3	2	2	1	2	2	2
31	4	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3
82														
2,65 İlk hareket kaybı ortalaması														

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru Giden				
oto	mk	lt	lm	ağır
Σt	814	92	108	2
ΣV	347	38	44	1
Σt/ΣV	2,35	2,42	2,45	2
bo	1	1,03	1,04	0,85
				0,128

AKARETLER 1.2 (Sabah)

Değerlendirmeye alınan araç sayısı														
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Devre	Araç takip süreleri													
1	6	2	5	1	2	3	4	2	2	3	2	2	2	2
2	4	1	6	3	3	3	2	2	2	1	3	4	2	3
3	3	2	2	2	3	4	1	3	2	2	2	1	2	2
4	6	3	6	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2
5	3	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	5	3
6	5	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3
7	2	2	2	1	1	1	3	2	1	2	2	1	3	2
8	2	2	2	1	3	2	3	4	2	1	1	1	2	2
9	3	2	2	2	2	2	2	5	1	3	3	2	1	2
10	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2	2
11	3	2	2	3	2	2	2	3	1	3	2	1	2	4
12	3	2	2	3	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2
13	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2
14	4	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2
15	2	3	2	2	4	1	2	2	1	2	4	8	3	3
16	8	4	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2
17	2	3	2	2	4	2	6	4	2	2	3	2	2	2
18	2	3	2	2	2	3	1	2	2	2	4	2	2	2
19	2	3	2	1	3	1	1	2	2	1	2	4	3	5
20	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	4	2
21	3	2	2	2	2	2	1	3	2	1	2	3	2	2
22	2	3	3	2	3	2	2	1	2	1	3	2	3	4
23	2	3	4	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2
24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	3	2
25	4	2	3	3	3	4	2	2	2	5	2	2	2	2
26	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2
27	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	4
28	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	1	2	2	1
29	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2
30	3	2	2	2	2	2	1	2	4	3	2	3	2	2
90														
3														

3 lık hareket kaybı ortalaması

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru Giden			
oto	İmk	İt	İett
Σİ	704	126	81
ΣV	305	45	40
Σİ/ΣV	2,3	2,8	2
İpo	1	1,2	0,9
		1,3	1,5
			1

Doğru Giden			
oto	İmk	İt	İett
Σİ	704	126	81
ΣV	305	45	40
Σİ/ΣV	2,3	2,8	2
İpo	1	1,2	0,9
		1,3	1,5
			1

AKARETLER 1.3 (Sabah)

Değerlendirmeye alınan araç sayısı														
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Devir Araç takip süreleri														
1	4	8	2	4	3	3	2	3	2	8	3	3	5	4
2	3	3	3	2	5	5	3	2	2	2	3	2	2	2
3	3	4	3	1	2	3	7	5	2	2	2	1	2	2
4	4	2	4	3	1	4	5	2	3	5	2	3	2	2
5	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	6	5	6
6	4	5	2	3	2	5	2	4	2	3	3	7	3	3
7	2	2	2	3	1	2	2	2	3	1	2	3	4	6
8	2	2	3	3	2	3	1	4	2	4	1	3	2	3
9	3	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1
10	3	2	2	2	2	2	2	2	5	4	3	3	5	3
11	3	2	1	2	1	2	2	3	2	1	2	4	4	3
12	2	2	3	3	2	1	5	2	3	2	3	2	5	2
13	2	2	3	4	3	4	2	2	3	2	1	2	2	1
14	3	2	2	3	2	2	4	5	2	4	5	2	10	2
15	3	3	2	4	2	1	2	1	8	4	2	4	1	2
16	2	6	3	12	2	5	7	3	2	1	2	2	2	4
17	3	2	3	2	6	2	3	3	4	2	2	3	6	2
18	2	2	2	2	2	1	3	2	3	1	3	3	2	1
19	2	2	3	2	2	1	2	1	1	2	6	4	3	1
20	6	2	2	2	3	2	5	3	3	5	3	2	3	2
21	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2
22	2	2	2	2	5	3	3	2	2	7	3	2	5	3
23	3	3	2	2	5	2	3	3	3	5	2	3	3	2
24	2	2	2	2	3	7	3	6	3	4	2	3	2	1
25	3	3	2	8	4	5	3	1	3	2	3	4	4	7
26	1	4	2	2	1	2	2	2	5	2	2	1	2	2
27	3	3	2	2	1	2	2	6	4	2	3	2	2	2
28	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	5	5	2	2
29	2	2	5	4	3	6	4	7	2	3	2	2	3	2
30	3	3	3	3	3	4	3	2	3	1	3	3	2	1
83														
2,8 İlk hareket kaybı ortalaması														

Birim oto eşdeğerlikden

Doğru giden

oto	mk	tt	itm	lett	ağır
Σt	765	134	176	14	85
ΣV	277	46	60	5	3
Σt/ΣV	2,8	2,9	2,9	2,8	3,3
bo	1	1,1	1,1	1	1,2
					1,1

AKARETLER 1.2 (Ögle)

Yeşil Devre	Değerlendirmeye alınan araç sayısı											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Araç takip süreleri (sn)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	2	3	2	2	3	1	2	2	1	2	1
2	5	2	2	5	2	1	2	2	2	2	2	3
3	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	1	4
4	4	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3
5	2	2	2	2	3	2	1	4	2	2	2	2
6	2	5	2	2	3	3	2	3	2	3	4	2
7	2	2	2	3	3	2	1	2	3	1	2	3
8	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	6	2
9	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	1	2
10	2	2	2	2	2	1	4	2	1	2	2	1
11	1	2	2	4	2	2	2	1	2	3	2	2
12	2	4	1	2	5	2	1	2	1	2	3	1
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	1	2
14	4	2	1	2	2	1	3	1	2	3	1	1
15	3	2	1	2	2	4	2	2	6	2	2	1
16	2	3	2	1	2	1	8	2	1	2	2	3
17	4	2	3	2	2	2	2	1	3	2	2	2
18	2	1	3	2	2	3	3	2	2	3	1	3
19	4	3	3	2	2	2	3	3	2	2	6	2
20	2	2	2	3	9	2	3	2	2	2	3	1
21	3	1	4	3	5	2	5	2	2	3	2	2
22	3	2	3	2	2	2	3	10	6	5	3	2
23	3	2	2	3	2	2	2	4	2	1	1	1
24	2	3	2	2	5	2	1	2	4	1	4	4
25	4	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3
67												
2.7	İlk hareket kaybı ortalaması											

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

oto	mtk	tt	tm	lett	ağır
Σt	590	36	82	3	13
ΣV	244	17	37	1	6
Σt/ΣV	2,4	2,1	2,2	3	2,2
bo	1	0,9	0,9	1,2	0,8

Tablo 4.1 devamı

Kavşak adı : AKARETLER Şerit no : 1.3 (Öfle)

Yeşil Devre	Araç sayıları																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
	Geçiş süreleri																																		
1	2	4	6	8	11	13	22	24	26	28	30	32	34	35	37	40	41	44	47	48	52	53	56	58	62	67	68	70	73						
2	5	8	10	13	15	18	20	22	24	27	29	31	34	37	39	41	44	47	50	53	56	57	59	61	62	65	67	69	70	71	73	74			
3	1	3	6	8	10	12	14	16	19	20	22	26	28	30	32	35	37	42	44	52	55	57	59	62	71										
4	4	6	10	12	13	16	18	20	23	24	26	28	30	32	34	36	38	39	42	43	45	48	50	52	55	60	64	65	67						
5	2	5	7	9	11	12	15	17	19	25	28	30	32	33	35	39	41	43	45	47	48	51	55	76	79										
6	2	5	10	16	19	24	27	30	33	37	40	48	52	56	58	60	62	65	69	71	73														
7	5	10	12	14	16	18	20	22	24	25	28	31	34	42	44	45	46	48	49	55	58	61	62	64	66	68	72								
8	4	6	8	10	12	14	16	18	27	33	34	37	40	43	46	48	50	52	54	57	62	66	68	70	72	77									
9	2	4	5	7	9	12	13	15	17	19	22	23	25	27	30	32	34	36	37	39	41	42	44	52	54	65	70	74	76						
10	3	6	11	13	14	20	23	28	29	32	34	35	37	38	48	53	56	59	62	66	68	73													
11	2	4	7	12	14	17	20	22	24	27	29	30	31	33	34	36	37	40	44	49	53	57	60	65	70	72	74								
12	2	4	6	8	11	13	14	19	23	25	28	29	30	32	34	37	39	41	44	49	54	66	70	72	73										
13	3	4	8	9	12	13	15	17	19	21	24	25	27	30	35	37	41	44	45	48	68	69	71												
14	4	7	8	10	12	14	16	17	19	21	24	26	48	50	54	58	60	62	64	70	74														
15	3	5	8	10	12	14	16	23	28	32	34	36	39	43	46	48	50	51	54	56	57	59	61	65	67	70									
16	2	4	6	7	10	12	13	16	19	21	23	25	27	30	32	34	37	40	44	46	48	50	52	53	55	57	58	61	63	65	68	70	72		
17	2	6	12	14	16	20	22	26	28	34	36	38	39	42	44	48	59	61	62	65	71														
18	2	4	6	10	12	17	20	23	24	26	28	29	31	33	35	37	45	57	59	61	64	67													
19	7	9	13	20	27	30	32	34	37	41	44	46	48	52	55	58	60	66	68	72															
20	1	3	7	11	14	17	20	22	32	36	39	40	43	46	48	52	54	57	62	71															
21	2	5	7	9	13	15	18	21	24	25	27	29	34	36	38	39	41	44	46	53	56	58	62	65	71	75									
22	1	4	8	10	14	17	19	22	25	29	32	38	54	56	58	64	69																		
23	1	5	8	18	25	29	31	33	35	37	40	42	45	48	52	55	58	62	64	68	75	78													
24	1	4	7	8	10	13	16	20	23	27	29	32	35	37	39	41	44	46	48	56	74	76													
25	2	4	6	8	12	13	15	17	18	25	30	32	33	36	38	40	42	44	47	49	52	53	56	62	63	65	67	70	72						

AKARETLER 1.3 (Öğle)

Yeşil Devre	Değerlendirmeye alınan araç sayısı											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Araç takip süreleri	1	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2
1	2	2	2	3	2	9	2	2	2	2	2	2
2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2
3	2	3	2	2	2	2	2	3	1	2	4	2
4	2	4	2	1	3	2	2	3	1	2	2	2
5	3	2	2	2	1	3	2	2	6	3	2	2
6	3	5	6	3	5	3	3	4	3	8	4	
7	5	2	2	2	2	2	2	2	1	3	3	3
8	2	2	2	2	2	2	2	2	9	6	1	3
9	2	1	2	2	3	1	2	2	2	3	1	2
10	3	5	2	1	6	3	5	1	3	2	1	2
11	2	3	5	2	3	3	2	2	3	2	1	1
12	2	2	2	3	2	1	5	4	2	3	1	1
13	1	4	1	3	1	2	2	2	2	3	1	2
14	3	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	22
15	2	3	2	2	2	2	7	6	3	2	2	3
16	2	2	1	3	2	1	3	3	2	2	2	2
17	4	6	2	2	4	2	4	2	6	2	2	1
18	2	2	4	2	5	3	3	1	2	2	1	2
19	2	4	7	7	3	2	2	3	4	3	2	3
20	2	4	4	3	3	3	2	10	4	3	1	3
21	3	2	2	4	2	3	3	1	2	2	5	
22	3	4	2	4	3	2	3	4	3	3	6	16
23	4	3	10	7	4	2	2	2	2	3	2	3
24	3	3	1	2	3	3	4	3	4	2	3	3
25	2	2	2	4	1	2	2	1	7	5	2	1
64												
2,6	İlk hareket kaybı ortalaması											

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

oto	mik	itt	lrm	lett	ağır
Σx	581	43	163	11	6
ΣV	202	12	66	5	2
Σx/ΣV	2,9	3,6	2,5	2,2	3
bo	1	1,2	0,9	0,8	1
					1,1

Tablo 4.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA İPLİK FAB. Şerit no : 2.1

Araç sayıları																		
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
devre	Geçiş süreleri																	
1	1	3	5	7	11	16	18	27	30									
2	1	2	5	7	10	12	15	18	24	28	29	30	39	41	44	46	48	51
3	2	4	5	8	10	12	16	17	19	21	25	34						
4	2	6	8	9	11	13	15	17	19	23								
5	2	4	6	7	9	18	21	24	28	31	34							
6	2	4	6	10	14	16	20	22	27									
7	2	5	8	11	13	16	18	23	25	27	32	35	42	45	51			
8	4	5	7	13	15	17	20	23	27	35	39	41	42	47	49			
9	2	4	5	7	15	18	20	27	29	34	40							
10	2	5	9	15	17	26	28	30	32	35	36							
11	4	5	6	8	9	11	13	19	21	23	27	41						
12	2	5	6	14	16	19	21	25	27	29	31	37	39	43				
13	3	6	8	10	11	16	19	20										
14	2	4	7	8	10	11	13	16	19	22	23	25	30	32	35			
15	2	6	7	11	12	13	16	18	20	21	23	25	27	31	36	38	40	43
16	2	4	6	8	11	13	19	23	29	30								
17	2	4	6	9	11	13	15	20	24	26								
18	5	8	9	11	13	18	20	33	35									
19	2	10	12	13	15	18	20	22	27	35	36	38	39	42				
20	2	6	8	11	13	20	24	27	31	33	35	37	45	50	52			
21	2	4	8	11	13	16	18	23	27	29	33	35	40					
22	2	7	13	19	25	28	31	35	42									
23	1	3	8	11	13	16	19	23	28									
24	1	3	4	6	10	12	14	17	18	22	23	27						
25	4	6	10	14	17	18	22	24	26									
26	5	7	9	11	13	15	18	21	24	27	31	32						
27	4	7	9	13	15	17	20	22	24	25	35							
28	2	5	9	10	12	14	21	22	25	27								

Tablo 4.1 devrını

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ Şerit no : 1.1

Yeşil devre	Araç sayıları																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Geçiş süreleri																		
1	1	2	4	7	10	12	14	17	20	22	24	27	30	33	36	37	39	42
2	1	3	5	7	11	13	15	17	21	27	31	34						
3	4	6	10	12	14	17	19	22	24	26	29	30						
4	2	4	5	7	9	11	14	16	21	24	28	35	37	39				
5	1	4	6	8	10	12	14	16	20	22	24	26	28	34	35	36	39	
6	1	4	6	7	10	12	17	19	21	23	25	27	29	32	34	36	38	
7	1	4	6	8	10	14	16	17	19	21	24	28	31	34	36	38	40	
8	1	4	6	9	11	13	16	17	21	22	24	29	32	36	38			
9	2	4	6	8	10	12	14	15	17	22	24	25	28	32				
10	1	3	4	7	9	11	13	15	17	20	23	27	29					
11	1	3	5	9	11	13	16	18	19	30								
12	1	3	5	8	11	14	16	18	20	22	25	26	28	33	39			
13	3	8	10	11	13	15	18	20	22	26	29	32	34	36	39	41		
14	1	4	7	9	13	15	16	19	22	25	27	29	31	34	37	41		
15	1	4	7	11	13	15	17	19	25	29	30	32	34	39	41	44		
16	1	4	7	10	12	14	17	19	20	21	23	26	28	31	34	36	40	
17	1	3	5	7	9	11	13	15	19	23	25	29	38	39				
18	2	7	10	12	14	17	19	24	27	30	33	38	39	41				
19	1	4	6	7	9	14	15	17	20	24	26	28	32	34	38			
20	1	3	6	8	11	13	15	16	20	22	24	26	28	30	34	35		
21	2	4	6	8	10	12	14	16	18	21	23	26	29	32	36			
22	2	4	6	8	10	12	14	16	19	21	23	26	36	38	39	41	43	
23	2	4	6	8	11	14	16	18	21	24	26	30	33	35				
24	1	4	6	8	11	13	16	19	21	23	25	28	30	32	36			
25	2	4	6	8	10	12	15	18	19	23	27	29	31	34				
26	1	3	5	8	10	11	13	14	19	21	23	25	28	29	31	34		
27	4	6	8	11	13	15	17	19	22	24	27	29	31	36	37			

BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ 1.1

Yeşil Devre	Değerlendirmeye alınan araç sayısı							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	3	2	2	3	3
2	2	2	2	4	2	2	2	4
3	2	4	2	2	3	2	3	2
4	2	1	2	2	2	3	2	5
5	3	2	2	2	2	2	2	4
6	3	2	1	3	2	5	2	2
7	3	2	2	2	4	2	1	2
8	3	2	3	2	2	3	1	4
9	2	2	2	2	2	2	1	2
10	2	1	3	2	2	2	2	2
11	2	2	4	2	2	3	2	1
12	2	2	3	3	3	2	2	2
13	5	2	1	2	2	3	2	2
14	3	3	2	4	2	1	3	3
15	3	3	4	2	2	2	2	6
16	3	3	3	2	2	3	2	1
17	2	2	2	2	2	2	2	4
18	5	3	2	2	3	2	5	3
19	3	2	1	2	5	1	2	3
20	2	3	2	3	2	2	1	4
21	2	2	2	2	2	2	2	2
22	2	2	2	2	2	2	2	3
23	2	2	2	3	3	2	2	3
24	3	2	2	3	2	3	3	2
25	2	2	2	2	2	3	3	1
26	2	2	3	2	1	2	1	5
27	2	2	3	2	2	2	2	3
	68							
	2,52	İlk hareket kaybı ortalaması						

Birim oto eşdeğerlikleri

	Doğru giden					
	oto	mk	tt	tm	iett	ağır
Σt	342	89	31	4	0	40
ΣV	145	34	16	3	0	15
Σt/ΣV	2,36	2,62	1,94	1,33	0	2,67
bo	1	1,11	0,82	0,56	0	1,13

Tablo 4.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ Şerit no : 1.2

Yeşil Devre	Araç sayıları																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Geçiş süreleri																		
1	3	5	9	11	13	15	18	20	25	27	32	35	37	40	42			
2	2	4	9	11	13	15	19	21	23	30	40	44						
3	3	7	8	11	13	16	18	22	24	26	29	31						
4	1	7	9	11	14	16	18	22	24	25	27	30	31	33	41			
5	2	4	6	12	15	17	19	21	23	24	27	28	34					
6	2	5	8	11	14	18	22	25	27	29	32	35	40					
7	2	5	7	9	14	16	19	22	24	26	28	30	33	36	38	40	42	
8	2	6	8	10	12	14	16	18	20	21	23							
9	3	5	7	9	12	16	26	31	34									
10	2	5	7	10	12	14	16	18	20	22	24							
11	3	5	7	10	13	18	20	22	23	31	34	36						
12	2	5	6	8	10	12	13	16	18	21	23	33						
13	4	8	11	14	16	19	23	25	28	31	33	36	39	41	43	45		
14	2	4	12	14	17	21	23	26	28	30	32	34	36	39				
15	4	8	10	13	16	18	20	22	24	26	28	30	31	34	35	40	42	
16	1	4	11	13	16	17	21	24	27	32	34							
17	2	4	7	10	12	22	27	29	36									
18	2	4	10	12	14	16	17	18	21	23	25	26	29	31	33	35	38	41
19	5	6	8	12	15	17	19	21	23	26	28	31	39					
20	1	4	5	7	9	12	16	18	21	23	27	31	37	44				
21	3	5	6	8	12	14	16	18	20	33	36							
22	1	5	7	10	11	13	15	17	19	21	24	25	29	34	37	42		
23	2	5	8	11	13	18	23	24	27	29	31	32	36	38				
24	1	3	6	8	11	13	15	17	18	21	25	27	30					
25	1	3	4	7	10	12	14	17	20	21	23	26	29					
26	2	4	6	9	11	13	16	22	25	31								
27	2	4	6	8	12	15	20	21	26	28								

BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ 1.2

Yeşil Devre	Değerlendirmeye alınan araç sayısı							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	4	2	2	2	3	2	5
2	2	5	2	2	2	4	2	2
3	4	1	3	2	3	2	4	2
4	6	2	2	3	2	2	4	2
5	2	2	6	3	2	2	2	2
6	3	3	3	3	4	4	3	2
7	3	2	2	5	2	3	3	2
8	4	2	2	2	2	2	2	2
9	2	2	2	3	4	10	5	3
10	3	2	3	2	2	2	2	2
11	2	2	3	3	5	2	2	1
12	3	1	2	2	2	1	3	2
13	4	3	3	2	3	4	2	3
14	2	8	2	3	4	2	3	2
15	4	2	3	3	2	2	2	2
16	3	7	2	3	1	4	3	3
17	2	3	3	2	10	5	2	7
18	2	6	2	2	2	1	1	3
19	1	2	4	3	2	2	2	2
20	3	1	2	2	3	4	2	3
21	2	1	2	4	2	2	2	2
22	4	2	3	1	2	2	2	2
23	3	3	3	2	5	5	1	3
24	2	3	2	3	2	2	2	1
25	2	1	3	3	2	2	3	3
26	2	2	3	2	2	3	6	3
27	2	2	2	4	3	5	1	5
	74							
	2,74	İlk hareket kaybı ortalaması						

Birim oto eşdeğerlikleri

	Doğru giden					
	oto	mk	tt	tm	lett	ağır
Σt	273	104	60	2	15	45
ΣV	105	40	21	1	6	17
Σt/ΣV	2,6	2,6	2,86	2	2,5	2,65
bo	1	1	1,1	0,77	0,96	1,02

Sağa dönen

	Sağa dönen					
	oto	mk	tt	tm	lett	ağır
Σt	35	10	14	0	0	1
ΣV	10	4	4	0	0	1
Σt/ΣV	3,5	2,5	3,5	0	0	1
bo	1	0,71	1	0	0	0,29

Tablo 4.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ Şerit no : 3.1

Yeşil devre	Araç sayıları											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Geçiş süreleri												
1	2	4	7	9	11	13	18	24				
2	1	4	6	9	11	13	14	15	17			
3	2	4	5	7	9	11	13	15	17	18	19	21
4	2	4	6	11	13	15	17	18	20			
5	3	6	8	11	13	15	16	17				
6	2	5	7	9	11	13	15	17				
7	1	4	6	8	10	12	15	29				
8	3	5	7	9	14	16	18	20	22	24		
9	1	5	7	9	12	14	16	19				
10	2	4	6	8	10	13	14	16				
11	2	5	7	9	11	13	15	16	18			
12	2	4	5	6	8	10	14	16				
13	4	7	10	12	14	16	18	19				
14	4	7	10	12	14	18	19	20				
15	1	4	6	9	11	13	16	17				
16	1	3	5	8	10	11	14	16	17			
17	2	3	5	7	10	12	14	15	19			
18	2	4	6	7	10	11	14	16				
19	1	3	5	8	10	12	13	14				
20	2	4	5	7	10	12	17	20				

Tablo 4.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ Şerit no : 3.2

Yeşil Devre	Araç sayıları																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	3	4	8	10	12	14	15	19	21	24	27	29	35	37	39	41	46	51	54				
2	3	6	8	10	19	29	40	44	45	47	48	50	51	52	53	57							
3	3	5	7	9	12	14	17	21	23	31	34	37	39	42	44	46	47	49					
4	1	3	6	8	9	11	13	15	20	22	25	34	37	39	51	54							
5	2	7	9	11	13	16	24	26	29	31	33	56	59										
6	2	6	8	9	10	12	14	16	23	26	28	29	31	35	37	41	43	45	49	53	54	56	59
7	2	7	8	10	14	16	18	24	28	33	48	56											
8	2	4	6	8	11	14	15	17	19	21	24	25	27	29	33	35	38	40	43	45			
9	2	4	6	8	10	11	12	14	16	18	20	22	25	30	33	36	38	40	42	45	48	52	54
10	2	4	8	11	13	15	17	19	22	28	34	36	38	40	42	44	51	53	55				
11	3	5	6	7	10	12	18	25	38	46	54												
12	2	3	5	7	9	11	13	14	16	17	22	25	28	30	31	33	34	37	38	40	41		
13	4	6	9	11	13	15	17	18	20	22	25	26	27	28	30	33	35	36	52				
14	2	4	5	7	10	14	17	23	30	31	33	35	39	42	44	48	51						
15	4	6	9	11	13	15	17	19	22	24	26	29	40	42	50	52	53						
16	2	4	10	12	14	16	17	21	23	27	30	41	48	56									
17	2	4	6	8	12	15	17	19	21	24	25	33	37	39	46	47	51	52	56				
18	2	5	11	13	16	18	20	23	25	33	37	39	50	55	59								
19	2	4	5	8	10	12	16	21	24	26	28	31	34	37	49	51	54	58					
20	2	5	8	11	14	16	18	20	29	33	35	42	52	54	56	58	60						
21	2	4	6	7	13	15	17	19	21	23	25	27	32	34	36	38	40	43	47	53			
22	2	5	7	9	23	26	30	32	39	45	48	52											
23	4	9	11	13	15	18	20	25	27	37	41	50	54										
24	2	4	6	7	12	14	16	18	25	27	28												
25	4	7	8	11	18	21	27	38	40	47	50	52	55	60	64								
26	2	5	7	9	11	13	15	17	18	23	31	34	36	39									
27	2	4	5	7	9	13	15	17	19	21	31	43	47	48	57								
28	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	28	30	32	39	44	48	52						
29	2	6	8	10	14	15	16	18	19	29	31	34	37	39	42	58	64	65	66				
30	3	4	6	8	10	12	14	17	24	35	38	41	44	47	50	52	54	57	59	61			

BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ 3.2

Yeşil Devre	Değerlendirmeye alınan araç sayısı									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Araç takip süreleri										
1	1	4	2	2	2	1	4	2	3	3
2	3	2	2	9	10	11	4	1	2	1
3	2	2	2	3	2	3	4	2	8	3
4	2	3	2	1	2	2	2	5	2	3
5	5	2	2	2	3	8	2	3	2	2
6	4	2	1	1	2	2	2	7	3	2
7	5	1	2	4	2	2	6	4	5	15
8	2	2	2	3	3	1	2	2	2	3
9	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
10	2	4	3	2	2	2	2	3	6	6
11	2	1	1	3	2	6	7	13	8	8
12	1	2	2	2	2	2	1	2	1	5
13	2	3	2	2	2	2	1	2	2	3
14	2	1	2	3	4	3	6	7	1	2
15	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2
16	2	6	2	2	2	1	4	2	4	3
17	2	2	2	4	3	2	2	2	3	1
18	3	6	2	3	2	2	3	2	8	4
19	2	1	3	2	2	4	5	3	2	2
20	3	3	3	3	2	2	2	9	4	2
21	2	2	1	6	2	2	2	2	2	2
22	3	2	2	14	3	4	2	7	6	3
23	5	2	2	2	3	2	5	2	10	4
24	2	2	1	5	2	2	2	7	2	1
25	3	1	3	7	3	6	11	2	7	3
26	3	2	2	2	2	2	2	1	5	8
27	2	1	2	2	4	2	2	2	2	10
28	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6
29	4	2	2	4	1	1	2	1	10	2
30	1	2	2	2	2	2	3	7	11	3
76										
2,5 İlk hareket kaybı ortalaması										

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

	oto	mk	tt	tm	iet	ağır
Σt	544	129	81	16	14	127
ΣV	177	43	22	8	5	43
Σt/ΣV	3,1	3	3,7	2	2,8	3
bo	1	1	1,2	0,7	0,9	1

Tablo 4.1 devamı

Kavşak adı : GAZİOSMANPAŞA MEYDAN 2.1

Yeşil Devre	Araç sayıları											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Geçiş süreleri												
1	2	5	7	8	10	17	23	27				
2	4	6	10	13	17	19	25	30	33			
3	3	6	8	10	12	15	19	24	27			
4	2	6	9	12	18	21	23	25	31	33		
5	4	6	9	12	16	20	27	28				
6	4	7	10	13	16	19	24	27	29	31		
7	3	4	6	7	9	14	16	20	22	25	28	32
8	3	6	7	9	13	14	18	20	25			
9	3	4	6	9	13	17	23	28	29			
10	3	5	7	11	15	20	24	33	35			
11	3	5	7	10	12	15	17	22	24	25	30	
12	3	5	7	12	16	20	25	28	29			
13	5	7	10	12	15	18	24	26	27	33		
14	4	7	11	17	20	23	25	29	31			
15	3	6	9	11	12	19	21	24				
16	2	5	7	10	14	19	23	28				
17	9	12	14	16	19	22	25	27	30			
18	5	8	10	12	15	18	25	30	33			
19	4	7	9	12	14	16	20	23				
20	3	5	7	10	14	18	20	27	33			
21	2	5	7	8	10	15	18	23				
22	4	5	10	13	16	19	25	29				

GAZİOSMANPAŞA MEYDANI 2.1

Değerlendirmeye alınan araç sayısı						
Yeşil	1	2	3	4	5	6
Devre	Araç takip süreleri					
1	3	2	1	2	7	6
2	2	4	3	4	2	6
3	3	2	2	2	3	4
4	4	3	3	6	3	2
5	2	3	3	4	4	7
6	3	3	3	3	5	3
7	1	2	1	2	5	2
8	3	1	2	4	1	4
9	1	2	3	4	4	6
10	2	2	4	4	5	4
11	2	2	3	2	3	2
12	2	2	5	4	4	5
13	2	3	2	3	3	6
14	3	4	6	3	3	2
15	3	3	2	1	7	2
16	3	2	3	4	5	4
17	3	2	2	3	3	3
18	3	2	2	3	3	7
19	3	2	3	2	2	4
20	2	2	3	4	4	2
21	3	2	1	2	5	3
22	1	5	3	3	3	6
	54					
	2,45					
	ilk hareket kaybı ortalaması					

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

oto	mk	tt	tm	lett	ağır
Σt	316	41	101	5	0
ΣV	102	14	27	2	0
Σt/ΣV	3,098	2,93	3,741	2,5	0
bo	1	0,95	1,206	0,806	0
					1,326

KERESTECİLER 2.1

[illegible]

LEVENT GÜVERCİNLİK 1.3

Değerlendirmeye alınan araç sayısı									
Y eşit	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Devir Araç takip süreleri									
1	3	2	3	2	3	2	1	2	1
2	1	2	2	2	3	5	2	2	3
3	2	2	2	2	2	2	3	3	2
4	3	3	2	3	3	3	2	2	3
5	2	1	2	2	3	3	5	2	2
6	2	2	3	3	3	3	2	3	3
7	3	3	3	2	2	4	3	3	2
8	2	3	3	2	2	3	2	4	2
9	4	2	3	5	5	5	3	2	1
10	2	6	4	3	2	2	2	3	2
11	2	2	4	2	2	3	3	2	2
12	2	2	2	2	2	3	2	3	3
13	2	2	3	2	3	3	3	13	
14	4	3	3	3	3	2	3	7	3
15	2	2	4	3	3	5	4	5	4
16	4	2	3	2	3	4	10	5	
17	2	1	1	13	3	3	1	2	5
18	2	2	3	2	3	3	3	2	5
19	2	2	2	2	2	4	5	4	3
20	3	3	3	2	5	2	5	4	6
21	3	5	4	2	2	2	4	2	1
22	3	3	2	3	2	2	3	2	2
23	3	3	3	2	1	3	1	2	2
24	7	2	2	3	2	2	2	2	2
25	3	3	2	3	3	2	2	3	8
26	2	2	3	3	2	4	1	5	2
27	4	3	3	3	6	5	4	3	
28	2	2	2	2	3	4	6	9	3
29	2	3	2	3	2	2	2	3	6
30	4	3	2	7	2	1	5	4	2

82
2,7 İlk hareket kaybı ortalaması

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

	oto	mk	tt	tm	iett	ağır
Σt	515	24	215	0	35	0
ΣV	180	7	74	0	10	0
Σt/ΣV	2,86	3,43	2,87	0	3,5	0
bo	1	1,2	1	0	1,22	0

Tablo 4.1 devamı

Kavşak adı : LEVENT GÜVERCİNLİK Şerit no : 3.4

Yeşil Devre	Araç sayısı												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Geçiş süreleri (sn)													
1	2	5	6	9	12	17	21	26					
2	2	12	14	16	17	19	21	23	25				
3	2	4	6	8	10	15	18	20	22	26			
4	1	3	6	7	10	12	14	18	20	22	24		
5	1	4	9	17	19	22	24	27					
6	2	5	7	9	11	14	16	20	23	25	27		
7	1	4	6	9	11	12	21	23	26	27			
8	1	4	5	9	12	24	26	28					
9	2	4	7	9	11	14	16	18	20	22			
10	3	5	8	10	12	16	19	21	23	25			
11	2	6	8	10	12	14	16	18	22	23	25	27	
12	2	4	7	11	15	21	23	25	27	29			
13	3	6	8	10	13	15	17	20	23	26			
14	4	7	9	11	14	18	20	22	25	27	28	30	
15	1	4	6	9	12	15	18	21	23	25			
16	1	4	6	8	11	15	18	22	29				
17	2	5	9	14	16	18	21	24	27	29			
18	2	4	6	8	10	12	14	16	20	22	22	24	29
19	4	6	10	16	18	22	24	26	29				
20	2	4	5	7	11	14	17	19	21	24			
21	1	6	9	11	17	19	22	24	25	27	30		
22	2	5	7	9	11	14	16	18	21	23	27		
23	3	6	10	14	17	22	24	27	28	30			
24	2	4	6	9	12	14	16	18	21	24			
25	2	5	9	11	12	14	20	23	25				
26	6	8	14	16	18	20	23	25					
27	2	5	7	9	11	15	19	21	23	25			
28	3	5	7	10	12	14	16	18	20	22	26	28	

LEVENT GÜVERCİNLİK 3.4

Değerlendirmeye alınan araç sayısı									
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7		
Devre	Araç takip süreleri								
1	3	1	3	3	5	4	5		
2	10	2	2	1	2	2	2		
3	2	2	2	2	5	3	2		
4	2	3	1	3	2	2	4		
5	3	5	8	2	3	2	3		
6	3	2	2	2	3	2	4		
7	3	2	3	2	1	9	2		
8	3	1	4	3	12	2	2		
9	2	3	2	2	3	2	2		
10	2	3	2	2	4	3	2		
11	4	2	2	2	2	2	2		
12	2	3	4	4	6	2	2		
13	3	2	2	3	2	2	3		
14	3	2	2	3	4	2	2		
15	3	2	3	3	3	3	3		
16	3	2	2	3	4	3	4		
17	3	4	5	2	2	3	3		
18	2	2	2	2	2	2	2		
19	2	4	6	2	4	2	2		
20	2	1	2	4	3	3	2		
21	5	3	2	6	2	3	2		
22	3	2	2	3	3	2	2		
23	3	4	4	3	5	2	3		
24	2	2	3	3	2	2	2		
25	3	4	2	1	2	6	3		
26	2	6	2	2	2	3	2		
27	3	2	2	2	4	4	2		
28	2	2	3	2	2	2	2		
								83	
								2,96	İlk hareket kaybı ortalaması

Sağa dönüş

	oto	imk	itt	itm	iett	ağır
Σt	402	13	118	0	17	2
ΣV	142	6	42	0	5	1
Σt/ΣV	2,83	2,17	2,81	0	3,4	2
bo	1	0,77	0,99	0	1,2	0,71

Değerlendirmeye alınan araç sayısı											
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Araç takip süreleri											
1	2	2	2	1	4	4	2	4	13	3	3
2	3	3	3	1	2	2	2	2	2	4	2
3	2	1	2	1	2	2	2	2	1	4	2
4	2	6	3	2	3	1	1	3	1	3	3
5	2	1	1	3	3	2	2	2	3	3	2
6	4	2	1	3	3	3	2	2	2	3	3
7	6	2	2	2	2	2	1	7	5	6	2
8	2	2	2	4	1	2	3	2	2	2	3
9	2	2	2	2	3	1	2	3	4	1	1
10	3	3	1	3	2	2	1	2	3	3	4
11	4	3	2	6	3	3	2	2	2	2	3
12	3	4	2	2	1	2	1	3	4	2	5
13	3	2	2	2	4	3	2	2	3	4	3
14	3	1	3	2	2	2	2	2	1	2	2
15	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2
16	3	2	2	2	2	2	2	2	1	3	4
17	1	2	2	3	2	2	2	1	3	2	1
18	2	2	1	9	2	1	2	4	2	3	4
19	2	2	2	2	1	2	2	2	1	3	1
20	3	3	4	2	4	2	2	3	1	2	6
21	2	3	2	1	2	2	2	2	2	4	2
22	2	3	5	4	2	1	3	2	3	4	1
23	3	2	2	2	4	3	2	4	2	3	3
24	2	3	3	2	1	2	2	4	2	3	2
25	2	2	1	2	2	2	4	3	2	2	2
26	1	3	1	1	1	2	1	1	2	1	5
27	4	4	2	1	2	1	3	5	2	3	10
28	2	2	2	3	2	2	3	1	2	3	4
29	2	4	2	3	1	4	1	3	8	2	3
30	4	3	2	2	2	3	2	3	6	5	1

78
2.6 İlk hareket kaybı ortalaması

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

Σt	ΣV	Σt/ΣV	bo	oto	mk	ft	trn	lett	ağır
580	239	2,4	1	580	118	69	21	0	34
239	42	5,7	7	239	42	31	7	0	10
2,4	2,8	2,2	3	2,4	2,8	2,2	3	0	3,4
1	1,2	0,9	1,2	1	1,2	0,9	1,2	0	1,4

BARBAROŞ BULVARI ORTAKÖY DÖNÜŞÜ 1.1

Değerlendirmeye alınan araç sayısı											
Yeşil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Devre Araç takip süreleri											
1	3	3	3	2	2	2	5	4	2	2	4
2	2	1	4	3	3	2	2	2	3	2	3
3	3	4	2	2	3	2	3	3	1	2	2
4	3	3	2	2	1	2	2	2	3	2	2
5	3	3	3	2	2	1	2	3	2	3	5
6	4	2	3	4	2	3	4	1	2	2	2
7	2	3	7	2	3	2	2	2	6	3	4
8	1	2	3	3	1	2	2	2	1	3	3
9	3	2	4	2	2	2	2	2	2	3	2
10	2	3	3	3	2	2	3	2	3	1	1
11	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2
12	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3
13	2	3	3	3	5	3	2	3	4	3	3
14	3	2	1	3	2	1	4	2	1	3	2
15	2	2	2	1	2	3	2	2	2	5	3
16	2	3	2	1	2	1	2	2	3	3	2
17	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2
18	2	3	3	1	2	2	3	2	2	2	2
19	3	1	2	2	2	3	1	3	2	1	2
20	1	2	1	2	3	1	3	3	2	1	6
21	3	2	1	2	1	2	2	3	2	5	2
22	3	7	2	1	1	2	3	2	1	3	1
23	3	3	2	2	2	1	2	3	2	4	3
24	2	2	3	1	3	1	2	5	2	1	2
25	2	2	2	3	4	1	2	2	5	2	1
26	2	2	2	2	1	3	4	2	3	1	
27	4	1	2	2	4	1	2	1	10	2	2
28	2	2	2	3	3	2	2	2	4	3	2
29	2	2	1	2	2	2	2	1	4	5	3
30	2	1	2	4	2	3	2	3	3	3	2

72
2,4 İlk hareket kaybı ortalaması

Birim oto eşdeğerlikleri

Doğru giden

oto	mk	tt	tm	lett	ağır
Σt	648	52	74	6	0
ΣV	282	20	24	2	0
Σt/ΣV	2,3	2,6	3,1	3	0
bo	1	1,1	1,3	1,3	0

Tablo 4.2 24 Şerit birim oto eşdeğerliklerinin değerlendirilmesi

No	Kavşak Adı	Şerit No	Birim oto eşdeğerlikleri					ağır
			oto	mk	tt	tm	iett	
1	Camhan	1.1	1	1,028	1,061	0,621	0	1,051
2	Camhan	1.2	1	1,21	0,917	1,015	0	1,146
3	Camhan	2.1	1	1,074	0,99	1,471	0	0
4	Camhan	2.2	1	1,01	0,98	1,02	3,23	1
5	Camhan	2.4	1	0,93	0,935	0	1,581	0
6	Akaretler (s)	1.1	1	1,03	1,04	0,85	0	1,28
7	Akaretler (s)	1.2	1	1,21	0,88	1,3	1,52	0,98
8	Akaretler (s)	1.3	1	1,05	1,06	1,01	1,21	1,14
9	Akaretler (ö)	1.1	1	1,19	1,05	0,78	0	0,52
10	Akaretler (ö)	1.2	1	0,88	0,92	1,24	0,83	0,9
11	Akaretler (ö)	1.3	1	1,24	0,86	0,76	1,04	1,12
12	Bay.paşa İplik Fab.	2.1	1	0,93	0,89	1,06	0,49	1,03
13	Bay.paşa spor kom.	1.1	1	1,11	0,82	0,56	0	1,13
14	Bay.paşa spor kom. D.G	1.2	1	1	1,1	0,77	0,96	1,02
15	Bay.paşa spor kom. Sağa D.	1.2	1	0,71	1	0	0	0,29
16	Bay.paşa spor kom. D.G	3.1	1	0,78	0,78	0	0	0,39
17	Bay.paşa spor kom. Sola D.	3.1	1	0,93	0,97	1,83	0	1,43
18	Bay.paşa spor kom.	3.2	1	0,98	1,2	0,65	0,91	0,96
19	Gaziosmanpaşa	2.1	1	0,95	1,21	0,81	0	1,33
20	Keresteciler	2.1	1	1,25	0,94	0,95	0	1,19
21	Levent Güvercinlik	1.3	1	1,2	1	0	1,2	0
22	Levent Güvercinlik	3.4	1	0,77	0,99	0	1,2	0,71
23	Ortaköy Dönüşü	1.1	1	1,13	1,34	1,3	0	1,3
24	Ortaköy Dönüşü	1.2	1	1,16	0,92	1,23	0	1,4

Toplam
N.Ortalama

24 24,752 23,853 19,227 14,171 21,317
1 1,0907 1,0043 0,9781 1,3038 1,0923

Tablo 4.3 Doğru giden 18 şeritin birim oto eşdeğerliklerinin değerlendirilmesi

No	Kavşak Adı	Şerit No	oto	Birim oto eşdeğerlikleri				
				mk	tt	tm	iett	ağır
1	Camhan	1.1	1	1,028	1,061	0,621	0	1,051
2	Camhan	1.2	1	1,21	0,917	1,015	0	1,146
3	Camhan	2.1	1	1,074	0,99	1,471	0	0
4	Camhan	2.2	1	1,01	0,98	1,02	3,23	1
5	Akaretler (s)	1.1	1	1,03	1,04	0,85	0	1,28
6	Akaretler (s)	1.2	1	1,21	0,88	1,3	1,52	0,98
7	Akaretler (s)	1.3	1	1,05	1,06	1,01	1,21	1,14
8	Akaretler (ö)	1.1	1	1,19	1,05	0,78	0	0,52
9	Akaretler (ö)	1.2	1	0,88	0,92	1,24	0,83	0,9
10	Akaretler (ö)	1.3	1	1,24	0,86	0,76	1,04	1,12
11	Bay.paşa İplik Fab.	2.1	1	0,93	0,89	1,06	0,49	1,03
12	Bay.paşa spor kom.	1.1	1	1,11	0,82	0,56	0	1,13
13	Bay.paşa spor kom.	3.2	1	0,98	1,2	0,65	0,91	0,96
14	Gaziosmanpaşa	2.1	1	0,95	1,21	0,81	0	1,33
15	Keresteciler	2.1	1	1,25	0,94	0,95	0	1,19
16	Levent Güvercinlik	1.3	1	1,2	1	0	1,2	0
17	Ortaköy Dönüşü	1.1	1	1,13	1,34	1,3	0	1,3
18	Ortaköy Dönüşü	1.2	1	1,16	0,92	1,23	0	1,4

Toplam	18	19,632	18,078	16,627	10,43	17,477
N.Ortalama	1	1,0907	1,0043	0,9781	1,3038	1,0923
X2	1	1,1896	1,0087	0,9566	1,6998	1,1931
Σ X2	18	21,635	18,469	17,398	18,486	19,746
S2	0	0,0131	0,0184	0,071	0,6983	0,0437

Tablo 4.4 Genel olarak taşıtların
ilk hareket kaybı

No	Kavşak adı	Şerit No	İlk Hareket Kaybı
1	Camhan	1.1	2,1
2	Camhan	1.2	2,2
3	Camhan	2.1	2,2
4	Camhan	2.2	2,66
5	Camhan	2.4	2,1
6	Akaretler (sabah)	1.1	2,65
7	Akaretler (sabah)	1.2	3
8	Akaretler (sabah)	1.3	2,77
9	Akaretler (öğle)	1.1	2,39
10	Akaretler (öğle)	1.2	2,68
11	Akaretler (öğle)	1.3	2,56
12	Bay.İplik Fab.	2.1	2,64
13	Bay.Spor Komp.	1.1	2,52
14	Bay.Spor Komp.	1.2	2,74
15	Bay.Spor Komp.	3.1	2,45
16	Bay.Spor Komp.	3.2	2,53
17	Gaziosmanpaşa	2.1	2,45
18	Keresteciler	2.1	2,03
19	Levent Güvercinlik	1.3	2,73
20	Levent Güvercinlik	3.4	2,96
21	Bar.Bul.Ort.Dönüş	1.1	2,4
22	Bar.Bul.Ort.Dönüş	1.2	2,6

Toplam		55,36
Ortalama		2,5163636

Tablo 4.5 Doğru giden 18 şeritte ilk hareket kaybı değerlendirmesi

No	Kavşak adı	Şerit No	İlk Hareket Kaybı
1	Camhan	1.1	2,1
2	Camhan	1.2	2,2
3	Camhan	2.1	2,2
4	Camhan	2.2	2,66
5	Akaretler (sabah)	1.1	2,65
6	Akaretler (sabah)	1.2	3
7	Akaretler (sabah)	1.3	2,77
8	Akaretler (öğle)	1.1	2,39
9	Akaretler (öğle)	1.2	2,68
10	Akaretler (öğle)	1.3	2,56
11	Bay.İplik Fab.	2.1	2,64
12	Bay.Spor Komp.	1.1	2,52
13	Bay.Spor Komp.	3.2	2,53
14	Gaziosmanpaşa	2.1	2,45
15	Keresteciler	2.1	2,03
16	Levent Güvercinli	1.3	2,73
17	Bar.Bul.Ort.Dönü	1.1	2,4
18	Bar.Bul.Ort.Dönü	1.2	2,6

Toplam		45,11
Ortalama		2,51636364

4.3 İLK HAREKET KAYBI TESPİTİ.

Gidiş yönleri dikkate alınmadan yirmi iki şeritteki ilk hareket kayıpları toplanarak ortalaması bulunmuştur. Doğru giden onsekiz şeritin ilk hareket kayıpları toplanarak ortalaması bulunmuştur. Tablo 4.4 de görülmektedir.

4.4 BİRİM OTO EŞDEĞERLİKLERİ ve BAŞLANGIÇ KAYBI DEĞERLERİNİN DİĞER ÜLKELERDEKİ DEĞERLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Birim oto eşdeğerlikleri

KHCM	Minibüs	1,2
	Otobüs	1,8
	Kamyon	2,0
	Kamyonet	1,2
USHCM	Ağır taşıt	1,5
	Otobüs	1,75
KANADA	Kamyon	1,25 - 3,5
UK	Otobüs	2,0
	Kamyonet	1,5
	Kamyon	2,3

Bu çalışma sonunda İSTANBUL için bulunan değerler

Minibüs +Kamyonet 1,09

Ticari taksi 1,00

Ticari minibüs 0,9

İETT + halk Otobüs Yeterli veri olmadığı için güvenli sonuç alınamadı.

Ağır taşıt Yeterli veri olmadığı için güvenli sonuç alınamadı.

Başlangıç kaybı

KHCM (sn) 2,3

USHCM (sn) 3,0

İSTANBUL (sn) 2,5 Yapılan çalışma sonunda bulunan değer.

BÖLÜM V

DOYGUN AKIM TESPİTİ

5.1 DOYGUN AKIMIN BELİRLENMESİ

Doygun akımın belirlenmesi için Tablo 4.1 de verilen değerlerden yararlanıldı. Her şerit için yeşil süre de geçen taşıtlar 6 sn lik zaman aralıklarında cinslerine göre sayıldı. Bulunan bu değerlerden araçların saatlik değerleri hesaplandı. Hesaplanan bu değerlerden enbüyük olanı o şerit için doygun akım değeri olarak alındı. Araçların 6 sn lik periyotlardaki hacim değerleri ve bunu sonucu olarakta toplam taşıt hacminden araçların cinslerine göre geçiş yüzdeleri hesaplandı. Bulunan bu enbüyük doygun akım değeri ve araç geçiş yüzdeleri ile regresyon analizinde kullanılacak bağıntılar oluşturuldu. Çalışma yapılan şeritlerdeki doygun akım hesapları ve doygun akım değerlerinin oluşturdukları grafikler tablo 5.1 de sunulmuştur.

Hesaplanan doygun akım değerleri şerit kullanımları dikkate alınmadan genel bir değerlendirme yapılmıştır. Tablo 5.2 de görülmektedir.

Doğru giden onsekiz şerit için de doygun akım değerlendirmesi yapılmıştır. Tablo 5.3 de görülmektedir.

Daha önce yapılan gözlemler sonunda doğru giden şerit için doygun akım değeri 1800 tş / sa olarak tahmin edilmişti. Bu çalışmada doğru giden 18 şerit de yapılan ölçümlerde doygun akım ortalaması 1590 tş / sa olarak bulundu.

Bulunan bu değer için H_0 hipotezi ve H_1 karşı hipotezine baktığımızda ;

$\alpha = 0,10$ (anlamlılık düzeyi) ($1 - \alpha = 0,90$; güvenlik düzeyi) ' nde

$N = 18$

$H_0 : \mu = 1800 \text{ tş / sa}$

$H_1 : \mu \neq 1800 \text{ tş / sa}$

$$A: X < \mu - t_{\alpha/2} \cdot (S / \sqrt{N})$$

H_0 hipotezi red

$$B: X > \mu + t_{1-\alpha/2} \cdot (S / \sqrt{N})$$

$$\alpha = 0,10$$

$$\alpha / 2 = 0,05$$

$$s.d = 17$$

$$t_{0,05} = -2,89$$

$$t_{0,995} = 2,89$$

$$X = 1590 \text{ tş / sa}$$

$$A = 1800 - 2,89 (212,35 / 4,242) = 1655,33 \text{ tş / sa}$$

$$B = 1800 + 2,89 (212,35 / 4,242) = 1944,67 \text{ tş / sa}$$

Bulunan değer A , B aralığı dışında kaldığından H_0 hipotezi red edildi.

Ortalama olarak bulunan 1590 tş / sa değeri A ve B aralığı içinde olsaydı daha önceden tahmin edilen 1800 tş / sa değerini kullanabilecektik.Bu durumda 1800 tş / sa değerini kullanamayız.

Doygun akım bağıntısının oluşturulmasında tablo 5.1 de çalışma yapılan her şerit için oluşturulan bağıntılardan yararlanıldı.Doğru giden 18 şeritten elde edilen bağıntılar regresyon analizi için bilgisayara girildi.Bağıntıların girilmesinden sonra doygun akım değerinin altı cinse ayrılan araçların tamamı dikkate alınarak oluşturulan regresyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon matrisi aşağıda görülmektedir.

Korelasyon Matrisi ;

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
X1	1.0000	-0.4496	-0.1680	-0.4448	-0.5292	-0.5803	0.6245
X2	-0.4496	1.0000	-0.7332	0.6572	-0.0203	0.6945	-0.1892
X3	-0.1680	-0.7332	1.0000	-0.4089	0.1774	-0.5674	-0.0888
X4	-0.4448	0.6572	-0.4089	1.0000	0.1907	0.3450	-0.2004
X5	-0.5292	-0.0203	0.1774	0.1907	1.0000	0.2919	-0.5093
X6	-0.5803	0.6945	0.5674	0.3450	0.2919	1.0000	0.4808
Y	0.6245	-0.1892	-0.0888	-0.2004	-0.5093	-0.4808	1.0000

Burada görüldüğü gibi $X_2 = \text{Minibüs} + \text{Kamyonet}$, $X_3 = \text{Ticari taksi}$, $X_4 = \text{Ticari minibüs}$ 'ün doygun akımdeğeri (Y) üzerinde etkili olmadığı görülmektedir.Doygun akım değeri üzerinde $X_1 = \text{Otomobil}$, $X_5 = \text{İett} + \text{Halk otobüsü}$ ve $X_6 = \text{Ağır taşıt}$ etkisi olduğu dikkate alınarak yapılan regresyon analizi sonucu aşağıda sunulmuştur.

Korelasyon Matrisi

	X1	X5	X6	Y
X1	1.0000	- 0.5292	- 0.5803	0.6245
X5	- 0.5292	1.0000	0.2919	- 0.5093
X6	- 0.5803	0.2919	1.0000	- 0.4808
Y	0.6245	- 0.5093	- 0.4808	1.0000

Bağıntı ;

$$Y = 749.1308 + 12.87 * X_1 - 58.72 * X_5 - 10.39 * X_6$$

Minibüs + Kamyonet ve Ticari minibüs 'ün doygun akım değeri üzerinde etkisinin görülmemesi çalışma yapılan şeritlerde bu cins araçların olmaması yada az olmasına bağlanabilir.

Yapılan regresyon analizi sonucu doygun akım bağıntısı ;

$$Y = 749.1308 + 12.87 * X_1 - 58.72 * X_5 - 10.39 * X_6$$

şeklinde oluşturulmuştur.

Bu bağıntıdan yararlanarak doygun akım değerini tespit edebiliriz.Bunun için doygun akım değeri istenen kavşakta , istenilen akım kolunda $X_1 = \text{Otomobil}$, $X_5 = \text{İett} + \text{Halk otobüsü}$ ve $X_6 = \text{Ağır taşıt}$ değerleri tespit edilip bu denklemde yerlerine konulması yeterli olur.Bunun görülebilmesi için karşılaştırmalı olarak birkaç örnek aşağıda sunulmuştur.

Akaretler kavşağı 1.1 nolu akım kolu ;

Arazide yapılan çalışma ile bulunan doygun akım değeri = 1703 tş/sa

Bağıntı ile bulunan doygun akım değeri	= 1776 tş/sa
Barbaros bulvarı ortaköy dönüşü 1.1 nolu akım kolu ;	
Arazide yapılan çalışma ile bulunan doygun akım değeri	= 1760 tş/sa
Bağıntı ile bulunan doygun akım değeri	= 1819 tş/sa
Bayrampaşa iplik fabrikası kavşağı 2.1 nolu akım kolu ;	
Arazide yapılan çalışma ile bulunan doygun akım değeri	= 1350 tş/sa
Bağıntı ile bulunan doygun akım değeri	= 1376 tş/sa

Örneklerde görüldüğü gibi arazide yapılan çalışmada bulunan değerler ile bağıntıyla bulunan değerler birbirlerine yakın değerlerdir.

Doğru giden şeritlerdeki doygun akım değerleri alınarak, bilgisayarda bir istatistik analiz ve grafik programı kullanılarak, bu sürelerin hangi istatistiksel dağılıma uyduğu belirlendi. Program, verileri örnek biçimine göre değerlendirip, kullandığı 18 tane dağılımdan hangisine uyduğunu araştırıp, karar verdikten sonra, 3 tane istatistiksel anlamlılık testi yapmakta ve bu test sonuçlarına göre de, verilerin uyduğu dağılımları sıralamakta ve yine bu verilere ait istatistiksel sonuçları vermektedir. Tablo 5.4 istatistiksel analiz ve grafik'in kullandığı dağılımlar, uyduğu testler ve verdiği istatistiksel sonuçlar verilmiştir.

Şekil 5.1 de, incelenen şeritlere ait istatistik analiz ve grafik programı çıktılarından biri olan ve programa girilen verilerle, verilerin uyduğu dağılımlar arasındaki ilişki grafik olarak gösterilmiştir.

Tablo 5.1 Şeritlerin doygun akım hesaplamaları ve grafiksel gösterimleri

Kavşak adı : CAMHAN Şerit no : 1.1

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	72	8	15	1			96
7-12	73	2	11			1	87
13-18	77	4	8			1	90
19-24	66	3	17			1	87
25-30	47	7	8	1		2	65
31-36	53	4	9	1			67
37-42	44	3	10	1		1	59
43-48	45	5	11				61
49-54	42	2	5			2	51
55-60	36	6	6				48
61-66	26	3	8				37
67-72	30		8	1			39
73-78	25		3			1	29
79-84	7	2	1				10
Toplam	643	49	120	5		9	826

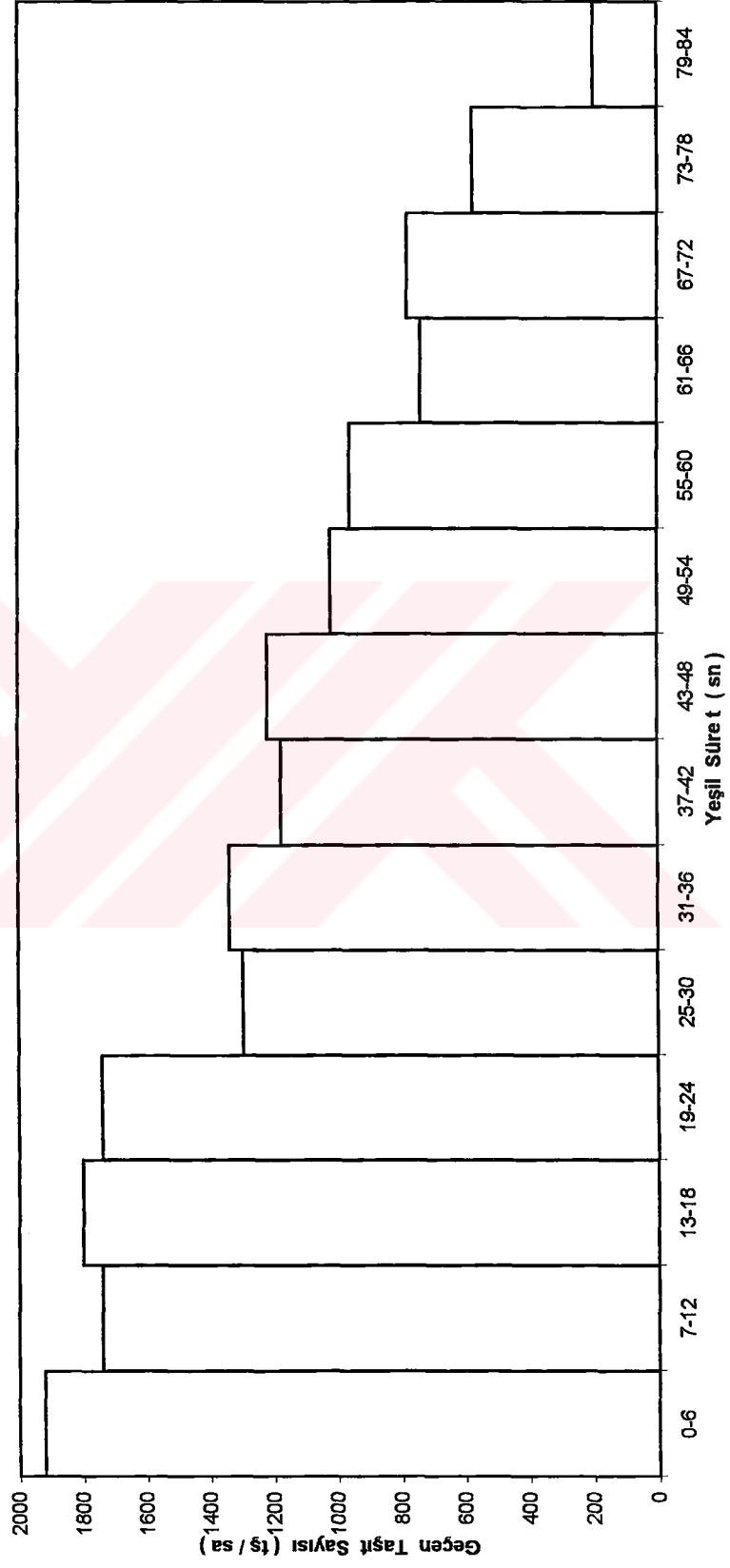
Araç yüzdeleri 77,85 5,93 14,53 0,6 1,09

Doygun akım bağıntısı

$$1920 = 77,85 * A_o + 5,93 * A_{mk} + 14,53 * A_{ft} + 0,6 * A_{tm} + 1,09 * A_a$$

Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1920
7-12	1740
13-18	1800
19-24	1740
25-30	1296
31-36	1338
37-42	1176
43-48	1218
49-54	1020
55-60	960
61-66	738
67-72	780
73-78	576
79-84	198

CAM HAN 1.1



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : CAMHAN Şerit no : 1.2

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	50	6	10	2		3	71
7-12	61	14	9	1		2	87
13-18	58	16	10	4		2	90
19-24	52	18	13	2		5	90
25-30	57	9	14	3		3	86
31-36	49	5	15	5	1	3	78
37-42	53	11	14	1		5	84
43-48	46	8	13	4		2	73
49-54	48	6	12	1		1	68
55-60	53	5	5	3		3	69
61-66	38	3	10	1		2	54
67-72	31	7	8	2		1	49
73-78	31	2	7	2			42
79-84	10	1		1		1	13
Toplam	637	111	140	32	1	33	954

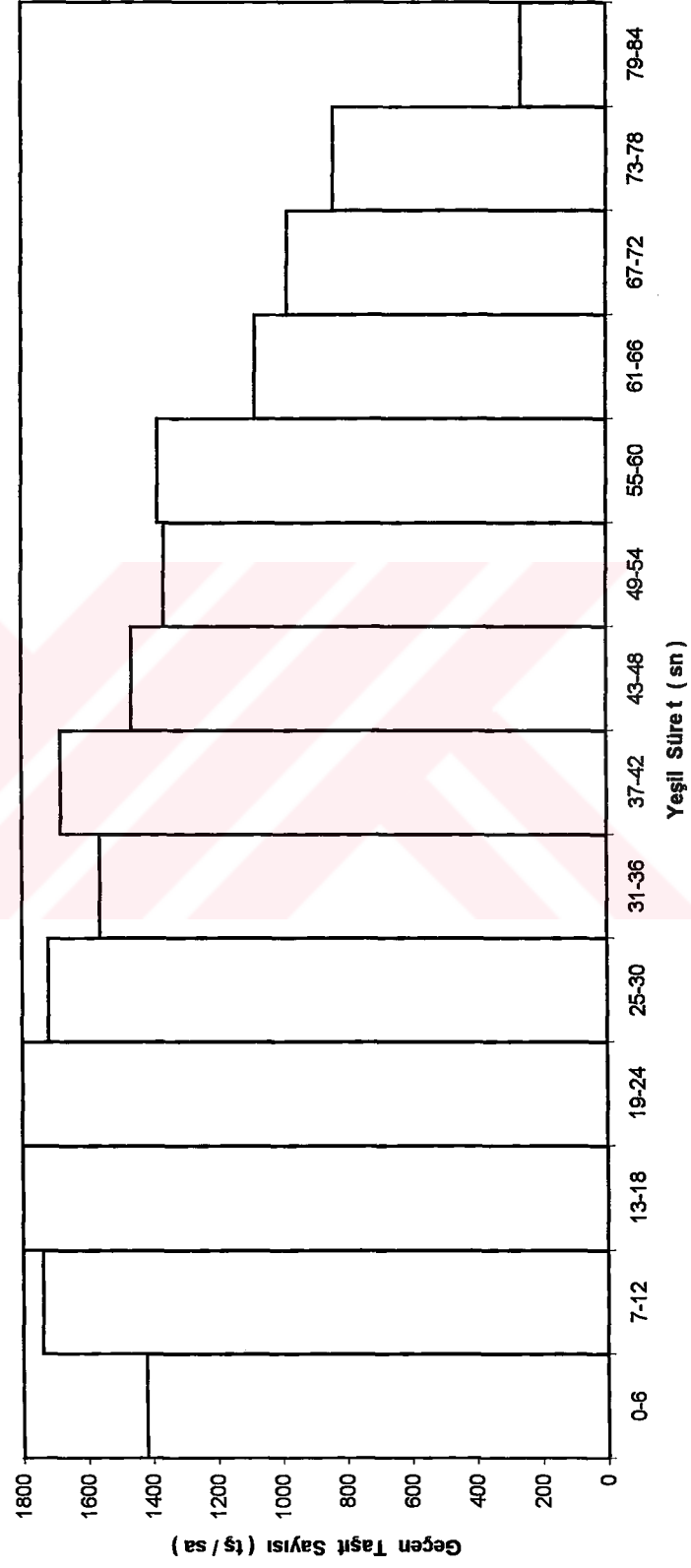
Araç yüzdeleri 66,77 11,64 14,68 3,35 0,1 3,46

Doygun akım bağlantısı

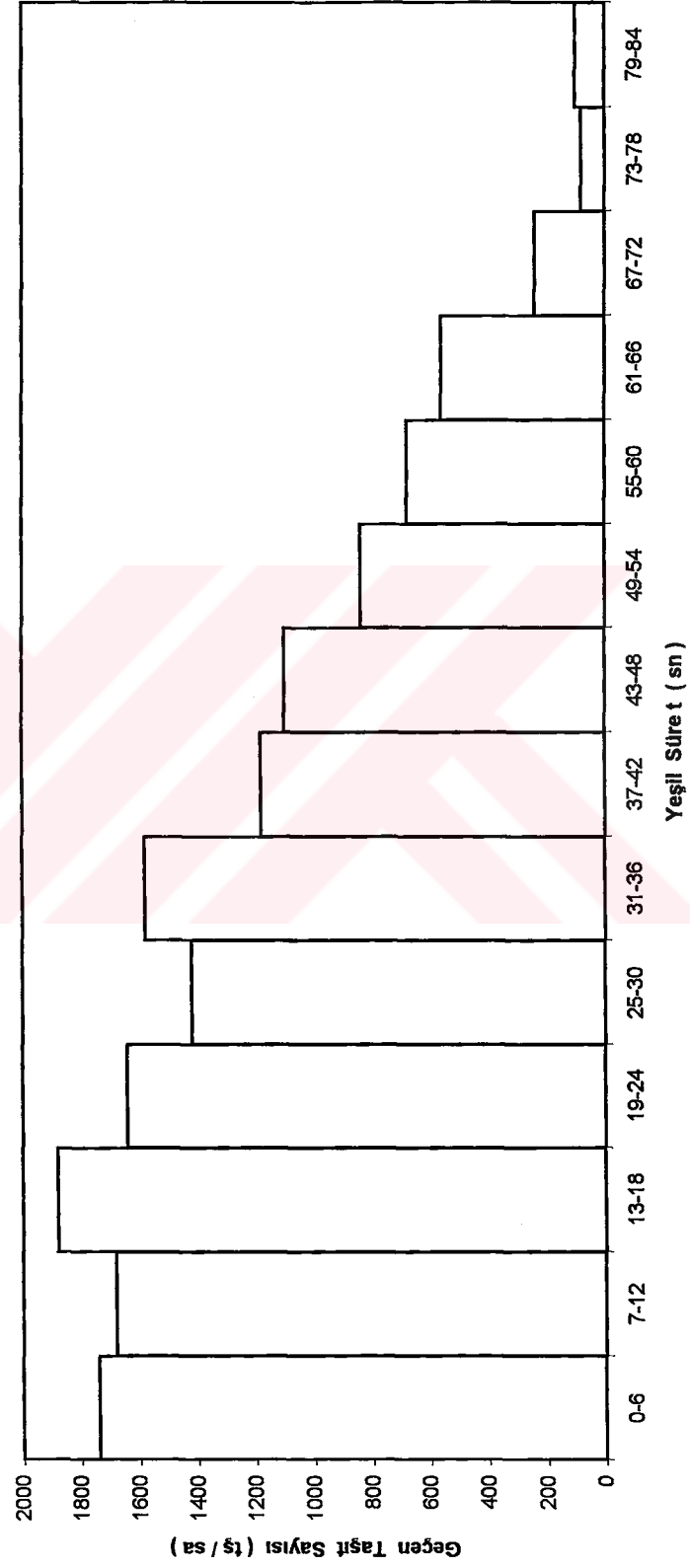
$$1800 = 66,77 * A_o + 11,64 * A_{mk} + 14,68 * A_{tt} + 3,35 * A_{tm} + 0,1 * A_{ot} + 3,46 * A_a$$

Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1420
7-12	1740
13-18	1800
19-24	1800
25-30	1720
31-36	1560
37-42	1680
43-48	1460
49-54	1360
55-60	1380
61-66	1080
67-72	980
73-78	840
79-84	260

CAM HAN 1.2



CAM HAN 2.1



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : CAMHAN Şerit no : 2.2

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	61	8	10	2	1		82
7-12	66	12	8			1	87
13-18	61	12	13	3		2	91
19-24	59	7	18	3		2	89
25-30	63	10	12	5		1	91
31-36	49	9	11	3	3	2	77
37-42	55	4	5	3	1	2	70
43-48	51	8	9		1		69
49-54	30	7	11	5			53
55-60	28	2	6		2	1	39
61-66	23	5	3		1		32
67-72	14	2	2	1			19
73-78	7	2	1	1			11
79-84	2		1		1		4
85-90	1			1			2
Toplam	570	88	110	27	10	11	816

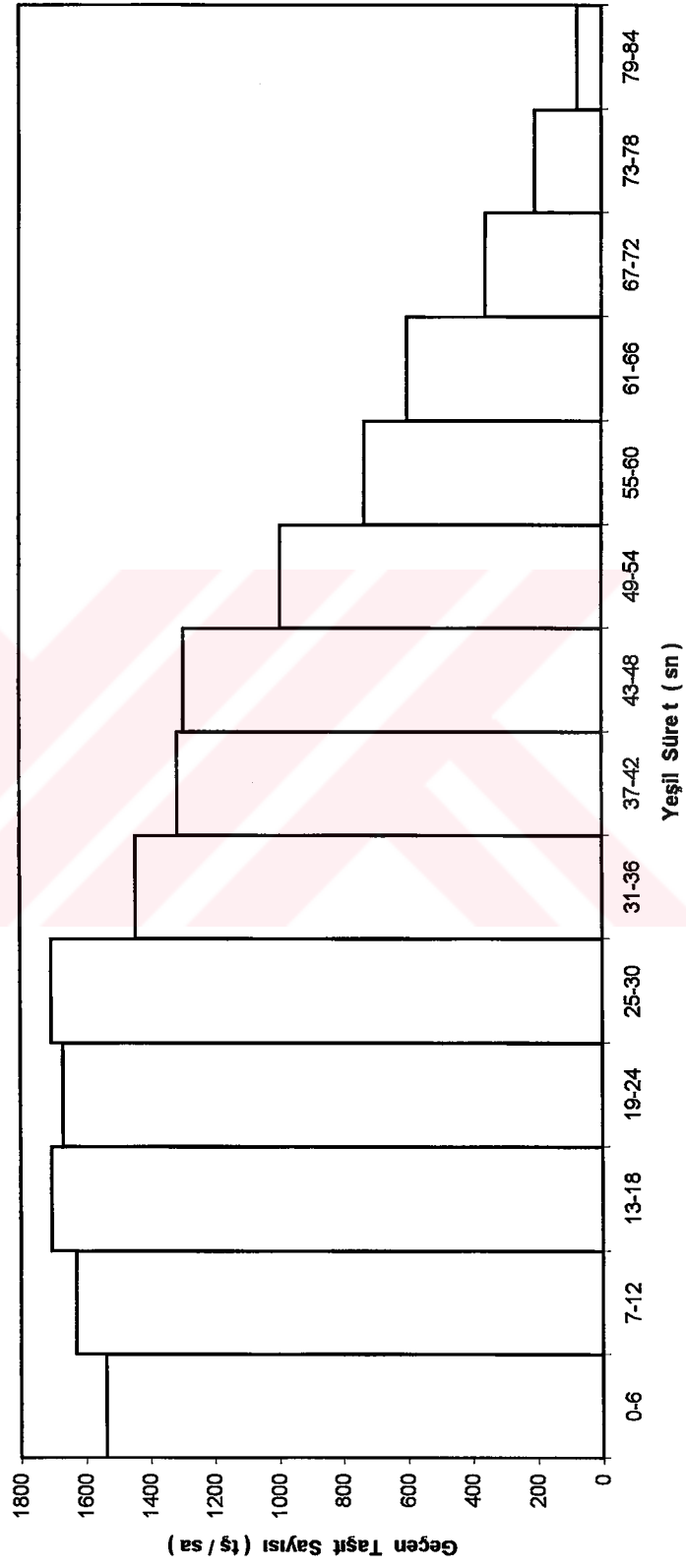
Araç yüzdeleri 69,85 10,78 13,48 3,31 1,23 1,35

Doygun akım bağıntısı

$$1706 = 69,85 * A_o + 10,78 * A_{mk} + 13,48 * A_{tt} + 3,31 * A_{tm} + 1,23 * A_{ot} + 1,35 * A_a$$

Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1538
7-12	1631
13-18	1706
19-24	1669
25-30	1706
31-36	1444
37-42	1313
43-48	1294
49-54	994
55-60	731
61-66	600
67-72	356
73-78	206
79-84	75
85-90	38

CAM HAN 2.2 (Sabah)



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : CAMHAN Şerit no : 2.4

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	49	4	24		1		78
7-12	52	4	33				89
13-18	62	1	26				89
19-24	58	1	21		2		82
25-30	50	2	15		3		70
31-36	12		9				21
37-42	4		3				7
43-48	2		2				4
Toplam	289	12	133		6		440

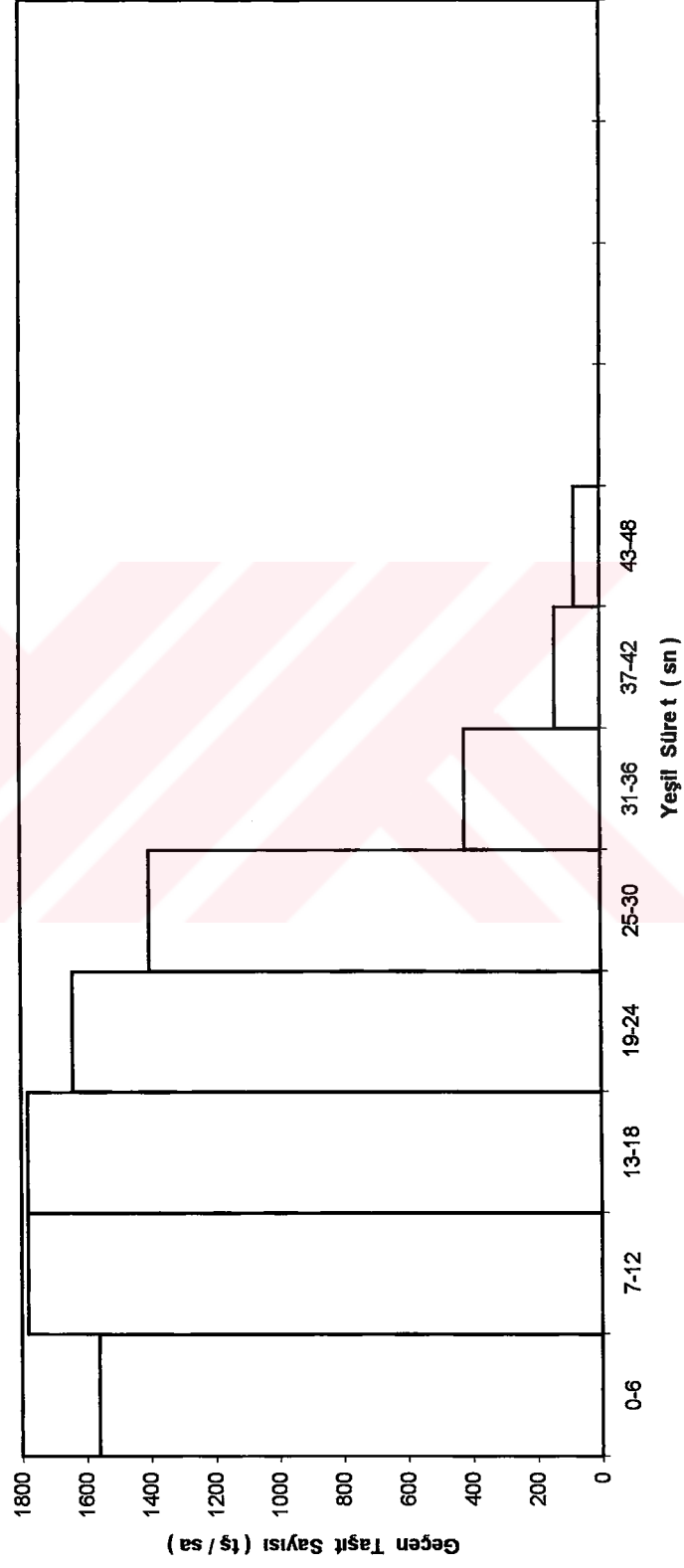
Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1560
7-12	1780
13-18	1780
19-24	1640
25-30	1400
31-36	420
37-42	140
43-48	80

Araç yüzdeleri 65,68 2,73 30,23 1,36

Doygun akım bağıntısı

$$1780 = 65,68 * Ao + 2,73 * Amk + 30,23 * Att + 1,36 * Aot$$

CAM HAN 2.4



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : AKARETLER Şerit no : 1.1 (Sabah)

Zaman Aralığı (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	0-6	1452
7-12	7-12	1548
13-18	13-18	1645
19-24	19-24	1568
25-30	25-30	1355
31-36	31-36	1606
37-42	37-42	1413
43-48	43-48	1703
49-54	49-54	1432
55-60	55-60	1432
61-66	61-66	1529
67-72	67-72	1200
73-78	73-78	426

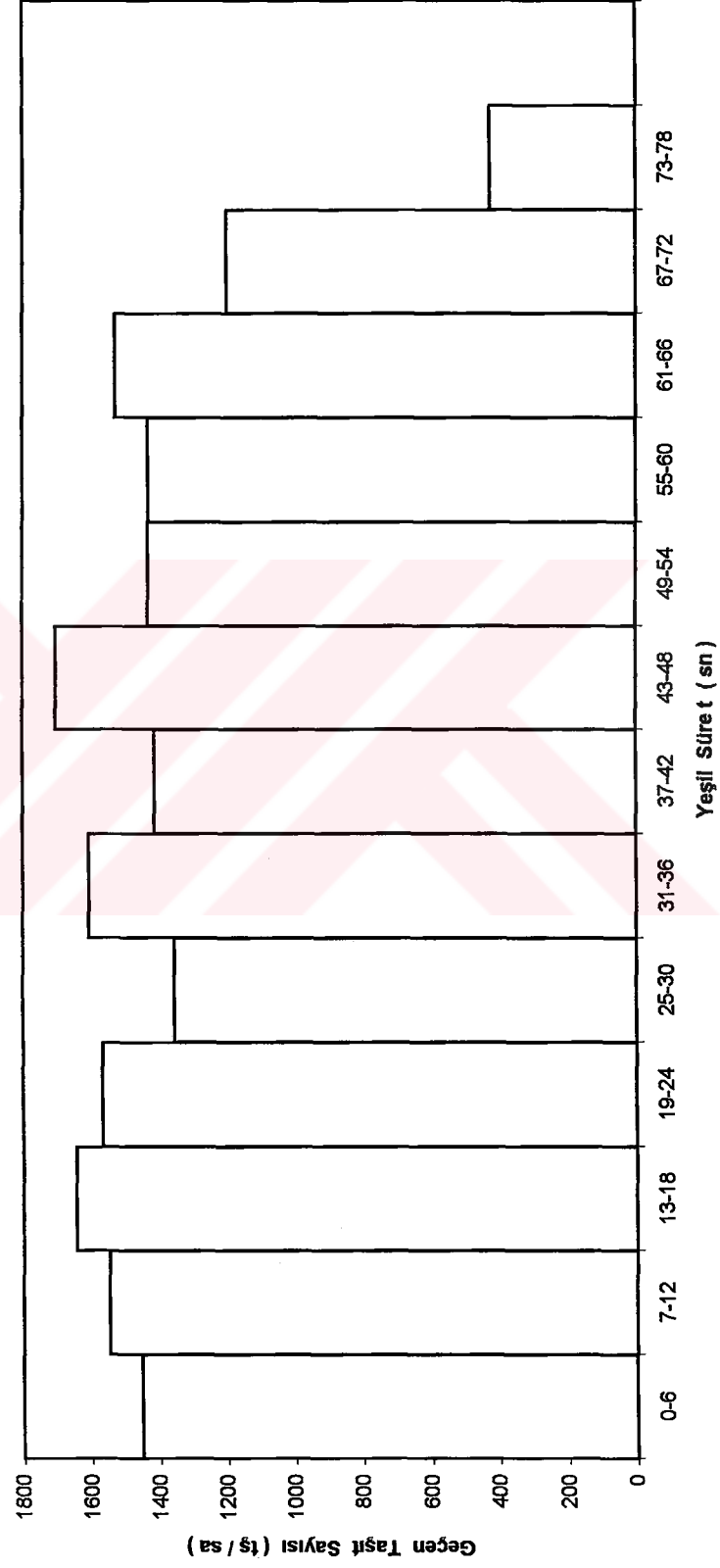
Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlett / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	58	7	10				75
7-12	71	3	6				80
13-18	63	10	11			1	85
19-24	62	8	10			1	81
25-30	60	6	3	1			70
31-36	63	7	13				83
37-42	59	5	8	1			73
43-48	70	6	10	2			88
49-54	55	3	16				74
55-60	58	6	10				74
61-66	65	4	10				79
67-72	55	1	6				62
73-78	18	3	1				22
Toplam	757	69	114	4		2	946

Araç yüzdeleri 80,02 7,29 12,05 0,42 0,22

Doygun akım bağıntısı

$$1703 = 80,02 * A_o + 7,29 * A_{mk} + 12,05 * A_{tt} + 0,42 * A_{tm} + 0,22 * A_a$$

AKARETLER 1.1 (Sabah)



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : AKARETLER Şerit no : 1.2 (Sabah)

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlett / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	43	7	6			3	59
7-12	60	8	9			4	81
13-18	55	8	9		1	9	82
19-24	61	8	4		1	5	79
25-30	62	10	5	1		2	80
31-36	50	12	6	3		4	75
37-42	59	4	8	1		4	76
43-48	54	6	10	2		8	80
49-54	63	3	7			4	77
55-60	64	3	3			1	71
61-66	54	9	7			4	74
67-72	58	5	3			1	67
73-78	11	1	3			1	16
Toplam	694	84	80	7	2	50	917

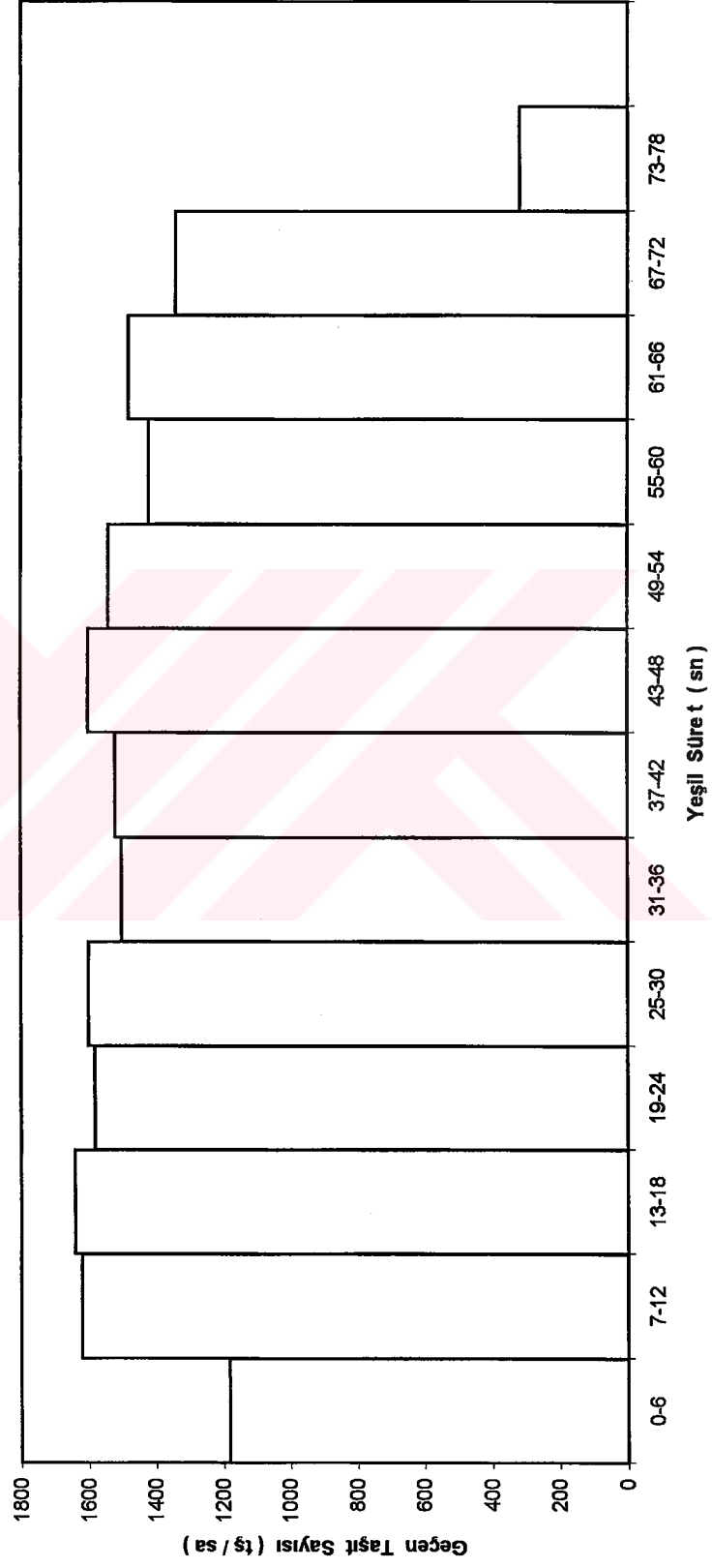
Araç yüzdeleri 75,68 9,16 8,73 0,76 0,22 5,45

Doygun akım bağıntıları

$$1640 = 75,68 * A_o + 9,16 * A_{mk} + 8,73 * A_{tt} + 0,76 * A_{tm} + 0,22 * A_{ot} + 5,45 * A_a$$

Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1180
7-12	1620
13-18	1640
19-24	1580
25-30	1600
31-36	1500
37-42	1520
43-48	1600
49-54	1540
55-60	1420
61-66	1480
67-72	1340
73-78	320

AKARETLER 1.2 (Sabah)



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : AKARETLER Şerit no : 1.3 (Sabah)

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	45	2	10			4	61
7-12	41	3	13		1	2	60
13-18	44	10	10	3	1	4	72
19-24	32	13	7			3	55
25-30	40	7	11			4	62
31-36	41	12	6	1	1	4	65
37-42	39	10	6	1		4	60
43-48	51	7	12	1		1	72
49-54	55	5	4	1		4	69
55-60	48	6	10			5	69
61-66	46	4	8	4		5	67
67-72	41	6	8	1		1	57
73-78	13	3	5	2			23
79-84	1						1
Toplam	537	88	110	14	3	41	793

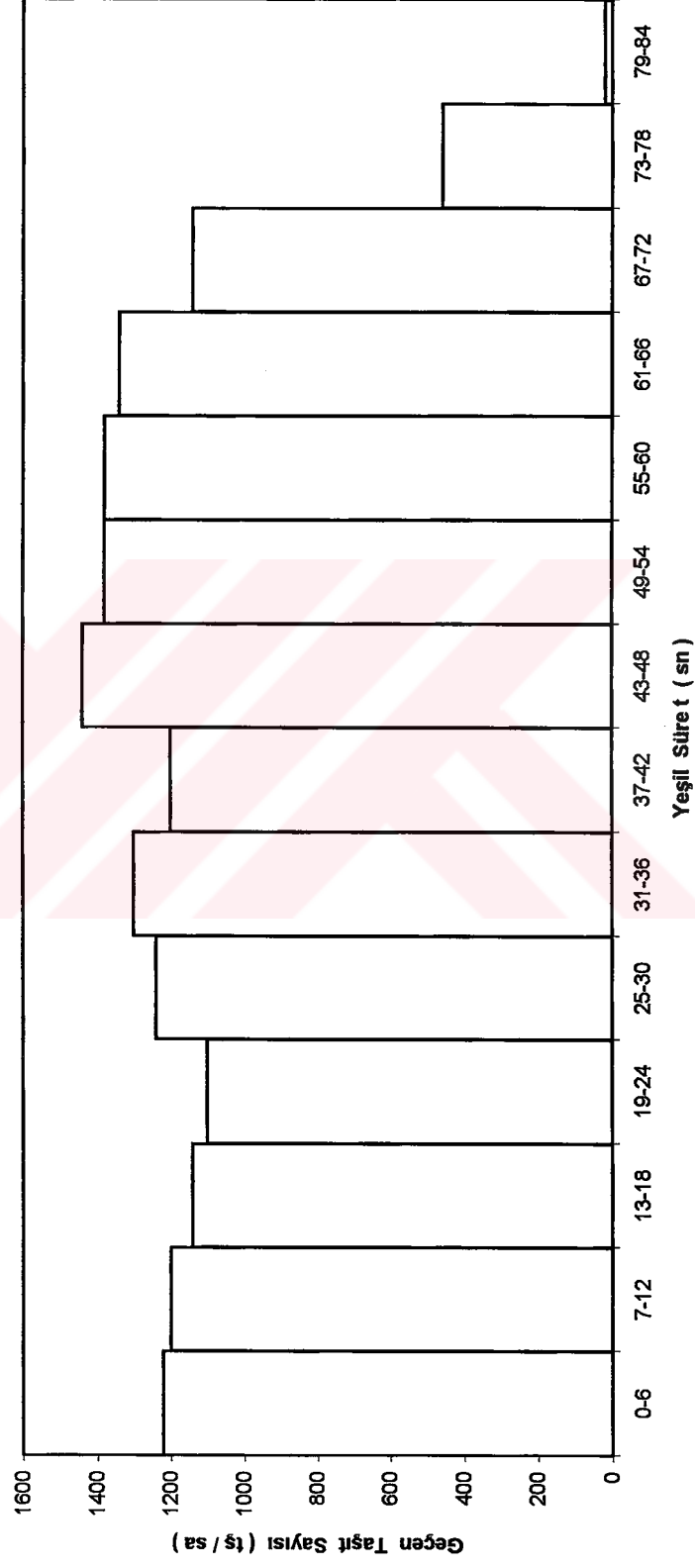
Araç yüzdeleri 67,72 11,09 13,87 1,77 0,38 5,17

Doygun akım bağlantısı

$$1440 = 67,72 * A_o + 11,09 * A_{mk} + 13,87 * A_{tt} + 1,77 * A_{tm} + 0,38 * A_{ot} + 5,17 * A_a$$

Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1220
7-12	1200
13-18	1140
19-24	1100
25-30	1240
31-36	1300
37-42	1200
43-48	1440
49-54	1380
55-60	1380
61-66	1340
67-72	1140
73-78	460
79-84	20

AKARETLER 1.3 (Sabah)



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : AKARETLER Şerit no : 1.1 (Öğle)

Zaman Aralığı (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6		1458
7-12		1170
13-18		1038
19-24		702
25-30		648
31-36		702
37-42		804
43-48		804
49-54		702
55-60		756
61-66		492
67-72		468
73-78		180

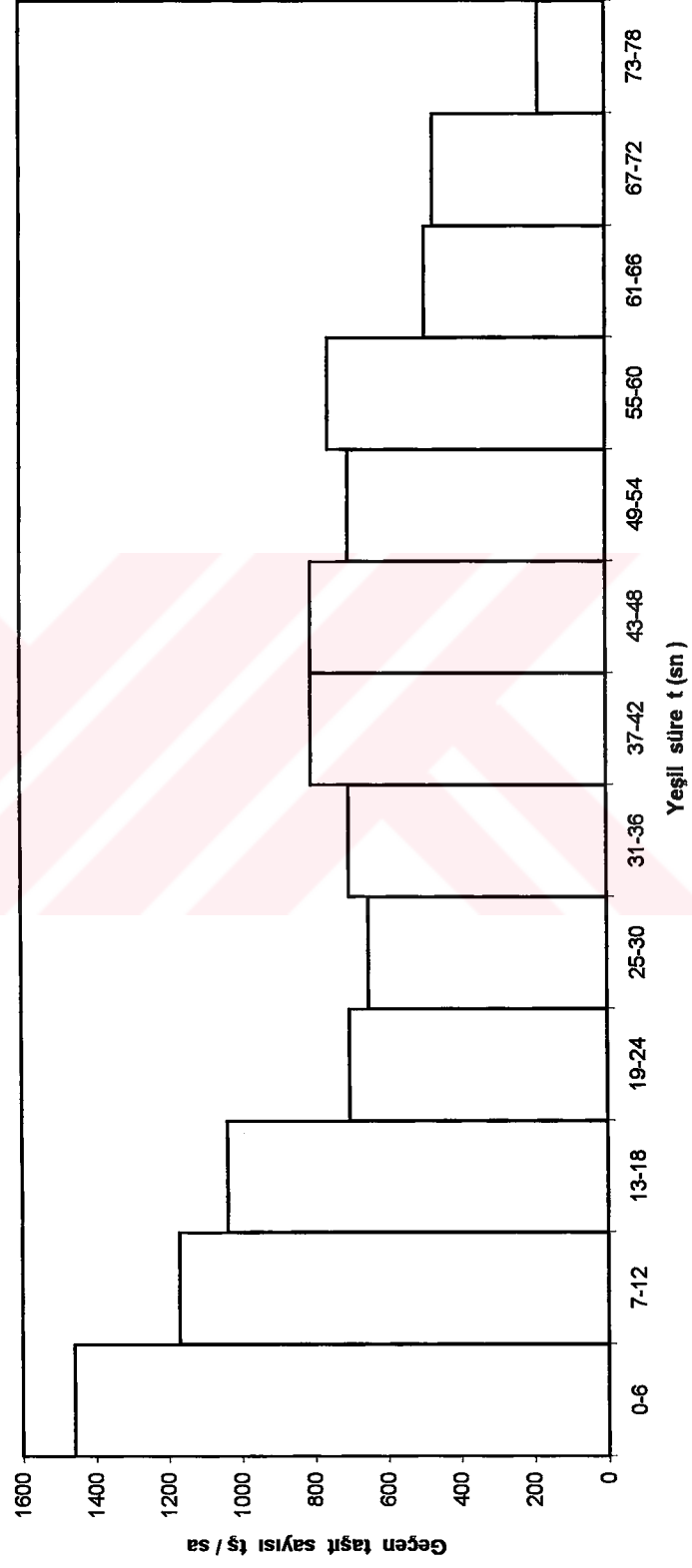
Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	31	6	18			1	56
7-12	27	2	16				45
13-18	26	2	12				40
19-24	19	3	5				27
25-30	15	2	8				25
31-36	18	4	4	1			27
37-42	20	2	9				31
43-48	17		13	1			31
49-54	20	2	5				27
55-60	19		10				29
61-66	15		4				19
67-72	14		3	1			18
73-78	5	1	1				7
Toplam	246	24	108	3		1	382

Araç yüzdesi 64,4 6,28 28,27 0,79 0,26

Doygun akım bağıntısı

$$1458 = 64,4 * A_o + 6,28 * A_{mk} + 28,27 * A_{tt} + 0,79 * A_{tm} + 0,26 * A_a$$

AKARETLER 1.1



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : AKARETLER Şerit no : 1.2 (Öğle)

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksî	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	46	2	7		1		57
7-12	52	4	8	1			66
13-18	49	5	10				65
19-24	50	4	6				62
25-30	52	3	9				66
31-36	44	3	8	1			58
37-42	42	3	10				57
43-48	46	5	8				59
49-54	36	5	9			1	51
55-60	42	2	6				50
61-66	34	3	10				47
67-72	42	3	11			1	57
73-78	13		4				17
79-84	1						1
Toplam	549	42	106	2	1	13	713

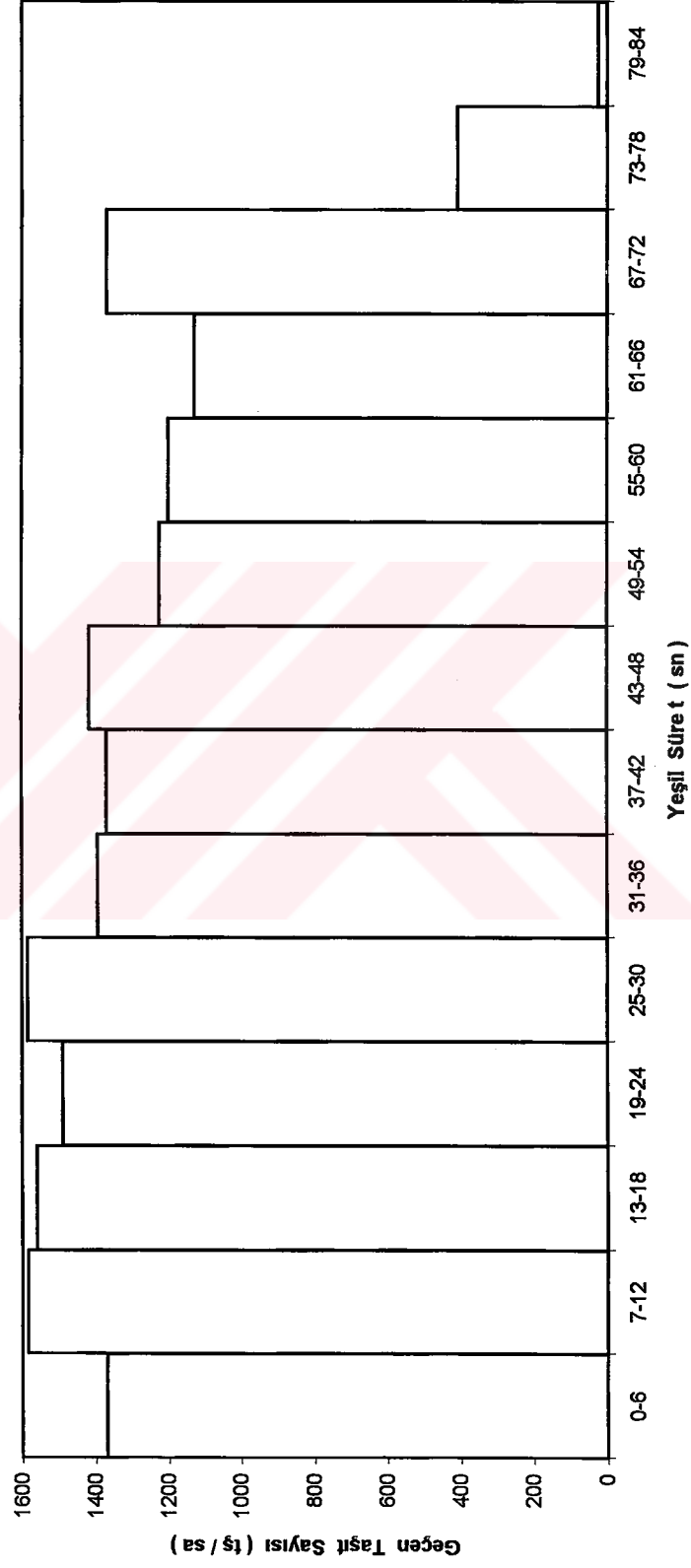
Araç yüzdeleri 77 5,89 14,87 0,28 0,14 1,82

Doygun akım bağıntısı

$$1584 = 77 * A_o + 5,89 * A_{mk} + 14,87 * A_{tt} + 0,28 * A_{tm} + 0,14 * A_{ot} + 1,82 * A_a$$

Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1368
7-12	1584
13-18	1560
19-24	1488
25-30	1584
31-36	1392
37-42	1368
43-48	1416
49-54	1224
55-60	1200
61-66	1128
67-72	1368
73-78	408
79-84	24

AKARETLER 1.2 (Öğle)



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : AKARETLER Şerit no : 1.3 (Öğle)

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	30		17	1	1	3	52
7-12	37	3	10			4	54
13-18	39	3	11			2	55
19-24	34	3	10	2		2	51
25-30	35	4	14	1	1	2	57
31-36	43	2	10			1	56
37-42	37	3	14			1	55
43-48	33	6	9			4	52
49-54	30		1	2	2	1	36
55-60	30		10		1	4	45
61-66	25	1	11	2		2	41
67-72	25	2	10	1	1	3	42
73-78	14	1			1		16
Toplam	412	28	127	9	7	29	612

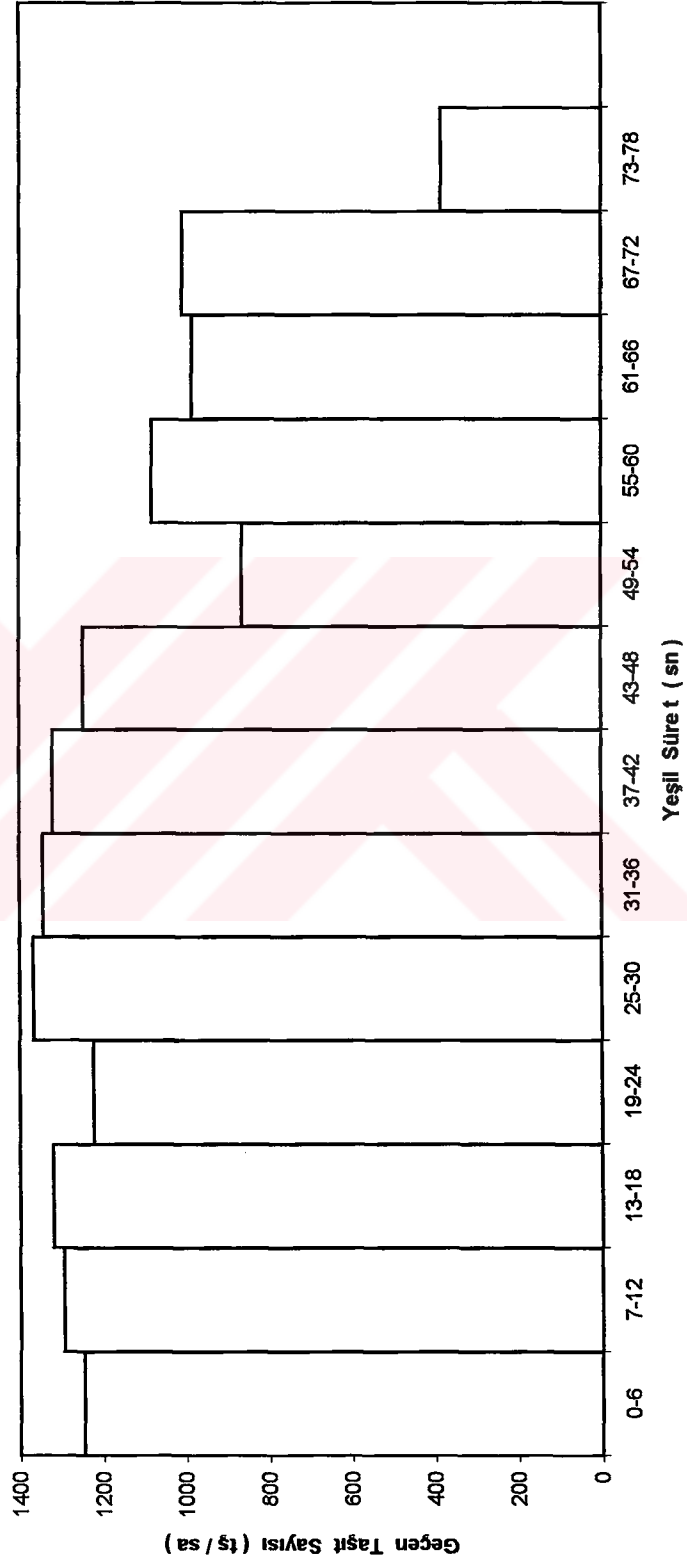
Araç yüzdesi 67,32 4,58 20,75 1,47 1,14 4,74

Doygun akım bağlantısı

$$1368 = 67,32 * Ao + 4,58 * Amk + 20,75 * Att + 1,47 * Atm + 1,14 * Aot + 4,74 * Aa$$

Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1248
7-12	1296
13-18	1320
19-24	1224
25-30	1368
31-36	1344
37-42	1320
43-48	1248
49-54	864
55-60	1080
61-66	984
67-72	1008
73-78	384

AKARETLER 1.3 (Öğle)



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA İPLİK FAB. Şerit no : 2.1

Zaman Aralığı (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6		1350
7-12		1307
13-18		1221
19-24		1071
25-30		857
31-36		621
37-42		407
43-48		150
49-54		107

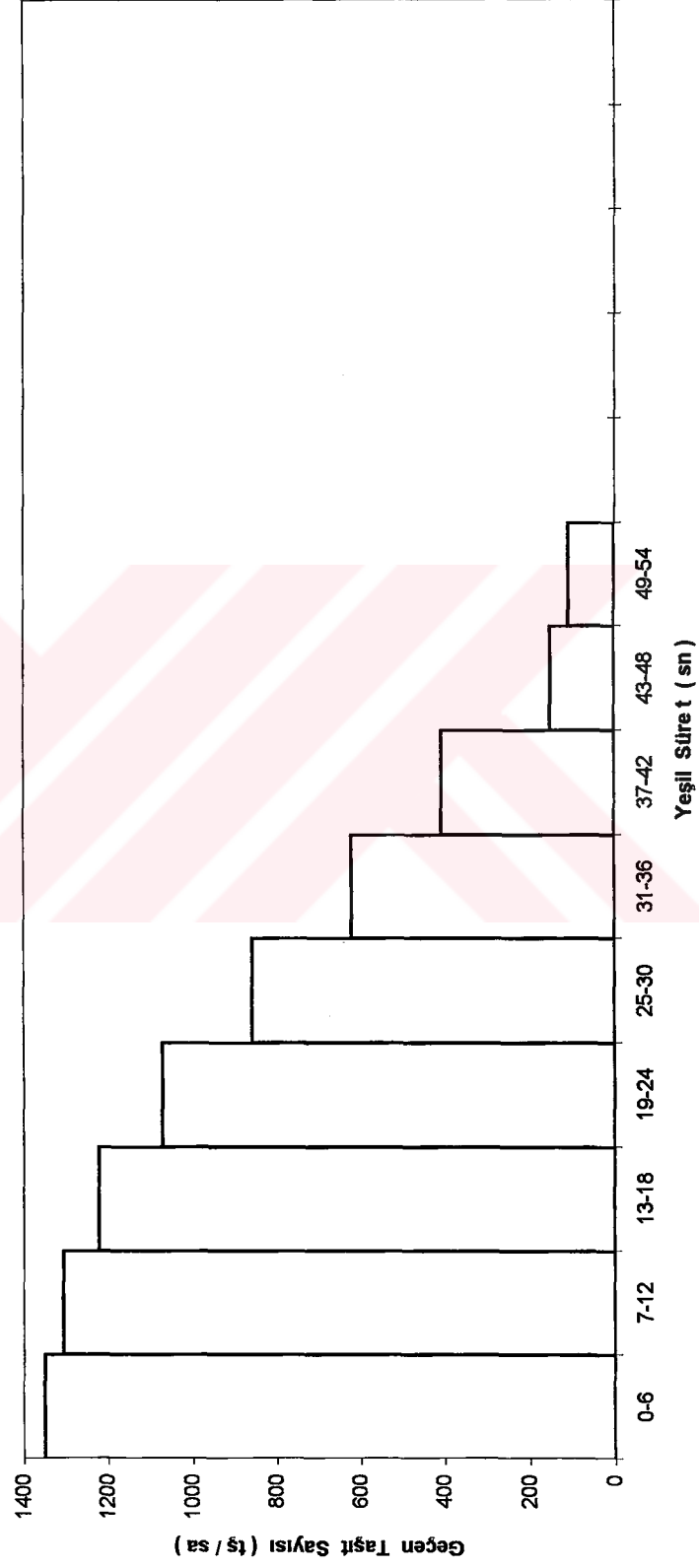
Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	33	14	5	2	1	8	63
7-12	40	12	2	3	4	4	61
13-18	39	11	2	2	3	3	57
19-24	35	10	1	2	1	1	50
25-30	24	6	3	2	2	3	40
31-36	21	2	2	2	4	4	29
37-42	8	5	1	1	1	3	19
43-48	3	3			1	1	7
49-54	3	2					5
Toplam	206	65	14	14	5	27	331

Araç yüzdesi 62,24 19,63 4,23 4,23 1,51 8,16

Doygun akım bağlantısı

$$1350 = 62,24 * A_o + 19,63 * A_{mk} + 4,23 * A_{tt} + 4,23 * A_{tm} + 1,51 * A_{ot} + 8,16 * A_a$$

BAYRAMPAŞA İPLİK FABRİKASI 2.1



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ Şerit no : 1.1

Zaman Aralığı (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6		1600
7-12		1511
13-18		1511
19-24		1422
25-30		1222
31-36		1000
37-42		622
43-48		89

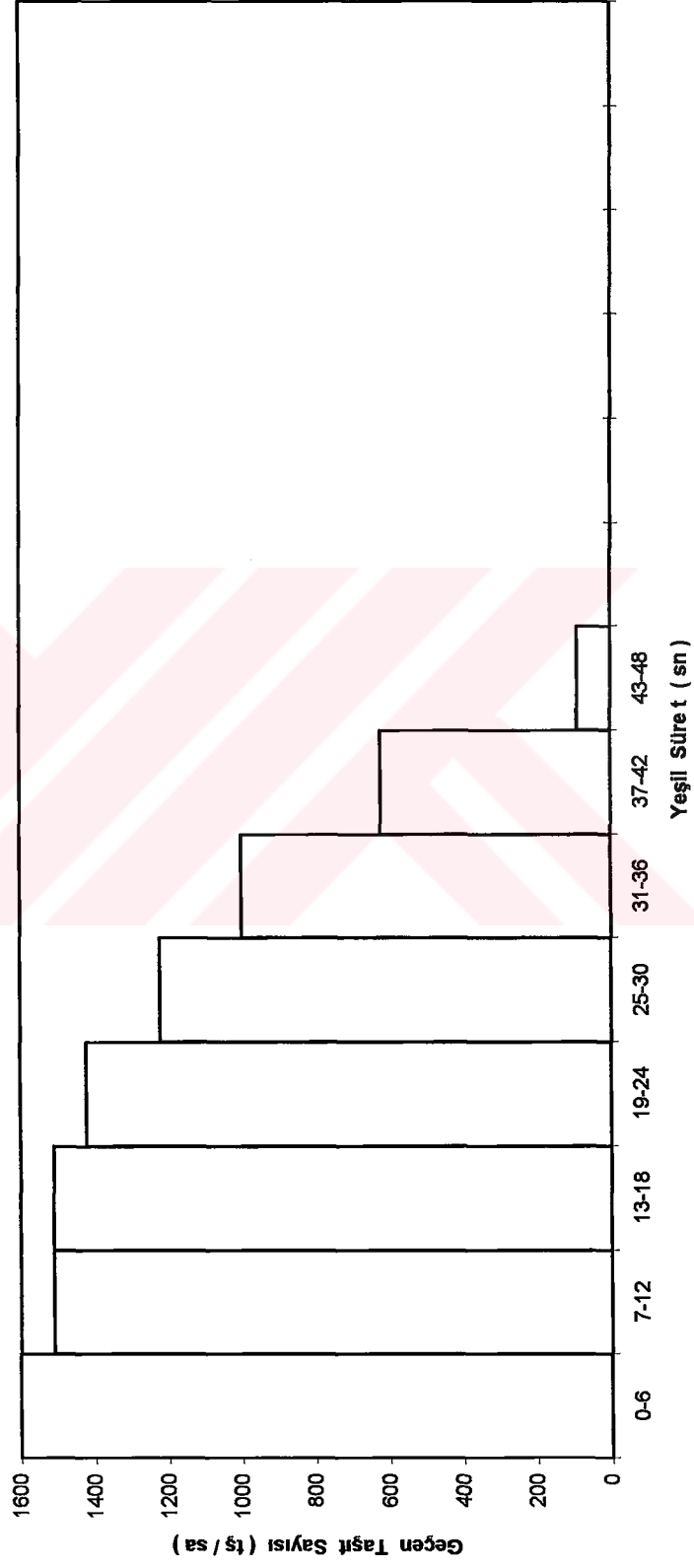
Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlett / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	51	10	6			5	72
7-12	43	12	7	1		5	68
13-18	48	11	3	1		5	68
19-24	44	7	3	1		9	64
25-30	34	13	1			7	55
31-36	23	14	2			6	45
37-42	17	4	4			3	28
43-48	1	1					2
Toplam	261	72	26	3		40	402

Araç yüzdesi 64,93 17,91 6,46 0,75 9,95

Doygun akım bağıntısı

$$1600 = 64,93 * A_o + 17,91 * A_{mk} + 6,46 * A_{tt} + 0,75 * A_{tm} + 9,95 * A_a$$

BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ 1.1



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ Şerit no : 1.2

Zaman Aralığı (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6		1289
7-12		1356
13-18		1422
19-24		1267
25-30		1000
31-36		844
37-42		489
43-48		89

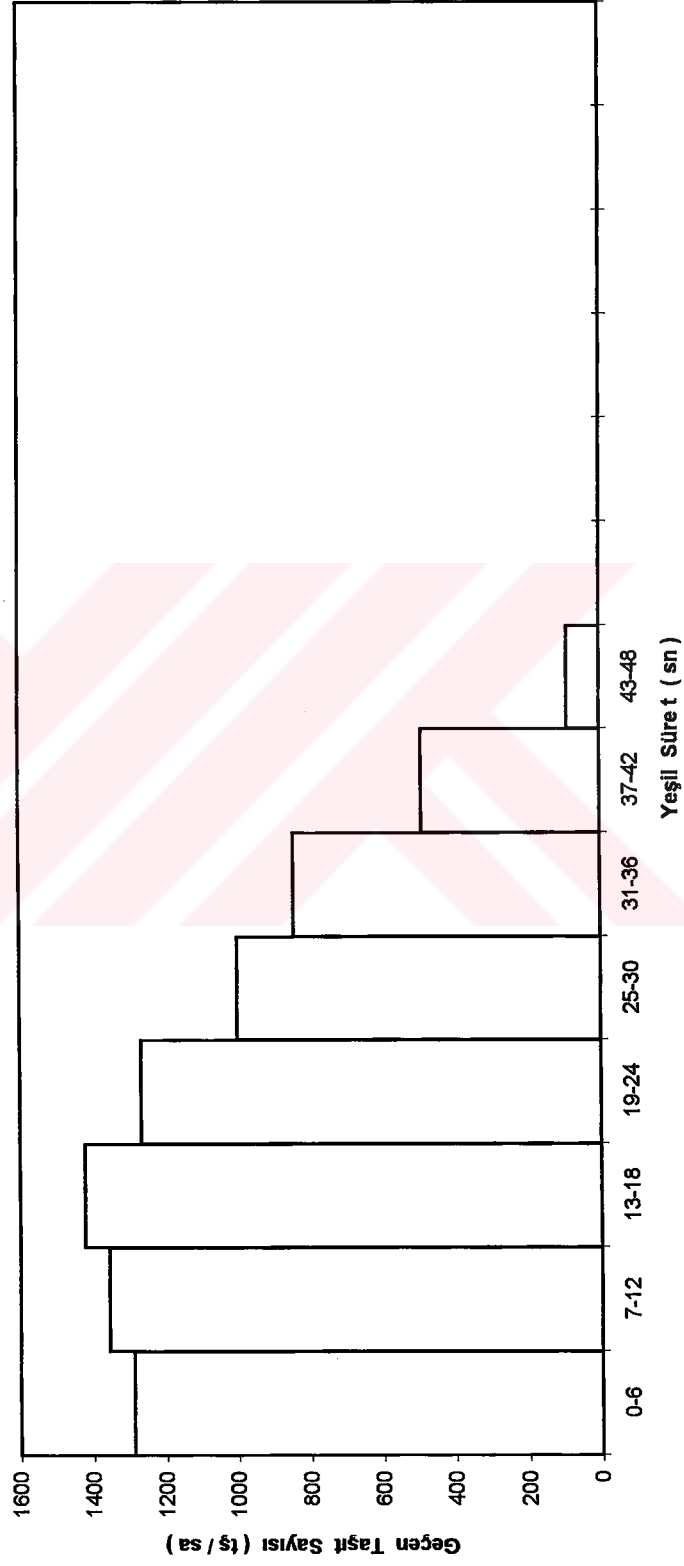
Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	27	11	7	2	2	9	58
7-12	24	17	13		3	4	61
13-18	41	11	5		2	5	64
19-24	37	4	14	1		1	57
25-30	27	4	7		2	5	45
31-36	28	3	4		2	1	38
37-42	20		2				22
43-48	3					1	4
Toplam	207	50	52	3	11	26	349

Araç yüzdesi 59,31 14,33 14,9 0,86 3,15 7,45

Doygun akım bağıntısı

$$1422 = 59,31 * A_o + 14,33 * A_{mk} + 14,9 * A_{tt} + 0,86 * A_{tm} + 3,15 * A_{ot} + 7,45 * A_a$$

BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ 1.2



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ Şerit no : 3.1

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	31	12	2	1		5	51
7-12	32	8	8			4	52
13-18	35	7	8			4	54
19-24	10	2				1	13
25-30	1						1
Toplam	109	29	18	1		14	171

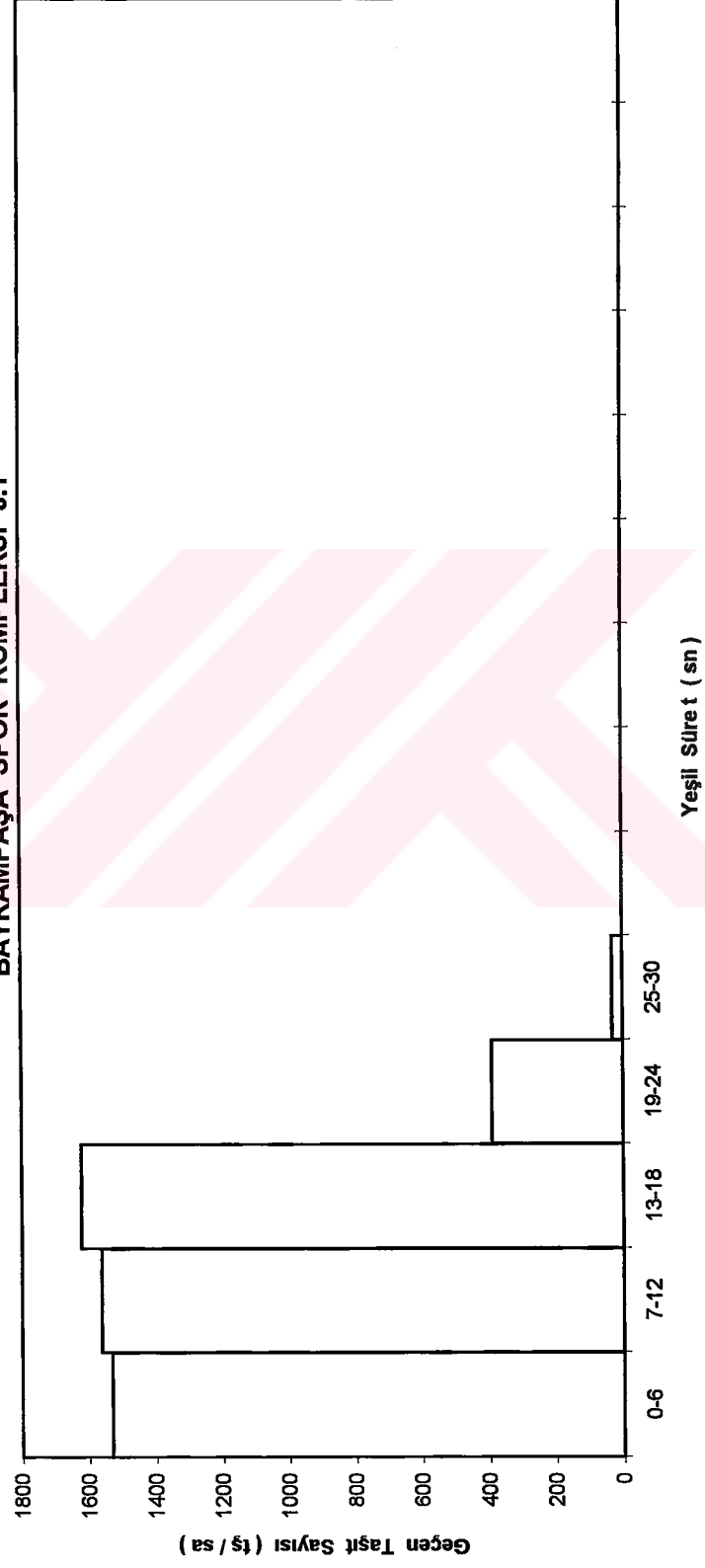
Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1530
7-12	1560
13-18	1620
19-24	390
25-30	30

Araç yüzdesi 63,74 16,96 10,53 0,58 8,19

Doygun akım bağıntısı

$$1620 = 63,74 * A_o + 16,96 * A_{mk} + 10,53 * A_{tt} + 0,58 * A_{tm} + 8,19 * A_a$$

BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ 3.1



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ Şerit no : 3.2

Zaman Aralığı (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6		1340
7-12		1420
13-18		1340
19-24		900
25-30		860
31-36		780
37-42		980
43-48		680
49-54		800

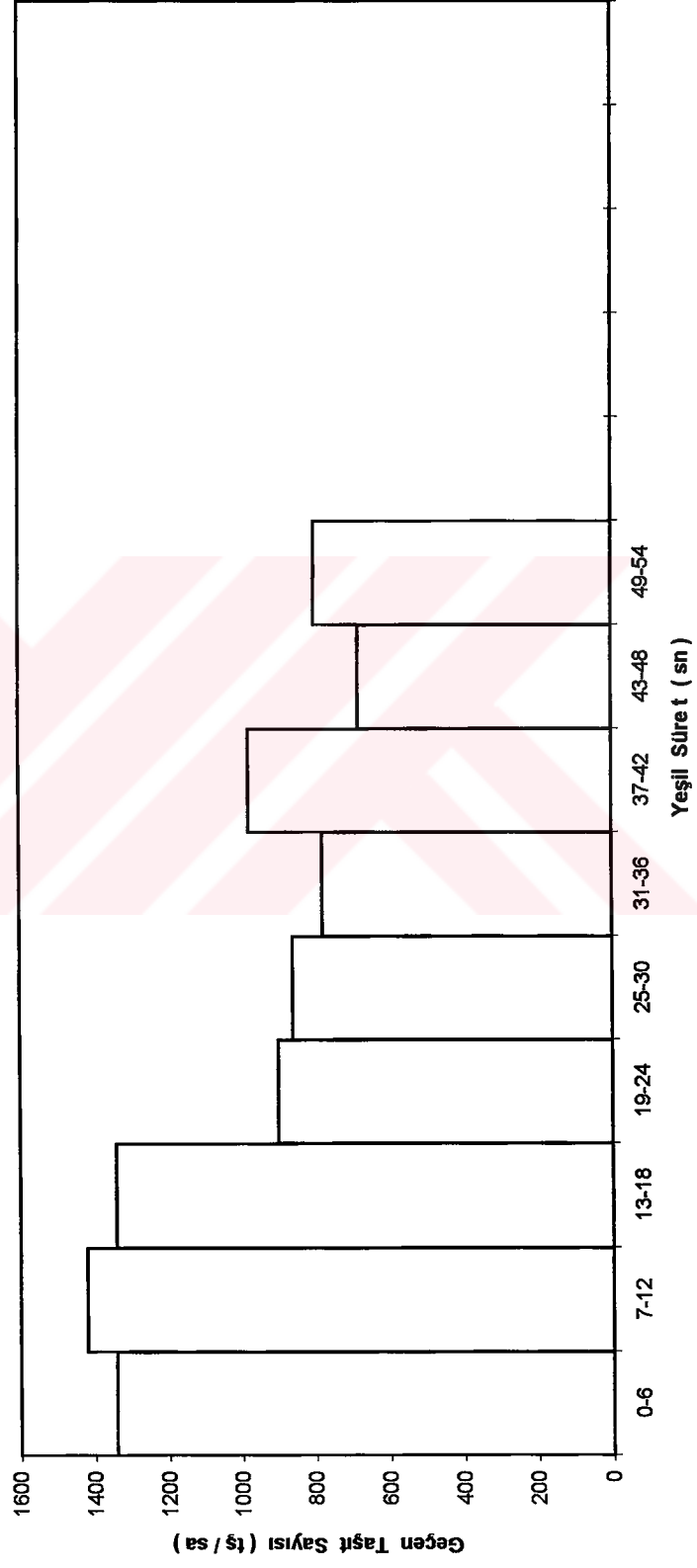
Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	36	7	6	3	3	12	67
7-12	45	10	3	1		12	71
13-18	38	12	6	2	2	10	70
19-24	34	5	2			4	45
25-30	25	6	7		1	4	43
31-36	26	5	2	1	1	4	39
37-42	37	3	4			5	49
43-48	20	6	2			6	34
49-54	31	2	1		3	3	40
Toplam	292	56	33	7	10	60	458

Araç yüzdesi 63,75 12,23 7,21 1,53 2,18 13,1

Doygun akım bağıntısı

$$1420 = 63,75 * A_o + 12,23 * A_{mk} + 7,21 * A_{tt} + 1,53 * A_{tm} + 2,18 * A_{ot} + 13,1 * A_a$$

BAYRAMPAŞA SPOR KOMPLEKSİ 3.2



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : GAZİOSMANPAŞA MEYDAN Şerit no : 2.1

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	27	5	5	1	1	1	39
7-12	31	6	9	1	1	2	49
13-18	22	1	9	9	3	3	35
19-24	22	2	5	5	2	2	31
25-30	24	2	2	2	4	4	32
31-36	7	1	3	3	12	11	11
Toplam	133	17	33	2	12	197	197

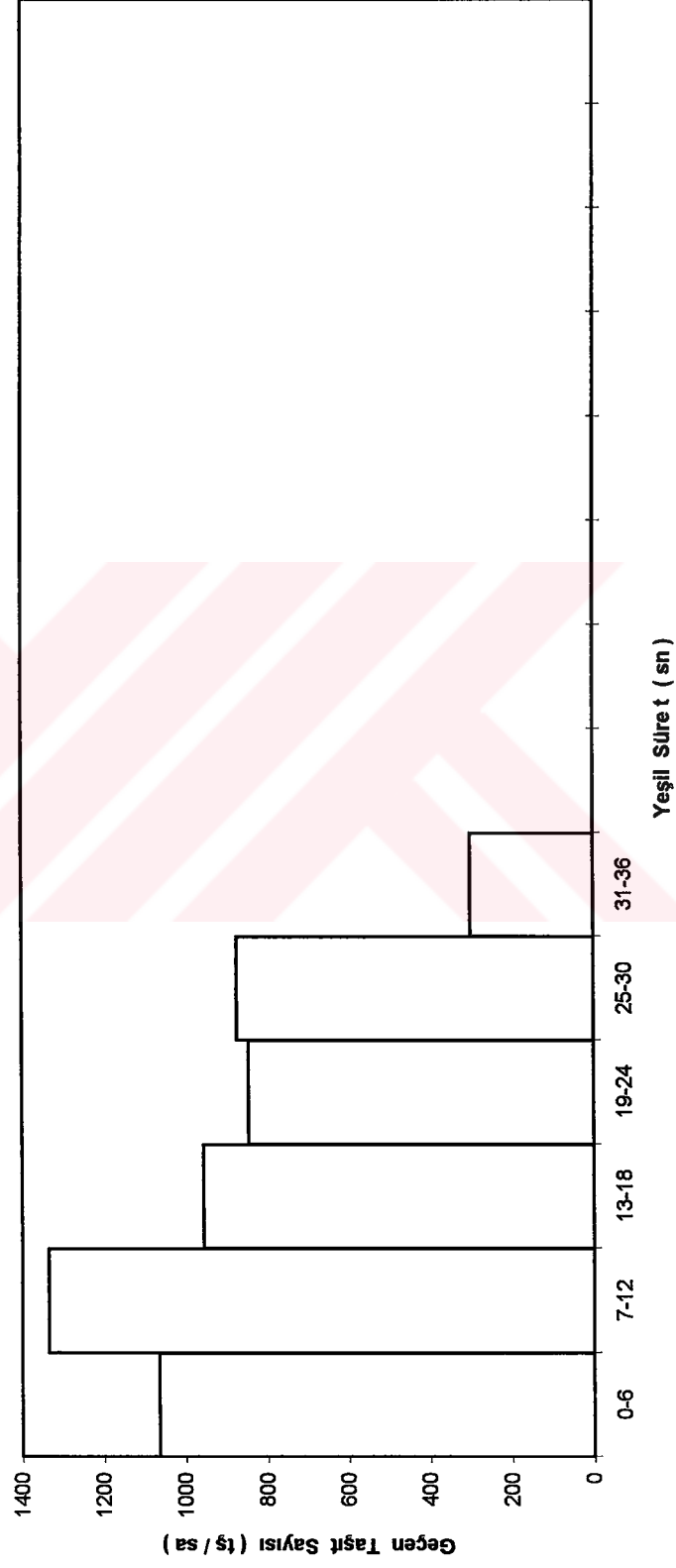
Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1064
7-12	1336
13-18	955
19-24	845
25-30	873
31-36	300

Araç yüzdeleri 67,51 8,63 16,75 1,02 6,09

Doygun akım bağıntısı

$$1336 = 67,51 * A_o + 8,63 * A_{mk} + 16,75 * A_{tt} + 1,02 * A_{tm} + 6,09 * A_a$$

GAZİOSMANPAŞA MEYDAN



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : KERESTECİLER Şerit no : 2.1

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İETT / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	59	6	14			1	80
7-12	69	10	15	1		2	97
13-18	63	7	19				89
19-24	55	4	11				70
25-30	59	7	11				77
31-36	41	5	11	1			58
37-42	30	1	6			1	38
43-48	40	3	4				47
49-54	47	1	5				53
55-60	22		5				27
Toplam	485	44	101	2	2	4	636

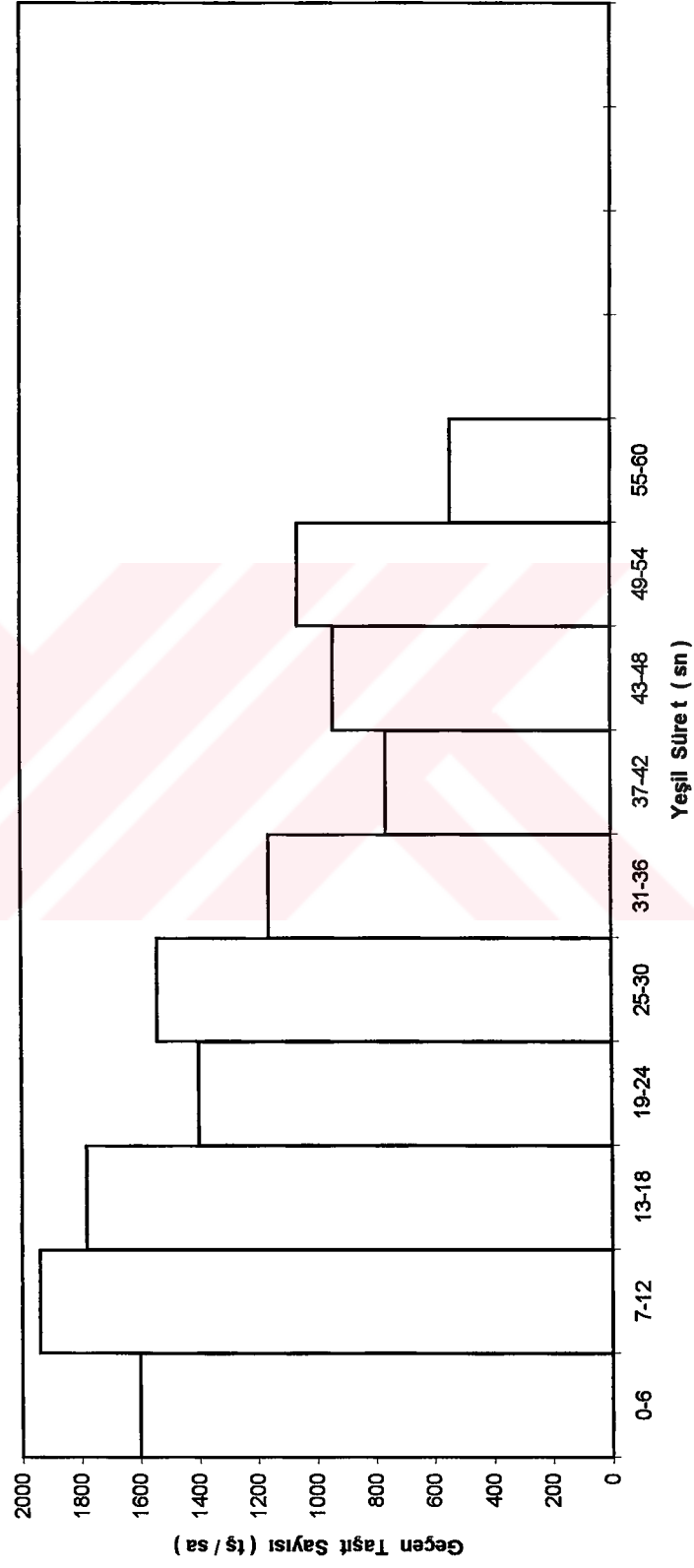
Araç yüzdeleri 76,26 6,92 15,88 0,31 0,63

Doygun akım bağlantısı

$$1940 = 76,26 * A_o + 6,92 * A_{mk} + 15,88 * A_{tt} + 0,31 * A_{tm} + 0,63 * A_a$$

Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1600
7-12	1940
13-18	1780
19-24	1400
25-30	1540
31-36	1160
37-42	760
43-48	940
49-54	1060
55-60	540

KERESTECİLER 2.1



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : LEVENT GÜVERCİNLİK Şerit no : 1.3

Zaman Aralığı (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6		1100
7-12		1120
13-18		1320
19-24		1200
25-30		1140
31-36		820
37-42		340

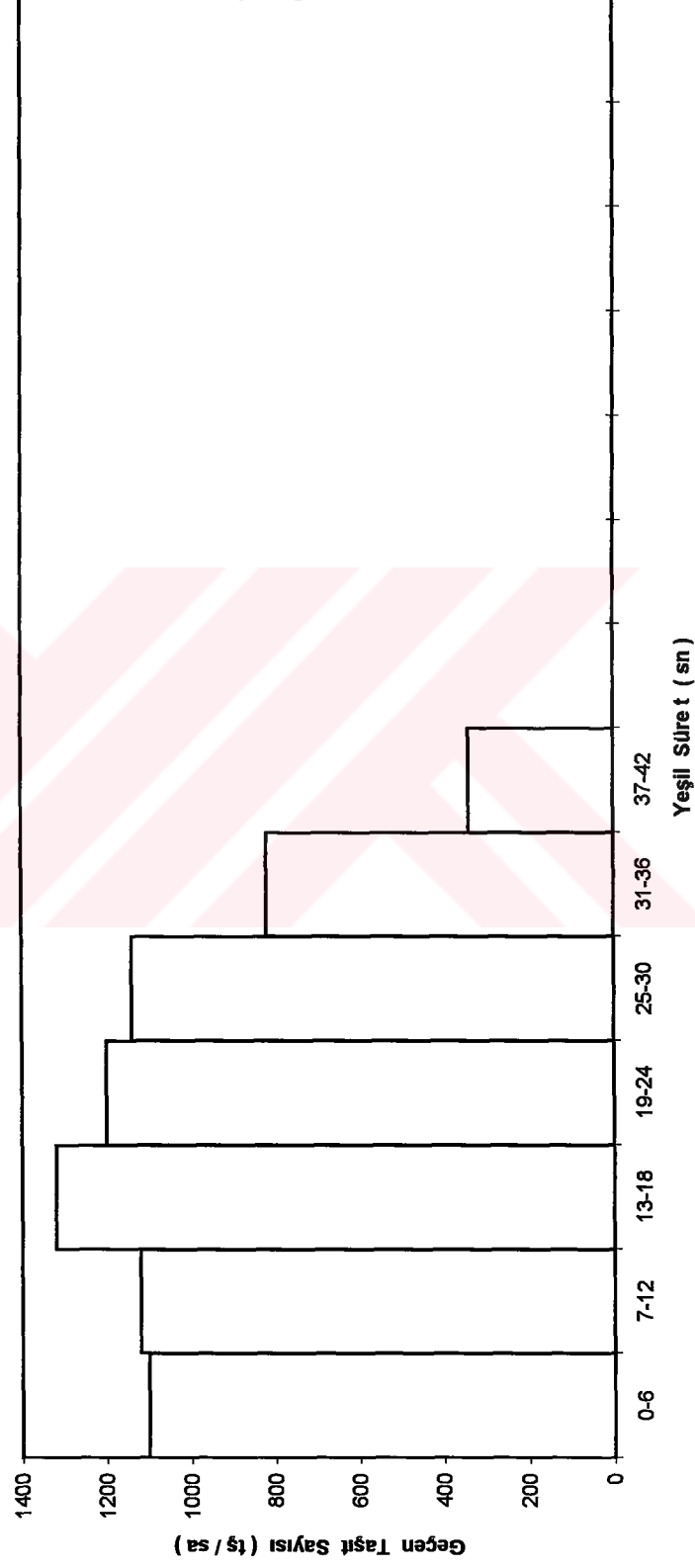
Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	34	2	18			1	55
7-12	37	1	17			1	56
13-18	41	1	20			4	66
19-24	40	4	13			3	60
25-30	45	1	9			2	57
31-36	22		17			1	41
37-42	10		6			1	17
Toplam	229	9	100		11	3	352

Araç yüzdeleri 65,05 2,56 28,41 3,13 0,85

Doygun akım bağıntıları

$$1320 = 65,05 * A_o + 2,56 * A_{mk} + 28,41 * A_{tt} + 3,13 * A_{ot} + 0,85 * A_a$$

LEVENT GÜVERCİNLİK 1.3



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : LEVENT GÜVERCİNLİK Şerit no : 3.4

Zaman	Oto	Minibüs	Ticari	Ticari	İlet / Halk	Ağır	
Aralığı (sn)	Kamyonet	Taksi	Minibüs	Taşıt	Toplam		
0-6	47	14	1	1	63		
7-12	46	2	13	1	62		
13-18	40	1	11	2	54		
19-24	39	6	15	1	61		
25-30	31	2	6	1	40		
Toplam	203	11	59	6	280		

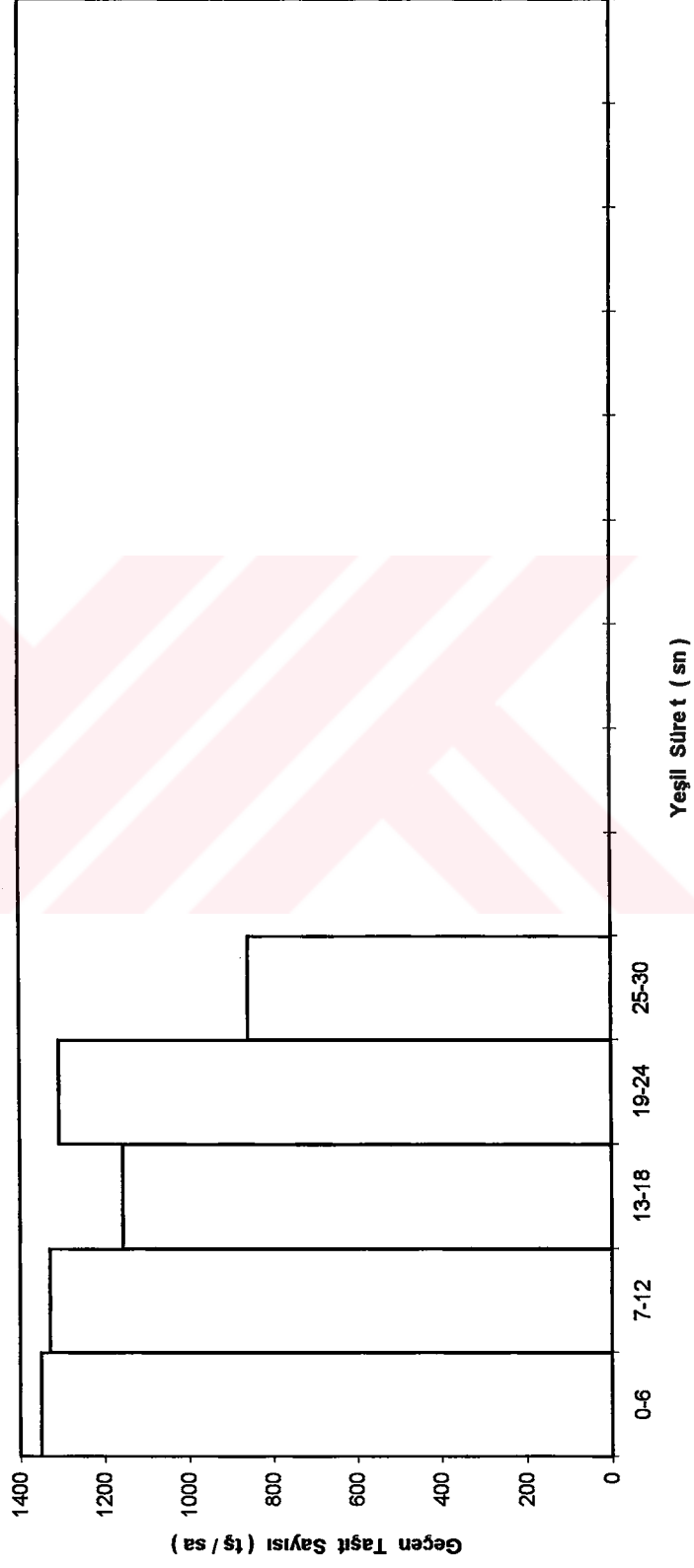
Araç yüzdeleri 72,5 3,93 21,07 2,14 0,36

Doygun akım bağlantıları

$$1350 = 72,5 * A_o + 3,93 * A_{mk} + 21,07 * A_{tt} + 2,14 * A_{ot} + 0,36 * A_a$$

Zaman	Doygun Akım
Aralığı (sn)	tş / sa
0-6	1350
7-12	1329
13-18	1157
19-24	1307
25-30	857

LEVENT GÜVERCİNLİK 3.4



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : BARBAROS BULVARI ORTAKÖY DÖNÜŞÜ Şerit no : 1.1

Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	54	2	1	1			58
7-12	61	5	5	1			72
13-18	75	4	8			1	88
19-24	58	3	6				67
25-30	65	7	7	1			80
31-36	65	3	7			1	76
37-42	52	2	8	2		1	65
43-48	57	8	10	1			76
49-54	52	5	5				62
55-60	24	1	5				30
Toplam	563	40	62	6		3	674

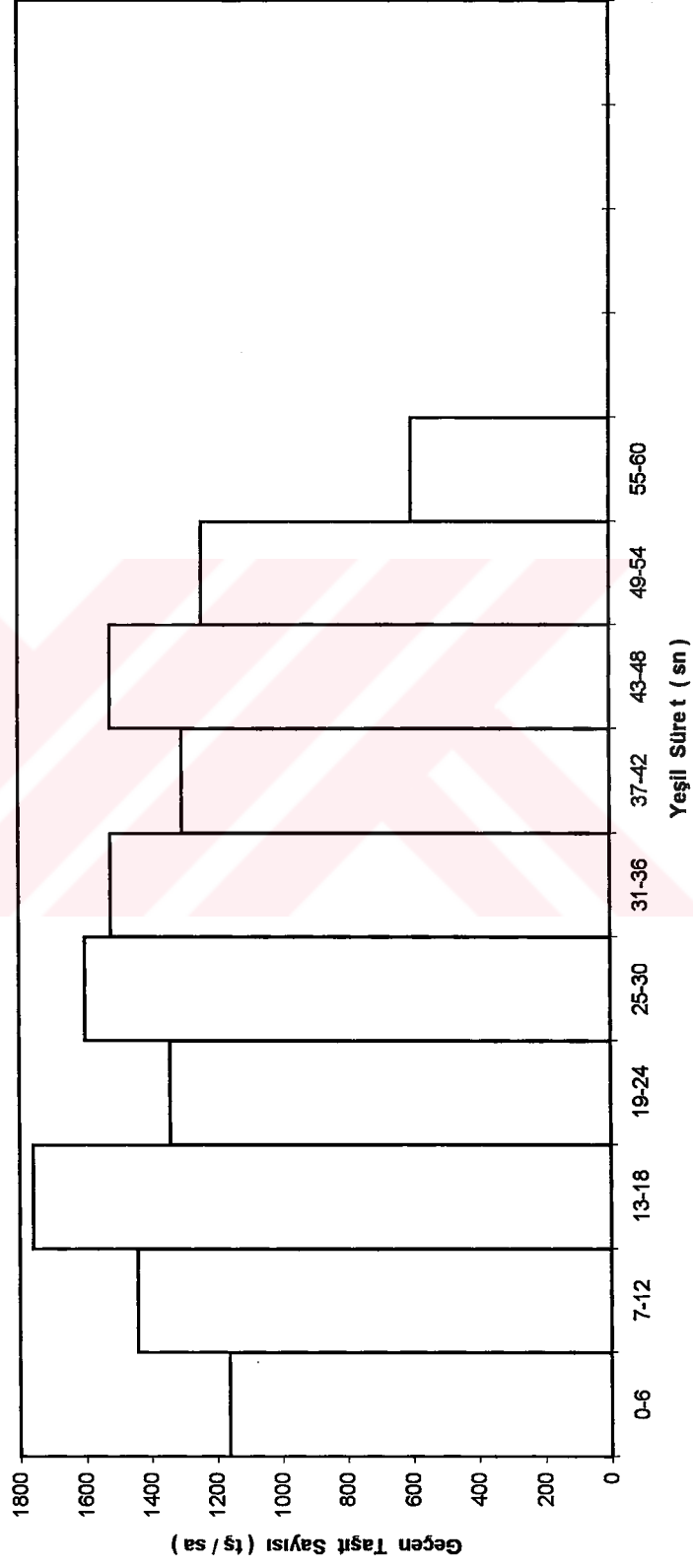
Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6	1160
7-12	1440
13-18	1760
19-24	1340
25-30	1600
31-36	1520
37-42	1300
43-48	1520
49-54	1240
55-60	600

Araç yüzdesi 83,53 5,93 9,2 0,89 0,45

Doygun akım bağıntısı

$$1760 = 83,53 * A_o + 5,93 * A_{mk} + 9,2 * A_{tt} + 0,89 * A_{tm} + 0,45 * A_a$$

BARBAROS BULVARI ORTAKÖY DÖNÜŞÜ 1.1



Tablo 5.1 devamı

Kavşak adı : BARBAROS BULVARI ORTAKÖY DÖNÜŞÜ Şerit no : 1.2

Zaman Aralığı (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Doygun Akım tş / sa
0-6		980
7-12		1220
13-18		1300
19-24		1080
25-30		1120
31-36		1040
37-42		1240
43-48		1160
49-54		1400
55-60		460

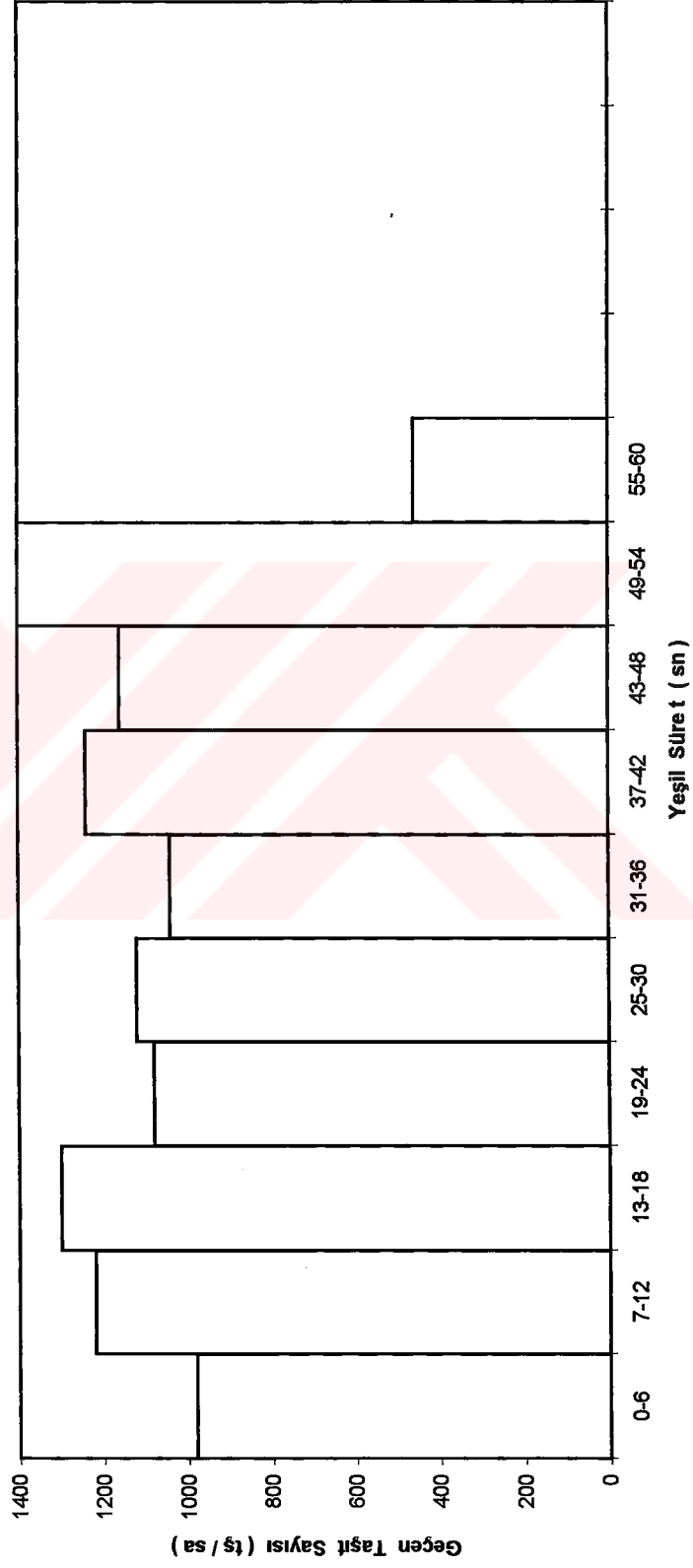
Zaman Aralığı (sn)	Oto	Minibüs Kamyonet	Ticari Taksi	Ticari Minibüs	İlet / Halk Otobüsü	Ağır Taşıt	Toplam
0-6	37	4	5	1		2	49
7-12	45	7	5	2		2	61
13-18	53	5	5			2	65
19-24	37	5	9	2		1	54
25-30	43	7	4	1		1	56
31-36	38	6	4	1		3	52
37-42	46	7	5			4	62
43-48	42	10	4			2	58
49-54	47	15	8				70
55-60	19		1	2		1	23
Toplam	407	66	50	9		18	550

Araç yüzdesi 74 12 9,09 1,64 3,27

Doygun akım bağlantıları

$$1400 = 74 * A_o + 12 * A_{mk} + 9,09 * A_{tt} + 1,64 * A_{tm} + 3,27 * A_a$$

BARBAROS BULVARI ORTAKÖY DÖNÜŞÜ 1.2



Tablo 5.2 22 şeritin doygun akım değerlendirmesi

No	Şerit Adı	Doygun Akım	Ao	Amk	Att	Atm	Aot	Aa
1	CAMHAN 1.1	1920	77,85	5,93	14,53	0,6	0	1,09
2	CAMHAN 1.2	1800	66,77	11,64	14,68	3,35	0,1	3,46
3	CAMHAN 2.1	1880	72,69	6,79	20,24	0,14	0,14	0
4	CAMHAN 2.2	1706	69,85	10,78	13,48	3,31	1,23	1,35
5	CAMHAN 2.4	1780	65,68	2,73	30,23	0	1,36	0
6	AKARETİLER 1.1 S	1703	80,02	7,29	12,05	0,42	0	0,22
7	AKARETİLER 1.2 S	1640	75,68	9,16	8,73	0,76	0,22	5,45
8	AKARETİLER 1.3 S	1440	67,72	11,09	13,87	1,77	0,38	5,17
9	AKARETİLER 1.1 Ö	1458	64,4	6,28	28,27	0,79	0	0,26
10	AKARETİLER 1.2 Ö	1584	77	5,89	14,87	0,28	0,14	1,82
11	AKARETİLER 1.3 Ö	1368	67,32	4,58	20,75	1,47	1,14	4,74
12	BAY İP.FAB. 2.1	1350	62,24	19,63	4,23	4,23	1,51	8,16
13	BAY SPOR.K. 1.1	1600	64,93	17,91	6,46	0,75	0	9,95
14	BAY SPOR.K. 1.2	1422	59,31	14,33	14,9	0,86	3,15	7,45
15	BAY SPOR.K. 3.1	1620	63,74	16,96	10,53	0,58	0	8,19
16	BAY SPOR.K. 3.2	1420	63,75	12,23	7,21	1,53	2,18	13,1
17	G.O.PAŞA 2.1	1336	67,51	8,63	16,75	1,02	0	6,09
18	KERESTECİLER 2.1	1940	76,26	6,92	15,88	0,31	0	0,63
19	LEVENT GÜV. 1.3	1320	65,05	2,56	28,41	0	3,13	0,85
20	LEVENT GÜV. 3.4	1350	72,5	3,93	21,07	0	2,14	0,36
21	ORT.DÖNÜŞ 1.1	1760	83,53	5,93	9,2	0,89	0	0,45
22	ORT.DÖNÜŞ 1.2	1400	74	12	9,09	1,64	0	3,27

Toplam	34797	1537,8	203,19	335,43	24,7	16,82	82,06
---------------	--------------	---------------	---------------	---------------	-------------	--------------	--------------

N.Ortalama X'	1512,913043	66,86087	8,834348	14,58391	1,0739	0,731304	3,5678
X'^2	2288905,877	4470,3759	78,0457	212,6905	1,1533	0,534806	12,729

S2	149128,8103	252,29021	26,03221	59,1002	1,3306	1,087957	14,252
-----------	--------------------	------------------	-----------------	----------------	---------------	-----------------	---------------

Tablo 5.3 Doğru giden 18 şeritin doygun akum değerlendirmeleri

No	Şerit adı	Doygun Akım	Ao	Amk	Att	Atm	Aot	Aa
1	CAMHAN 1.1	1920	77,85	5,93	14,53	0,6	0	1,09
2	CAMHAN 1.2	1800	66,77	11,64	14,68	3,35	0,1	3,46
3	CAMHAN 2.1	1880	72,69	6,79	20,24	0,14	0,14	0
4	CAMHAN 2.2	1706	69,85	10,78	13,48	3,31	1,23	1,35
5	AKARETİLER 1.1 S	1703	80,02	7,29	12,05	0,42	0	0,22
6	AKARETİLER 1.2 S	1640	75,68	9,16	8,73	0,76	0,22	5,45
7	AKARETİLER 1.3 S	1440	67,72	11,09	13,87	1,77	0,38	5,17
8	AKARETİLER 1.1 Ö	1458	64,4	6,28	28,27	0,79	0	0,26
9	AKARETİLER 1.2 Ö	1584	77	5,89	14,87	0,28	0,14	1,82
10	AKARETİLER 1.3 Ö	1368	67,32	4,58	20,75	1,47	1,14	4,74
11	BAY İP FAB. 2.1	1350	62,24	19,63	4,23	4,23	1,51	8,16
12	BAY SPOR K. 1.1	1600	64,93	17,91	6,46	0,75	0	9,95
13	BAY SPOR K. 3.2	1420	63,75	12,23	7,21	1,53	2,18	13,1
14	G.O. PAŞA 2.1	1336	67,51	8,63	16,75	1,02	0	6,09
15	KERESTECİLER 2.1	1940	76,26	6,92	15,88	0,31	0	0,63
16	LEVESTİ GÜV. 1.3	1320	65,05	2,56	28,41	0	3,13	0,85
17	ORT DÖNÜŞ 1.1	1760	83,53	5,93	9,2	0,89	0	0,45
18	ORT DÖNÜŞ 1.2	1400	74	12	9,09	1,64	0	3,27

<i>Toplam</i>	28625	1276,57	165,24	258,7	23,26	10,17	66,06
---------------	-------	---------	--------	-------	-------	-------	-------

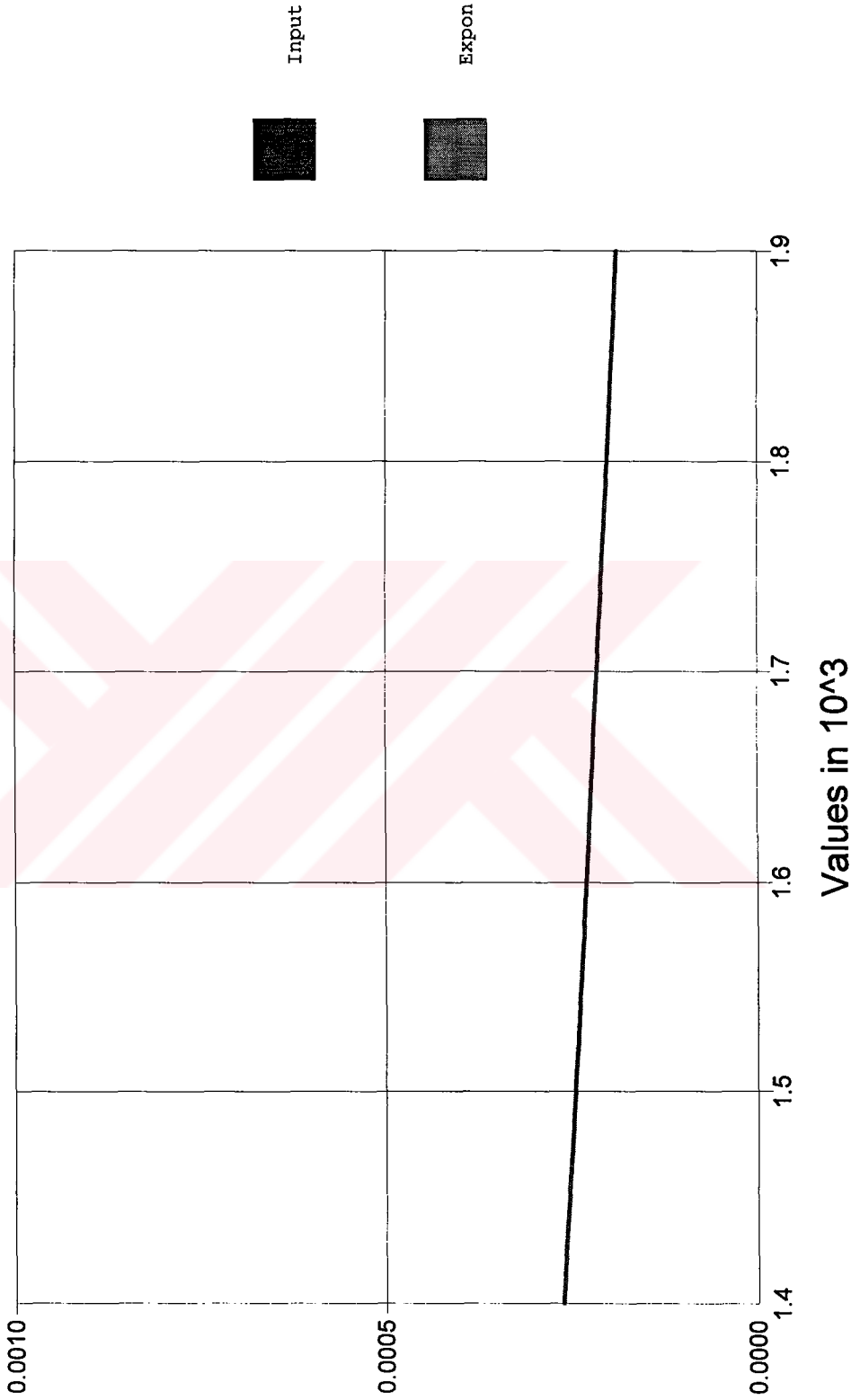
<i>N. Orientalis</i> X'	1590,277778	70,920556	9,18	14,37222	1,2922	0,565	3,67
X'2	2528983,41	5029,7252	84,2724	206,5608	1,6698	0,319225	13,469

S2	45093,15359	40,200006	19,70401	46,07669	1,4509	0,831638	14,186
V	50,05	1,49	1,046	1,599	0,29	0,29	0,91
Sönuç olarak elde edilen doygun akım bağıntısı							
$1590 = 70,92 * A_o + 9,18 * A_{mk} + 14,37 * A_{tt} + 1,29 * A_{tm} + 0,56 * A_{ot} + 3,67 * A_a$							

Tablo 5.4 İstatistik analiz ve grafik paket programının kullandığı dağılımlar, uyguladığı testler ile verdiği istatistiksel sonuçlar

DAĞILIMLAR	İSTATİSTİKSEL TESTLER	İSTATİSTİKSEL SONUÇLAR
Beta, Binominal, Ki-Kare,	Ki - Kare	Minimum - Maksimum
Erf, Erlang, Üssel, Gama,	Kolmogorov - Simirnov	değerler,
Geometrik, Hiper Geometrik,	Anderson - Darling	Mod, Ortalama,
Lojistik, Lognormal,		Standart Sapma, Varyans,
Lognormal 2, Negatif Binom		Skewness, Kurtosis,
Normal, Pareto, Poisson,		Test sonuçlarına göre
Üçgen, Weibull		dağılımların sıralanması.

Comparison of Input Distribution and Expon(1,59e+3)



BÖLÜM VI

SONUÇ ve ÖNERİLER

Birim oto eşdeğerliklerinin ve doygun akım değerinin bulunması amacıyla yapılan bu çalışma için İstanbuldaki 9 kavşak, 22 şerit de, toplam 12 saatlik kamera çekimleri yapılmıştır. Herbir şeritin filimlerinin deşifresi için büroda toplam 110 saatlik çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonun da 672 yeşil süresin de 13042 araç sayılmıştır. Kavşaklarda film çekimlerinde tek kamera kullanılmıştır. Bu çalışmalar sonunda elde edilen veriler bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonun da İstanbul için bulunan birim oto eşdeğerlikleri Minibüs + Kamyonet 1,09 bo ; Ticari taksi 1,00 bo ; Ticari minibüs 0,9 bo şeklinde olmuştur. Birim oto eşdeğerliklerinde özellikle İETT + halk otobüs ve ağır taşıt değerleri yeterli düzeyde veri olmadığı için beklenen düzeyde çıkmamıştır. Bunun nedeni çalışma yapılan şeritlerin yeridir. Çalışma yapılan şeritler orta ve iç şeritlerdir. Genellikle bu taşıtların kullandıkları kenar şeritler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bunun nedeni de bu şeritlerde trafik akışının yavaş gitmesi ve istenilen doygunluğa ulaşmamasıdır. Yapılan değerlendirmeler sonunda İstanbul için ortalama olarak doygun akım değeri 1590 tş / yş.sa / şr. olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmada araçların ortalama trafik içindeki yüzde değerleride ;

70,92 Otomobil

9,18 Minibüs + Kamyonet

14,37 Ticari taksi

1,29 Ticari minibüs

0,56 İett + Halk otobüsü

3,67 Ağır taşıt

şeklinde bulunmuştur.

Doygun akım bağıntısıda ;

$$Y = 749.1308 + 12.87 * X1 - 58.72 * X5 - 10.39 * X6$$

şeklinde bulunmuştur.

Yapılan bu çalışma sonunda bundan sonra bu konuda yapılacak çalışmalar için bazı önerilerim olacaktır. Kamera çekimlerinden önce çalışma yapılacak şeritler kullanım açısından gruplara ayrılarak her kullanım için yeterli sayıda örnek seçilmelidir. İETT + halk otobüsü ve ağır taşıtlar için bu araçların yoğunlukta olduğu ve trafik akışının düzgün olduğu şeritler tespit edilerek çekim programına alınmalıdır. Yapılan çalışma bir ekip çalışması olup ekip elemanları herşeyden önce konu hakkında yeterli şekilde bilgilendirilmeli ve ekip çalışmasına uyum sağlayabilecek kişilerden oluşturulmalıdır. Yapılan ön çalışmadan sonra belirlenen kavşaklarda en az iki kamera ile çekim yapılmalıdır. Tek kamera ile kavşakta yoğun trafik akışının olduğu tek yön çekilebilirken, en az kullanılacak iki kamera ile her iki yöndeki trafik tespit edilebilir. Kamera sayısının ikiden fazla olması ise kavşakta daha detaylı bilgilerin toplanmasını sağlayacaktır. Yapılan bu çalışmada elde ettiğim bir diğer sonuç da iki den fazla kamera ile bunların kavşak üzerinde yerleştirilmeleri ve bu şekilde elde edilebilecek verilerin çok daha fazla güvenilirlikte olacağıdır.



KAYNAKLAR

Gilbert, A.K., 1984.Signalized intersections capacity.ITE journal, no : 54, p.p 48-52

R.Akçelik, 1986.Traffic signals capacity and timing analysis.Australian road research board, research report arr 123 - third reprint.

Shanteau, R.M., 1988.Using cumulative curves to measure saturation flow and lost time.ITE journal, no : p.p 27-31.

Stokes, R.W., 1988. Comparison of saturation flow rates at signalized intersections.ITE journal, no : 16, p.p 15-20.

Teply, S., Jone, A.M., 1991.Saturation flow : Do we speak the saame language.Transportation research record, no :1320, p.p. 144-153.

Teply, S., Proc.,1981.Saturation flow at signalized intersections through a magnifying glass.8 th international syposium on transportation and trafic flow theory.Toronto University press, Canada, p.p 588-622.

Teply, S.,1985.Highlihts of the canadian capacity guide for signalized intersections.Transportation research record no :1005, p.p 20-28.

Teply, S.,1991.Quality of service in the new canadian signal capacity guide.Highway capacity and level of service.Brannotte (ed.) Balkema, Rotterdam, p.p 377-386.

Turan BÜLENT,1991.Kavşak kapasitelerine sinyalizasyonun etkisinin karşılaştırılması. İnş.Müh.Yüksek lisans tezi, Y.T.Ü İstanbul.

Turner, J..Simplified saturation flow collection methods.Transport research laboratory, Project report pr/osc/003/93, Berkshire.

Tsao, S-M., Chu, S-W..Adjustement factors for heavy vehicles at signalized intersections.Journal of transportation engineernig, no : 12/2, p.p 150-157.

ÖZGEÇMİŞ

Adı soyadı : Buğra Kaan ÇİLOĞLU
Doğum Tarihi : 1968
Doğum Yeri : İstanbul

Eğitim : 1979 Arnavutköy İlkokulu
1983 Gaziosmanpaşa Orta Okulu (Ortaköy)
1986 Kabataş Erkek Lisesi
1993 İ.T.Ü. İnşaat Mühendisliği