

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ULAŞTIRMA BİLİM DALI

SİNYALİZE KAVŞAKLARDA GECİKME PARAMETRESİ (K)
İLE SİNYAL DEVRE SÜRESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS BİTİRME PROJESİ

HAMZA SÜNETÇİ

DENİZLİ, MAYIS - 2017

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ULAŞTIRMA BİLİM DALI



SİNYALİZE KAVŞAKLARDA GECİKME PARAMETRESİ (K)
İLE SİNYAL DEVRE SÜRESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS BİTİRME PROJESİ

HAMZA SÜNETÇİ

DENİZLİ, MAYIS - 2017

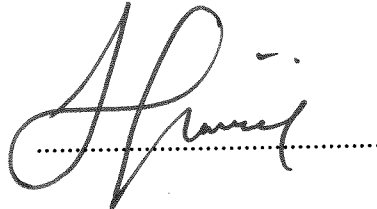
KABUL VE ONAY SAYFASI

Hamza SÜNETÇİ tarafından hazırlanan "SİNYALİZE KAVŞAKLARDA GECİKME PARAMETRESİ (K) İLE SİNYAL DEVRE SÜRESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ" başlıklı çalışma, kapsamı ve niteliği açısından bir yüksek lisans dönem projesi olarak kabul edilmiştir.



Danışman
Prof. Dr. Yetiş Şazi MURAT

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 03.05.2017 tarih ve ..17./..03.. sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu projenin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

HAMZA SÜNETÇİ



ÖZET

**SİNYALİZE KAVŞAKLARDA GECİKME PARAMETRESİ (K) İLE
SİNYAL DEVRE SÜRESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**
YÜKSEK LİSANS BİTİRME PROJESİ
HAMZA SÜNETÇİ
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ULAŞTIRMA BİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. YETİŞ ŞAZİMURAT)

DENİZLİ, MAYIS - 2017

Trafikte tıkanma problemi tüm dünyada önem arz eden bir problemdir. Bu proje kapsamında tıkanma problemi ile ilgili olarak gecikme modellemesi üzerinde duruldu. Yapılacak gecikme modellemesi ile kavşakların daha etkin kullanılması üzerine stratejiler geliştirilebilmektedir.. Proje özellikle kentiçi trafik sorunlarına odaklanması nedeniyle önem arz etmektedir. Gecikme probleminin modellenmesi ile kavşakların mevcut performansları daha doğru şekilde tespit edilebilmekte ve bu doğrultuda yeni tasarımların geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Gecikme, sinyalize kavşaklarda taşıtların sinyalizasyon sistemleri, diğer taşıtlar ve kavşağın geometrik özellikleri nedeniyle kaybettiği zaman olarak tanımlanmaktadır. Gecikme, sinyalize kavşakların performansının ve hizmet düzeyinin belirlenmesinde oldukça önemli bir parametredir. Proje kapsamında istatistik yöntemlerden regresyon analizi yaklaşımı kullanıldı. Regresyon analizi kullanılarak gecikme parametresi ile sinyal devre süresi arasındaki ilişki araştırıldı. Elde edilen model çeşitli senaryolar altında denendi.

ANAHTAR KELİMELER: Trafik, Sinyalizasyon, Devre Süresi, Gecikme

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SIGNAL TIMING PARAMETERS AND DELAY PARAMETER (K) RELATIONSHIP AT SIGNALIZED INTERSECTIONS

MSC THESIS

HAMZA SÜNETÇİ

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

TRANSPORTATION

(SUPERVISOR: PROF. DR. YETİŞ ŞAZİ MURAT)

DENİZLİ, MAY 2017

Traffic jam is the important problem all over the World. In this Project, I proposed the delaying model for solving of the problem. We can improve some strategies to use intersections more effectively by using the modelling. The significant point of the Project is focusing urban traffic problems. Current performance of intersections determine with modelling of delay problem and it is possible for improving of new desing in this direction. On the signal intersections, signalization system of vehicle, other vehicles and geometric features of intersections causes losing time that is called delay. Delay is the significant parameter to detect service level and performance of signal intersections. I used regression analysis os statistic methods. I searched the relationship between delay parameter and time of signal circuit by using regression analysis. I tested the obtained model under the various scenarios.

KEYWORDS:Traffic, Signalization, Cycle Time, Delay

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
SEMBOL ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. TRAFİK MÜHENDİSLİĞİ.....	3
2.1 Trafik Mühendisliği Uğraş Alanları.....	3
2.2 Trafik Mühendisliğinin Amacı.....	3
2.3 Trafik Mühendisliğinin Odaklandığı Sorular.....	4
2.4 Trafik Mühendisliği Problemlerine Çözüm Yaklaşımı.....	4
2.5 Trafik Mühendisliği Elemanları.....	4
2.5.1 Trafik Çalışmaları ve Özellikleri.....	5
2.5.2 Performans Değerlendirmesi.....	5
2.5.3 Tesis Tasarımı.....	5
2.5.4 Trafik Kontrolü.....	6
2.5.5 Trafik İşletmesi.....	7
2.5.6 Ulaştırma Sistem Yönetimi.....	7
2.5.7 Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS).....	7
3. TRAFİK TEKNİĞİ VE ETÜTLERİ.....	9
3.1 O – D Etütleri.....	9
3.2 Kaza Etütleri.....	11
3.3 Otopark Etütleri.....	16
3.4 Diğer Etütler.....	21
4. SİNYALİZASYON VE SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ.....	22
4.1 Sinyalizasyon Sistemleri.....	22
4.1.1 İzole Sinyalizasyon Sistemleri.....	22
4.1.2 Koordine Sinyalizasyon Sistemleri.....	23
4.2 Sinyalize Kavşak Etütleri.....	23
4.2.1 Hacim Sayımı.....	23
4.2.2 Doygun Akım Etüdü.....	23
4.2.3 İlk Hareket Etüdü.....	24
4.2.4 Gecikme Etüdü.....	24
5. GECİKME ve K PARAMETRESİ.....	26
5.1 Gecikme.....	26
5.2 Gecikme Değişkeni k.....	28
6. VERİLERİN TANITILMASI.....	30
6.1 Öğretmen Evi Kavşağı.....	31
6.2 Emek Kavşağı.....	32
6.3 Halk Caddesi Kavşağı.....	33
6.4 Halley Oteli Kavşağı.....	34
6.5 II. Sanayi Kavşağı.....	35
6.6 İtfaiye Kavşağı.....	36

6.7	Sigorta Kavşağı	37
6.8	Suluköprü Kavşağı	38
6.9	Ulus Kavşağı	39
7.	ANALİZLER	40
7.1	Verilerin Tamamı Kullanılarak Yapılan Analizler	40
7.2	1. Grup Analiz Sonuçları	41
7.3	2. Grup Analiz Sonuçları	43
8.	SONUÇLAR.....	45
9.	KAYNAKLAR.....	48

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Örnek Trafik	1
Şekil 1.2: Örnek Trafik	1
Şekil 1.3: Trafik Sıkışıklığı	2
Şekil 2.1: Hizmet Düzeyi	5
Şekil 2.2: Tasarımlandırma Örneği	6
Şekil 2.3: Trafik Kontrol Merkezi	6
Şekil 2.4: Connecticut, ABD' de şehirlerarası Interstate 91 (I-91) karayolunda yüksek doluluklu taşıt şeritleri	7
Şekil 2.5: Akıllı Ulaşım Sistemleri	8
Şekil 2.6: Akıllı Ulaşım Sistemleri	8
Şekil 2.7: Akıllı Ulaşım Sistemleri	8
Şekil 7.1: Verilerin tamamı ile yapılan doğru uydurma analizi sonuç grafiği ..	41
Şekil 7.2: 1. Grup doğru uydurma analizi sonuçları	42
Şekil 7.3: 2. Grup doğru uydurma analizi sonuçları	44

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1: Doygun Akım Etüdü Föyü	24
Tablo 6.1: Öğretmen Evi Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	31
Tablo 6.2: Öğretmen Evi Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	32
Tablo 6.3: Emek Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	32
Tablo 6.4: Emek Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	33
Tablo 6.5: Halk Caddesi Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	33
Tablo 6.6: Halk Caddesi Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	34
Tablo 6.7: Halley Oteli Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	34
Tablo 6.8: Halley Oteli Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	35
Tablo 6.9: II. Sanayi Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	35
Tablo 6.10: II. Sanayi Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	36
Tablo 6.11: İtfaiye Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	36
Tablo 6.12: İtfaiye Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	36
Tablo 6.13: Sigorta Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	37
Tablo 6.14: Sigorta Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	37
Tablo 6.15: Suluköprü Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	38
Tablo 6.16: Suluköprü Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	38
Tablo 6.17: Ulus Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu	39
Tablo 6.18: Ulus Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu	39
Tablo 7.1: Verilerin tamamı ile yapılan regresyon analizi sonuçları	40
Tablo 7.2: 1. Grup regresyon analizi sonuçları	42
Tablo 7.3: 2. Grup regresyon analizi sonuçları	43

SEMBOL ve KISALTMALAR LİSTESİ

YOGT	:	Yıllık ortalama günlük trafik
KÖ	:	Kaza önleme kapasitesi
AF	:	Kaza azaltma faktörü
OGT	:	Ortalama günlük trafik

ÖNSÖZ

Bu proje kapsamında trafikte tıkanma problemi ile ilgili olarak gecikme modellemesi üzerinde durulacaktır. Yapılacak gecikme modellemeleri ile kavşakların daha etkin biçimde kullanılması hedeflenmiştir.

Öncelikle proje konusu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana her türlü yardımcı olan proje danışmanım Prof. Dr. Yetiş Şazi Murat'a teşekkürlerimi sunarım. Proje araştırmalarım sırasında bana her türlü desteği sağlayan Arş. Gör. Ziya Çakıcı'ya, benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Elifcan Alkan' a ve tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

1. GİRİŞ

Trafik, insanların veya eşyaların yol boyunca hareketidir.

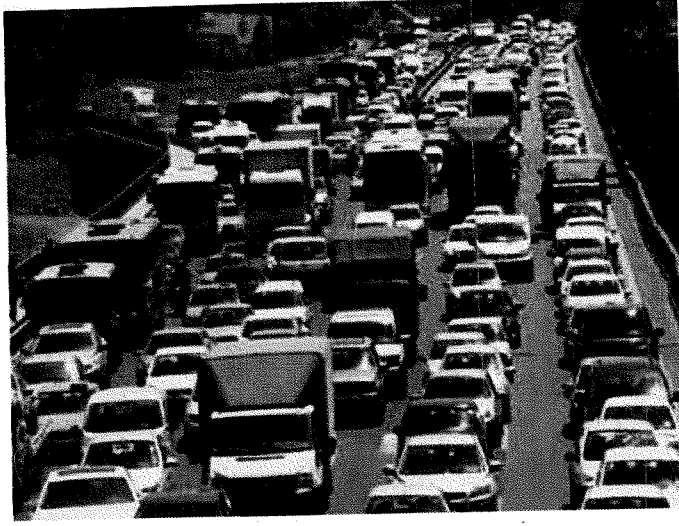


Şekil 1.1: Örnek Trafik



Şekil 1.2: Örnek Trafik

Trafik problemi, trafik miktarı ile yol kapasitesi arasında ki orantısızlık sonucu oluşan trafik sıkışıklığıdır. Bu sıkışıklık, yeni bir problem değildir. Roma İmparatorluğu döneminde dahi yaşanmıştır.



Şekil 1.3: Trafik Sıkışıklığı

2. TRAFİK MÜHENDİSLİĞİ

İnsanların ve eşyaların emniyetli, ekonomik ve konforlu hareketini sağlamak için trafik planlaması, karayollarının tasarımını, otoparkların planlamasını ve trafikte düzenlemeleri yapan mühendislik birimidir.

Trafik mühendisliği, birçok farklı dalların bir arada çalıştığı ve ilgi alanına giren bir daldır. İnşaat mühendisliği, Şehir Planlama, davranış bilimleri, istatistik, kontrol mühendisliği, endüstri mühendisliği bu alanlar arasında öndegelenlerdir.

2.1 Trafik Mühendisliği Uğraş Alanları

Trafik mühendisliği uğraş alanına genel olarak karayolu trafiği girmektedir. (1970'li yılların yaklaşımında sadece otomobil, ticari taşıtlar, tramvay, otobüs vb.). Karayollarında esas ama araç trafiğinin hızlı akması amacıyla yaya trafiği altgeçit ve üstgeçitler ile sağlanarak sınırlandırılmıştır.

Ancak son yıllarda planlama yapılırken yayalar, motorsuz taşıtlar (bisiklet), iki tekerlekli motorlu taşıtlarda dikkate alınmaktadır.

2.2 Trafik Mühendisliğinin Amacı

- Emniyetli,
- Güvenli,
- Ekonomik,
- Hızlı

olarak insanların ve eşyaların taşınmasını sağlamaktır.

2.3 Trafik Mühendisliğinin Odaklandığı Sorular

- Yapılacak veya iyileştirilecek yolların kaç şeritli olacağı.
- Mevcut yapıların kapasitesinin ne olacağı ve mevcut kapasitenin nasıl arttırılacağı.
- Talep tahminine göre ulaştırma yapılarının değerlendirilmesi.
- Proje hızı veya kesim hızının ne olacağı.
- Sıkışıklıkların nasıl azaltılabileceği.
- İnsanlar veya eşyaların bir noktadan diğer noktaya nasıl hızlı, güvenli ve ekonomik bir şekilde taşınabileceği.

2.4 Trafik Mühendisliği Problemlerine Çözüm Yaklaşımı

Mevcut durumun tespiti ve bu duruma çözüm üretmenin yanında gelecek tahmini yaparak, geleceğe de hizmet verecek çözümler üretmek amaçlanır. Ancak, bunun için düşünülen gelecek çözümleri, çok daha erken demode olabilir.

Önce arazide veriler toplanır ve daha sonra ofiste analiz edilerek, çözümler üretilir (simülasyon, proje vb.). Çözümler daha sonra eğer uygun görülürse arazide uygulanma aşamasına geçilir.

2.5 Trafik Mühendisliği Elemanları

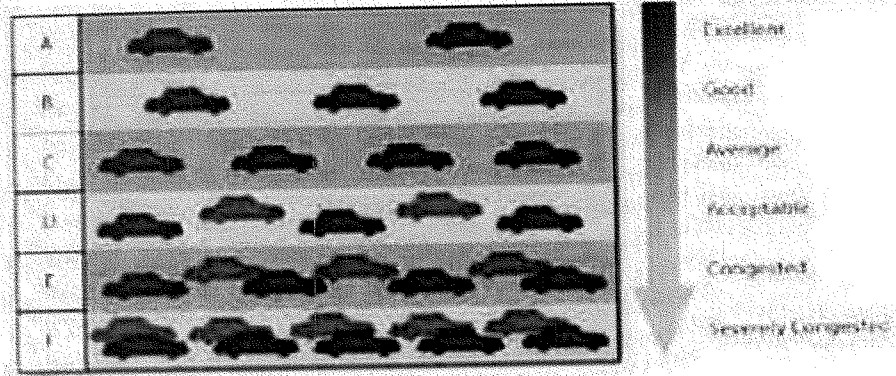
- Trafik çalışmaları ve özellikleri
- Performans değerlendirmesi
- Tesis tasarımı
- Trafik kontrolü
- Trafik işletmesi
- Ulaştırma sistem yönetimi
- Akıllı ulaşım sistemleri (ITS)

2.5.1 Trafik Çalışmaları ve Özellikleri

Karayolları trafiğinde farklı özellikleri ölçme ve değerlendirme ile ilgilenir. Trafiği oluşturan veriler toplanır ve trafik hacmi, talep, hız, seyir süresi, gecikme, kazalar ve başlangıç-son noktaları, mod dağılımı belirlenir.

2.5.2 Performans Değerlendirmesi

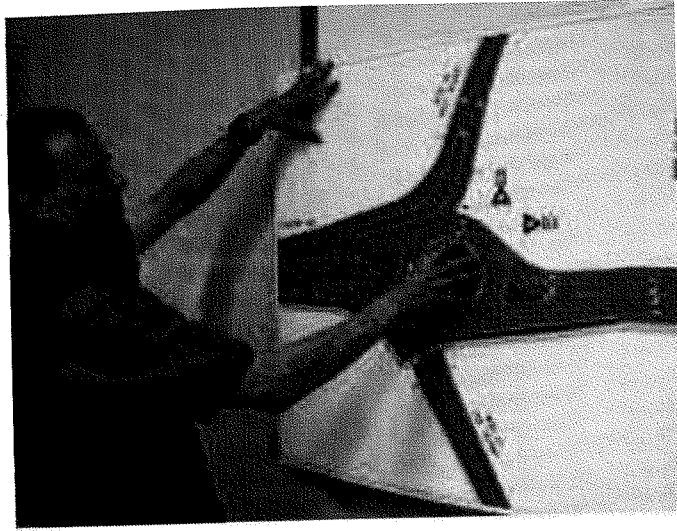
Tesisleri bir bütün veya belirli kesim olarak ele alarak değerlendirir. İşletme özelliklerini değerlendirerek performans kalitesini ve hizmet düzeyini belirler.



Şekil 2.1: Hizmet Düzeyi

2.5.3 Tesis Tasarımı

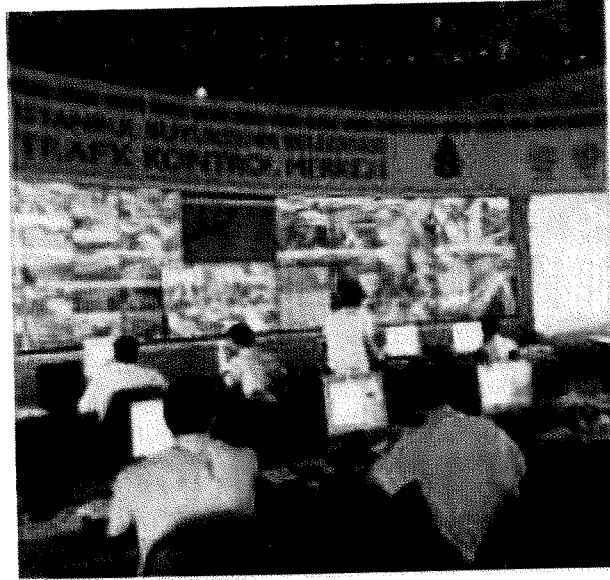
Karayollarının geometrik ve fonksiyonel tasarımını yapar. Yapısal projelendirme kısmı (köprü, tünel, vb.) ilgi alanı dışındadır.



Şekil 2.2: Tasarımlandırma Örneği

2.5.4 Trafik Kontrolü

Trafik mühendisinin en önemli görevlerinden biridir. Sürücü ve yayalarla, işaretler, ışıklı uyarılar ve sinyalizasyon ile iletişim kurarak trafiği düzenler.



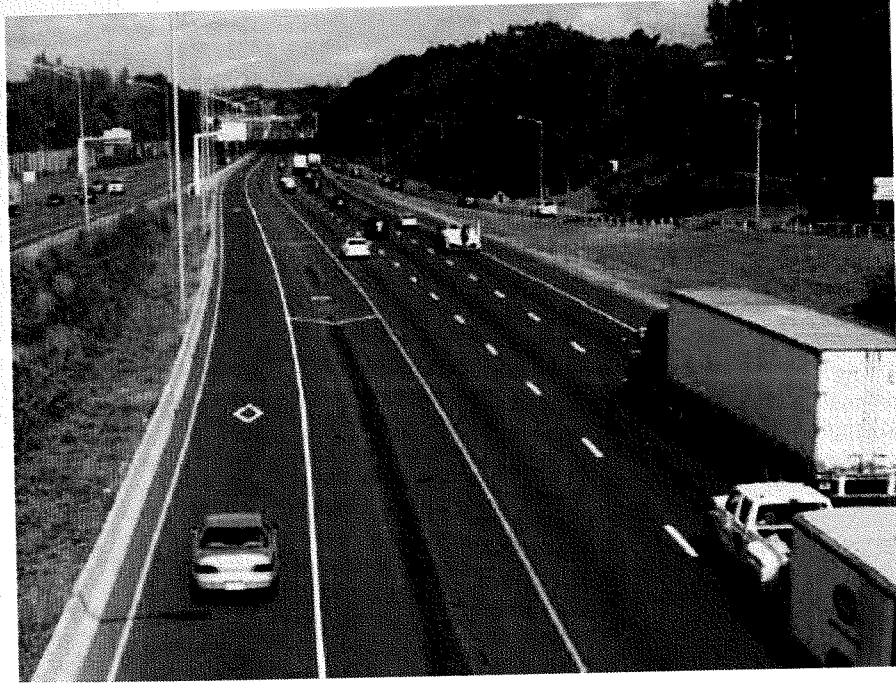
Şekil 2.3: Trafik Kontrol Merkezi

2.5.5 Trafik İşletmesi

Ulaştırma sistemlerinin işletmesi üzerinde kararlar verir. Bunlara örnek olarak, bölünmemiş yolun tek yöne çevrilmesi, banket (kaldırım kullanılması) vb. verilebilir.

2.5.6 Ulaştırma Sistem Yönetimi

Ağın optimum kullanılması için önlemler alır. Örneğin, yüksek doluluklu araçlara ayrı şerit tahsis etme, bisiklet ve motosiklet trafiğine önem verme, ücretlendirme, vb.



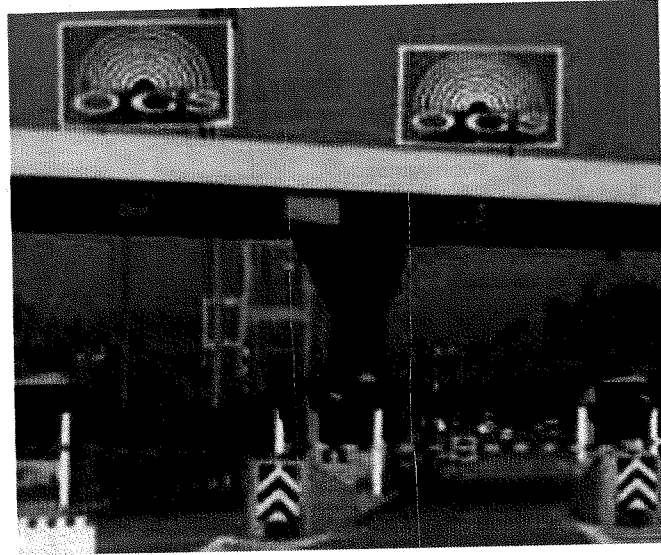
Şekil 2.4: Connecticut, ABD' de şehirlerarası Interstate 91 (I-91) karayolunda yüksek doluluklu taşıt şeritleri

2.5.7 Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS)

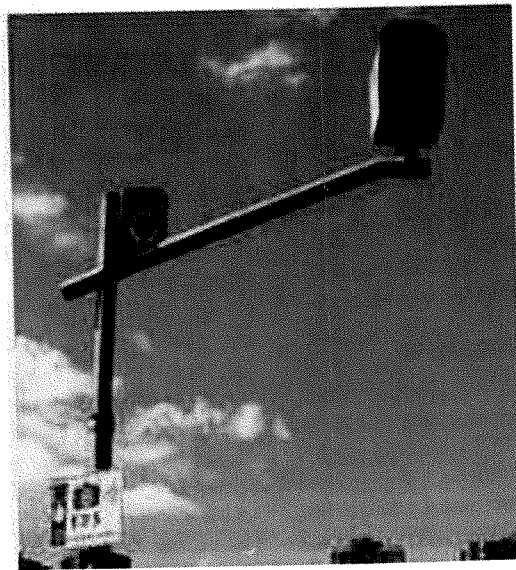
Modern telekomünikasyon olanaklarını kullanarak, trafik yönetimini sağlamaktır. Örneğin, değişken mesaj sistemi, ücret toplama, trafik kurallarına uyumu denetleme, vb.



Şekil 2.5: Akıllı Ulaşım Sistemleri



Şekil 2.6: Akıllı Ulaşım Sistemleri



Şekil 4: Akıllı Ulaşım Sistemleri

3. TRAFİK TEKNİĞİ VE ETÜTLERİ

3.1 O – D Etütleri

Kentçi ulaşım ağının belirli bir bölgesinde araçların veya insan ve yük hareketlerinin ölçümü, O-D etütleri ile yapılır. O-D etütleri kentçi ve kentdışı yollar için uygulanır. Kentçi yollar için O-D etüt noktaları;

- Konut,
- Okul,
- Rekreasyon,
- İş,
- Alışveriş vb.

Kentdışı yollar için ise;

- Şehirler,
- Önemli yerleşim ve üretim yolları,
- Limanlar,
- Havalimanları,
- Maden sahaları,
- Endüstri vb. bölgelerdir.

Anlaşılağı üzere O-D noktaları trafik üreten ve trafik çeken noktalar olup, trafik bu iki nokta arasında talep yaratmaktadır.

O-D etütleri iki nokta veya farklı noktalar arasında yaratılan trafiğin hacmi, ulaşım türü, seyahat süresi, gün ve yıl içindeki trafik hacminin değişmesi vb. bilgilerin toplanması için gereklidir.

O-D etütleri için kullanılan tanımlar;

O veya başlangıç: Seyahatin başladığı nokta, bölge, tesis vb.

D veya varış: Seyahatin bittiği bölge, nokta, tesis, vb.

Seyahat: Başlangıç ile varış noktaları arasında tek yönlü trafik akımı ve hareketi.

İç veya bölgesel hareketler: Seyahatin hem başlangıcı hem de bitişinin etüdü yapılan bölgenin içinde olması.

Transit seyahat: Seyahatin hem başlangıcı hem de bitişinin etüdü yapılan bölgenin dışında olması.

Kordon (dış kordon): Etüdü yapılan bölgenin hayali sınırı.

Gözlem hattı (iç kordon): etüdü yapılan bölgeyi alt bölgelere ayıran sınır.

O-D etütlerinden;

- Trafik talebinin tespiti,
- Mevcut toplu taşıma imkanlarının tespiti,
- Çevre yollarının (by-pass) fizibilite etütleri,
- Yeni yapılacak veya ıslah edilecek yolların planlama, geçki araştırma, tasarım vb. faaliyetler için gerekli bilgiler,
- Toplu taşıma sistemlerinin iyileştirilmesi için gerekli veriler,
- Toplu taşıma yollarının etüdü,
- Park, durak, depolama, terminal vb. imkanların yeterliliği,
- Arazi kullanım paterlerine göre trafik, yatırım ve çekim değerleri,
- Geleceğe yönelik tahminlerin yapılması,
- Ekonomik analizlere ait veriler ve yapım önceliğinin saptanması gibi bilgiler elde edildiği için ulaşım ve trafik planlaması çok önemlidir.

O-D etütleri;

- Yolda, evde ve telefonla mülakat,
- Posta kartı,
- Plaka veya renkli işaret,
- Farları yakma,

- Ruhsat yenileme ve fenni muayene sırasında mülakat,
- Fotoğraf tekniği yöntemlerinden biri ile yapılır.

Mülakatlar sırasında şu şekilde sorular yöneltilir;

- Araç cinsi ve taşıma türü,
- Araçtaki yolcu sayısı,
- Seyahate başlanan ve bitirilecek yer veya bölge,
- Seyahat amacı,
- Seyahatin yörüngesi,
- Seyahatin sıklığı ve zamanları,
- Geçici durma yerleri,
- Park yeri.

Her bir yöntem için, avantajlar ve dezavantajlar, maliyet ve süresi, tecrübeli eleman ihtiyacı, istenilen belgelerin tümüne erişilememesi ve edinilen bilgilerin güvenilirliği birbirinden çok farklıdır.

3.2 Kaza Etütleri

Trafik kazaları etüt edilerek yol emniyetinin sorgulanması ve sonuç çıkarma, kazaların önlenmesi için yapılacak mühendislik yapı tasarımları, kaza oluş nedenlerine göre yolun ıslah edilmesi vb. hususlar trafik mühendisliği alanlarına girer.

Trafik kazalarının oluşmasında yol, sürücü, araç ve çevresel faktörler etkili olmaktadır. Sürücü kusurları bunlar arasında en büyük paya sahip olsa da diğer etkenlerde azımsanmayacak düzeydedir.

Yol karakteristiklerinin kazalar üzerindeki etkisi trafik mühendisi tarafından çok iyi bilinmelidir.

Trafik kazaları, insan (sürücü veya yaya), araç ve çevre (yol, tesis ve hava şartları) olmak üzere başlıca üç faktörden kaynaklanabilir. Ayrıca kazaların önemli bir kısmında sürücü etkisi fazladır.

Her ne kadar yol, araç ve çevresel şartlarının trafik kazaları üzerinde etkisi olsa da kaza istatistik sonuçlarına göre en ideal şartlarda trafik kazalarının sayı ve oranı kötü şartlarda meydana gelen trafik kazalarından daha fazla olmaktadır. Buda göstermektedir ki ideal şartlarda sürücü daha az dikkat sarf etmektedir ve daha hızlı sürmekte dolayısıyla kazalarda daha fazla meydana gelmektedir.

Araç faktörü trafik kazalarında ikinci derece rol oynamaktadır. Araç kusurlarından kaynaklanan kazaların oranı son derece düşüktür.

Çevresel faktörler, uygun olmayan yol ve hava şartları olarak ele alınmaktadır. Bu faktörlerin trafik kazalarının oluşmasında az veya çok etkisi vardır. Ancak kötü hava şartlarında meydana gelen kazalar iyi hava şartlarında meydana gelen kazalardan çok daha azdır.

Trafik kazaları etüdü;

- Kazanın oluşumuna neden olan faktörlerin,
- Kaza oluş nedenleri ve sonuçlarının,
- Kazaların yoğun olduğu kesimlerin belirlenmesi ile yapılmaktadır.

Trafik kazaların ait hazırlanan kaza raporlarından;

- Kazanın yeri ve zamanı,
- Sürücü ve araç,
- Ölüm, yaralanma ve hasar durumu,
- Trafik kontrol cihazları ve işaretlerin konumu ve tanımı,
- Yol ve hava şartları,
- Muhtemel nedenler,
- Çarpışma şekli,
- Kazanın oluşumunu gösteren grafik çizimleri elde edilmelidir.

Kaza raporlarından toplanan veriler ile veri tabanları oluşturularak çeşitli amaçlar için kayıt sistemleri oluşturulmalıdır. Kaza veri tabanları;

- Kazanın tarihi ve saati,
- Araçlar,

- Yol şartları,
 - Kaplamanın durumu (çukur, yama, vb.)
 - Islak, kuru, erimiş kar, kar, buz...
- Hava şartları,
- Kaza yerinin konumu,
 - Kavşak, yol, yaya geçidi, kurb, U dönüşü, sağa veya sola dönüş...
 - Banket veya kaldırım, köprü, tünel...
- Kaza sonucu (ölüm, yaralanma, hasar...),
- Kaza tipi,
 - Dik veya açısız çarpışma
 - Önden veya arkadan çarpışma
 - Par eden vasıta, sabit bir cisim veya hayvana çarpma
 - Trafik kurallarına ihlal
 - Diğer

şeklinde yapılmalıdır ve bunların her biri alfabetik, nümerik veya alfanümerik olarak kodlanmalıdır.

Kaza istatistikleri, kaza sonuçlarını sistemli bir şekilde trafik mühendisine sunması açısından yararlıdır. Çünkü kaza istatistikleri;

- Kaza oluşumunun yer, sebep ve sonuçları
- Kazanın sıklığı ve şiddeti
- Kazaya karışanlar gibi üç temel bilginin güvenilir bir şekilde alınması için gereklidir.

Kaza istatistiklerinin analizi ile;

- İnsan faktörlerine göre sınıflandırma
- Sürücü karakteristiklerine göre sınıflandırma
- Yaya karakteristiklerine göre sınıflandırma
- Yol tipi ve geometrik elemanlara göre sınıflandırma
- Çevre ve hava şartlarına göre sınıflandırma
- Kaza şiddetine göre sınıflandırma

- Kaza sebeplerine göre sınıflandırma yapılabilir.

Ayrıca kaza istatistiklerinin analizi ile;

- Zaman içinde değişim
- Kaza noktaları ve kesimleri tespit edilmektedir.

Kaza istatistik analiz sonuçları;

- Araç üreticilerine
- Trafik mühendislerine
- Polisiye önlem ve trafik yasası ile ilgili kurumlara
- Toplum ve eğitim kurumlarına aydınlatıcı, teşvik edici, zorlayıcı, vb. etkiler yaratacaktır.

Trafik operasyonları ise bir takım parametrelere bağlı olarak artmaktadır.

Genel olarak trafik artış oranı;

- Sayısal değerlere bağlı olarak
 - Nüfus yoğunluğunun artışı
 - Sürücü sayısının artışı
 - Araç sahipliği ve araç sayısının artışı
 - Yol ağı uzunluğunun artışı
 - Sosyo-ekonomik verilerin artışı
- Trafik operasyonlarına bağlı olarak
 - Araç-km artışı
 - Araç-saat artışı ile artmaktadır.

Kaza oranlarının tespiti için;

- Kaza sayısı/100000 nüfus veya kaza sayısı/1milyon nüfus
- Kaza sayısı/10000 araç
- Kaza sayısı/ 10000 belgeli araç
- Kaza sayısı/1000 km yol
- Kaza sayısı/100 milyon araç-km
- Kaza sayısı/10 milyon araç-saat

- Kaza sayısı/1 milyon yeni aracın trafiğe katılması gibi oranlar kullanılmaktadır.

Örneğin kaza sayısı bir önceki yıla göre %5 artmış olması ciddi bir problem olduğunu işaret etse de aynı yıl araç-km değerinde %30 artış varsa toplam kaza artışı da aynı oranda artmamış olacağından dolayı ciddi bir problem olmadığına karar verilebilir.

Kaza etütlerinden elde edilen veriler ile belirli bir nokta veya kesim için kaza sonuçları belirlenerek kaza oluşum nedenleri ve kaza önleyici tedbirler saptanabilir. Bu amaçla belirli bir nokta veya kesimde ki kaza sonuçları;

- Kaza tipi ve şiddeti
- Kaza sıklığı
- Kazaya karışanlar
- Çevresel şartlar
- Zaman periyodları yönünden sınıflandırmak mümkündür.

Kaza tipleri yönünden genel olarak;

- Arkadan çarpma
- Yandan çarpma
- Önden çarpma
- Sola dönüş çarpması
- Sabit bir nesneye çarpma
- Yandan sürtme
- Yay ile ilgili
- Yoldan çıkma
- Park eden araca çarpma
- Bisiklet ile ilgili şekilde sınıflandırma yapılabilmektedir.

Kaza şiddeti yönünden ölümcül, yaralanma ve hasar şeklinde kazaların belli bir süre içindeki oluş sayısına göre sınıflandırılabilir. Kaza şiddeti esas alınarak farklı sonuçlanan kaza oluşumlarına farklı ağırlıklar atanmak suretiyle farklı nokta veya kesimlerdeki kaza şiddeti mukayese edilebilmektedir.

Yolun herhangi bir noktasında (özellikle kavşaklarda) kaza şiddet oranı kavşağa giren her bir milyon araç için (3.1) eşitliği yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\text{Kaza oranı/Milyon} = n \times 1000000 / \text{YOGT} \times 365 \quad (3.1)$$

n: bir yıl içindeki toplam ölümcül, yaralanmalı veya hasarlı kaza sayısı

YOGT: yıllık ortalama günlük trafik hacmi

Belirli bir yol kesimi için her bir milyon araç-km için kaza oranı (3.2) eşitliği ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Kaza oranı/milyon-km} = n \times 1000000 / \text{YOGT} \times 365 \times L \quad (3.2)$$

n: L uzunluğundaki yol kesiminde bir yıl içindeki kaza sayısı

L: Km cinsinden yol uzunluğu

YOGT: Yıllık ortalama günlük trafik

İyileştirme tedbirlerinin kaza azaltma veya önleme kapasitesi (3.3) eşitliği ile tahmin edilebilir.

$$\text{KÖ} = N \times \text{AF} \times \text{OGT}(\text{sonra}) / \text{OGT}(\text{önce}) \quad (3.3)$$

KÖ: Kaza önleme kapasitesi

N: Trafik hacmi aynı kalmak şartıyla ve iyileştirme tedbirleri uygulanmadan önce beklenen kaza sayısı

AF: Kaza azaltma faktörü (trafik mühendisi tarafından atanan)

OGT: Ortalama günlük trafik

3.3 Otopark Etütleri

Gerek kentiçi gerek kent dışı karayolu ulaşım sisteminin,

- Eksen (güzergah yani yol)
- Araç
- Terminal ve erişim noktası

olmak üzere üç temel elemanı vardır. Her ulaşım sisteminde olduğu gibi kentiçi ulaşım sisteminde de sistemin üçüncü elemanı olan terminal için araçların park edeceği yerlere ihtiyaç vardır.

Otopark etütleri, otopark büyüklüğü ve yeri ile mevcut otoparkların kapasitelerinin araştırılması için gereklidir. Bunun için mevcut ve gelecekteki otopark ihtiyaçları belirlenmelidir.

Bunun için

- Şehir plancıları, yerel yönetimler, il trafik komisyonları
- Toplu taşımacılar
- İş merkezlerinde ticaretle uğraşanlar, çalışanlar, bina sahipleri
- Sürücüler
- Nakliyeciler, toptancılar
- Otopark yetersizliğinden ekonomik kayba uğrayanlar
- Otopark sahipleri
- İşhanları, alışveriş merkezleri, stadyumlar, konser salonu, hipodrom vb. yerlerin yöneticileri
- Toplu taşımadan istifade eden yolcular gibi gruplara temas edilerek ihtiyaçları, sıkıntıları, beklentileri vb. hususlar tespit edilmelidir.

Otopark etütlerinde;

- Yukarıda sayılan gruplar ile yapılan görüşmeler ile otopark ihtiyacı
- Mevcut otopark tesislerinin envanteri
- Finansal, yasal ve idari hususlar ile ilgili bilgiler
- Park etme parametreleri saptanmalıdır.

Otopark tesisleri;

- Yolda

- Yol dışında hemzemin arazide yada çok katlı otopark olarak düzenlenir.

Mevcut otopark yerlerinin envanterinin çıkarılması ile,

- Otopark alanının büyüklüğü
- Park etme sürelerinin tahdidi, işletme süresi, giriş-çıkış sayısı
- Otopark ücreti
- Kısıtlamalar
- Trafik akımına etkisi gibi bilgiler özel kamu halka açık her tip otopark için ayrı ayrı belirlenmelidir.

Park yeri kullanım oranı (3.4) eşitliği ile elde edilir.

$$T = \frac{\Sigma \text{PARK EDEN ARAÇ SAYISI}}{\Sigma \text{PARK YERİ SAYISI}} \quad (3.4)$$

Otopark ihtiyacı, park eden sürücüler ile günün farklı saatlerinde haftanın değişik günlerinde yapılan mülakatlardan,

- Seyahat başlangıç noktası, otoparktan sonra gideceği varış noktası ve yürüme süresi veya mesafesi
- Park ihtiyacının süresi ve nedeni
- Otoparka giriş ve çıkış saatleri gibi bilgiler elde edilmelidir.

Ayrıca yol kenarında park yasağı olan ve olmayan yerlerde park eden vasıtalar her 10 ila 15 dakikada bir sayılmalıdır.

Bu etütlerden,

- Otopark yasağı olan veya olmayan yerlerde park eden araç sayısı ve süreleri
- Otopark için park yeri-saat talebi
- Otoparkların sahip olduğu araç park yeri sayısı bilgileri ile otopark yeri ihtiyacı belirlenmelidir.

Bilindiği gibi otoparklar yol kenarlarında veya yol dışında hemzemin ve yol dışında çok katlı olarak yapılabilmektedir.

Hemzemin otoparkların tasarımında,

- Erişim noktaları
- Trafik sirkülasyonu
- Park boyutları ve planı
- Diğerleri (arazi karakteristiği, peyzaj, aydınlatma vb.) gibi hususlar dikkate alınmalıdır.

Otoparka giriş ve çıkışlarda yay trafik kontrolü, dönüş kısıtlaması, komşu yol üzerindeki trafik hacmi, vb. hususlar otopark tasarımı üzerinde etkin rol oynarlar.

Hemzemin otopark alanlarında arazi boyutu, topografya, eğim vb. arazi karakteristikleri otopark tasarımında göz önüne alınmalıdır. Otoparkın ağaçlandırılması ve yaya yollarının tahsisi tasarımda göz önüne alınmalıdır. Aydınlatmada göz önünde bulundurulmalıdır.

Yol boyunca otopark yapılmasının kısıtlaması için ülkemizde herhangi bir kriter olmamakla beraber,

- Kapasite azaltması
- Kaza riskinin artması gibi iki husus göz önüne alınmalıdır.

Yol kenarında otopark yapılması halinde kapasite önemli ölçüde azaltıldığı gibi ve parka giren/çıkan araçların yarattığı kazalarda küçümsenmeyecek mertebededir.

Yol boyu otopark kısıtlamaları park etme yasağı işaretleri ve polisiye tedbirler ile yapılmalıdır. Bunlar;

- Park yasağı
- Durma yasağı
- Park ve durma yasağı

- Yükleme/boşaltma veya indirme/bindirme bölge yasağı şeklinde olabilir.

Yol boyunca araçların park etme yasağı, kapasite azalması ve emniyet gibi iki husus için getirilmiş olsa da,

- Yaya kaldırımlarında
- Otopark ve özel mülkiyet girişlerinde
- Kavşak içinde ve kavşağa 15 m mesafede
- Yangın vanasının 4,5 m etrafında
- Yaya geçitlerinde
- Kavşak yaya geçitlerinin 6 m etrafında
- Trafik işaret direklerinin 9 m etrafında
- Demiryolu geçitlerine 13 mesafede
- Köprü, tünel, altgeçit, kavşak rampaları vb. bölgelerde yasal yasaklamalar yapılmalıdır.

Otopark tesislerinin tasarımı beklenen işletme şartlarından önemli ölçüde etkilendiğinden dolayı tasarımı elemanları ve işletme özellikleri aşağıdaki gibi belirlenmelidir.

- Yol ve yollardan araçların erişimin veya erişim yolları
- İç sirkülasyon veya iç erişim yörüngeleri
- Otopark yerine giriş manevra tipi
- Yeterli park alanı
- Yayaların araca erişimi ve otopark yerinden ayrılma yörüngeleri ve tipi

Otopark tesislerinin temel tasarımı;

- Arazi karakteristikleri,
- Erişme yolları ve bağlantıları,
- Sirkülasyon yollarının boyutları
- Erişme kapasitesi
- Park boyutları olacaktır.

3.4 Diğer Etütler

Trafik mühendisliğinde gerekli diğer etütler;

- Yaya etütleri,
- Trafik kurallarına uyma etütleri,
- Toplu taşıma etütleri,
- Önce-sonra etütleri olmaktadır.

4. SİNYALİZASYON VE SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ

Sinyalizasyon sistemleri, yollar üzerinde özellikle kavşaklarda trafiğin daha düzenli ve güvenli işlemlerini sağlayan en etkin yöntemlerden biridir. Sinyalizasyon ile taşıtların ve yayaların kavşakları en güvenli ve en optimum düzeyde kullanması sağlanır.

Genel olarak sinyalizasyon sistemleri, kontrolsüz kavşaklarda güvenliği arttırmak, trafiğin akışını düzenlemek ve gecikmeleri azaltmak için kullanılır. Ayrıca gerekli olmayan yerlerde gelişigüzel ve analizleri yapılmadan kullanılan sinyalizasyon sistemleri gecikmeleri ve kaza oranını arttırmaktadır.

4.1 Sinyalizasyon Sistemleri

Sistemler kontrol ettikleri kavşağın durumuna göre ayrılır.

4.1.1 İzole Sinyalizasyon Sistemleri

Bu sinyalizasyon sistemleri, yakınındaki diğer kavşaklarda bulunan sinyalizasyon sistemleri ile bağlantılı olarak çalışmayan sistemlerdir. İzole sinyalizasyon sistemleri dört değişik şekilde gerçekleştirilebilir;

- Sabit zamanlı sinyalizasyon sistemi
- Trafik uyarmalı sinyalizasyon sistemi
- Yaya uyarmalı sinyalizasyon sistemi
- El ile kumandalı sinyalizasyon sistemi

4.1.2 Koordine Sinyalizasyon Sistemleri

Ana yollara bağlanan fazla sayıda ki civar kavşaklarda gecikmeleri azaltmak ve güvenliği arttırmak amaçlı sinyalizasyon sistemleri birbirine bağlanması gerekmektedir. Koordine sinyalizasyon sistemleri de bu bağlantılar kurularak kavşakların daha olumlu düzeyde kullanılması amacıyla kullanılırlar.

4.2 Sinyalize Kavşak Etütleri

- Hacim sayımı
- Doygun akım etüdü
- Gecikme etüdü
- İlk hareket etüdü

4.2.1 Hacim Sayımı

Trafik hacimlerini belirlemek amacıyla belirlenen kavşaklarda zirve saatlerde sayımlar yapılır. Hacim sayımlarında trafik kolunun yoğunluğa göre kişi sayısı görevlendirilir, trafik sayım föyleri ve kronometre kullanılır. Sayım yapılırken taşıtlar gruplandırılmalıdır.

4.2.2 Doygun Akım Etüdü

Doygun akım, sinyalize kavşak tasarımında ki en önemli parametrelerden biridir. Bu nedenle çok dikkatli bir şekilde yapılır. İki kişi görevlendirilir, doygun akım etüdü föyü ve kronometre kullanılır.

Kavşak girişinde bekleyen kişi yeşil süre başladığı anda kronometreyi çalıştırarak kavşak çizgisinden geçen araçları saymalıdır. Bu arada diğer kişi yeşil başladığı anda sondan kuyruğa son giren aracı söylemelidir. Bu sayım girişteki kişi tarafından 10 saniyelik sürede yapılmalı ve ilk aralık kısmına yazılmalıdır. Daha sonra son araç geçene kadar geçen araç sayısı orta aralık kısmına ve sarı kırmızı da

geçen araçlarda son aralık kısmına yazılmalıdır. Kuyruğa uyum sağlayan son araç geçtiği anda kronometre durdurulur ve okunan süre doymun akım süresidir. Eğer son araç ışık süresince geçemez ise doymun süre yeşil süreye eşittir. Bu işlem 25-30 kez tekrarlanıp yapılmalıdır ve hepsi föye işlenmelidir.

Tablo 4.1: Doymun Akım Etüdü Föyü

Sayın No	Kuyruktan	Çıkan (araç)	Taşıtlar	Doymun Süre (sn)	Yeşil Süre (sn)
	İlk Aralık (10 sn)	Orta Aralık	Son Aralık		
1					
2					
3					
4					
Σn	$X_1=$	$X_2=$	$X_3=$	$X_4=$	

4.2.3 İlk Hareket Etüdü

Kavşak yaklaşım kolunda doymun hareket etüdü yapılırken aynı anda ilk hareket etüdü de yapılabilir. Bu etüt iki kişi tarafından ilk hareket föyü kullanılarak yapılabilir.

Bu etüdün amacı, araçların yeşil ışık yandığı anda harekete geçme anlarında kaybettikleri zamanı bulmaktır. Yeşil yandığı anda kronometreyi çalıştıran kişi her aracın arka kısmı kavşak çizgisini geçtiği anda kronometredeki değerleri okur ve diğer kişi bunları föye kaydeder.

4.2.4 Gecikme Etüdü

Sinyalizasyon hesaplarında en önemli noktalardan biride taşıtların gecikmesidir. Taşit gecikmeleri hacim sayımları etüdü ile aynı anda yapılan gecikme etütleri ile bulunur. Gecikme etüdü iki kişi tarafından yapılır, kronometre, telsiz ve gecikme föyü kullanılır.

Gecikme etüdü için ilk olarak kavşak yaklaşım kolu girişinde duran kişi kavşağa giren araçların sürelerini not eder ve bu araçları kavşak çıkış çizgisinde bekleyen kişiye bildirir (plaka, renk, marka, model vb. belirterek.). Kavşak çıkış çizgisindeki bekleyen kişi aynı araçların kavşağı terk etme zamanlarını not eder.

En son kısımda ise giriş ve çıkış verilerinin yazıldığı föyler birleştirilerek çıkış zamanlarından kavşağa giriş zamanlarından çıkarılarak gecikme süreleri hesaplanır.

5. GECİKME ve K PARAMETRESİ

5.1 Gecikme

Gecikme, sinyalize kavşaklarda taşıtların sinyalizasyon sistemleri, diğer taşıtlar ve kavşağın geometrik özellikleri nedeniyle kaybettiği zaman olarak tanımlanmaktadır. Gecikme, sinyalize kavşakların performansının ve hizmet düzeyinin belirlenmesinde oldukça önemli bir parametredir.

Sinyalize kavşaklardaki taşıt gecikmeleri yavaşlama, durma ve hızlanma gecikmeleri olmak üzere üç parçadan oluşmaktadır (Dion ve diğ. 2004). Yavaşlama gecikmesi, kavşağa yaklaşan taşıt sürücüsünün yaklaşım kolundaki sinyalizasyon sisteminden dolayı hızını yavaşlatmaya başladığı andan itibaren, sinyalizasyon sistemi nedeniyle (kırmızı ışıktan dolayı) durmaya (beklemeye) başladığı ana kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Durma gecikmesi, taşıtın sinyalize kavşakta kırmızı veya yeşil ışık süresince durmasından dolayı kaybettiği zaman olarak tanımlanırken, hızlanma gecikmesi ise, sinyalizasyon sistemi kırmızıdan yeşile döndükten sonra taşıtın tekrar hızlanması için gerekli süre olarak belirtilmektedir.

Yıllardır, taşıt gecikmelerinin tam anlamıyla tahmin edilebilmesi amacı ile çeşitli hesap yöntemleri geliştirilmiştir. Webster, Akçelik ve Transportation Research Board (Highway Capacity Manual) yöntemleri gecikme hesabında kullanılan en yaygın yöntemlerdir (Çakıcı 2014). Bunun yanı sıra birçok ulaştırma bilimcisi bu konu üzerinde halâ daha çalışmalar yapmaktadırlar. Bugüne kadar yapılan çalışmalardan bazılarını şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Akçelik (1988), 1985 HCM Gecikme formülünü incelemiş ve bu formülün kalibrasyonunu yaparak formül üzerinde gelişmeler sağlamıştır.
- Mousa (2002), izole sinyalize kavşaklarda ölçülen gecikmelerin modellenmesi ve analizi üzerinde çalışmıştır. Bu çalışmada gecikme analizi ve ölçümü üzerine yeni bir metodoloji sunulmaktadır.

- Akgüngör (2004) yapmış olduğu çalışmada, farklı analiz süresi periyodlarını göz önünde bulundurarak, zamana bağlı yeni bir gecikme hesabı metodu üzerine yoğunlaşmıştır.
- Dion ve diğ. (2004), ön-zamanlı sinyalize kavşaklarda doygun üstü ve doygun altı durumlarda, kavşaktaki ortalama gecikmelerin tespitine yönelik bir çalışma yapmışlardır ve çalışma sonucunda doygun üstü durumdaki ortalama taşıt gecikmeleri ile doygun altı durumdaki ortalama taşıt gecikmelerini karşılaştırmışlardır.
- Murat (2006), yapay sinir ağları ve bulanık mantık optimizasyon tekniğini kullanarak, taşıt gecikmeleri üzerine çalışma yapmış ve bu çalışmanın sonucunda söz konusu teknikler ile elde ettiği gecikmeleri birbirleri ile karşılaştırmıştır.
- Murat ve Başkan (2006), yapay sinir ağları yaklaşımı ile sinyalize kavşaklardaki taşıt gecikmelerinin modellenmesi üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, yapay sinir ağları ile elde ettikleri ortalama taşıt gecikmesi değerlerinin arazide elde edilen sonuçlar ile birbirine oldukça benzer olduğunu belirtmişlerdir.
- Ban ve diğ. (2009), örneklendirilmiş seyahat süreleri kullanarak, sinyalize kavşaklar için gecikme modeli tahmini üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, tahmin edilen model arazi ölçümleri ile kıyaslanmış ve birbirine oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir.
- Su ve diğ. (2009), Çin' deki sinyalize kavşaklardaki ağır taşıtların oranını ve pozisyonunu göz önünde bulundurarak, bu durumun taşıt gecikmeleri üzerindeki etkilerini incelemiştir.
- Şüphesiz ki, kavşaktaki ortalama taşıt gecikmesinin artışı birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Taşıtların egzoz emisyonlarından dolayı oluşan çevresel bazlı olumsuz etkiler (CO, NO salınımları vb.) de bunlardan yalnızca bir tanesidir. Li ve diğ. (2011), izole kavşaklardaki taşıt emisyonunda sinyal süresi etkilerini incelemiştir. Bu durum sinyal süresi ve gecikme arasındaki bağıntıyı da açıkça ortaya koymaktadır.

- Chaudhry ve Ranjitkar (2013), değişken kuyruk değarj oranlı sinyalize kavşaklarda gecikmelerin tahmin edilmesi ile ilgili olarak çalışmışlardır. Çalışmada sinyalize kavşakta gözlemlenen kuyruk değarj davranışını dikkate alan bir ampirik model kurulmuştur. Oluşturulan model gecikme tahmini için kullanılmıştır ve mevcut gecikme modelleri ile kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda, oluşturulan modelin gecikme tahminde kullanılmasının uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Sekhar ve diğ. (2013), Ahmedabad-Hindistan’ da bulunan sinyalize kavşaklardaki rölantide çalışan taşıtların yakıt tüketimlerinin ve gecikmelerinin tahminine yönelik çalışma yapmışlardır.
- Yanxi ve Xiaoguang (2013), sola dönüşler için ayrı (özel) fazlı sinyalize kavşaklardaki taşıt gecikmeleri üzerinde çalışmışlardır.
- Yun ve Ji (2013), kavşaklardaki “YOL-VER” ve “DUR” işaretlerinin taşıt gecikmeleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacı ile VISSIM simülasyon programı tabanlı bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda minimum gecikmeyi sağlamak için bu işaretlerin hangi trafik hacimlerinde daha etkin olduğu tartışılmıştır. Çalışmada, söz konusu farklı trafik işaretlerinin hangi trafik hacimleri için daha uygun olduğu (gecikmeyi minimize edecek şekilde) tartışılmıştır.
- Murat ve diğ. (2014), yapmış oldukları çalışma ile, bazı değişkenlere (Kavşağa ortalama giriş süresi, Kırmızı sinyal süresi, Kuyrukta bulunan taşıt sayısı, Kavşak terk etme aralığı ortalaması) bağlı yeni bir gecikme formülü ortaya koymuş, çalışma sonucunda, formül ile elde ettikleri gecikme sonuçlarını arazi gözlemleri ve Akçelik gecikme formülü ile elde edilen gecikmeler ile karşılaştırmışlardır.

5.2 Gecikme Değişkeni k

Sinyalize kavşaklarda gecikme ve kuyruklanma, kavşak servis özelliğine ve araçların kavşağa gelişine göre farklılık gösterir. Gecikme modellerinde tüm bu farklılıklar gecikme değişkeni olan k ile ifade edilir. Kuyruklanma çözümleme yöntemleri ve benzetim teknikleri, bu değişkeni bulabilmek için kullanılan

yöntemlerden en yaygın olanlarıdır. Bir sinyalizasyon kavşağında kuyruklanma çözümleme tekniği ile k gecikme değişkenini bulabilmek için araç gelişlerini, servis imkanını ve kuyruklanma disiplinini bilmek gerekir. Ancak bunlardan herhangi biri için yeterli bilgi yoksa benzetim teknikleri ve ampirik yaklaşımlarla gecikme değişkeni k bulunmaya çalışılır.

Kimber ve diğerleri, bilgisayar benzetim tekniğini kullanarak “ilk giren –ilk çıkar” kuyruklanma prensibi ve tek bir servis kanalı için (5)’ de ki ifade edilen k değerine ait modeli kullanmışlardır. Bizde çalışmamızda bu denklemden yola çıkarak hareket etmekteyiz. Bu çalışmalarında araç geliş ve servis zamanları için lognormal dağılımları kullanmışlardır. Benzer çalışmalarını farklı bir durum için negatif üstel ve Erlang 2 dağılımlarını kullanarak da yapmışlardır.

$$k = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\sigma_a}{\tau_a} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_s}{\tau_s} \right)^2 \right] \quad (5)$$

Kimber ve Daly’ nin farklı trafik akımları için kavşaklarda yapmış oldukları gözlem ve çalışmalar neticesinde (σ_a / τ_a) değerinin 0,75 ile 1,25 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Trafik koşulları ve zamana bağlı olarak (σ_a / τ_a) değerinin değiştiği bilinmesine rağmen, literatürde kabul gören ve yukarıda belirtilen gecikme modellerinde gecikme değişkeni k için sabit bir değer kabul edilir. Bu sabit değer ise, (5) deki ifadeden hareketle, sinyalizasyon olmayan bir kavşağa gelişlerin ve ayrılışların rastgele olduğu düşünülürse, $(\sigma_a / \tau_a) = (\sigma_s / \tau_s) = 1,0$ ve dolayısıyla k değeri 1,0 olacaktır. Diğer taraftan, sinyalizasyon bir kavşakta rastgele gelişler ve uniform ayrılışlar kabulü ile, $(\sigma_a / \tau_a) = 1$ ve $(\sigma_s / \tau_s) = 0$ olacaktır. Bu durumda ise gecikme değişkeni k’ nin değeri 0,5 olacaktır. Ancak bu değer değişen trafik koşulları ve farklı çözümleme süreleri altında her zaman sabit kabul edilmesi bir sinyalizasyon kavşak için gecikmenin hatalı tahmin edilmesine sebep olacaktır. Bu sebeple de 1990’lı yıllardan sonra birçok araştırmacı sabit gecikme değişkeninin yerine farklı değişkenlere bağlı bir k değişkenini modellemeye çalışmışlardır.

6. VERİLERİN TANITILMASI

Bu proje kapsamında Denizli ili merkezinde bulunan 9 farklı kavşakta yapılan ekşi tarihli hacim sayımları verileri ele alınmıştır. Bu kavşakların isimleri şu şekildedir:

- Öğretmen evi kavşağı
- Emek kavşağı
- Halk caddesi kavşağı
- Halley oteli kavşağı
- II. Sanayi kavşağı
- İtfaiye kavşağı
- Sigorta kavşağı
- Suluköprü kavşağı
- Ulus kavşağı

Bu belirtilen kavşakların farklı farklı kollarında gelen trafik hacimleri ele alınmıştır. Sayımlar sabah, öğle ve akşam pik saatlerinde olmak üzere 3 kere yapılmıştır. Bu pik saatlerdeki araçların geliş ve servis süreleri alınıp, bu sürelerin her pik saate göre ortalamaları ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler ile (5) bağıntısı ile gecikme değişkeni k değerleri her bir sinyal devresi için ayrı ayrı elde edilmiştir.

$$k = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\sigma_a}{\tau_a} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_s}{\tau_s} \right)^2 \right] \quad (5)$$

σ_a : Geliş aralıklarının standart sapması

τ_a : Geliş aralıklarının ortalaması

σ_s : Servis aralıklarının standart sapması

Ts: Servis aralıklarının ortalaması

Diğer taraftan yine her bir kavşağın kavşak kollarında ve her pik saatte ayrı ayrı olmak üzere yeşil sinyal süresi (g) ve devre süresi (c) değerleri belirlenmiştir. Bu değerler üzerinden yine bütün hepsinden ayrı olmak üzere g/c oranları hesaplanmıştır.

Son olarak da, elde bulunan veriler toplu olarak ve iki ayrı gruba bölünerek istatistik yöntemlerden regresyon analizi ve doğru uydurma yöntemlerinde analiz edilmiştir. Bu analizler sırasında, gecikme değişkeni k değeri y giriş aralığında bağımlı değişken ve yeşil sinyal süresi ve devre süresi oranı g/c değeri x giriş aralığında bağımsız değişken olarak alınarak gecikme değişkeni k değeri ile sinyal devre süreleri arasındaki ilişki gözlemlenmiştir.

6.1 Öğretmen Evi Kavşağı

Tablo 6.1: Öğretmen Evi Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

ÖĞRETMEN EVİ KAVŞAĞI (giriş verileri)																	
VİLAYET GELİŞ SAĞ						VİLAYET GELİŞ SOL						II. TİCARİ YOL SAĞ					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	128	20,336	14,786	23	90	SABAH	266	12,015	11,375	23	90	SABAH	112	19,777	10,971	23	90
ÖĞLE	129	19,465	14,918	23	90	ÖĞLE	73	13,959	11,989	23	90	ÖĞLE	239	11,456	6,307	23	90
AKŞAM	132	18,924	14,841	23	90	AKŞAM	131	14,168	11,981	23	90	AKŞAM	253	11,427	6,3025	23	90
ÖĞRETMEN EVİ KAVŞAĞI (çıkış verileri)																	
VİLAYET GELİŞ SAĞ						VİLAYET GELİŞ SOL						II. TİCARİ YOL SAĞ					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	128	6,828	7,275	23	90	SABAH	266	4,902	4,49	23	90	SABAH	112	2,196	1,328	23	90
ÖĞLE	129	5,395	5,93	23	90	ÖĞLE	73	5,027	5,562	23	90	ÖĞLE	239	2,343	1,008	23	90
AKŞAM	132	5,696	6,044	23	90	AKŞAM	131	5,022	5,292	23	90	AKŞAM	253	2,612	2,39	23	90

Tablo 6.2: Öğretmen Evi Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

VİLAYET	GELİŞ ARALIKLARI		ÇIKIŞ ARALIKLARI		k	YEŞİL SÜRE (g)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
	GELİŞ SAĞ	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA				
SABAH	20,336	14,786	6,828	7,275	0,831935	23	90	0,255556
ÖĞLE	19,465	14,918	5,395	5,93	0,897768	23	90	0,255556
AKŞAM	18,924	14,841	5,696	6,044	0,87048	23	90	0,255556
VİLAYET GELİŞ SOL								
SABAH	12,015	11,375	4,902	4,49	0,867637	23	90	0,255556
ÖĞLE	13,959	11,989	5,027	5,562	0,980919	23	90	0,255556
AKŞAM	14,168	11,981	5,022	5,292	0,912761	23	90	0,255556
II. TİCARİ YOL SAĞ								
SABAH	19,777	10,971	2,196	1,328	0,336718	23	90	0,255556
ÖĞLE	11,456	6,307	2,343	1,008	0,244091	23	90	0,255556
AKŞAM	11,427	6,3025	2,612	2,39	0,57072	23	90	0,255556

6.2 Emek Kavşağı

Tablo 6.3: Emek Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

EMEK KAVŞAĞI (giriş verileri)																	
DEMOKRASİ GELİŞ					İSTİKLAL GELİŞ					LİSE GELİŞ							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	155	17,987	15,766	23	91	SABAH	263	16,65	13,49	23	91	SABAH	263	7,9658	8,5016	23	91
ÖĞLE	117	20,923	16,454	23	91	ÖĞLE	275	22,821	14,896	23	91	ÖĞLE	152	10,678	11,097	23	91
AKŞAM	176	16,318	14,919	23	91	AKŞAM	245	21,802	17,718	23	91	AKŞAM	234	8,534	11,395	23	91
LİSE GELİŞ SOL					TUGAY GELİŞ												
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	154	10,288	9,1341	23	91	SABAH	138	18,992	16,237	23	91						
ÖĞLE	207	9,7488	8,684	23	91	ÖĞLE	114	20,271	16,96	23	91						
AKŞAM	312	7,0417	8,0154	23	91	AKŞAM	194	14,335	12,506	23	91						
EMEK KAVŞAĞI (çıkış verileri)																	
DEMOKRASİ GELİŞ					İSTİKLAL GELİŞ					LİSE GELİŞ							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	155	4,692	3,94	23	91	SABAH	263	4,214	3,023	23	91	SABAH	263	2,304	1,358	23	91
ÖĞLE	117	4,641	4,594	23	91	ÖĞLE	275	4,782	3,925	23	91	ÖĞLE	152	2,784	3,17	23	91
AKŞAM	176	4,617	3,603	23	91	AKŞAM	245	4,721	3,876	23	91	AKŞAM	234	2,491	2,125	23	91
LİSE GELİŞ SOL					TUGAY GELİŞ												
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	154	2,442	2,252	23	91	SABAH	138	4,594	3,833	23	91						
ÖĞLE	207	2,115	1,799	23	91	ÖĞLE	114	4,912	5,36	23	91						
AKŞAM	312	2,79	2,752	23	91	AKŞAM	194	3,396	2,633	23	91						

Tablo 6.4: Emek Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

DEMOKR.	GELİŞ ARALIKLARI		ÇIKIŞ ARALIKLARI		k	YEŞİL SÜRE (g)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA				
GELİŞ								
SABAH	17,987	15,766	4,692	3,94	0,736716	23	91	0,252747
ÖĞLE	20,923	16,454	4,641	4,594	0,799142	23	91	0,252747
AKŞAM	16,318	14,919	4,617	3,603	0,722436	23	91	0,252747
İSTİKLAL GELİŞ								
SABAH	16,65	13,49	4,214	3,023	0,585531	23	91	0,252747
ÖĞLE	22,821	14,896	4,782	3,925	0,549875	23	91	0,252747
AKŞAM	21,802	17,718	4,721	3,876	0,667253	23	91	0,252747
LİSE GELİŞ								
SABAH	7,9658	8,5016	2,304	1,358	0,743227	23	91	0,252747
ÖĞLE	10,678	11,097	2,784	3,17	1,188271	23	91	0,252747
AKŞAM	8,534	11,395	2,491	2,125	1,255308	23	91	0,252747
LİSE GELİŞ SOL								
SABAH	10,288	9,1341	2,442	2,252	0,819352	23	91	0,252747
ÖĞLE	9,7488	8,684	2,115	1,799	0,758494	23	91	0,252747
AKŞAM	7,0417	8,0154	2,79	2,752	1,134309	23	91	0,252747
TUGAY GELİŞ								
SABAH	18,992	16,237	4,594	3,833	0,71353	23	91	0,252747
ÖĞLE	20,271	16,96	4,912	5,36	0,945367	23	91	0,252747
AKŞAM	14,335	12,506	3,396	2,633	0,681113	23	91	0,252747

6.3 Halk Caddesi Kavşağı

Tablo 6.5: Halk Caddesi Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

HALK CADDESİ KAVŞAĞI (giriş verileri)																	
BAYRAMYERİ GELİŞ					EMEK GELİŞ					OTOGAR GELİŞ SOL							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	279	10,348	10,332	21	75	SABAH	234	10,778	8,497	20	75	SABAH	70	24,814	16,25	20	80
ÖĞLE	150	14,147	13,033	24	80	ÖĞLE	240	9,3875	8,2728	25	80	ÖĞLE	72	25,875	19,114	20	80
AKŞAM	196	13,75	12,286	24	80	AKŞAM	263	9,7376	9,7646	25	80	AKŞAM	99	20,444	13,814	20	80
İTFAİYE GELİŞ MİX					SULUKOPRÜ GELİŞ SAĞ												
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE						
SABAH	346	7,777	8,868	23	80	SABAH	152	12,007	10,781	23	80						
ÖĞLE	201	12,502	12,73	20	80	ÖĞLE	156	14,122	11,088	23	80						
AKŞAM	232	12,496	12,772	20	80	AKŞAM	154	14,883	13,048	23	80						
HALK CADDESİ KAVŞAĞI (çıkış verileri)																	
BAYRAMYERİ GELİŞ					EMEK GELİŞ					OTOGAR GELİŞ SOL							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	279	2,806	1,774	21	75	SABAH	234	3,769	3,521	20	75	SABAH	70	3,685	2,758	20	80
ÖĞLE	150	3,753	1,749	24	80	ÖĞLE	240	3,77	1,811	25	80	ÖĞLE	72	4,236	3,502	20	80
AKŞAM	196	3,418	1,685	24	80	AKŞAM	263	3,775	1,865	25	80	AKŞAM	99	3,717	2,462	20	80
İTFAİYE GELİŞ MİX					SULUKOPRÜ GELİŞ SAĞ												
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE						
SABAH	346	2,58	1,631	23	80	SABAH	152	2,768	2,051	23	80						
ÖĞLE	201	3,179	1,351	20	80	ÖĞLE	156	3,403	2,597	23	80						
AKŞAM	232	2,831	2,235	20	80	AKŞAM	154	3,538	2,682	23	80						

Tablo 6.6: Halk Caddesi Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

GELİŞ	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA	k	YEŞİL SÜRE (s)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
SABAH	10,348	10,332	2,806	1,774	0,698304	21	75	0,28
ÖĞLE	14,147	13,033	3,753	1,749	0,532946	24	80	0,3
AKŞAM	13,75	12,286	3,418	1,685	0,520709	24	80	0,3
EMEK GELİŞ								
SABAH	10,778	8,497	3,769	3,521	0,747125	20	75	0,266667
ÖĞLE	9,3875	8,2728	3,77	1,811	0,503685	25	80	0,3125
AKŞAM	9,7376	9,7646	3,775	1,865	0,624814	25	80	0,3125
OTOGAR GELİŞ SOL								
SABAH	24,814	16,25	3,685	2,758	0,49451	20	80	0,25
ÖĞLE	25,875	19,114	4,236	3,502	0,614578	20	80	0,25
AKŞAM	20,444	13,814	3,717	2,462	0,447647	20	80	0,25
İTFAİYE GELİŞ MIX								
SABAH	7,777	8,868	2,58	1,631	0,849945	23	80	0,2875
ÖĞLE	12,502	12,73	3,179	1,351	0,608706	20	80	0,25
AKŞAM	12,496	12,772	2,831	2,235	0,833965	20	80	0,25
SULUKÖPR. GELİŞ SAĞ								
SABAH	12,007	10,781	2,768	2,051	0,677623	23	80	0,2875
ÖĞLE	14,122	11,088	3,403	2,597	0,599436	23	80	0,2875
AKŞAM	14,883	13,048	3,538	2,682	0,67163	23	80	0,2875

6.4 Halley Oteli Kavşağı

Tablo 6.7: Halley Oteli Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

HALLEY OTELİ KAVŞAĞI (giriş verileri)																	
TREN GARI GELİŞ SAĞ					ÇINAR GELİŞ SAĞ					CUMHURİYET CADDESİ SAĞ							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	136	12,287	13,154	30	120	SABAH	234	6,482	4,905	45	120	SABAH	209	12,866	11,673	30	120
ÖĞLE	143	14,595	14,777	30	120	ÖĞLE	200	8,17	7,1	45	120	ÖĞLE	218	12,078	10,331	30	120
AKŞAM	70	16,043	17,466	30	120	AKŞAM	268	6,813	5,122	45	120	AKŞAM	239	5,5397	6,579	30	120
GAR GELİŞ					HALK CADDESİ GELİŞ					HALK CADDESİ GELİŞ SOL							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	130	15,331	11,909	30	120	SABAH	246	10,691	8,0215	30	120	SABAH	289	6,9654	7,8275	30	120
ÖĞLE	157	17,433	15,056	30	120	ÖĞLE	207	11,096	9,865	30	120	ÖĞLE	301	7,4186	6,9208	30	120
AKŞAM	200	13,175	12,942	30	120	AKŞAM	71	10,154	12,31	30	120	AKŞAM	66	8,1818	8,4851	30	120
HALLEY OTELİ KAVŞAĞI (çıkış verileri)																	
TREN GARI GELİŞ SAĞ					ÇINAR GELİŞ SAĞ					CUMHURİYET CADDESİ SAĞ							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	136	3,544	2,756	30	120	SABAH	234	2,068	1,05	45	120	SABAH	209	3,301	1,738	30	120
ÖĞLE	143	3,909	3,684	30	120	ÖĞLE	200	2,13	2,062	45	120	ÖĞLE	218	3,536	1,506	30	120
AKŞAM	70	2,914	1,847	30	120	AKŞAM	268	2,16	1,301	45	120	AKŞAM	239	3,02	0,914	30	120
GAR GELİŞ					HALK CADDESİ GELİŞ					HALK CADDESİ GELİŞ SOL							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	130	3,569	1,535	30	120	SABAH	246	2,711	1,518	30	120	SABAH	289	4,441	9,891	30	120
ÖĞLE	157	3,738	2,769	30	120	ÖĞLE	301	3,231	1,515	30	120	ÖĞLE	301	3,189	5,959	30	120
AKŞAM	200	3,215	2,327	30	120	AKŞAM	71	2,591	1,45	30	120	AKŞAM	66	4,166	6,279	30	120

Tablo 6.8: Halley Oteli Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

TREN GARI	GELİŞ ARALIKLARI		ÇIKIŞ ARALIKLARI		k	YEŞİL SÜRE (s)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA				
GELİŞ SAĞ								
SABAH	12,287	13,154	3,544	2,756	0,875424	30	120	0,25
ÖĞLE	14,595	14,777	3,909	3,684	0,956645	30	120	0,25
AKŞAM	16,043	17,466	2,914	1,847	0,793507	30	120	0,25
ÇINAR GELİŞ SAĞ								
SABAH	6,482	4,905	2,068	1,05	0,415204	45	120	0,375
ÖĞLE	8,17	7,1	2,13	2,062	0,846194	45	120	0,375
AKŞAM	6,813	5,122	2,16	1,301	0,463992	45	120	0,375
CUM.CD. SAĞ								
SABAH	12,866	11,673	3,301	1,738	0,550179	30	120	0,25
ÖĞLE	12,078	10,331	3,536	1,506	0,456515	30	120	0,25
AKŞAM	5,5397	6,579	3,02	0,914	0,751006	30	120	0,25
GAR GELİŞ								
SABAH	15,331	11,909	3,569	1,535	0,394193	30	120	0,25
ÖĞLE	17,433	15,056	3,738	2,769	0,647316	30	120	0,25
AKŞAM	13,175	12,942	3,215	2,327	0,744411	30	120	0,25
HALK CD. GELİŞ								
SABAH	10,691	8,0215	2,711	1,518	0,438245	30	120	0,25
ÖĞLE	11,096	9,865	3,231	1,515	0,505144	30	120	0,25
AKŞAM	10,154	12,31	2,591	1,45	0,891465	30	120	0,25
HALK CD. GELİŞ SOL								
SABAH	6,9654	7,8275	4,441	9,891	3,111641	30	120	0,25
ÖĞLE	7,4186	6,9208	3,189	5,959	2,181003	30	120	0,25
AKŞAM	8,1818	8,4851	4,166	6,279	1,673585	30	120	0,25

6.5 II. Sanayi Kavşağı

Tablo 6.9: II. Sanayi Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

II. SANAYİ KAVŞAĞI (giriş verileri)					
SAĞ ŞERİT					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	156	9,2692	9,6375	23	80
ÖĞLE	160	8,8013	8,6513	23	80
AKŞAM	170	9,7949	11,026	23	80
II. SANAYİ KAVŞAĞI (çıkış verileri)					
SAĞ ŞERİT					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	156	1,846	0,55	23	80
ÖĞLE	160	2,31	1,07	23	80
AKŞAM	170	1,839	0,488	23	80

Tablo 6.10: II. Sanayi Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

SAĞ	GELİŞ ARALIKLARI		ÇIKIŞ ARALIKLARI		k	YEŞİL SÜRE (g)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA				
SABAH	9,2692	9,6375	1,846	0,55	0,584908	23	80	0,2875
ÖĞLE	8,8013	8,6513	2,31	1,07	0,590381	23	80	0,2875
AKŞAM	9,7949	11,026	1,839	0,488	0,668795	23	80	0,2875

6.6 İtfaiye Kavşağı

Tablo 6.11: İtfaiye Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

İTFAYE KAVŞAĞI (giriş verileri)											
GARAJ GELİŞ SAĞ						PALAZ GELİŞ MİX(ADLİYE)					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	48	29,354	15,248	25	85	SABAH	133	16,211	14,051	25	85
ÖĞLE	67	24,537	15,911	25	85	ÖĞLE	141	16,007	14,639	25	85
AKŞAM	182	14,357	9,5385	25	85	AKŞAM	190	15,121	13,897	25	85
İTFAYE KAVŞAĞI (çıkış verileri)											
GARAJ GELİŞ SAĞ						PALAZ GELİŞ MİX(ADLİYE)					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	48	3,083	2,923	25	85	SABAH	133	3,045	2,319	25	85
ÖĞLE	67	3,268	2,603	25	85	ÖĞLE	141	3,134	2,6	25	85
AKŞAM	182	3,032	1,274	25	85	AKŞAM	190	3,268	2,413	25	85

Tablo 6.12: İtfaiye Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

GARAJ	GELİŞ ARALIKLARI		ÇIKIŞ ARALIKLARI		k	YEŞİL SÜRE (g)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA				
GELİŞ SAĞ								
SABAH	29,354	15,248	3,083	2,923	0,584364	25	85	0,294118
ÖĞLE	24,537	15,911	3,268	2,603	0,527459	25	85	0,294118
AKŞAM	14,357	9,5385	3,032	1,274	0,308978	25	85	0,294118
PALAZ GEL. MİX (ADLİYE)								
SABAH	16,211	14,051	3,045	2,319	0,665633	25	85	0,294118
ÖĞLE	16,007	14,639	3,134	2,6	0,762316	25	85	0,294118
AKŞAM	15,121	13,897	3,268	2,413	0,694926	25	85	0,294118

6.7 Sigorta Kavşağı

Tablo 6.13: Sigorta Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

SİGORTA KAVŞAĞI (giriş verileri)																	
DEMOKRASİ GELİŞ 2					DEMOKRASİ GELİŞ					İNÖNÜ ONNİSAN							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	154	16,779	16,155	20	90	SABAH	198	14,919	13,381	20	90	SABAH	154	18,396	20,107	20	95
ÖĞLE	142	18,134	15,833	20	90	ÖĞLE	114	20,342	15,223	20	90	ÖĞLE	120	19,942	17,733	20	95
AKŞAM	223	10,7	11,539	20	90	AKŞAM	144	18,916	17,985	20	90	AKŞAM	274	11,482	13,799	20	95
İNÖNÜ TİYATRO					LİSE GELİŞ												
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE						
SABAH	205	14,337	13,908	20	95	SABAH	258	9,1124	11,643	25	100						
ÖĞLE	53	23,924	18,606	20	95	ÖĞLE	242	10,62	13,386	25	100						
AKŞAM	56	20,267	16,818	20	95	AKŞAM	429	5,1233	8,3653	25	100						
SİGORTA KAVŞAĞI (çıkış verileri)																	
DEMOKRASİ GELİŞ 2					DEMOKRASİ GELİŞ					İNÖNÜ ONNİSAN							
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	154	4,181	2,593	20	90	SABAH	198	4,449	6,41	20	90	SABAH	154	4,097	3,12	20	95
ÖĞLE	142	4,062	2,127	20	90	ÖĞLE	114	4,333	3,084	20	90	ÖĞLE	120	4,458	3,377	20	95
AKŞAM	223	4,125	7,393	20	90	AKŞAM	144	4,909	3,594	20	90	AKŞAM	274	2,85	1,42	20	95
İNÖNÜ TİYATRO					LİSE GELİŞ												
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE						
SABAH	205	3,131	3,655	20	95	SABAH	258	2,093	1,562	25	100						
ÖĞLE	53	3,811	3,863	20	95	ÖĞLE	242	2,487	2,035	25	100						
AKŞAM	56	3,928	4,185	20	95	AKŞAM	429	1,773	1,142	25	100						

Tablo 6.14: Sigorta Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

DEMOKR.	GELİŞ ARALIKLARI			ÇIKIŞ ARALIKLARI			k	YEŞİL SÜRE (g)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
GELİŞ 2	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA				
SABAH	16,779	16,155	4,181	2,593	0,655818	20	90	0,222222		
ÖĞLE	18,134	15,833	4,062	2,127	0,518258	20	90	0,222222		
AKŞAM	10,7	11,539	4,125	7,393	2,187552	20	90	0,222222		
DEMOKR. GELİŞ										
SABAH	14,919	13,381	4,449	6,41	1,440137	20	90	0,222222		
ÖĞLE	20,342	15,223	4,333	3,084	0,533308	20	90	0,222222		
AKŞAM	18,916	17,985	4,909	3,594	0,719997	20	90	0,222222		
İNÖNÜ ONNİSAN										
SABAH	18,396	20,107	4,097	3,12	0,887301	20	95	0,210526		
ÖĞLE	19,942	17,733	4,458	3,377	0,682278	20	95	0,210526		
AKŞAM	11,482	13,799	2,85	1,42	0,846279	20	95	0,210526		
İNÖNÜ TİYATRO										
SABAH	14,337	13,908	3,131	3,655	1,151888	20	95	0,210526		
ÖĞLE	23,924	18,606	3,811	3,863	0,816156	20	95	0,210526		
AKŞAM	20,267	16,818	3,928	4,185	0,91187	20	95	0,210526		
LİSE GELİŞ										
SABAH	9,1124	11,643	2,093	1,562	1,094751	25	100	0,25		
ÖĞLE	10,62	13,386	2,487	2,035	1,12914	25	100	0,25		
AKŞAM	5,1233	8,3653	1,773	1,142	1,540446	25	100	0,25		

6.8 Suluköprü Kavşağı

Tablo 6.15: Suluköprü Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

SULUKÖPRÜ KAVŞAĞI (giriş verileri)											
ÇINAR GELİŞ SAĞ						İSTİKLAL GELİŞ SOL					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	114	21,473	16,284	30	65	SABAH	191	10,932	10,774	30	65
ÖĞLE	137	19,555	14,12	30	65	ÖĞLE	236	13,174	15,044	30	65
AKŞAM	152	13,533	10,969	30	65	AKŞAM	179	16,52	16,099	30	65
KIBRIS GELİŞ SAĞ						PELİTLİBAĞ GELİŞ MİX					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	344	7,125	8,9481	18	70	SABAH	156	16,699	11,979	25	65
ÖĞLE	154	14,812	14,074	18	70	ÖĞLE	78	19,333	14,279	25	65
AKŞAM	275	12,582	12,432	18	70	AKŞAM	132	14,114	11,926	25	65
SULUKÖPRÜ KAVŞAĞI (çıkış verileri)											
ÇINAR GELİŞ SAĞ						İSTİKLAL GELİŞ SOL					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	152	3,017	2,086	30	65	SABAH	191	2,617	1,291	30	65
ÖĞLE	137	3,262	1,986	30	65	ÖĞLE	236	3,131	4,178	30	65
AKŞAM	152	2,993	2,365	30	65	AKŞAM	179	3,245	2,129	30	65
KIBRIS GELİŞ SAĞ						PELİTLİBAĞ GELİŞ MİX					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE		TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	344	3,797	9,686	18	70	SABAH	156	2,217	0,772	25	65
ÖĞLE	154	3,184	1,973	18	70	ÖĞLE	78	1,397	1,782	25	65
AKŞAM	275	3,032	1,939	18	70	AKŞAM	132	1,78	1,77	25	65

Tablo 6.16: Suluköprü Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

ÇINAR	GELİŞ ARALIKLARI		ÇIKIŞ ARALIKLARI		k	YEŞİL SÜRE (g)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA				
GELİŞ SAĞ								
SABAH	21,473	16,284	3,017	2,086	0,526573	30	65	0,461538
ÖĞLE	19,555	14,12	3,262	1,986	0,446026	30	65	0,461538
AKŞAM	13,533	10,969	2,993	2,365	0,640675	30	65	0,461538
İSTİKLAL GELİŞ SOL								
SABAH	10,932	10,774	2,617	1,291	0,60733	30	65	0,461538
ÖĞLE	13,174	15,044	3,131	4,178	1,54233	30	65	0,461538
AKŞAM	16,52	16,099	3,245	2,129	0,690065	30	65	0,461538
KIBRIS GELİŞ SAĞ								
SABAH	7,125	8,9481	3,797	9,686	4,042311	18	70	0,257143
ÖĞLE	14,812	14,074	3,184	1,973	0,643407	18	70	0,257143
AKŞAM	12,582	12,432	3,032	1,939	0,692637	18	70	0,257143
PELİTLİBAĞ GELİŞ MİX								
SABAH	16,699	11,979	2,217	0,772	0,317922	25	65	0,384615
ÖĞLE	19,333	14,279	1,397	1,782	1,086317	25	65	0,384615
AKŞAM	14,114	11,926	1,78	1,77	0,851391	25	65	0,384615

6.9 Ulus Kavşağı

Tablo 6.17: Ulus Kavşağı Trafik Hacimleri Tablosu

ULUS KAVŞAĞI (giriş verileri)					
İNCİLİPİNAR GELİŞ MİX					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	149	19,369	14,358	19	75
ÖĞLE	78	15,577	9,3677	19	75
AKŞAM	146	18,514	14,459	19	75
ULUS KAVŞAĞI (çıkış verileri)					
İNCİLİPİNAR GELİŞ MİX					
	TRAF. HAC.	ORTALAMA	ST. SAPMA	YEŞİL SÜRE	DEVRE SÜRE
SABAH	149	3,093	3,504	19	75
ÖĞLE	78	2,141	2,526	19	75
AKŞAM	146	2,849	2,804	19	75

Tablo 6.18: Ulus Kavşağı k ve g/c Değerleri Tablosu

İNCİLİPİNAR	GELİŞ ARALIKLARI		ÇIKIŞ ARALIKLARI		k	YEŞİL SÜRE (g)	DEVRE SÜRESİ (c)	g/c
	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ORTALAMA	STANDART SAPMA				
SABAH	19,369	14,358	3,093	3,504	0,916463	19	75	0,253333
ÖĞLE	15,577	9,3677	2,141	2,526	0,87682	19	75	0,253333
AKŞAM	18,514	14,459	2,849	2,804	0,789292	19	75	0,253333

7. ANALİZLER

7.1 Verilerin Tamamı Kullanılarak Yapılan Analizler

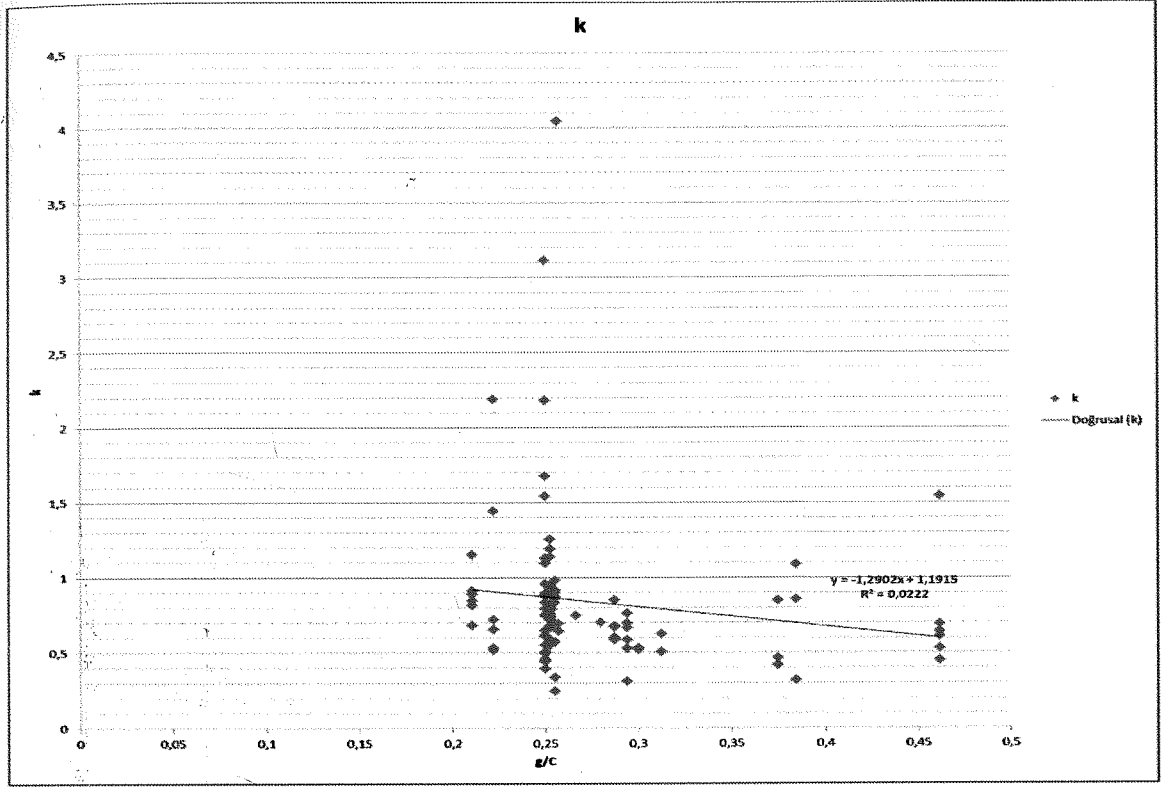
Çalışmamız kapsamında ilk olarak yaptığımız analizlerde verilerin tamamı ele alınmıştır. Bu kapsamda bütün kavşak kollarından pik saatlerde elde edilen 96 adet verinin hepsi kullanılmıştır. Analizler, excel bilgisayar programında regresyon analizi ve doğru uydurma yöntemleri ile yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları aşağıda gösterildiği gibidir;

- Regresyon analizi sonuçları;

Tablo 7.1: Verilerin tamamı ile yapılan regresyon analizi sonuçları

ÖZET ÇIKIŞI								
<i>Regresyon İstatistikleri</i>								
Çoklu R	0,148924486							
R Kare	0,022178503							
Ayarlı R Kare	0,011776146							
Standart Hata	0,523660351							
Gözlem	96							
		k=-1,290(g/c)+1,191						
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F			
Regresyon	1	0,584655285	0,584655285	2,132065264	0,147580516			
Fark	94	25,77669537	0,274220164					
Toplam	95	26,36135066						
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	1,191491501	0,250298245	4,760287078	6,99138E-06	0,694518468	1,688464533	0,694518468	1,688464533
g/c	-1,290233473	0,883625128	-1,460159328	0,147580516	-3,044691878	0,464224932	-3,044691878	0,464224932

- Doğru uydurma analizi sonuçları;



Şekil 7.1: Verilerin tamamı ile yapılan doğru uydurma analizi sonuç grafiği

7.2 1. Grup Analiz Sonuçları

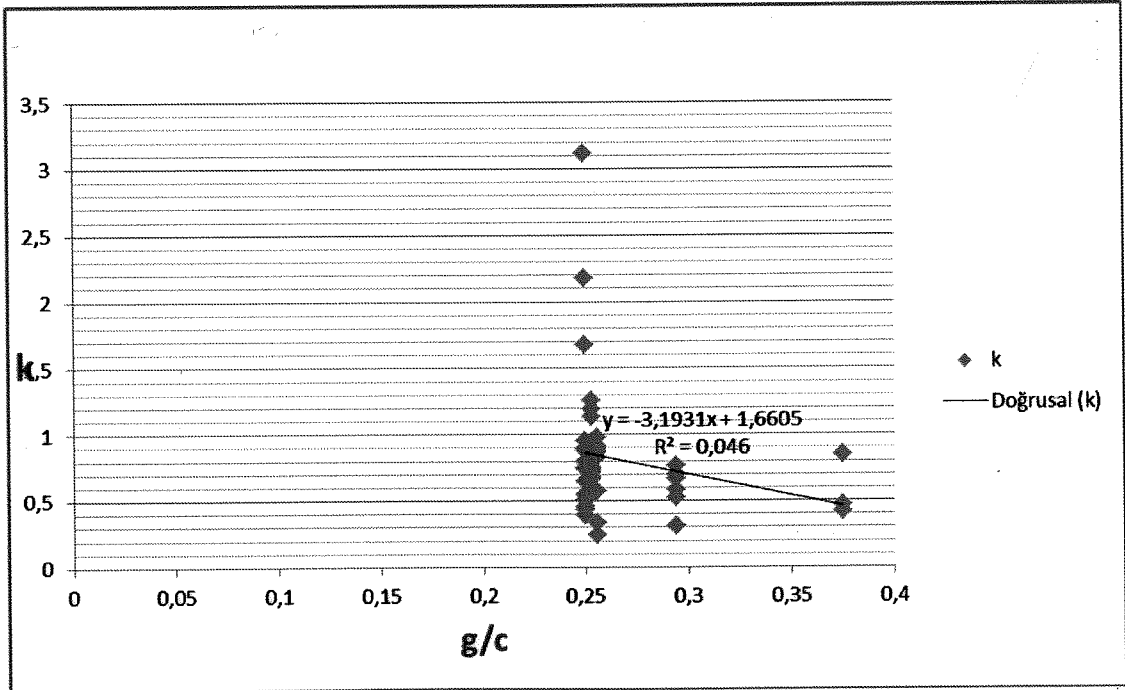
Çalışmamız kapsamında ikinci aşamada toplanan veriler iki ayrı gruba ayrılarak regresyon analizi ve doğru uydurma analizi işlemleri tekrarlanmıştır. Bu kapsamda veriler eşit sayıda olmak üzere 48'erli iki ayrı gruba bölünmüştür. 1. Grup kapsamında, Emek Kavşağı, Halley Oteli Kavşağı, Öğretmen Evi Kavşağı ve İtfaiye Kavşağı sayımlarından elde edilen veriler birlikte kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları aşağıdaki gibidir;

- Regresyon analizi sonuçları;

Tablo 7.2: 1. Grup regresyon analizi sonuçları

ÖZET ÇIKIŞI								
Regresyon İstatistikleri								
Çoklu R	0,214591962							
R Kare	0,04604971							
Ayarlı R Kare	0,02531166							
Standart Hata	0,468562099							
Gözlem	48							
$k = -3,193(g/c) + 1,660$								
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>			
Regresyon	1	0,487520971	0,487520971	2,220541987	0,1430107			
Fark	46	10,09932025	0,21955044					
Toplam	47	10,58684122						
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	1,660497555	0,572347942	2,90120298	0,005685983	0,508420902	2,812574209	0,508420902	2,812574209
g/c	-3,193139543	2,142833382	-1,49014831	0,1430107	-7,506439426	1,12016034	-7,506439426	1,12016034

- Doğru uydurma analizi sonuçları;



Şekil 5: 1. Grup doğru uydurma analizi sonuçları

7.3 2. Grup Analiz Sonuçları

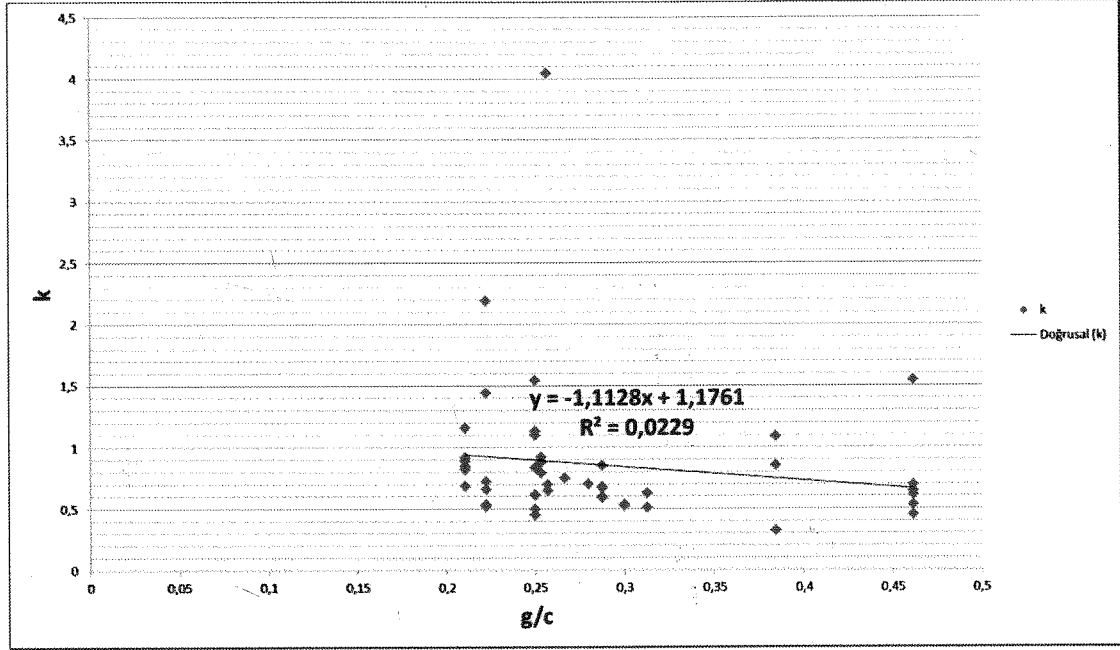
2. grup kapsamında da yine 48 adet veri kullanılmıştır. Halk Caddesi Kavşağı, Sigorta Kavşağı, Suluköprü Kavşağı, II. Sanayi Kavşağı ve Ulus Kavşağı sayımlarından elde edilen veriler ele alınmıştır. Elde edilen analiz sonuçları aşağıdaki gibidir;

- Regresyon analizi sonuçları;

Tablo 2: 2. Grup regresyon analizi sonuçları

ÖZET ÇIKIŞI								
Regresyon İstatistikleri								
Çoklu R	0,151267119							
R Kare	0,022881741							
Ayarlı R Kare	0,00164004							
Standart Hata	0,578092071							
Gözlem	48							
		k=-1,112(g/c)+1,176						
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F			
Regresyon	1	0,359992789	0,359992789	1,077208511	0,304747987			
Fark	46	15,37276036	0,334190443					
Toplam	47	15,73275315						
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	1,176056428	0,320112798	3,673881312	0,000621579	0,531702785	1,820410071	0,531702785	1,820410071
g/c	-1,112835662	1,072213193	-1,03788656	0,304747987	-3,271088878	1,045417555	-3,271088878	1,045417555

- Doğru uydurma analizi sonuçları;



8. SONUÇLAR

Yaptığımız çalışma kapsamında k gecikme değişkeni ile yeşil sinyal süresi (g), devre süresi (c) oranı (g/c) arasındaki ilişki istatistikteki regresyon analizi ve doğru uydurma yöntemleri ile excel bilgisayar programında analizler yapılarak incelenmiştir.

Analizler sırasında gecikme değişkeni k değeri bağımlı değişken, g/c oranı bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Yani bu kapsamda k değerinin g/c oranına bağlı veya ondan etkilenen bir değişken olduğu incelenmiştir.

Analizler için kavşak sayılarından elde edilen trafik hacimleri ve sinyal süreleri kullanılmıştır. Toplamda 96 adet veri bulunmaktadır. Verilerin hepsi birlikte ve 48'erli olarak iki ayrı grupta olmak üzere farklı durumlarda analizler yapılmıştır.

Tüm bunlar kapsamında yapılan regresyon analizi ve doğru uydurma analizi sonuçları karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerin sonuçları şu şekilde sıralanabilir:

- Verilerin tamamı birlikte ele alınarak yapılan 96 verili ilk değerlendirmede regresyon analizi sonucunda bulunan R^2 değeri $0 < R^2 < 1$ arasında bir değer almıştır. R^2 değerinin 0'a eşit olmaması yapılan analizin anlamlılığını göstermektedir. Bu değer 1 yakınlığı ise g/c oranının k gecikme değerine etki derecesini göstermektedir. Bu bakımdan etkisi düşük kalmaktadır.
- Verilerin tamamı ele alınarak yapılan 96 verili analizde regresyon analizi sonucunda bulunan katsayılar kısmındaki g/c oranı katsayısı negatif değerde bulunmaktadır. Bu bağımsız değişken olan sinyal devre süresi oranı g/c değeri ile bağımlı değişken olan gecikme değişkeni k değeri arasında ters bir orantı olduğu anlamına gelmektedir. Yani bağımsız değişken olan g/c oranının artmasında bağımlı değişken olan k değerinde azalma gözlenmekte, g/c oranının

değerinde yaşanan azalma durumunda ise k değerinde artma gözlenmektedir.

- Verilerin tamamı ele alınarak yapılan 96 verili analizde doğru uydurma analizi sonucunda elde edilen doğru grafiğinin denklemi regresyon analizi sonucu elde edilen denklem ile aynıdır. Yukarıdaki iki maddede belirtildiği gibi doğru uydurma analizi grafiği incelendiğinde, R^2 değerinin sifira yakınlık durumundan dolayı oluşan düşük eğim oranı ve g/c oranı ile k değeri arasındaki ters orantı görülmektedir.
- Verilerin gruplandırılmasından sonra yapılan 1. Grup analizlerindeki 48 verili ilk değerlendirmede regresyon analizi sonucunda bulunan R^2 değeri $0 < R^2 < 1$ arasında bir değer almıştır. R^2 değerinin 0'a eşit olmaması yapılan analizin anlamlılığını göstermektedir. Bu değer 1 yakınlığı ise g/c oranının k gecikme değerine etki derecesini göstermektedir. Bu bakımdan etkisi düşük kalmaktadır.
- Verilerin gruplandırılmasından sonra yapılan 1. Grup analizlerindeki 48 verili ilk değerlendirmede regresyon analizi sonucunda bulunan katsayılar kısmındaki g/c oranı katsayısı negatif değerde bulunmaktadır. Bu bağımsız değişken olan sinyal devre süresi oranı g/c değeri ile bağımlı değişken olan gecikme değişkeni k değeri arasında ters bir orantı olduğu anlamına gelmektedir.
- Verilerin gruplandırılmasından sonra yapılan 1. Grup analizlerindeki 48 verili ilk değerlendirmede doğru uydurma analizi sonucunda elde edilen doğru grafiğinin denklemi regresyon analizi sonucu elde edilen denklem ile aynıdır. Yukarıdaki iki maddede belirtildiği gibi doğru uydurma analizi grafiği incelendiğinde, R^2 değerinin sifira yakınlık durumundan dolayı oluşan düşük eğim oranı ve g/c oranı ile k değeri arasındaki ters orantı görülmektedir.
- Verilerin gruplandırılmasından sonra yapılan 2. Grup analizlerindeki 48 verili diğer değerlendirmede regresyon analizi sonucunda bulunan R^2 değeri $0 < R^2 < 1$ arasında bir değer almıştır. R^2 değerinin 0'a eşit olmaması yapılan analizin anlamlılığını göstermektedir. Bu değer 1

- yakınlığı ise g/c oranının k gecikme değerine etki derecesini göstermektedir. Bu bakımdan etkisi düşük kalmaktadır.
- Verilerin gruplandırılmasından sonra yapılan 2. Grup analizlerindeki 48 verili diğer değerlendirmede regresyon analizi sonucunda bulunan katsayılar kısmındaki g/c oranı katsayısı negatif değerde bulunmaktadır. Bu bağımsız değişken olan sinyal devre süresi oranı g/c değeri ile bağımlı değişken olan gecikme değişkeni k değeri arasında ters bir orantı olduğu anlamına gelmektedir.
 - Verilerin gruplandırılmasından sonra yapılan 2. Grup analizlerindeki 48 verili diğer değerlendirmede doğru uydurma analizi sonucunda elde edilen doğru grafiğinin denklemi regresyon analizi sonucu elde edilen denklem ile aynıdır. Yukarıdaki iki maddede belirtildiği gibi doğru uydurma analizi grafiği incelendiğinde, R^2 değerinin sıfıra yakınlık durumundan dolayı oluşan düşük eğim oranı ve g/c oranı ile k değeri arasındaki ters orantı görülmektedir.

Sonuç olarak yukarıda ki tüm maddeler incelendiğinde farklı gruplandırmalar yapılarak farklı farklı olarak yapılan tüm regresyon analizleri ve doğru uydurma analizlerinin birbiriyle aynı paralelde sonuçta verdikleri gözlemlenmiştir.

9. KAYNAKLAR

- 1) Akcelik, R., "The Highway Capacity Manual Delay Formula for Signalized Intersections", Institute of Transportation Engineers, 58 (3), 23-27, (1988).
- 2) Mousa, M. R., "Analysis and Modeling of Measured Delays at Isolated Signalized Intersections", Journal of Transportation Engineering, 128, 347-354, (2002).
- 3) Akgüngör, A. P., "Sinyalize Kavşaklarda Gecikme Tahmininin Matematiksel Modellenmesi I: Farklı Çözümleme Süreleri için Zamana Bağlı Yeni Bir Gecikme Modeli", Teknoloji, 7 (3), 369-379, (2004).
- 4) Dion, F., Rakha, H., Kang, Y. S., "Comparison of Delay Estimates at Under-Saturated and Over-Saturated Pre-Timed Signalized Intersections", Transportation Research Part B: Methodological, 38 (2), 99-122, (2004).
- 5) Murat, Y. S., "Comparison of Fuzzy Logic and Artificial Neural Networks Approaches in Vehicle Delay Modeling", Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 14 (5), 316-334, (2006).
- 6) Murat, Y. S., Baskan, O., "Modeling Vehicle Delays at Signalized Junctions: Artificial Neural Networks Approach", Journal of Scientific & Industrial Research, 65, 558-564, (2006).
- 7) Murat, Y. S., Trafik Mühendisliği Ders Notları, Denizli-Türkiye, (2007).
- 8) Ban, X., Herring, R., Hao, P., Bayen A. M., "Delay Pattern Estimation for Signalized Intersections Using Sampled Travel Times", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2130 (14), 109-119, (2009).
- 9) Su, Y., Wei, Z., Cheng, S., Yao, D., Zhang, Y., Li, L., "Delay Estimates of Mixed Traffic Flow at Signalized Intersections in China", Tsinghua Science & Technology, 14 (2), 157-160, (2009).

- 10) Li, J. Q., Wu, G., Zou, N., "Investigation of the impacts of Signal Timing on Vehicle Emissions at an Isolated Intersection", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16, 409-414, (2011)
- 11) Chaudhry, M. S., Ranjitkar, P., "Delay Estimation at Signalized Intersections with Variable Queue Discharge Rate", *Proceedings of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9, 1764-1775, (2013).
- 12) Sekhar, C. R., Raj, P., Parida, P., Gangopadhyay, S., "Estimation Delay and Fuel Loss during Idling of Vehicles at Signalized Intersection in Ahmedabad", *2nd Conference of Transportation Research Group of India – CTRG 2013 (Procedia-Social and Behavioral Sciences)*, 104, 1178-1187, (2013).
- 13) Yanxi, H., Xiaoguang, Y., "Research on the Delay in Signalized Intersection with Left-Turn Special Phase", *13th COTA International Conference of Transportation Professionals – CICTP 2013 (Procedia-Social and Behavioral Sciences)*, 96, 2211-2218, (2013).
- 14) Yun, M., Ji, J., "Delay Analysis of Stop Sign Intersection and Yield Sign Intersection Based on Vissim", *13th COTA International Conference of Transportation Professionals – CICTP 2013 (Procedia-Social and Behavioral Sciences)*, 96, 2024-2031, (2013).
- 15) Çakıcı, Z., "Sinyalize Dönel (Yuvarlakada) Kavşakların Tasarım Esaslarının Araştırılması", *Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli*, (2014).
- 16) Murat, Y. S., Kutluhan, S., Cakici, Z., "Investigation of Cyclic Vehicle Queue and Delay Relationship for Isolated Signalized Intersection", *16th Meeting of the Euro Working Group on Transportation (Procedia-Social and Behavioral Sciences)*, 111 (5), Porto-Portugal, 252-261, (2014).