



**T.C.**  
**TOROS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DÖNEL KAVŞAKLARIN İNCELENMESİ VE MÜHENDİSLİK**  
**YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI,**  
**MERSİN İLİ DÖNEL KAVŞAK ÖRNEĞİ**

**Emre ÜNAL**

**DANIŞMAN**

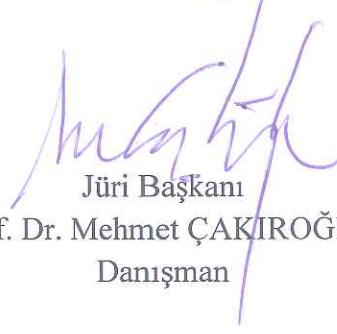
**Prof.Dr. Mehmet ÇAKIROĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

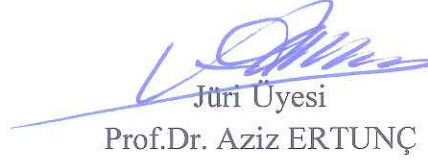
**OCAK 2019**

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL ve ONAY SAYFASI

Emre ÜNAL tarafından hazırlanan “Dönel Kavşakların İncelenmesi ve Mühendislik Yöntemleri ile Karşılaştırılması, Mersin İli Dönel Kavşak Örneği” başlıklı bu çalışma 24.01.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı  
Prof. Dr. Mehmet ÇAKIROĞLU  
Danışman



Jüri Üyesi  
Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ



Jüri Üyesi  
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ  
(İskenderun Teknik Üniversitesi)

Savunma Sınav Jürisi Tarafından Tezin İmzalı Nüshasının Teslim Tarihi : ..31../01/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.



Prof. Dr. Fügen ÖZCANARSLAN  
Enstitü Müdürü V.

## ETİK BEYAN

Toros Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışma da;

- Sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

24/01/2019

Emre ÜNAL

İmza

**DÖNEL KAVŞAKLARIN İNCELENMESİ VE MÜHENDİSLİK  
YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI,**

**MERSİN İLİ DÖNEL KAVŞAK ÖRNEĞİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Emre ÜNAL**

**TOROS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**2019**

**ÖZET**

Bu çalışmada, ülkemizde özellikle şehir içlerinde yaşanan kargaşadan dolayı trafikte meydana gelen sıkışıklık ve bu durumdan dolayı oluşan gecikmelerin kavşaklardan meydana geldiği söylenebilir.

Çalışmanın amaçları, sinyalize ve sinyalize olmayan kavşak türlerinden örnek alınanların araştırılarak performansları etkileyen parametrelerin saptanmasıdır. Kavşaktaki trafik parametreleri (Sağa ve sola dönüşler), kontrol parametreleri (sinyal süreleri) vb. hususların etkilerinin irdelenmesidir. Bu parametrelerin kavşak performanslarını hangi biçimde etkileyeceklerinin tespit edilmesi ve tartışılmasının sağlanması amaçlanmıştır.

Araştırmanın sonucu, kavşaklar tasarlanırken gelen araçların hızlarını azaltmak zorunda kalacakları şekilde tasarlanması, ayrıca kavşak içerisinde dönen taşıtların öncelikli olarak geçiş üstünlüklerinin olduğunun belirtilmesidir. Yapılan analiz çalışmalarında; Mersin ilindeki 8 adet kavşağın fotoğraf ve video ile incelenmesi yapılmıştır.

Çalışmada, dönel kavşak kavramı, özellikleri, kapasite, güvenlik ve maliyet modeli, arazi çalışmaları ve analizi incelenecektir.

**Anahtar kelimeler:** Dönel kavşak, Sinyalize dönel kavşak, Trafik işaretlemeleri



**EXAMINATION OF ROUNDABOUTS AND COMPARISON WITH  
ENGINEERING METHODS, MERSİN PROVINCE ROUNDABOUT EXAMPLE**

**(M. Sc. Thesis)**

**Emre ÜNAL**

**TOROS UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES**

**2019**

**ABSTRACT**

In this study, it can be said that the traffic congestion and delays in the traffic caused by the chaos in the inner cities of our country are mainly composed of intersections.

The aim of the study is to determine the parameters affecting the performances by investigating the samples taken from signalized and non-signalized intersections. Traffic parameters in junction (right and left turns), control parameters (signal times) etc. to examine the effects of issues. It is aimed to determine the ways in which these parameters will affect intersection performances and to ensure that these parameters are discussed.

The result of the study is to design the intersections in such a way that the incoming vehicles will have to reduce their speed while designing the intersections and also to indicate that the vehicles rotating at the intersection are primarily the transition superiorities. Analysis studies conducted; 8 junction intersections of Mersin were examined with photographs and video.

In this study, the concept of rotational intersection, its properties, capacity, security and cost model, field studies and analysis will be examined.

**Key words:** Roundabout, Roundabout junction, Traffic signs

## TEŞEKKÜR

Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım sayın hocalarım Prof. Dr. Mehmet ÇAKIROĞLU ve Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Yüksek lisans eğitimimi almış olduğum bilim yuvası Toros Üniversitemizin, üzerimde emeği bulunan akademik personellerine şükranlarımı arz ederim. Tüm hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeye canım anneme, canım babama ve canım kardeşim ayrıca tezimi hazırlayabilmemde gereken yerlerde benim yanımda olarak destek olan biricik Beliz TOKDEMİR'e sonsuz teőekkürler.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISLATMALAR.....	xii
GİRİŞ.....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM KAVŞAK, EŞDÜZEY KAVŞAK VE DÖNEL KAVŞAK KAVRAMI

#### 1.KAVŞAK TANIMI

1.1. Eşdüzey Kavşaklar .....	8
1.1.1. Denetimli sinyalize eşdüzey kavşaklar .....	12
1.1.2. Denetimsiz sinyalize olmayan eşdüzey kavşaklar .....	13
1.1.3. Denetimli sinyalize dönel kavşak .....	13
1.1.4. Denetimsiz sinyalize olmayan dönel kavşak .....	14
1.2. Farklı Düzeyli Kavşaklar (Köprülü Kavşaklar) .....	14
1.3. Dönel Kavşak .....	15
1.4. Dönel Kavşak Tasarımı .....	16
1.5. Sinyalize Dönel Kavşaklar .....	26
1.5.1. Sinyalize dönel kavşak tasarımı .....	29
1.5.2. Sinyalize dönel kavşak tasarım prosedürleri.....	29
1.5.2.1. Depolama alanı gereklilikleri.....	30
1.5.2.2. Sinyal sistemi tasarımı .....	32

1.5.2.3. Diğer faktörler .....	33
1.5.2.4. Sürücü özellikleri .....	34
1.5.2.5. Kavşak yaklaşım kollarındaki taşıt kompozisyonları..	34
1.5.2.6. Kavşak yaklaşım kollarındaki taşıt hacimleri .....	34
1.5.2.7. Kavşak yaklaşım kollarından sola dönüş hareketi yapacak olan taşıtların cins ve sayısı.....	35
1.5.3. Tam denetimli sinyalize dönel kavşaklar .....	35
1.6. Yeni Tip Dönel Kavşakların Uygulanmasını Gerektiren Koşullar..	37

## İKİNCİ BÖLÜM KAPASİTE, GÜVENLİK VE MALİYET (KGM) MODELİ

2. KAPASİTE, GÜVENLİK ve MALİYET (KGM) MODELİ	
2.1. Kapasite .....	39
2.2. Güvenlik .....	42
2.3. Maliyet .....	44
2.3.1. Yapım maliyeti.....	44
2.3.2. Bakım işletme maliyeti.....	45

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM ARAZİ ÇALIŞMALARI VE ANALİZLER

3. ARAZİ ÇALIŞMALARI ve ANALİZLER	
3.1. Literatür Taraması.....	46
3.1.1. Dünya üzerinde yapılan dönel kavşak çalışmaları.....	52
3.1.2. Türkiye’de modern dönel kavşak uygulamaları .....	55
3.2. Mersin İlindeki Bazı Kavşakların Analizleri .....	56

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	70
KAYNAKÇA .....	79
ÖZGEÇMİŞ .....	83



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Altı farklı modern dönel kavşak tipine ait temel tasarım özellikleri (FHWA, 2000).....	20
Çizelge 1.2. Dönel kavşakların avantajları .....	21
Çizelge 1.3. Dönel kavşakların dezavantajları.....	21
Çizelge 1.4. İsveç 'teki dönel kavşaklara ait kaza oranları (kaza/1 milyon araç) .....	23
Çizelge 1.5. İsveç 'teki dönel kavşaklara ait yaralanma oranları (yaralı/1 milyon araç) .	23
Çizelge 1.6. Yolun geometrik özelliklerine göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri 2017.....	25
Çizelge 2.1. Güvenlik parametresi bileşenleri .....	43
Çizelge 3.1. Modern dönel kavşaklar ve sinyalizasyon dönel kavşaklar arasındaki farklılıklar .....	51
Çizelge 3.2. Trafik kaza verileri .....	55
Çizelge 3.3. Karakoçan ve Başpınar kavşaklarındaki kaza istatistikleri .....	56
Çizelge 3.4. Gözlem yapılan sinyalizasyon olan kavşakların geometrik özellikleri.....	66
Çizelge 3.5. Gözlem yapılan sinyalizasyon olmayan kavşakların geometrik özellikleri .....	66
Çizelge 3.6. Kavşaklardan saatte geçen taşıt sayısı .....	67
Çizelge 3.7. Mersin Hüseyin Okan Merzeci Bulvarı ile 18'nci Caddenin kesişimindeki kavşak sinyalizasyon süreleri (Çatı Restaurant kavşağı) .	67
Çizelge 3.8. Mersin İstemihan Talay Caddesi ile 20'nci Caddenin kesişimindeki kavşak sinyalizasyon süreleri (Demircanlar Gurme kavşağı).....	67
Çizelge 3.9. Mersin Hüseyin Okan Merzeci ile İsmet İnönü Bulvarı kesişimindeki kavşak sinyalizasyon süreleri (Kipa AVM kavşağı).....	68
Çizelge 3.10. Mersin Üniversite Caddesi ile İsmet İnönü Bulvarı kesişimindeki kavşak sinyalizasyon süreleri (Egemenlik kavşağı) .....	68



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Kavşaklarda üçgen görüş alanı .....	7
Şekil 1.2. Çeşitli eşdüzey kavşak tipleri .....	11
Şekil 1.3. Farklı düzeyli kavşak tipleri .....	15
Şekil 1.4. Denetimsiz eşdüzey kavşaklar ve dönel kavşaklarda çakışan noktalar .....	17
Şekil 1.5. Carmel-Amerika'daki modern bir dönel kavşak .....	17
Şekil 1.6. Modern dönel kavşakların geometrik elemanları .....	19
Şekil 1.7. Tasarımda kullanılacak modern bir dönel kavşak .....	19
Şekil 1.8 Dönel kavşak 1 .....	22
Şekil 1.9. Dönel kavşak 2 .....	26
Şekil 1.10. Sinyalize bir kavşakta hız ile zaman arasındaki ilişki diyagramı .....	27
Şekil 1.11. Sinyalize dönel kavşak faz planı – dört fazlı denetim .....	28
Şekil 2.1. Anayol–taliyol yolgı değerlerine göre kavşak tipleri .....	41
Şekil 2.2. Anayol-tali yol kavşagı.....	41

## RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Yetersiz depolama alanının olduğu örnek bir dönel kavşak .....	31
Resim 3.1. Kipa AVM kavşağı - Yenişehir/Mersin .....	58
Resim 3.2. Egemenlik kavşağı – Yenişehir/Mersin .....	59
Resim 3.3. Efes Sitesi kavşağı – Yenişehir/Mersin .....	60
Resim 3.4. Göçmen kavşağı – Yenişehir/Mersin .....	61
Resim 3.5. Turkcell Süperonline kavşağı – Yenişehir/Mersin.....	62
Resim 3.6. Demircanlar Gurme kavşağı – Yenişehir/Mersin .....	63
Resim 3.7. Çatı Restaurant kavşağı – Yenişehir/Mersin.....	64
Resim 3.8. Hal kavşağı – Akdeniz/Mersin.....	65

## SİMGELER ve KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
YOGT	Yıllık Ortalama Günlük Trafik
ST	Saatlik Trafik
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
FHWA	Federal Highway Administration Federal Karayolları İdaresi
EDS	Elektronik Denetleme Sistemi
AVM	Alışveriş Merkezi
$V_{max}$	Maksimum Giriş Tasarım Hızı
$L_n$	Maksimum Giriş Şerit Sayısı
Q	Günlük Hizmet Hacmi
M	Metre
KM	Kilometre
KGM	Kapasite, Güvenlik, Maliyet
YA	Yatay Açı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TA	Taşıt
SA	Saat
SN	Saniye
<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit

## GİRİŞ

Türkiye’de kullanımı en çok olan ulaşım tiplerine en iyi örneğe Karayollarını göstererek verebiliriz. Karayollarında da trafik yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesi de kavşaklar olmaktadır. Araç ve yaya trafiği bakımından trafik akışları en çok kavşaklarda olmaktadır. Özellikle ülkemizde kavşaklara yakın bir yerde üst geçit ya da alt geçit yok ise yayalar kavşaklara yakın yerlerden geçiş sağlamakta oldukları için bu durum da trafiğin aksamasına, yani yavaşlamasına hatta durmasına sebep olmaktadır. Kavşaklara yakın yerlerde ve yaya geçişlerinin çok olduğu yerlerde üst geçitler yapılsa bile kişilerdeki zaman kaygısından dolayı bilinçsiz yayaların çoğu üst geçitleri kullanmamakta ve dolayısıyla trafiğin akış halinde olduğu karayollarından geçiş sağlamaya çalışmaktadır, bu da trafiğin akışını engellediği gibi kaza ihtimalini de arttırmaktadır.

Yük, yolcu taşımacılığı Türkiye’de başta karayolu ağı olmak üzere hava ve deniz ulaştırma sistemleri ile de yapılmaktadır. Nüfus artışları ile birlikte araç sayılarında ve dolayısıyla araç trafiğinde de doğrudan artma olmuştur. Araç sayısındaki artmadan dolayı trafikteki sıkışıklık da artmış ve bu durum dolayısıyla trafik kazalarını beraberinde getirmektedir. Dönel kavşak uygulamaları Avrupa’da daha önceden beri kullanılmaktaydı, ülkemizde ise kontrollü ve sinyalize kavşak tiplerinden sonra alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Genellikle kavşakların kesişim alanlarında meydana gelebilecek olumsuzluklar insanların hayatlarını olumsuz yönde etkilediği gibi, maddi ve manevi can kayıplarına da yol açmaktadır.

Dönel kavşakların en önemli avantajlarından birisi her zaman kavşak içerisindeki araçların yani kavşakta bulunan araçların kavşağa yaklaşmakta olan araçlara göre geçiş üstünlüğü olmasıdır. Bu da kavşak içerisindeki araçların geçiş üstünlüğü olduğundan dolayı kavşağa yaklaşmakta olan araçların hızlarını yavaşlatmasına ve kaza olabilirlik oranlarının düşmesine neden olmaktadır. Dönel kavşaklar Dünya’da bir çok ülkede kullanılmaktadır. Özellikle büyük metropol şehirlerde trafikteki sıkışıklıklardan dolayı, sürücüler gidecekleri yerlere geç kalmaya başlamışlardır. Bu ve bunun gibi nedenlerden dolayı yukarıda da bahsedildiği üzere geçiş üstünlüğü kavramı ile kavşak içerisindeki araçların geçiş üstünlüğüne sahip olması konusunda kurallar getirilmiştir. İstatistiksel verilere göre uygulaması yapılan ülkelerde kaza sayısı ve şiddetinin azaldığı görülmüştür.

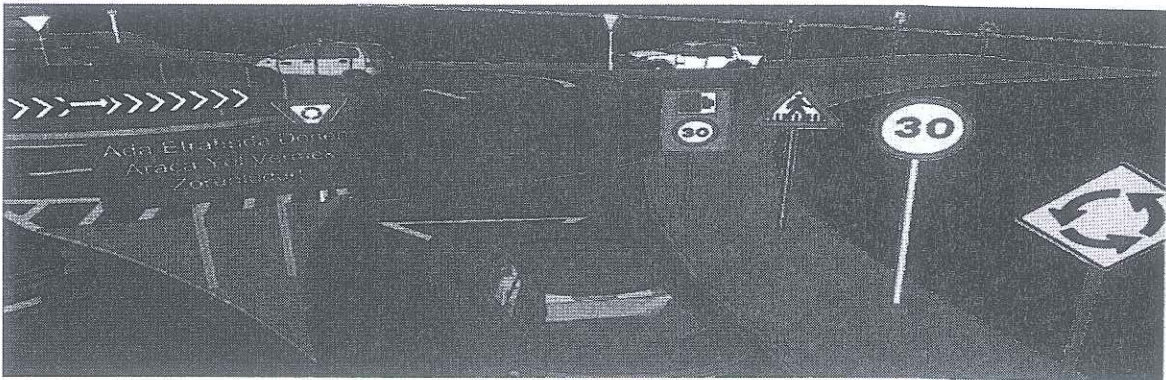


Kavşak tasarımının ülkemiz için eksikliği ortadadır. Mevcut durumda bulunan dönel kavşakların tasarlanması ve işletiminin yapılması belirli standartlarda olması gerekirken, ülkemizde belirli bir standart olmadığı için sürücüler farklı kavşak noktalarında farklı davranışlar sergilemektedir ki bu durumda sürücülerdeki davranış ve algı değişmektedir (Arıkan, 2007). Bahsedilen bu duruma Mersin İlinden örnekler vermek gerekirse, dönel ada çapı 15 metreden 50 metreye kadar kavşaklar bulunmaktadır.

Kavşak üzerindeki olumsuz durumlar; sürücülerde stres, agresiflik gibi psikolojik olumsuz etkilere de neden olmaktadır.

Ülkemizde şehir içi dönel kavşakların ortalarındaki ada yarıçapları genellikle küçüktür. Şehir içi dönel kavşaklarda kavşağa giriş yerlerinde uygun şekilde kıvrımlar olmadığından dolayı araç sürücülerini hızlarını düşürememekte, tam tersine kendilerini ana yolda hissetmekte ve hızlarını arttırarak yüksek hızlarda seyretmektedirler.

Ülkemiz başta olmak üzere gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkelerde kavşak geometrisindeki hatalardan dolayı, kavşaktan önce, kavşakta ve kavşaktan sonraki yerlerde işaretleme eksiklikleri ya da işaretlemenin yanlış yapılması apayrı bir sorundur. Örneğin, mevcut bir yoldan kavşağa bağlanan kollarda 'Yol Ver' levhası var iken, kavak içerisinde ayrıca 'Dur' levhasının da bulunması bu durumun çelişkili olduğunun en basit örneğidir. Ayrıca ülkemizdeki dönel kavşak içerisindeki araçların 'Dönel kavşak içerisindeki araca yol ver' kuralını bilmemesinden dolayı ya da bilse bile uygulamamasından dolayı kavşaklarda tıkanmalar meydana gelmektedir.



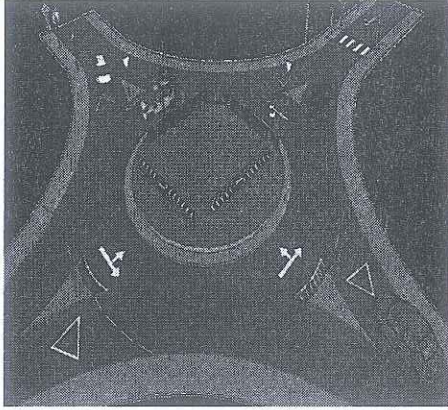
Şekil A. Dönel kavşak girişi, kavşak ve çıkışındaki işaretlemeler (Temsili)

Kaynak: Aydın, M. 2014: 9

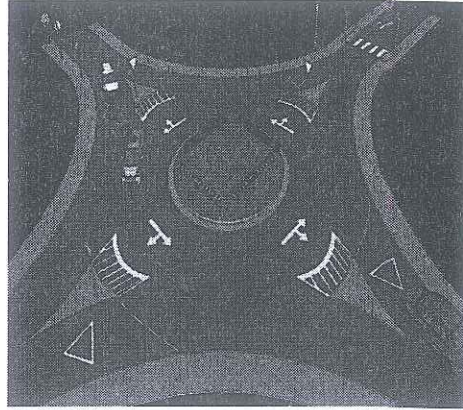


Sürücülerin kavşağa güvenli bir şekilde giriş yapabilmeleri, diğer yaya ve sürücülerin hareketlerini gözlemleyebilmeleri için; kavşağın yapılması ve uygulanması aşamalarından önce bazı önemli hususlar üzerinde dikkatle durulması gerekir. Bunlardan bazıları; kavşak adasının çapı, giriş şerit sayısı ile çıkış şerit sayısı arasındaki uyum, kavşak içerisindeki dönüş şerit sayıları arasındaki uyum, kavşağa giren, çıkan araçların çeşitleri önemli hususlardan bazılarıdır.

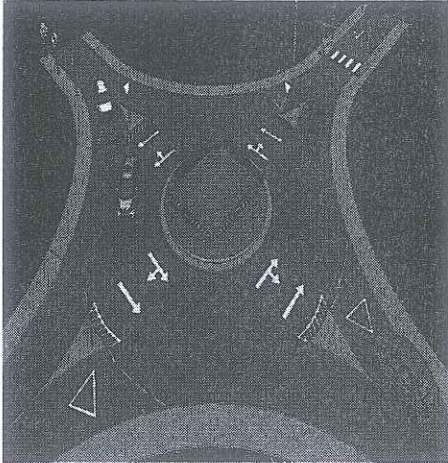
i)



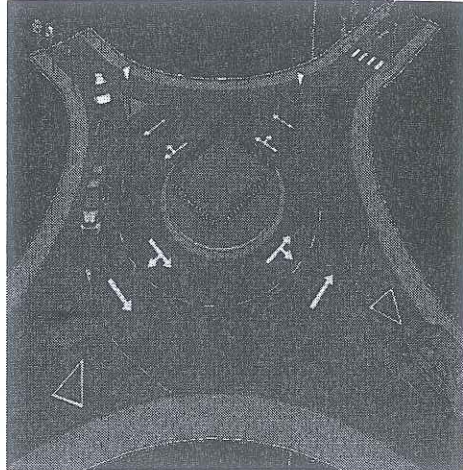
ii)



iii)



iv)



**Şekil B.** (i) Çift şeritli bölünmemiş bir yolda kavşak ada çapının büyük olması durumu

(ii) Çift şeritli bölünmemiş bir yolda kavşak ada çapının küçük olması durumu

(iii) Kavşak ada çapı aynı, çift şeritli, şerit genişliği küçük olması durumu

(iv) Kavşak ada çapı aynı, çift şeritli, şerit genişliği büyük olması durumu

**Kaynak :** Aydın, M. 2014: 11

Şehiriçi ulaşım ağında meydana gelen gecikmelerin başında kavşakların geldiğinden bahsedilmektedir. Bu nedenle gecikmelerin önüne geçmek için kavşaklarda analiz çalışmaları yapmak gerekmektedir. Örneğin, kavşaklardaki gecikmelerin azaltılması için uzun vadede planlanan toplu taşıma araçlarına öncelik verilmesi, yani özel taşıt kullanım oranının azaltılması yapılabilir. Ancak bu tam olarak çözüm değildir. Bu nedenle şehiriçi kavşak gecikmelerini en aza indirmek için kavşakların mümkün olduğu kadar etkin bir şekilde işletilmesi gerekmektedir.

Şehiriçi eşdüzey kavşaklar kontrolsüz ve kontrollü olarak işletilmektedirler. Trafik hacimlerinin yani trafik yoğunluğunun olduğu yerlerde kontrollü kavşaklar kullanılmaktadır. (Mersin’de bulunan Kipa kavşağı, Çatı Restaurant kavşağı, Demircanlar Gurme kavşağı v.b) Kontrollü dönel kavşaklar; dönel ve ışıklı kavşaklar olmak üzere 2 ye ayrılmaktadır. Işıklı kavşaklardaki amaç trafik kazalarının ve trafikte meydana gelebilecek gecikmelerin önüne geçmektir. Ancak yanlış tasarlanan ya da süresi kavşağa gelen her kol için uygun olmayan kavşak trafikte daha da tehlikeli sonuçlar ortaya çıkarabilmekte ve yukarıda bahsedilenlerin tersine trafik kazalarını ve trafikteki sıkışıklığın, trafikteki taşıt gecikmelerinin artmasına neden olabilmektedir.

Ataması yapılan ışıklı işaretlerin süreleri belirli periyodlar ile kontrol edilmeli, kavşağa gelen kollardaki taşıtların durumlarına göre yeniden düzenlemesi yapılmalıdır. Her eşdüzey kavşağı ışıklı olarak tasarlamak da uygun olmaz. Diğer bir tür olan eşdüzey kavşak türü dönel kavşaklardır. Bu kavşak türünde trafik akımları bir ada etrafında dönmekte ve geçiş önceliği kavşak içerisindeki araçlarda olmaktadır. Dönel kavşakların tasarımları yapılırken taşıtların güvenliklerinin artırılması için hızlarının azaltılması sağlanabilir. Ancak bu durumda da kavşakta trafik gecikmeleri meydana gelmektedir.

Yukarıdaki giriş bölümünde de bahsedildiği üzere kent içindeki yollardaki gecikmelerin birçoğu kavşaklardan dolayı olmaktadır. Bu nedenlerden dolayıdır ki, kent içi kavşaklardaki performanslarının artırılması için önlemler alınmalı ve gecikmeler azaltılmalıdır. Bu önlemlerden en önemlileri arasında olabilecek olan toplu taşıma kullanım oranının artırılmasıdır. Çünkü özel taşıt oranının azaltılması ve toplumu toplu taşımaya yönlendirmenin artırılması ile kent içi kavşaklarda harcanacak zaman azalacaktır. Ancak bu çözüm yolu uzun vadede işe yarayabilirken kısa vadede pek mümkün gözükmemekle birlikte, günümüzde



uygulanması pek mümkün değildir. Çünkü neredeyse her aileden birinde kendilerine ait özel taşıt vardır.

Aşağıda daha ayrıntılı belirtileceği üzere kontrollü kavşaklar (ışıklı ve dönel kavşaklar) trafik hacminin yoğun olduğu yerlerde, kontrolsüz kavşaklar ise trafik hacminin az olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Kavşaklar tasarlanırken gecikmeler ve kaza olmamasına göre analiz edilerek tasarlanmalıdır, örneğin ışıklı olarak tasarlanacak kavşaklar meydana gelme ihtimali olan kazaları ve aynı zamanda gecikmeleri de azaltacak şekilde olmalıdır. Ancak bazı yönlerde gerekenden az ya da çok süreli ışık olması durumunda kavşaklarda gecikme olayı ve kaza olayı da artabilmektedir. Bu doğrultuda her kavşağı tasarlarırken ışıklı olarak tasarlamamanın da çok yararlı olmadığı bilinmelidir. Tasarımı yapılacak olan kavşak modellemesinde bu husus ayrı bir önem kazanmaktadır.

Işıklı kavşaklardaki ışık süresi iyi belirlenmeli, beklenene ve istenene göre düzenlenmelidir. Kontrollü kavşak modellemesi içerisinde yer alan ışıklı kavşaklardan sonra dönel kavşakların ise görevi trafiğin bir ada eksenini etrafında dönmesini sağlamaktır. Bu tür kavşaklarda geçiş önceliği daha önceden de bahsedildiği üzere kavşak içerisindeki kişide olmasına rağmen ne yazık ki ülkemizde bu durum uygulanmakta zorluk çekmekle birlikte hangi taşıtın geçeceğini kavşak içindeki ve dışındaki taşıtların da bilmemesi problem yaratmaktadır.

Bu durum uyarıcı levha ile belirtile bile kişiler kavşak içerisinde beklemekte bu durumda kavşakta tıkanmaya neden olmaktadır. Bu tür kavşaklardaki geometrik tasarımın yanlış olması durumunda kavşakta tıkanma ve trafik kazaları olması kaçınılmazdır. Örneğin kavşağa yaklaşan bir taşıt hızını azaltmaz ise kaza meydana gelebilir. Bu durumda kavşak öyle bir tasarlanmalıdır ki taşıtlar kavşağa yaklaşırken mecburen hızlarını azaltmalıdırlar. Bu kavşak türünde en önemli 2 parametre kavşağın güvenliği ve taşıt gecikmeleridir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### KAVŞAK TANIMI, ÇEŞİTLERİ VE ULAŞIMDA DÖNEL KAVŞAK KAVRAMI

#### 1. KAVŞAK TANIMI

Kavşaklar, 2 veya daha fazla yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, ayrıldığı ve birleştiği ortak alan olarak ifade edilmektedir. Karayollarında farklı yönlerde hareket etmek isteyen taşıtlar olabileceği hususu olduğu için bu gibi yerlerde trafik kazası görülme olasılığı yüksektir. Bu nedenden ötürü kavşaklardaki maddi ve manevi hasar kayıplarını en aza indirmek için kavşak planlamalarının standartlara en uygun şekilde yapılması gerekmektedir. Kavşak tasarım aşamasında, başta yayalar olmak üzere ve sürücülerin de güvenliklerinin göz önünde bulundurulması en önemli husustur. Ayrıca konfor ve kavşak kapasite faktörlerini de unutmamak gerekir. Konforsuz ve kapasitesi yetersiz kavşaklar güvensiz durumlara sebep olabilmektedir. Özetle, kavşaklar kaza ihtimali, taşıt gecikmeleri, kavşak bakım masrafları en az seviyede olacak ve maksimum konfor ve yeterli kapasiteyi sağlayacak şekilde projelendirilmelidir.

Ülkemizdeki kavşakların kapasiteleri yetersiz ya da uygun hesaplanmadığından performansları düşük seviyelerdedir. Bundan dolayıdır ki bazı kavşaklarda sinyalizasyon uygulamaları yapılmaktadır. Tabii ki bu durum bazı kavşaklarda iyi sonuçlar verirken, bazılarında vermemektedir. Bunun gerekçesi olarak yeteri kadar kavşaklarda analiz çalışması yapılmaması gösterilebilir. Fakat kavşak tasarımında genel olarak kazalara karşı güvenlik, yeterli taşıt kapasitesi, ekonomik olması gibi hususlara değinilir ise analiz çalışmalarında bir bütünlük sağlanabilmektedir. Önemli olan bu hususlar ise;

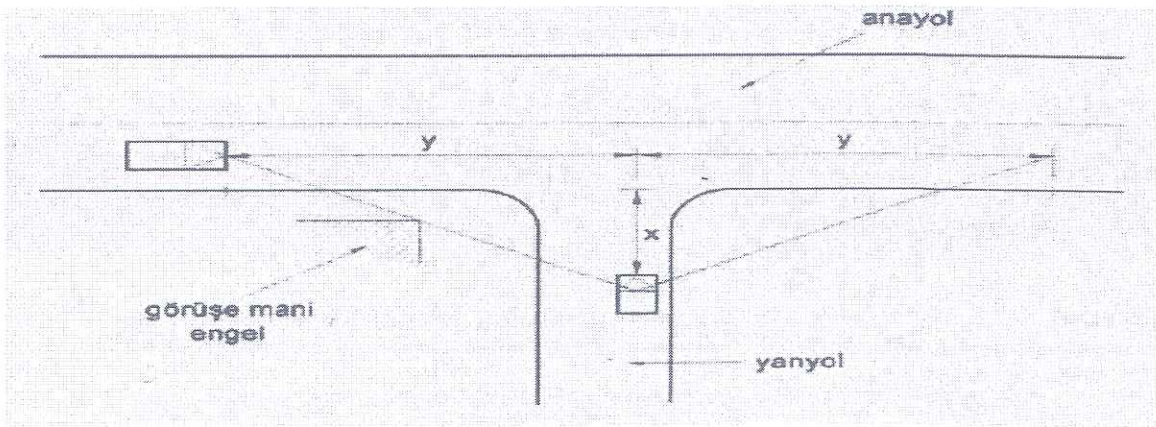
- Kavşağın yol ağı içindeki önemi,
- Mevcut trafik özellikleri,
- Kavşağı oluşturan yolların geometrik özellikleri,
- Yakın kavşaklarda uygulanan veya uygulanacak trafik denetim şekilleri,
- Sürücü ve yaya davranışları,
- Topoğrafik durum ve çevre koşullar (Yayla, 2004: 214).



Taşıtlar kavşaklara yaklaşırken sürücülerin görüş açılarını engelleyen herhangi bir engel bulunması durumunda kavşağın güvenliği olumsuz yönde etkilenir. Kavşakların daha güvenilir hale getirilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar vardır, bunlardan bazılarını şunlardır;

- Taşıtların kavşaklara yaklaşması sırasında güvenliğe çok dikkat edilmelidir.
- Kavşak kesişme noktalarında özellikle kavşağa girişte en sağ şeritten sol şeritteki taşıtı sollama ve geçme hareketlerini olanaksızlaştıracak yani geçişe imkan vermeyecek çözümler aranmalıdır.
- Sadece 1 yönden değil, 4 yönden de gelen taşıtların durumu irdelenerek incelenmelidir.
- Sürücülerini şaşırtacak ve dikkatlerini dağıtacak levhalandırma çalışmaları yapılmamalıdır. Mümkün olduğunda kavşağa girişte az levha çok ışıklandırma kullanılmalıdır.
- En önemli hususlardan bir tanesi olan kavşaklara girişlerde kazaya, can ve mal kayıplarına sebebiyet vermeyecek şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.
- Şehir içi ve şehirlerarası ana arterlerde traktör, kamyon, vb. büyük kapasitedeki taşıtların kavşaklardan belirli saatlerde geçmemesi hususu üzerinde durulmalıdır.
- Tüm alternatif çözümler değerlendirilmelidir (Umar ve Yayla, 1992: 43).

Aşağıdaki şekilde görüleceği üzere kavşağa yaklaşan sürücünün görüş alanı üçgen olarak gösterilmektedir. Üçgen görüş alanı içerisinde oluşan engeller levha, ağaç, ev, büfe, reklam panosu gibi nesnelerin olmaması gerekmektedir.



Şekil 1.1. Kavşaklarda üçgen görüş alanı

Kaynak: Yayla, N. 2004: 217



Kavşaklar özellikleri bakımında sınıflandırılmakla birlikte genel olarak;

1. Eşdüzey Kavşaklar (Hemzemin Kavşak)
2. Farklı Düzey Kavşaklar (Köprülü Kavşak) olarak sınıflandırılırlar.

Türkiye’de bazı illerde farklı düzeyli kavşak tiplmesi olmasına rağmen bazı illerde ise sadece eş düzey kavşak tiplmesi vardır. Eş düzey kavşaklarda trafik kazası, taşıtların yoğunluğu vb. hususlardan dolayı problemlerin farklı düzeyli kavşaklara oranla daha fazla görüldüğü kavşak tiplerinden bir tanesidir.

Genellikle iki ili birbirine bağlayan otoyol çıkışlarında farklı düzeyli kavşak tiplmesi vardır. Farklı düzey kavşakların, yapım maliyetleri yüksektir ve bu durumdan dolayı fazla tercih edilmezler. Çünkü farklı düzeyli kavşak tasarımı için genelde çok geniş alanlara ihtiyaç duyulmakla birlikte, kavşakta olabilecek kaza ve trafik sıkışıklarına göre tercih edilmesi de yararlı olmaktadır. Farklı düzeydeki kavşaklara, elmas tipi(diamond), trompet, yonca kavşaklar gösterilebilir.

Bir yol üzerindeki kavşakların kaza ve gecikmelere karşı farklı düzeyli kavşak olarak (köprülü kavşak) yapılması en ideal ve köklü bir çözüm olmasına rağmen maddi olanaklar açısından ekonomik olmayabilir. Bu durumdan dolayı genellikle kentiçi yollarda ve kırsal yollarda kavşakların çoğunun eşdüzey kavşak olarak planlanması gerekmektedir. Eşdüzey kavşaklarda kaza ve gecikme kayıpları olduğu için planlamadan önce iyi bir şekilde etüt ve analiz edilmesi gerekmektedir (Yayla, 2004: 211).

### 1.1. Eşdüzey Kavşaklar

Birden fazla yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği, yaklaştığı, ayrıldığı kavşaklara eş düzey kavşaklar ismi verilmektedir. Kavşaklar aynı düzlemde olursa eş düzey (Hemzemin) farklı düzeylerde olursa katlı kavşak ya da köprülü kavşak olarak adlandırılmaktadır. Bu tür kavşakların büyük çoğunluğu başta trafik hacminin az olduğu yerlerde olmak üzere ayrıca kent içi ve kent dışı yerlerde kullanılmaktadır.

İstatistiklere göre hemen her ülkede, kentiçi ve kırsal yollarda trafik kazalarının %40~%60'ı birden fazla yolun birleşmeleri ya da kesişmeleri ile oluşan eşdüzey kavşaklarda

meydana gelmektedir. Diğer yandan, özellikle kentiçi ulaşımda, gecikmelerin %70'inden fazlasının yine bu tip kavşaklardaki duraklamalardan ileri geldiği gözlemlerle ortaya çıkmıştır (Yayla, 2004: 211).

Eşdüzey kavşaklar mekanizmalarına bağlı olarak çeşitli sınıflara ayrılmakla birlikte en çok kullanılan kavşak tipi ışıklı kavşaklardır. Ayrıca özellikle bizim ülkemizde son yıllarda daha çok rağbet olmasından dolayı dönel kavşaklar da tercih edilmektedir. Bütün yol ağının yapımında önem arz eden faktörlerden güvenlik, kapasite ve konfor faktörleri kavşakların tasarımında da önem arz etmektedir. Bunların dışında;

- Maliyet,
- Topoğrafik koşullar,
- Kavşaktaki araçların görünebilme mesafeleri,
- Kavşağın estetiksel görünümü,
- Çok fazla manevra yapmadan ya da aracı savurmadan kavşaktan çıkabilme durumları da önem arz etmektedir (Tunç, 2003: 23).

Çözümlenecek her kavşak için bilinmesi gereken trafik özellikleri ise aşağıda sıralanmıştır;

- Kavşağa gelen trafik miktarı (YOGT),
- Trafiğin gün, hafta ve yıl içindeki değişim şekli,
- Trafiğin kompozisyonu,
- Anayoldaki proje hızı,
- Kavşağa bağlanan her koldaki sağa ve/veya sola dönen ve doğru geçen araç yüzdeleri,
- Kavşak yakınında bulunan terminal, otopark v.b. yerlerin konumları,
- Kent içi toplu taşımacılıkta kullanılan araçlardan kavşağı kullananların sayıları ve duraklarının kavşağa göre konumu,
- Kavşaktaki yaya akımı,
- Daha önce meydana gelmiş olan kazaların sayısı, şekli vb. bilgiler (Yayla, 2004: 215).

Eş düzey kavşak planlamasında dikkate alınacak hususlardan bazıları şunlardır;

- Kavşaklara girişlerde ve kavşaklardan çıkışlarda yatay ya da düşey kurbalar ile karşılaşıldığında araçları kullanan sürücülere bu konuda işaretlerle bilgi verilmesi gerekmektedir. Ayrıca duruş görüş uzunluğu dikkate alınarak kavşağın geometrisi düzenlenmelidir.
- Yapılan araştırmalar ve analizler kavşaklardaki orta refüj genişliklerinin yanlış, eksik, düzensiz, baştan savma yapılmaları durumunda kaza olma olasılıklarını artırdığı ve bunların kaza olayına etkisi olduğu görüldü.
- Kavşaklardaki asfalt kaplama malzemeleri de kazalara etki etmektedir. Örneğin, yaz aylarına gelindiği zaman sıcaklıklar artmakta ve bu durumda asfalt kaplamasındaki sürtünme katsayısında azalma meydana geldiğinden asfaltta kasma diye tabir edilen asfaltın erimeye başlaması görülmektedir. Bundan dolayı araçların tekerlekleri frene basıldığı zaman kaymakta ve kaza olasılığı artmaktadır. Bunun çözümü için sıcak bölgelerde ve özellikle kavşaklarda sürtünme katsayısı yüksek olan malzemeler kullanılmalıdır.
- Kavşak içerisindeki su birikintileri de kavşakta kaza sayısına etki etmektedir. Yağışların fazla olduğu yerlerde kavşak tasarımı yapılırken gelen yağış sularının drenaj ile uzaklaştırılması gerekmektedir. Mersin gibi yerlerde kavşak ve altgeçit yapımındaki en büyük hatalardan bir tanesi de budur. Gelebilecek yağmur suları hesaba katılmadığından drenaj sistemi tam anlamıyla yapılmaz, yapılsa bile verim alınmaz, bu durumda da en küçük yağmurda kavşakta su birikintileri oluşur. Su toplama aktarma projesi ile gelen sular drenaj sistemi, ızgaralar yapılarak toplanmalı ve eğimi yüksek yerden düşük yerlere aktarımı sağlanmalıdır.
- Kavşaklardaki diğer bir hususlar ise kavşağa girişlerde hızlı giriş yapılmasından dolayı sürücüler direksiyon hakimiyetini kaybetmektedir. Kavşaklara yakın yerlerde kasis yapılarak bu çözüm sağlanabilir, ancak gereksiz yerlere yapılan kasisler ya da fazla yapılan kasisler yüzünden de trafik durma noktasına gelebilir. Buradaki amaç normal hızda giden bir araca zarar vermeyecek şekilde kasis yapılmalıdır, kavşak noktasına geliyorsunuz yavaşlayın şeklinde uyarıcı bir nitelik taşınmalıdır. Ayrıca yapılan kasisler reflektörler ile desteklenmelidir. Ülkemizde yapılmakta olan kasislerin çoğunu sürücüler kasise yaklaşmadan görememektedir,

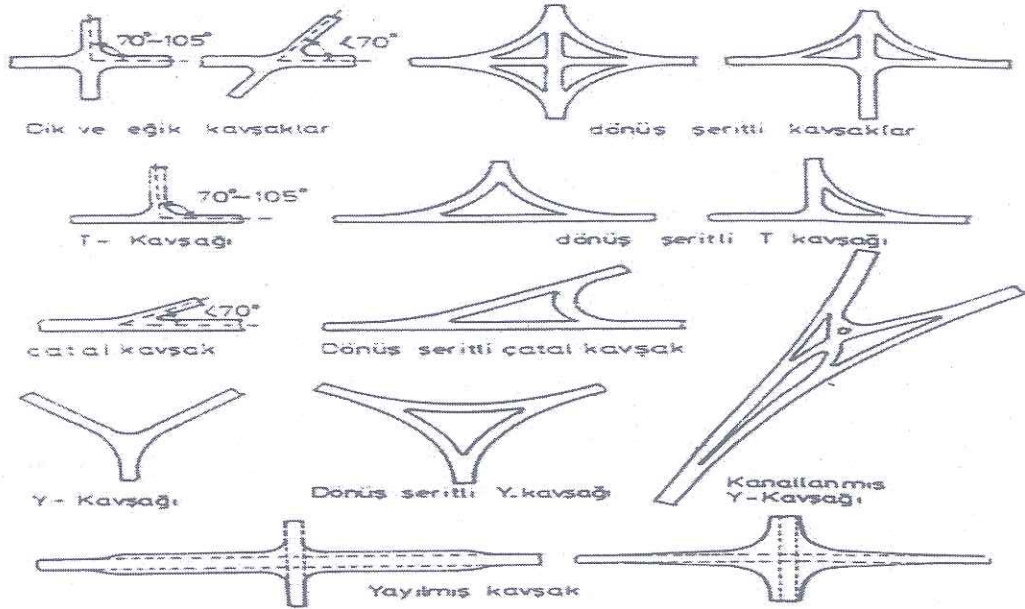


temel sebebi ise uzaktan görmeleri için reflektör ile gerekli aydınlatma yapılmamış olmasındandır.

Eşdüzey kavşaklar kendi içlerinde genellikle 4 gruba ayrılmaktadır;

- Denetimli sinyalize eşdüzey kavşaklar
- Denetimsiz sinyalize olmayan eşdüzey kavşaklar
- Denetimli sinyalize dönel kavşaklar
- Denetimsiz sinyalize olmayan dönel kavşaklar

Eşdüzey kavşaklar, kavşağın sayısı ve yolların birleşme durumlarına göre, geometrik durumlarına göre, ayrıca kavşaktaki denetim tarzına göre çeşitli kavşak tipleri aşağıdaki şekilde görülmektedir. Şeklin sol üst tarafında bulunan eğik kavşağa aynı zamanda makas tipi kavşak da denilmektedir ve bunlarda kollar arasındaki açı 70 dereceden küçüktür. Burada yer alan açı 70-105 derece arasında olursa dik kavşak tipine girmektedir. Aynı durumlar çatal ve T tipi kavşaklarda da vardır. Örneğin; çatal kavşaklarda iki kol arasındaki açı 70 dereceden küçük olup aksi bir durumda açı 70-105 arasında olursa T tipi kavşak adını almaktadır (Yayla, 2004: 211).



Şekil 1.2. Çeşitli eşdüzey kavşak tipleri

Kaynak: Yayla, N. 2004: 212

### 1.1.1. Denetimli sinyalizasyon eşdüzey kavşaklar

Denetimli eşdüzey kavşaklarda taşıt hareketleri polis veya ışıklı işaret tesisleri aracılığıyla yönetilmektedir. Denetimli sinyalizasyon kavşaklar, kaza olasılıklarının çok olduğu, taşıt hareketlerinin yoğun olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Denetim çeşitleri iki başlık altında toplanabilir;

- El ile kumanda: Bir yetkili veya trafik polisi tarafından idare edilen denetim yöntemidir,
- Zamana bağlı ışıkla kumanda: Denetimli kavşaklarda en sık kullanılan denetim şekli olup, yeşil, sarı ve kırmızı sürelerin kavşağı kullanan taşıt hacmi değerlerine bağlı olarak ayarlanmasıyla gerçekleştirilir (Kutlu, 1991).

Kavşaklarda düzenli ve güvenli bir akım sağlamak için kullanılan yöntem denetimli sinyalizasyon kavşak modellemesidir. Bu tipten uygulamasının en büyük avantajlarından bir tanesi sürücü ve yayaların güvenlikleri, kapasitelerinin maksimum olmasıdır. Bu olumlu yanlarının yanında tabii ki de belirli olumsuz yanları da vardır. Bunlardan bazıları şunlardır;

- Bu sisteme yapılacak yatırımın maliyeti,
- Sistemin işletme, bakım, onarım masrafları,
- Seyahat ederken kavşaklardaki araçların sürekli durmalarından ve hareket etmelerinden dolayı konforun azalması ve bunun sonucunda kaybedilen zaman ve araçlardaki yıpranma kaybı (amortisman),
- Çevre kirliliğinin artması (Murat, 2007: 19).

Sinyalizasyon uygulaması her yerde kullanılmamalıdır. Örneğin, kavşakların trafik işaret ve levhaları ile yönetilebileceği yerlerde kullanılması çok mantıklı değildir. Eğer trafiğin az olduğu ve çok fazla karmaşıklık olmayan yerlerde kullanılırsa, taşıtlardaki durma/kalkmadan dolayı kişilerin zaman kayıpları daha çok olabilir. Bu nedenle kavşaklarda sinyalizasyon sisteminin kullanılıp kullanılmayacağına karar vermek için kavşaktaki saatlik trafik hacmi hesabı ile birlikte, kavşağın geometrisi, arazinin yapısı, yayaların ne sıklıkla kullanacakları, kaza olasılığı gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Yol standartlarının seçilmesi sırasında YOGT



(Yıllık Ortalama Günlük Trafik) değerinin trafiğin zaman içinde değişimini iyi şekilde yansıtmaması sebebi ile saatlik trafik (ST) kullanılması tercih edilmektedir (Yayla, 2004: 67).

### **1.1.2. Denetimsiz sinyalize olmayan eşdüzey kavşaklar**

Denetimsiz kavşaklardaki taşıt hareketleri, burada bulunan trafik levhalarıyla düzenlenmiştir. Denetimsiz sinyalize olmayan kavşaklar ise tam tersi kaza olasılıklarının az olduğu, taşıt hareketlerinin az olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Yollardan biri taşıdığı trafik miktarı veya geometrik standartları sebebiyle anayol durumundadır ve bu yolda seyreden taşıtlar, diğer yol veya yollarda seyredenlere göre kavşaklarda ilk geçiş hakkına sahiptirler. Trafik güvenliği yönünden yan yol (tali yol) durumunda bulunan yolların ağzına "DUR", "YOL VER" anlamında trafik işaretleri konur (Yayla, 2004: 217).

### **1.1.3. Denetimli sinyalize dönel kavşak**

Gelişmekte olan ülkelerde ise sinyalizasyonsuz kavşaklar fazla olmamakla birlikte, olan yerlerde de belirli problemleri beraberinde getirmektedir. Nitekim gelişmekte olan ülkelerde trafik kültürünün tam oluşmamasından dolayı ve verilen trafik eğitimlerinin yetersiz olmasından ötürü sinyalize dönel kavşaklar daha çok kullanılmaktadır. Dönel kavşaklara uygulanan sinyalize sistem sayesinde dönel kavşak içerisindeki taşıtlar ile kavşağa yaklaşan taşıtların birbirleriyle olası bir çakışmaya meydan vermelerinin önüne geçmek amaçlanmaktadır. Bu sayede çarpışmalar minimize edilmekte ve kaza olasılığı olabildiğince azaltılmaktadır. Yani trafik güvenliği, sinyalize olan kavşaklarda sinyalize olmayan kavşaklara göre daha çok sağlanmaktadır.

Denetimli dönel kavşaklardaki taşıtların hareketleri trafik polisi veya daha yaygın olan ışıklı işaretler yardımıyla düzenlenmektedir. Işıklı işaretlerle idare edilen sinyalize dönel kavşaklarda, farklı yönlerden gelen sürücüler kavşağın rengine göre hareketlerine devam ederler ya da dururlar. Trafik polisi ile idare edilen kavşaklarda da taşıt hareketleri aynı şekilde düzenlenir (Yayla, 2004: 213).

#### 1.1.4. Denetimsiz sinyalizasyon olmayan dönel kavşak

Dönel kavşaklarda genellikle sinyalizasyon olmamaktadır. Bu nedenle kavşakta kaybedilen süre minimumdur. Avrupa Ülkeleri başta olmak üzere Amerika, Avustralya vb. birçok gelişmiş ülkede dönel kavşaklara rastlamak mümkündür. Ancak unutulmaması gereken bilgi dönel kavşakların tasarımında standartlara uyulması gerektiğidir. Eğer standartlara uyulmaz ise bu da belirli problemleri beraberinde getirir. Ayrıca standartlara uyulmadan yapılan dönel kavşakların problemlerini çözmek daha zor hale gelebilir.

#### 1.2. Farklı Düzeyli Kavşaklar (Köprülü Kavşaklar)

Daha önceden de belirtildiği üzere kaza ve gecikmelere karşı en güzel olacak çözüm yolu kavşağın katlı kavşak tipleneşisi ile yapılmasıdır. Yani farklı düzeyli kavşak olarak yapılmasıdır. Ancak, yine daha öncede belirtildiği üzere bu tip yapılacak köprülü kavşakların yüksek yatırımlarından ve kentiçlerinde kavşağın yapılması için yeterli alanın olmamasından, sınırlı olmasından dolayı bu tip kavşakların uygulanması kolay olmamaktadır. (Yayla, 2004: 222).

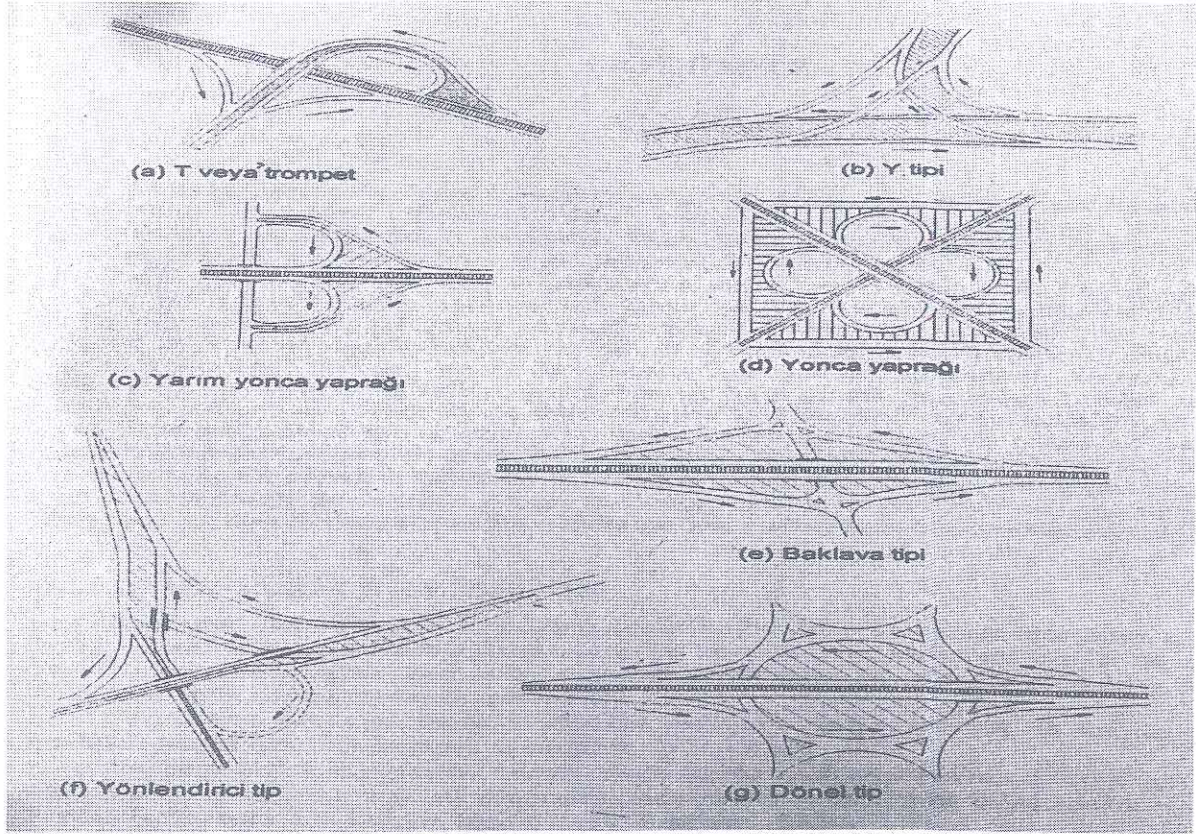
Farklı düzeyli kavşakların yapımı maliyetli olduğu için, ne zaman farklı düzeyli kavşaklara geçilmesi gerektiği hakkında kesin bir değer vermek zor olmaktadır. Ancak aşağıdaki durumlarda bu tip kavşak tesisi yapılması zorunlu ve uygundur;

- Otoyollar gibi giriş çıkış kontrollü hız yollarında,
- Alınan önlemlere rağmen kazaların ya da trafik sıkışıklıklarının çözümlenemediği durumlarda,
- Taşıt ve yolcu gecikmelerinin, kazaların olduğu, ekonomik kayıpların çok olduğu yerlerde,
- Topoğrafik koşullar nedeniyle eşdüzü kavşağın yapılmasının daha zor ve pahalı olabileceği yerlerde (Yayla, 2004: 222).

Farklı düzeyli kavşakların pek çok tipi vardır. Hangi tipin seçileceği hususunda etkili faktörler bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak; kavşağa birleşen yol sayısı, bu yolların birleşme şekilleri, yollar üzerindeki trafik miktarları ile bunların sağa sola dönenlerinin oranları, kavşak



için kullanılacak alanının büyüklüğü, genişliği, topoğrafik durum ve mali olanaklardır. Aşağıda yer alan şekilde farklı düzeyli kavşak tiplerinden bazıları şematik olarak görülmektedir (Yayla, 2004: 222).



Şekil 1.3. Farklı düzeyli kavşak tipleri

Kaynak: Yayla, N. 2004: 223

### 1.3. Dönel Kavşak

Kavşak ortasında etrafında trafiğin döndüğü bir ada varsa bu tip kavşaklara dönel kavşak adı verilmektedir. Dairesel veya buna benzer orta adası bulunan dönel kavşaklarda hareket sürekliliği vardır. Aynı anda bütün yollardan kavşağa taşıt girebilir ve kavşaktan bu yollara ayrılmalar olabilir. Bu tip kavşaklarda kavşak içinde hareket halinde bulunan trafiğin ayaklardan kavşağa girecek olan trafiğe göre geçiş önceliği olup ayaklardan gelen taşıtlar yavaş ve kontrollü bir hareketle, tam olarak durmaya gerek kalmaksızın orta ada etrafında hareket etmekte olan akıma katılabilirler. Dolayısı ile bu tip kavşaklarda tam olarak duruş olmasa da önemli derece de yavaşlama zorunluluğu olduğu için kazalara karşı güvenlik artar. Ancak, işaretleme iyi yapılmaz ve sürücülerin kurallara uyma derecesi az olursa sık sık tıkanmalar,



hatta kilitlenmeler meydana gelebilir. Bu durumda dönel kavşağa ışıklı işaret de konabilir (Yayla, 2004: 214).

Tanım olarak dönel kavşak, merkezi bir trafik adası etrafında trafiğin saat yönünün tersine (eğer trafik sağdan akıyorsa) veya saat yönünde (eğer trafik soldan akıyorsa) hareket ettiği, yönlendirilmiş kavşaklardır (Janssens, 1994).

Bütün araçlar sağdan yaklaşan araçlara öncelik vermelidirler. Sola dönen akımlar ise dönen akıma yol vermelidir. Dönel kavşaklar merkezci bir ada etrafında dönen bir akıma sahip olduğu için bütün araçlar kavşağa dönüş hareketi yaparak girerler, ki bu; giriş ya da çıkış olsun her zaman sağa doğrudur (Luttinen, 2004).

Dönel kavşakların Normal, Mini ve Çift Dönel Kavşak olmak üzere üç temel tipi vardır ve Farklı Düzeyli Dönel Kavşaklar, Halka Dönel Kavşaklar ve Sinyalize Dönel Kavşaklar gibi diğer tip dönel kavşaklar bu tiplerin varyasyonlarıyla oluşmuştur.

Analizi yapılan dönel kavşağın;

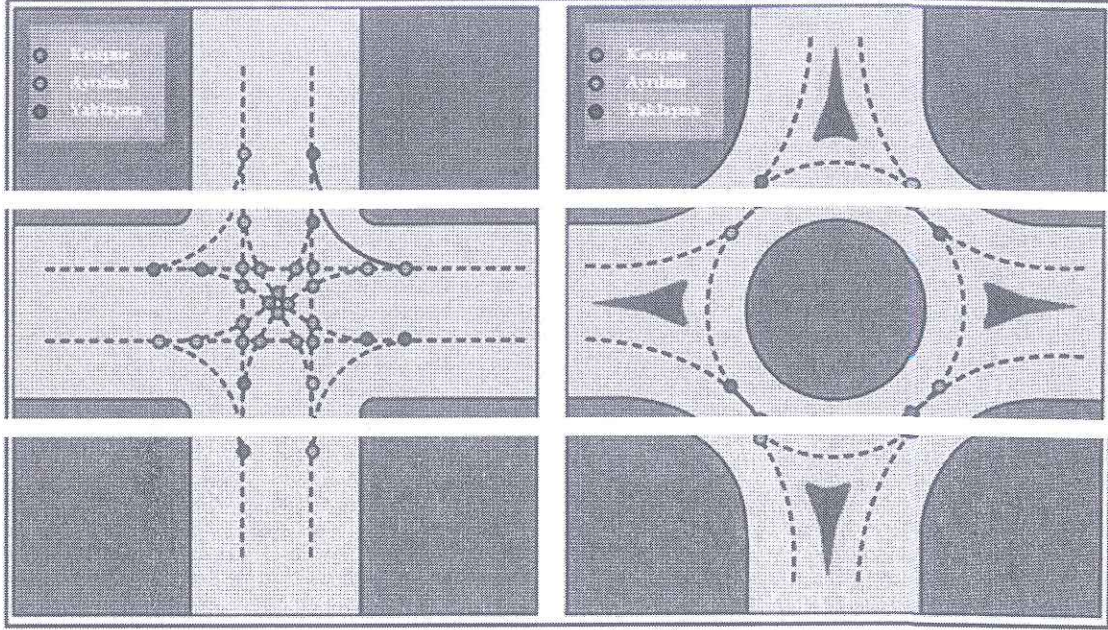
- Kollardaki her bir şeridin genişliği,
- Kollardaki şerit sayıları,
- Merkez ada çapı,
- Merkez ada çevresinde bekleme yapan şerit sayısı ve şerit genişlikleri.

#### 1.4. Dönel Kavşak Tasarımı

Dönel kavşaklar genellikle trafik sağdan akıyorsa saat yönünün tersine doğru dairesel bir ada etrafında, trafik soldan akıyorsa saat yönünde dairesel bir ada etrafında araçların hareket ettiği yönlendirilmiş kavşaklardır (Janssens, 1994).

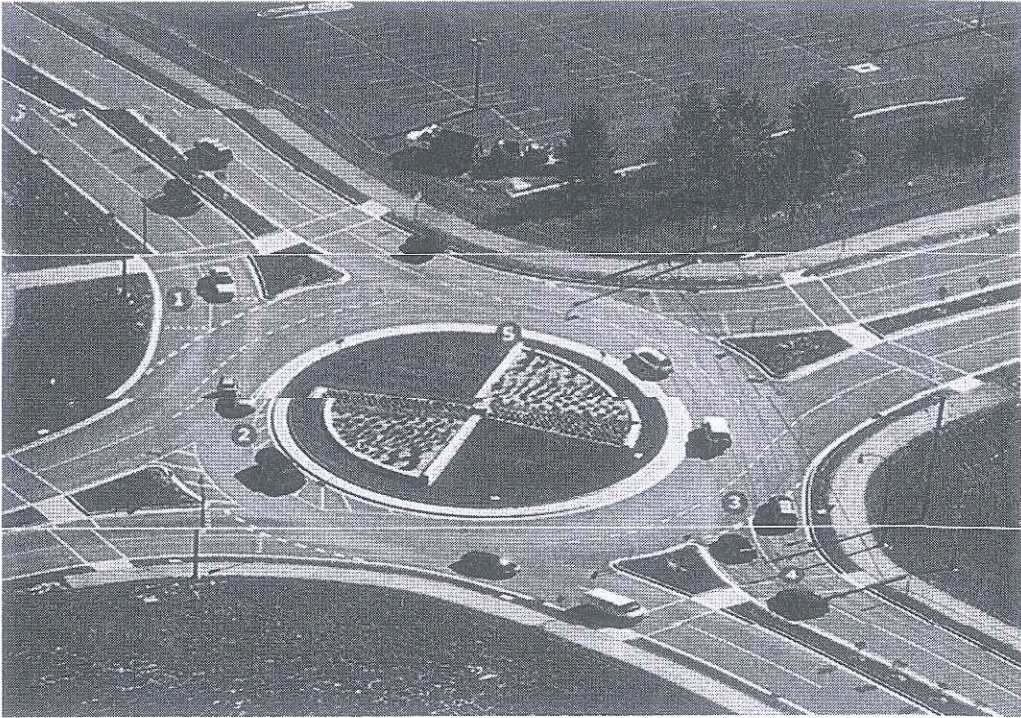
Kavşakların dönel kavşak olarak tasarlanması durumunda çakışma sayısı sekizdir. Bu durum neticede dönel kavşakların trafikteki güvenilirliğinin ve ne kadar etkili bir kavşak tipi olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Kavşak dönel kavşak olarak tasarlanmaz ise çakışma sayısı artmaktadır. Şekil 1.4.' de denetimsiz eş düzey kavşaklardaki ve dönel kavşaklardaki çakışma noktaları gösterilmektedir (Gross vd., 2013: 45).





Şekil 1.4. Denetimsiz eş düzey kavşaklar ve dönel kavşaklarda çakışan noktalar

Kaynak: Çakıcı, Z. 2014: 10



Şekil 1.5. Carmel-Amerika' daki modern bir dönel kavşak

Kaynak: Çakıcı, Z. 2014: 11



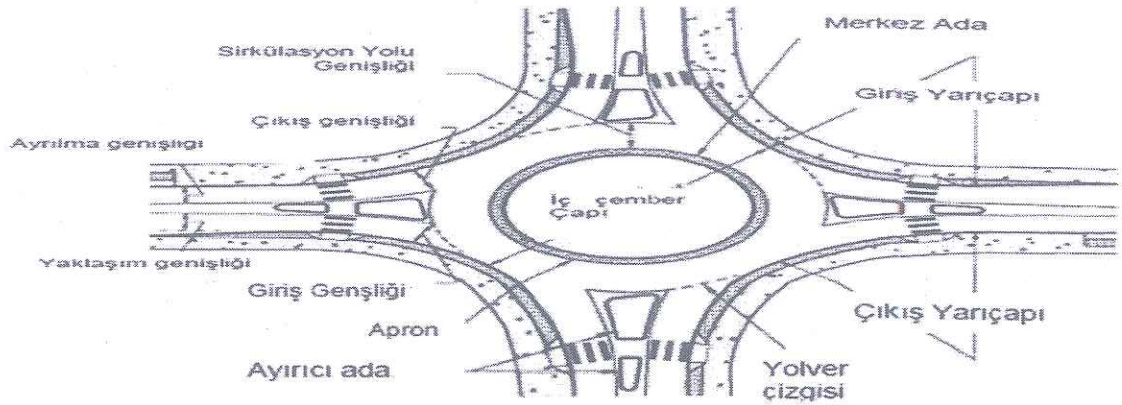
Şekil 1.5.'de görüldüğü gibi 1 numaralı kısımda, taşıtlar kavşağa girmeden önce beklemeli ve dairenin içinde bulunanlara yol vermelidirler. 2 numaralı kısımda tüm taşıtların aynı yönde hareket etmesiyle kavşaklar çarpışmalardaki en tehlikeli hareketlerden biri olan soldan dönüşlerin yanı sıra kafa kafaya çarpışmaları ortadan kalkmaktadır. 3 numaralı kısımda sürücüler, dolambaçlı trafikle birleşme konusunda endişeli oldukları için yavaşlamaları kazaları azaltmaya yardımcı olmaktadır. 4 numaralı kısımda sürücülerin dikkatini yukarı doğru yönlendirecek trafik ışıklarının olmadığı kavşaklarda, sürücüler etrafındaki arabalara ve yayalara odaklanmasını sağlamaktadır. 5 numaralı kısımda ise trafik akışını iyileştirmenin yanı sıra kavşaklarda zarif peyzaj olması geçişlerin kolaylığını sağlamaktadır. Burada temel prensipler kavşak içerisindeki 2 numaralı araç ve 5 numaralı kavşağın yakınındaki araçların öncelikli olmasıdır. 1 ve 3 numaralı araçlar kavşağa yaklaşırken hızlarını düşürmeli, gerekirse durmak durumundadırlar.

Dönel kavşaklarda araçlar saat yönünde ya da saat yönünün tersinde hareket ettikleri için araçların kafa kafaya çarpışma olasılıkları oldukça düşüktür. Kaza olasılığı az olmasından dolayı modern dönel kavşaklar tercih edilir. Bu tür modern dönel kavşaklarda sinyalizasyon olmadığı için taşıtların ve yayaların dikkatli olması gerekmektedir.

Modern dönel kavşakların tasarlanmasının doğru bir şekilde yapılması durumunda ve sürücüler açısından görüş açısı iyi olması halinde ayrıca sürücülerin görüş açılarını engelleyecek engeller olmaması kavşağın sistemli ve güzel çalışmasını sağlamaktadır.

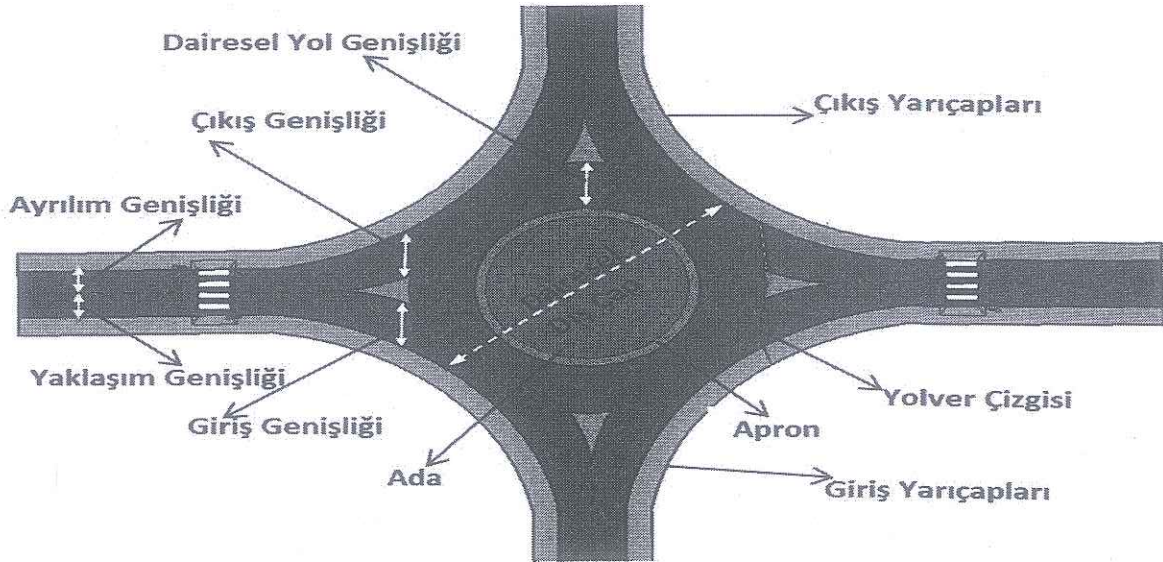
Modern bir dönel kavşak tasarlanırken daha önceden de bahsedildiği üzere bazı önemli parametreler vardır. Bunlardan bazıları; araçların ortalama hızlarının ne olacağı, taşıtların görüş uzunlukları ve kavşakta engeller olup olmayacağı, orta ada çapı, giriş ve çıkış dönüş şerit sayıları ile birlikte, kavşak içerisindeki şerit sayısı, kavşağa yaklaşırken ve özellikle kavşak içerisinde yeterli işaretleme ve aydınlatmaların olup olmaması, çevre düzen ve nizamı önemli faktörlerdendir (Tanyel, 2001: 35).

Modern bir dönel kavşağın geometrik parametreleri Şekil 1.6.'te detaylı olarak gösterilmektedir.



Şekil 1.6. Modern Dönel Kavşakların Geometrik Elemanları

Kaynak: Çakıcı, Z. 2014: 12



Şekil 1.7. Tasarımda kullanılacak modern bir dönel kavşak

Kaynak: Aydın, M. 2014: 8

Yukarıda yer alan dönel kavşakların nasıl ve ne şekilde yapılmasında etkili olan parametreler ilave olarak, kavşak kapasitesini etkileyen geometrik özellikler vardır. Örneğin;

- Kavşak giriş ve çıkış genişlikleri,
- Giriş ve çıkış şerit sayıları,
- Kavşağa girişin uzunluğu,
- Kavşağa girişteki keskinlik,
- Kavşağın çapı,
- Kavşak içerisindeki dönülecek alanının genişliği,



- Kavşak içerisindeki şerit sayısı,
- Kavşağa giriş ve kavşaktan çıkış noktaları arasındaki uzaklık vb. ölçütler vardır (Tanyel, 2001:37).

Modern olarak hazırlanan dönel kavşakların yapıldıkları yerlere, çevreye, şerit sayılarına, kavşağın boyutlarına göre 6 grupta incelenmektedir;

1. Mini modern dönel kavşak,
2. Şehiriçi kompakt modern dönel kavşak,
3. Şehiriçi tek şeritli modern dönel kavşak,
4. Şehiriçi çift şeritli modern dönel kavşak,
5. Kırsal tek şeritli modern dönel kavşaklar,
6. Kırsal çift şeritli modern dönel kavşaklar (KGM, 2009).

**Çizelge 1.1.** Altı farklı modern dönel kavşak tipine ait temel tasarım özellikleri (FHWA, 2000)

Tasarım Elemanı	Mini Dönel Kavşak	Şehiriçi Kompakt	Şehiriçi Tek Şeritli	Şehiriçi Çift Şeritli	Kırsal Tek Şeritli	Kırsal Çift Şeritli
Tavsiye edilen maksimum tasarım giriş hızı (km/sa) ( $V_{max}$ )	25	25	35	40	40	50
Yaklaşım başına maksimum giriş şeridi sayısı ( $L_n$ )	1	1	1	2	1	2
Tipik İç Çember Çapı (m)	13-25	25-30	30-40	45-55	35-40	55-60
4 kollu modern dönel kavşaklardaki günlük hizmet hacimleri (taşıt/gün) ( $Q$ )	10000	15000	20000	Trafik talebine göre değişmekte	20000	Trafik talebine göre değişmekte

**Kaynak:** Aydın, M. 2014: 8

$V_{max}$ : Önerilen maksimum giriş tasarım hızı olarak alınabilir. (km/sa)

$L_n$ : Her bir yaklaşımdaki maksimum giriş şerit sayısı

$Q$ : Dört kollu dönel kavşaktaki günlük hizmet hacmi (taşıt/gün)

Saatlik trafik hacmi 5000 taşıttan az ise dönel kavşaklar tercih edilebilir. Dönel kavşakların kendi içlerinde avantaj ve dezavantajları vardır.

**Çizelge 1.2. Dönel kavşakların avantajları**

Avantajları	Öncelik Kontrollü Kavşaklar	Sinyalize Kavşaklar
<b>Maliyet durumu</b>	Kazaların sayısının ve şiddetinin az olmasından dolayı kaza maliyetleri düşüktür.	
	Daha az istismak alanı olur.	Bakım maliyetleri dönel kavşaklara göre daha düşüktür.
<b>Gecikme</b>		Gecikme eşit hacimli sinyalize kavşaktakinden daha az olacaktır.
<b>Güvenlik</b>	Kontrolsüz kavşaklarla karşılaştıklarında çatışma noktalarının sayısı azdır. Düşük hız olmasından dolayı hem araç-araca hemde araç-yaya arasında kazaların meydana gelme sıklığını ve şiddetini azaltır.	
<b>Kapasite</b>	Seyir halinde trafik durmadan ziyade yol vermekte, bu da daha küçük zaman aralıklarının kabulü ile sonuçlanmaktadır.	Dönel kavşaklar, sinyalize kavşaklardaki zaman kaybının olmaması sebebiyle (kırmızı ve sarı ışıkta), daha yüksek kapasite/şerit imkanı sunabilirler
<b>Yayalar/bisikletliler</b>	Düşük hızlar yaya-arac kaza sıklığının ve şiddetinin azalmasını sağlar.	

**Kaynak:** Karayolu Tasarımı Raporu, 2000: 6

**Çizelge 1.3. Dönel kavşakların dezavantajları**

Dezavantajları	Öncelik Kontrollü Kavşaklar	Sinyalize Kavşaklar
<b>Kapasite</b>		Koordine edilen sinyalizasyonlu ağların kullanılması halinde, sinyalize kavşak ağın genel kapasitesini artıracaktır.
<b>Gecikme</b>		Trafik ışıkları çok çarpık olursa kavşaklarda kısa süreli gecikmeler verebilir.
<b>Maliyet</b>	Bazı yerlerde dönel kavşakların aydınlatmasının daha fazla olmasına gerek olabilir.	
<b>Yayalar/bisikletliler</b>	Güzergahlar uzun ise yayalar ve bisikletliler için kat edilen mesafeyi arttırır. Yoldan geçmek için zaman aralıkları kollayan yayalar için dönel kavşaklar gecikmeyi arttırır.	

**Kaynak:** Karayolu Tasarımı Raporu, 2000: 6



Model Dönel Kavşakların temel işleyişleri şu şekildedir;

Sağa dönüş;

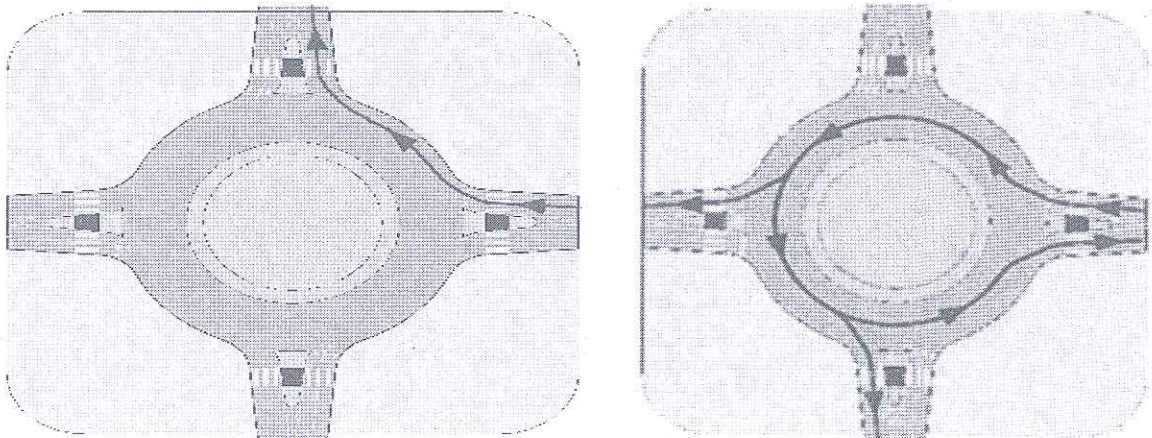
- Kavşağa sağdan yaklaşılır, kavşak içinde sağda kalınır, kavşak sağdan terkedilir.
- Kavşak içi de dahil olmak üzere kavşağa yaklaşırken de sağ sinyal yakılır.
- Kavşağa yaklaşırken hız azaltılır.

Düz ileri hareket;

- Kavşağa sağ şeritten yaklaşılır ve kavşak içerisinde sağ şeritten devam edilir.
- Trafiğin durumuna göre sağ şeritte tıkanma meydana geliyorsa kavşağa sağ şerit ve sol şeritin ortasında şeritlerden yaklaşılır, bu şekilde devam edilir.
- Kavşağa yaklaşırken hız azaltılır.

Sola dönüş ve u dönüşü;

- Dönel kavşağa girmeden önce ya da u dönüşü yapmadan önce sola sinyal yakılmalıdır. Sol şeritten kavşağa yaklaşılır ve sinyal kapatılmadan sola dönüş ya da u dönüşü yapılır.
- Kavşağa yaklaşırken hız azaltılır.



Şekil 1.8. Dönel kavşak 1

Kaynak: Karayolları Genel Müdürlüğü, Modern Dönel Kavşak Kullanımı



İsveç'te yapılan dönel kavşaklar ile ilgili 50 km/saat hız sınırında giden araçların kavşaklarda daha güvenli oldukları tespit edilmiştir. Merkezi ada yarıçapının 10 ile 25 metre arasında olması dönel kavşakların taşıdıkları risklerin daha az olacağını belirtmektedir. İki şeritli dönel kavşaklar için yarıçapın en az 15 metre olması gerekmektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde ise şehir içlerinde merkez ada yarıçapı 2 ile 10 metre arasında olan küçük dönel kavşaklar ile merkez ada yarıçapları 2 metreden küçük olan mini dönel kavşaklar kullanılmaktadır. Ancak bu tür kavşaklar uzun araçların geçişlerini sağlayamadığından ve güvenliği tehlikeye attığı için şehirlerarası yollarda bu tip küçük çaplı kavşaklar kullanılması önerilmez.

İsveç'teki incelemeden yola çıkarak kaza, yaralanma oranlarına göre tahmini bir modelleme geliştirilmiştir. Bu modeller hız limitlerini, ayak sayısını ve dönel kavşaktaki şeritlerin sayısını göz önünde bulundurmaktadır. Tahmin modelleri gelen milyon araç başına aşağıdaki değerleri verir.

**Çizelge 1.4.** İsveç 'teki dönel kavşaklara ait kaza oranları (kaza/1 milyon araç)

Yerel hız sınırı	Genel hız sınırı	4 ayak		3 ayak	
		1 şerit	2 şerit	1 şerit	2 şerit
50 km/saat	Genel hız sınırı ile aynı	0.113	0.133	0.109	0.127
70 km/saat	Genel hız sınırı ile aynı	0.208	0.244	0.200	0.234
50 km/saat	Yerel hız sınırı ile aynı	0.159	0.186	0.152	0.178
70 km/saat	Yerel hız sınırı ile aynı	0.292	0.341	0.280	0.328

**Kaynak:** Karayolu tasarımı raporu, 2000: 6

**Çizelge 1.5.** İsveç 'teki dönel kavşaklara ait yaralanma oranları (yaralı/1 milyon araç)

Yerel hız sınırı	Genel hız sınırı	4 ayak		3 ayak	
		1 şerit	2 şerit	1 şerit	2 şerit
50 km/saat	Genel hız sınırı ile aynı	0.022	0.028	0.020	0.026
70 km/saat	Genel hız sınırı ile aynı	0.058	0.074	0.054	0.069
50 km/saat	Yerel hız sınırı ile aynı	0.037	0.048	0.035	0.045
70 km/saat	Yerel hız sınırı ile aynı	0.099	0.128	0.093	0.0120

**Kaynak:** Karayolu tasarımı raporu, 2000: 6

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki, dönel kavşaklar sinyalize kavşaklardan daha güvenlidir. Ancak bazı yerlerde dönel kavşak kullanılması mümkün olmayabilir, bu durumlarda sinyalize kavşak seçilmelidir.

Bir dönel kavşağın güvenli bir şekilde işleyebilmesi için aşağdaki özelliklerin olması gerekmektedir;

- Dönel kavşaklar yol sisteminde kolayca ayırt edilebilir olmalıdır.
- Dönel kavşak planı taşıtları kullanan sürücülerin kavşağa yavaş girmeleri ve kavşak içerisinde güvenli hareket ederek, kolayca terk edebilmelerine imkan sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Dönel kavşak, kavşağa yaklaşan araçlar tarafından kolayca görülebilir olmalı ve işaretlendirmeler ile dikkat çekmelidir.
- Kavşak sadece araçları kullanan sürücüler için tasarlanmamalı aynı şekilde hesaba yaya ve bisikletliler de katılmalıdır.
- Geceleri dönel kavşakta problem olmaması, güvenli bir şekilde işlevini yerine getirmesi için yeterli şekilde uyarı işaret levhaları ile aydınlatma da sağlanmalıdır.
- Hızın kontrolü ve düşürülmesi için kavşak girişlerinde ve içerisinde dönel kavşak yarıçapının 100 metreden fazla olmaması gerekmektedir.
- Sürücülerin dönel kavşağı rahatlıkla görebilmeleri ve kavşağı terk edebilmeleri için merkez adanın bölümleri aynı alana sahip olmalıdır. Yani kuzey-güney, doğu-batı yönlerinde seyreden araçlar kavşağa yaklaştıklarında kavşak her bir yöne aynı bölme ile ayrılmalıdır.
- Dönel kavşaklarda her giriş için iki şerit gerekip gerekmediği kontrol edilerek eğer girişlerde biri için iki şerit gerekiyorsa tüm dönel kavşak iki şeritli olarak tasarlanmalıdır.
- Dönel kavşakların tasarımlarında dönel kavşaklara girişte güzergahı yana doğu kaydırmak daha çok tavsiye edilmektedir. Çünkü kavşağa giriş güzergahını yana doğu kaydırmak kavşağa girişte hızının dşrmesi gerektiği bilgisini verir.

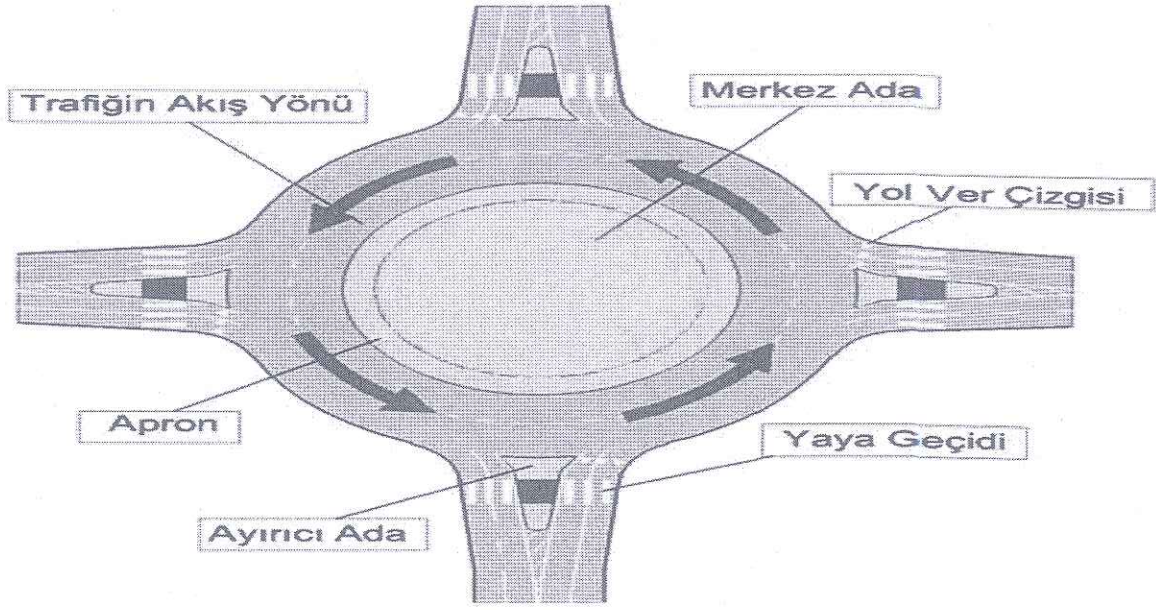
Çizelge1.6. Yolun geometrik özelliklerine göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri 2017

KAVŞAK	Otoyol			Devlet Yolu			İl Yolu			Bağlantı Yolu			Toplam		
	Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı
Üç Yönlü (T)	-	-	-	2.041	142	4.686	668	41	1.379	61	1	93	2.770	184	6.158
Üç Yönlü (Y)	-	-	-	519	25	1.103	285	19	629	39	1	72	843	45	1.804
Dört Yönlü	-	-	-	2.061	159	4.561	438	37	958	52	-	106	2.551	196	5.625
Dönel	-	-	-	3.964	255	9.486	252	11	550	34	1	49	4.250	267	10.085
Köprülü Kavşak	-	-	-	170	16	417	15	1	29	26	2	30	211	19	476
Diğer Kavşak	62	10	77	1.266	107	2.825	226	15	474	46	2	70	1.600	134	3.396
Kavşak Yok	4,418	388	8,136	28.222	2.331	58.993	7.208	502	14.542	555	27	862	40.403	3.248	82.533
<b>TOPLAM</b>	<b>4,480</b>	<b>398</b>	<b>8,213</b>	<b>38.243</b>	<b>3.035</b>	<b>82.071</b>	<b>9.092</b>	<b>626</b>	<b>18.501</b>	<b>813</b>	<b>34</b>	<b>1.282</b>	<b>52.628</b>	<b>4.093</b>	<b>110.067</b>

Kaynak: Karayolları Genel Müdürlüğü, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, 2017 yılına ait

Trafik Kazaları Özet Bilgileri





Şekil 1.9. Dönel kavşak 2

Kaynak: Karayolları Genel Müdürlüğü, Modern Dönel Kavşak Kullanımı

### 1.5. Sinyalize Dönel Kavşaklar

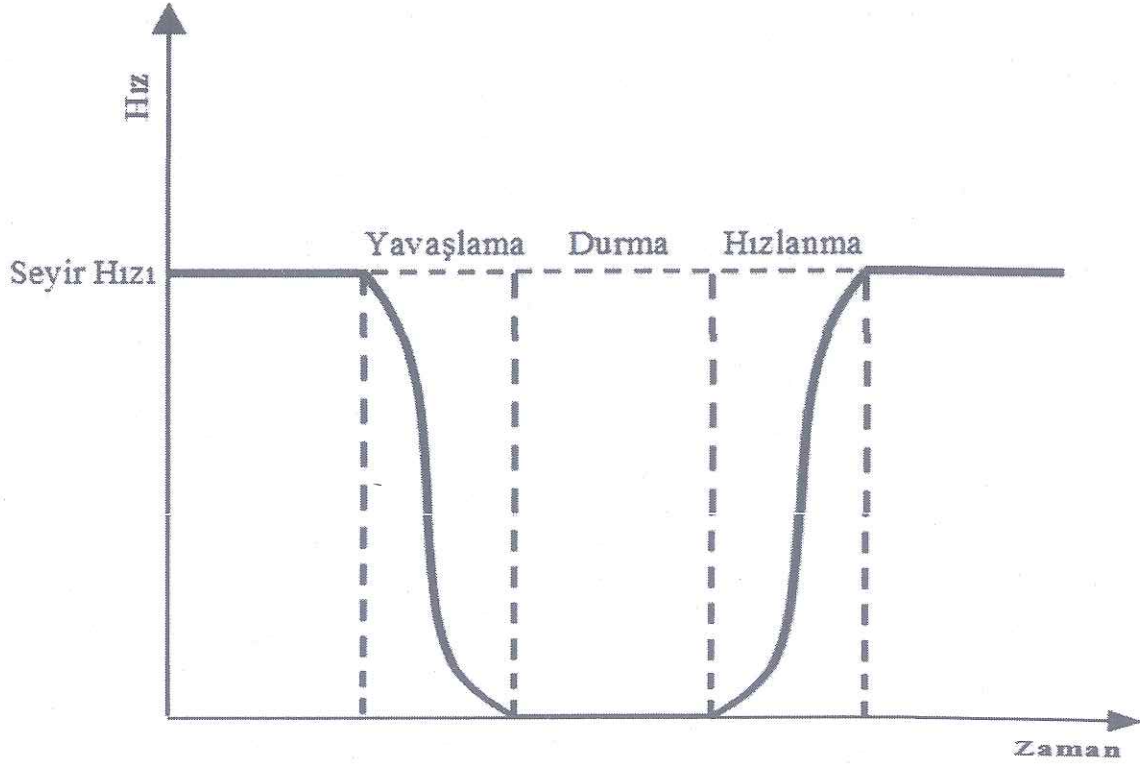
Gelişmekte olan ülkelerde yani bizim gibi ülkelerde uygulanmakta olan trafik yöntemlerinden bir tanesi de sinyalize dönel kavşaklardır. Bu tip kavşak modellemesinde, kavşak, kavşağa gelen kollar ve trafik ışıkları vardır. Bu tip kavşaklarda sola dönüş yapacak olan araçlar kavşak çevresinde toplamaktadır. Sola dönüş yapacak olan taşıtlara geçiş önceliği verilmekte ve bu sebeple trafikte kargaşanın önüne geçilmek istenmektedir.

Dönel kavşaklarda araçlar yani taşıtlar birbirleri ile kesişme sağladıklarından dolayı beraberinde birçok tehlikeleri de olağan kılmıştır. Nitekim bu karmaşıklıkları önlemek amacıyla trafik denetimlerinden birisi olan sinyalize dönel kavşaklar kullanılmaktadır.

Sinyalize kavşaklarda araçların gecikmeleri 3 durumdan oluşmakta olup, bunlar; yavaşlama, durma ve hızlanma gecikmeleri olarak belirtilir. Burada yavaşlama gecikmesi; herhangi bir koldan kavşağa yaklaşan araç sürücüsünün sinyalizasyon sistemindeki ışıktan dolayı yavaşlamaya başladığı ve kırmızı ışıktan dolayı durmaya başladığı ana kadar geçen süredir. Durma gecikmesi ise; araçların kavşaklarda kırmızı ışıktan dolayı yani durduğu, yeşil ışıktan sonra yani geçtiği süre aralığı olarak belirtilmektedir. Hızlanma gecikmesi ise,

Sinyalizasyon sistemi yani ışıklandırma sisteminde ışığın kırmızıdan yeşile döndüğü ve taşıtın tekrar hızlanması için geçen süre olarak tanımlanır (Dion vd., 2004: 75).

Sinyalize olan ışıklandırılan bir kavşaktaki, aracın hızı ile zaman arasındaki diyagram şu şekilde olabilmektedir.



Şekil 1.10. Sinyalize bir kavşakta hız ile zaman arasındaki ilişki diyagramı

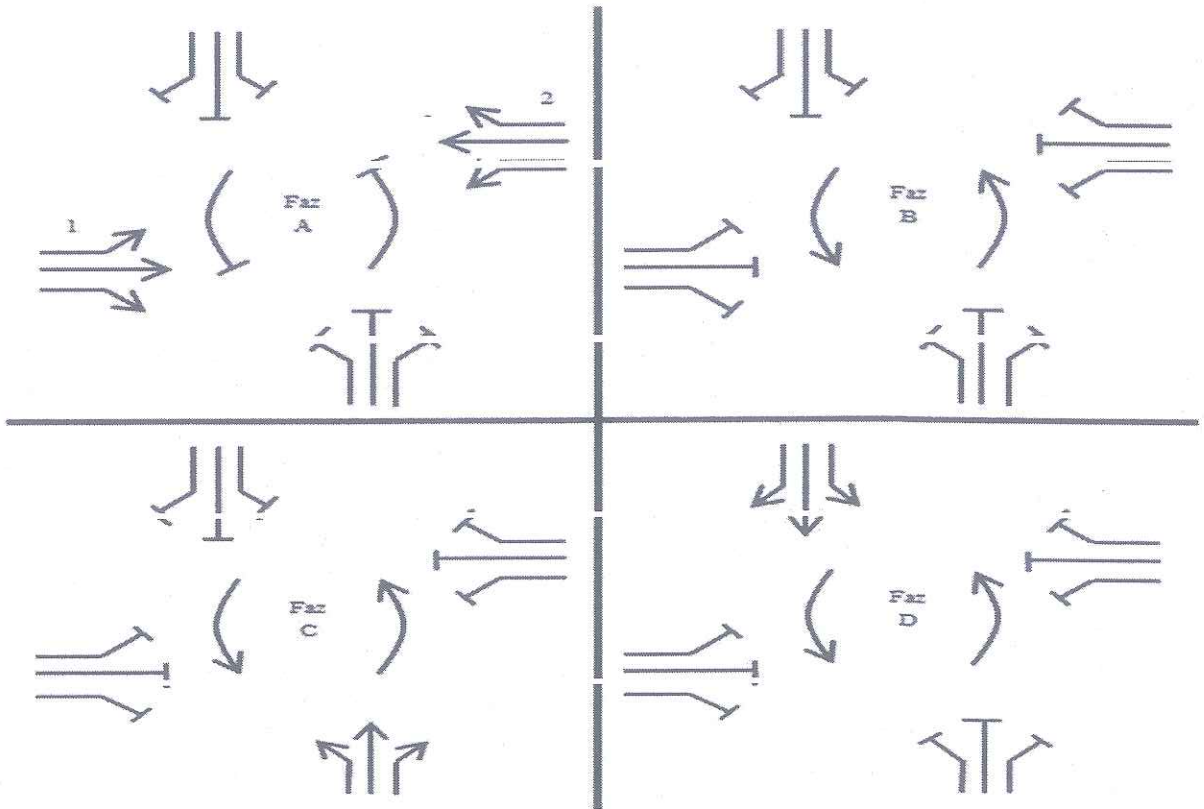
Kaynak: Çakıcı, Z. 2014: 39

Sinyalize kavşaklardaki gecikmeler bir hayli fazla olmakla birlikte uzun yıllardır ulaştırma mühendisleri, ulaştırma ana bilim dalı çalışanlar bu konu hakkında çalışmalar yapmaktadır.

Yaptıkları çalışmalarda değişkenlere göre, araçların kavşağa ortalama olarak giriş süreleri, kırmızı ışık sinyal süresi, kuyruktaki taşıtların sayısı, kavşağı terk etme süresi gibi değerlere göre formüller üretmiş, çalışma sonucunda elde ettikleri formülleri karşılaştırmıştır (Murat vd., 2014: 15).

Çin'deki sinyalize kavşaklardaki ağır tonajlı taşıtların oranlarını hesaba katarak bu durumun taşıtların gecikmelerindeki etkilerini incelemişler (Su vd., 2009: 157).

Sinyalize Dönel Kavşak Dört Fazlı Denetim: Bu yöntemde öncelikli amaç karşılıklı kollardan gelen araçlara geçiş hakkı vermektir. Fakat sola dönüş yapacak olan taşıtlar diğer kollardan gelen düz giden ve sağa dönüş yapacak olan taşıtlar ile kesişebilme ihtimali olduğu için kaza olasılığı artmaktadır. Bu kaza ihtimalini en aza indirmek için sola dönüş yapacak olan taşıtların dönüşleri sinyalizasyon sistemi ile kesintiye uğratılmaktadır. Bundan sonraki aşamada ise ada etrafında depolanan taşıtların geçiş üstünlükleri oldukları için devam etmelerine izin verilir. Bundan sonra kavşaktaki trafik hacminin az olduğu diğer 2 yaklaşım kollarına geçiş hakları verilerek onların kavşağı rahatlıkla terk etmeleri sağlanmaktadır. Aşağıdaki şekilde dört fazlı bir dönel kavşağın faz planı yer almaktadır.



Şekil 1.11. Sinyalize dönel kavşak faz planı – dört fazlı denetim

Kaynak: Çakıcı, Z. 2014: 69



Dönel kavşaklardaki sinyalizasyon sürelerindeki en önemli faktör sola dönüş yapacak olan taşıtların geçişlerinin düzgün ve gecikmelere meydan vermemek için ada etrafındaki sinyalizasyon sistemindeki yeşil sürelerinin optimal olmasıdır. Aksi takdirde ada etrafında beklemler, yığılmalar olabilir. Ada çevresindeki sola dönüş yapacak olan taşıtların geçmelerindeki yeşil süreleri trafik hacmi ile bağlantılı olmalıdır. Eğer bir sinyalizasyonlu dönel kavşakta sola dönüşler fazla değil ise, bu kavşakta sola dönüşlerdeki yeşil süresinin kısa olması gerekmektedir. Aksi takdirde dönüş için araç olmadığından boşu boşuna yeşil süresi yanmaktadır. Zaten yeşil süresi fazla olsaydı sola dönüş yapmayacak taşıtlar da bu durumda kavşakta fazla beklemiş olacaktı. Bu da gecikmeleri beraberinde getirecekti. Aynı bir devrede kavşak içerisindeki sola dönecek, düz gidecek ve sağa dönecek taşıtların fazla beklememesi ve depolanan taşıtların yoğunluğunun çok olmaması için bu hususlara dikkat etmek gerekmektedir.

#### **1.5.1. Sinyalize dönel kavşak tasarımı**

Bu kavşaklar sinyalize ve dönel kavşakların birleşimleri sonucu ortaya çıkmış eş düzey kavşak çeşitlerinden biridir. Ülkemizde genellikle tam denetimli sinyalize kavşaklar kullanılmaktadır. Kısmi denetimli sinyalize kavşaklar ise özellikle Avustralya'da uygulanmaktadır.

#### **1.5.2. Sinyalize dönel kavşak tasarım prosedürleri**

Dünyada ve ülkemiz dönel kavşakların yapılması aşamalarında bazı prosedürler bulunmaktadır. Dönel kavşaklar tasarlanırken sinyalizasyon sistemleri ile teknik olarak daha da kombine bir kavşak tasarlanabilir. Tasarımcı tasarlayacağı kavşağı tasarlamadan önce analiz etmeli ve dikkatli bir şekilde çalışma yapmalıdır. Titiz bir şekilde tasarlanacak kavşakta çalışma yapması gereken belli başlı konular şunlar olabilir;

- Sinyalize dönel kavşağın ada çapının tasarımının düzgün ve dikkatli yapılması,
- Sinyalize dönel kavşaktaki geometrinin kavşak standartlarına uygun olması, örneğin kavşağa geliş ve kavşaktan çıkış şeritlerinin ayrıca kavşak içerisindeki dönüş şeritlerinin uzunluklarının standart olması,
- Sinyalize dönel kavşaklarda, ada etrafında sola dönecek araçlar için yeterli bir depolama taşıtının yapılabilmesi,

- Sinyalize kavşağı kullanan araçlar ve yayaların geçişlerindeki faz planlarının yapılabilmesi,
- Dönel kavşağa geliş, dönel kavşaktan çıkış ve dönel kavşak içerisindeki durumlarda sinyalizasyon sistemlerine ait sinyal sürelerinin belirlenmesi ve atanması,
- Tasarımı yapılacak kavşaktaki en üst düzey sonuçlar alınabilmesi için yani taşıt gecikmelerinin en aza indirilmesi, araçların oluşturacağı trafik hacimlerinin en aza indirilmesi vb. konuların tespiti ve uygulamaya konulabilmesi,
- Taşıtların hangi yönleri yoğun olarak kullandığı, hangi yönleri hangi saatlerde yoğun olarak kullandıklarının tespit edilmesi ve uygulamaya konulması,
- Sinyalize dönel kavşakların tasarımını, dizaynını en çok etkileyen kısım olan sola dönüşlerdeki taşıtların cinslerinin ve sayılarının saatlik, günlük olarak saptanabilmesi,
- Sinyalize dönel kavşakların tasarımını etkileyen sağa dönüşlerinde tespit edilerek dikkate alınması.

#### 1.5.2.1. Depolama alanı gereklilikleri

Ülkemizde sinyalize dönel kavşak sistemleri kullanılmakla birlikte en çok iki, üç, dört fazlı sistemler tercih edilmektedir. Kavşak yapılacak yerin geometrisine ve kavşağın trafik hacmini kaldırabilme durumuna göre faz tercih edilmelidir. Kavşaklarda sola dönüş yapacak taşıtların durumları çok önemlidir. Çünkü kavşaktaki tıkanmalara en çok sola dönüş yapacak taşıtlar yapmaktadırlar. Sola dönüş yapacak taşıtlar ile karşıya geçiş yapacak taşıtların çakışmamaları ve trafik akışını çok etkilememeleri, trafikte kalabalığa sebebiyet vermemeleri için sinyalize kavşaklar önem arz etmektedir. Normal dönel kavşaklarda yani sinyalize olmayan dönel kavşaklarda dönel kavşak içerisindeki taşıtın geçiş üstünlüğü olmasına rağmen, sinyalize dönel kavşaklarda sola dönüş yapan taşıt yani merkez ada etrafındaki taşıt yeşil ışık yanıyorsa geçmekte aksi takdirde karşı yönden gelen taşıtların ışıkları kırmızı olana kadar beklemektedir. Buradaki uygulamanın nedeni kavşağı güvenli kullanan kişilerin kavşağı güvenli bir şekilde terk etmelerini sağlamaktır.

Sinyalize dönel kavşaklarda sola dönüş yapacak taşıtların ne kadar önemli olduğundan bahsedilmektedir. Sola dönüş yapacak taşıtların cinsleri ve oranları bilinmez ise tasarım sonucunda uygulamada aksaklıklar olduğu görülebilir. Örnek verecek olursak, sola dönüş



yapacak araçların çoğu ağır tonajlı ve kapladığı alan farklı ise bu husus göz önünde bulundurulmalıdır. Nitekim saatte kavşaktan sola dönüş yapan 50 adet ağır tonajlı kamyon ile 50 adet küçük otomobiller için aynı şeylerden bahsetmek zordur. 50 adet kamyon hem uzunluk hem de genişlik olarak farklı olduğu için bu hususa dikkat etmek gerekmektedir.

Özellikle ülkemizde sinyalize dönel kavşaklarda en çok rastlanan problem kavşaklarda dönüş esnasında depolama alanlarının yetersiz olması durumudur. Kavşaktaki merkez adanın çapı ne kadar küçük olursa kavşakta tıkanmalar o kadar yüksek olur. Onun için ada çapına dikkat edilmelidir. Örneğin bir şehir merkezine girişteki merkez ada çapı ile kırsal bir yere girişteki merkez ada çapını aynı tutmak aynı işlevi görmeyi sağlamamaktadır.



**Resim 1.1.** Yetersiz depolama alanının olduğu örnek bir dönel kavşak

**Kaynak:** Çakıcı, Z. 2014: 31



Bu fotoğrafta da görüldüğü üzere sola dönüş yapacak olan taşıtlar düz devam etmek isteyen taşıtların gidişlerini engellemekte, taşıtlarda gecikmelere sebebiyet vermekte hatta kaza olabilirlik oranlarını arttırmaktadır.

### 1.5.2.2. Sinyal sistemi tasarımı

Sinyalize dönel kavşaklarda trafik denetimleri daha önceden de bahsedildiği üzere iki, üç, dört fazlı sistemlerle sağlanmaktadır. Kavşaklara konulan gelişigüzel süreler yüzünden kavşak içerisinde tıkanmalar meydana gelebilmektedir. Kavşakta zaman kaybedilir, gecikmeler meydana gelebilir. Bu doğrultuda kavşağa gelişte ve gidişte ayrıca kavşak içerisindeki araçların kavşağı tıkamalarının önüne geçmek için sinyal süreleri atamaları düzgün yapılmalıdır.

Taşıtların depolama alanlarının yeterli olduğu sinyalize dönel kavşakların sinyal sürelerinin hesaplanmasındaki aşamalar şunlardır;

- Sinyalize dönel kavşakta, kavşak tasarımında sola dönüş yapacak olanlar yani depolama yapacak olanlar dikkate alınmalıdır. Geleneksel yöntem gibi düşünülerek sinyalize kavşak gibi analiz edilir,
- Kavşaktaki süreler tespit edilmelidir,
- Daha sonrasında kavşaktan 1 saatlik bir sürede geçen taşıt sayıları tespit edilir. Burada belirtilen 1 saatlik süre kavşaktan geçecek taşıtların en çok oldukları süredir. Örneğin sabah 7.00-8.00 ya da akşam 17.00-18.00 gibi aralıktır,
- Analiz yapılırken sola dönüş yapacak olan taşıtların trafik hacimlerinden büyük olan saçılır ki daha güvenli olsun,
- Bir sonraki aşamada ise depolama alanındaki yani sola dönüş yapacak taşıtların sayısı hesaplanarak depolama alanındaki taşıt sayısına göre şerit sayısı belirlenebilmektedir. Örneğin, sinyalize bir dönel kavşakta depolama alanında her yeşil ışık yandığı süre boyunca en fazla 6 araç bulunuyorsa bu 6 adet araç için dönel kavşağı 2 şeritli tasarlırsak 3 sıra şeklinde araçlar sıralanır ve bu da tasarımı yapacak olan kavşağın tıkanmasına neden olabilir. Ancak 2 şerit yerine 3 şeritli yaparsak 2 sıra şeklinde araçlar sıralanır ve bu arkadaki düz devam eden araçların geçişlerini engellemez ve trafikte sıkışmalar olmaz,

- Daha sonraki adımda ise kavşağı terk edecek araçların terk etme sürelerine göre sinyalizasyon tespiti yapılmalıdır. Burada kavşak içerisindeki taşıtların hareket kayıpları ortalama olarak her bir sıra araç için  $2s_n$  alınmaktadır. Örneğin ; 3 şeritli bir kavşakta 6 araç olduğu düşünülürse bu araçların kavşağı terk etme süreleri ilk sıradaki araçlar için  $2s_n +$  aracın kavşağı rahatlıkla terk edebileceği mesafenin  $s_n$  olarak hesaplanması, aynı durum ikinci sıra araç için de hesaplanarak kavşak içerisindeki araçların kavşağı terk edebilme zamanlarına göre yeşil ışıktan kırmızı ışığa geçiş sağlanmalıdır. Bu durumu kendimiz bir örnek vererek açıklamak istersek; yukarıda da bahsettiğimiz gibi kavşak içerisinde 6 araç olsun ve kavşak 3 şeritli olsun. Her bir şeritteki araçların kalkış durumlarına göre  $2s_n$  gecikeceğini unutmayalım. Kavşak içerisindeki araçların kavşağı güvenli bir şekilde terk etme durumlarına göre saatte 20 km hıza sahip olduğunu düşünelim ve kavşağın güvenli bir şekilde terkedilmesi için 50 metre araçların gitmesi gerektiğini unutmayalım. Tahmini olarak ilk şeritteki araçların kavşağı terk etme süreleri  $2s_n + 9s_n = 11s_n$  olarak bulunur. İkinci sıra araçların kavşağı güvenli terk etme mesafesi 50 metre + öndeki aracın uzunluğunun biraz fazlası mesafe kadar olmaktadır. Diyelim ki 55 metre gitmesi gerekiyor. Bu durumda kavşağı güvenli terk etme mesafesi  $2s_n + 10s_n = 12s_n$  olarak bulunur. Yani bu demektir ki bu araçlar kavşağı ortalama olarak en az  $12s_n$  sonra terk edeceklerdir. Buna göre sinyalizasyon kavşak tasarımı yapılmalıdır.

Yani incelemelerden de anlaşıldığı üzere ada etrafındaki taşıtlar ve adaya gelmekte olan ya da adayı direkt terk etmekte olan taşıtlar sinyalizasyon sürelerini etkilemektedirler.

### 1.5.2.3. Diğer faktörler

Kavşak üzerinde başka faktörlerde kavşağa etkileşim sağlamaktadır. Bu faktörlerden bazıları, sürücüler ve özellikleri (kadın, erkek, engelli, stresli, sakin vb.), kavşak yaklaşım kollarındaki trafik hacimleri, sola dönüş yapacak olan araçların cinsleri ve sayıları, yayalar ve özellikleri, kavşak yakınlarında olabilecek okullar vb. faktörler.



#### 1.5.2.4. Sürücü özellikleri

Kavşakları tasarlarken sürücülerin durumları çok önemlidir. Sürücüler ile ilgili parametreler vardır ve bunlar bir hayli çoktur. Bunlara örnek verebileceğimiz bazı durumlar; sürücülerin şeritleri doğru kullanıp kullanmamaları, cinsiyet, yaşları, algılamalarındaki güçlükler, sürücülerin deneyimleri, sürücülerin psikolojik özellikleri, sürücülerin eğitim düzeyleri, trafik işaret bilgisi ve bunları yönetebilme durumları vb. özelliklerin kavşakların tasarımında etkisi çoktur.

#### 1.5.2.5. Kavşak yaklaşım kollarındaki taşıt kompozisyonları

Sinyalize dönel kavşaklarda depolama alanlarının boyutları taşıtların cinsi ile alakalıdır. Örneğin, ağır tonajlı bir taşıtın normal bir taşıta göre seyir hızı daha azdır ki bu da taşıtların gecikme sürelerinin artmasına neden olmaktadır. Diğer bir husus ise sağa ve sola dönüş yapacak olan ağır tonajlı taşıtların dönüşleri esnasında diğer taşıtların şeritlerine geçiş sağlamakta onların hızlarını azaltmakta. Burada bilinmesi ve unutulmaması gereken en önemli husus kavşak tasarımı yapacak kişinin taşıtların cinslerini iyi bilmesi gerekmektedir. Maksimum 20 normal otomobil ile maksimum hacim sağlanmakta ve bundan fazla araç olması durumunda trafikte sıkışıklıklar olabileceği düşünülüyorsa 20 kamyon getirirsek trafik sıkışır. Bu durumda 20 kamyon değil daha az kamyon ile maksimum hacim sağlanmış olur. Tasarımı yapılacak yer için her ne olursa olsun en olumsuz göz önüne alınmalıdır ve bu şekilde tasarlamalıyız. ,

#### 1.5.2.6. Kavşak yaklaşım kollarındaki taşıt hacimleri

Kavşaklardaki trafik hacimleri dikkate alınmaz ve sinyal atamaları yapılır ise kavşaklarda tıkanıklıklar olmaması mucize sayılır. Taşıtların trafikteki hacimleri hesaba katılır ve o şekilde ışıklarda atama yapılır. Sonuçta her kavşakta, kavşağa geliş veya kavşaktan çıkışta süre aynı değildir. Örneğin bir kavşağa doğudan batıya doğru gelen araç düz devam ederse ve araç çok gelmiyorsa üstelik batıdan doğuya doğru gelen araç sayısı fazla ve çoğu düz devam etmekte ise bu doğrultuda ışıklı sinyalizasyon işaret atamalarını ona göre yapmalıyız. Şöyle ki doğudan gelen araç sayısı az olduğu için oradaki ışıklı işaret yeşil ışık yanma süresi 15sn olarak atandı ve işlevini yerine getiriyor ise tam tersi istikamette bu süre kesinlikle 15sn den çok olmalıdır, aksi takdirde tıkanmalar meydana gelebilir.



### **1.5.2.7. Kavşak yaklaşım kollarından sola dönüş hareketi yapacak olan taşıtların cins ve sayısı**

Daha önceden de birçok kez bahsedildiği üzere sola dönüşlerdeki taşıtlar trafiği doğrudan etkilemektedirler. Sola dönüş yapacak araçların cinsleri ve sayısı çok önemlidir. Sola dönüş yapacak taşıt sayıları fazla ise bu hem sinyalizasyon süresini etkilemekte, hem de depolama alanındaki fazlalığın tıkanmalara sebebiyet verdiği gözlemlenmektedir. Sola dönüş yapacak olan taşıtlar için, kamyon gibi ağır tonajlı ve uzunluktaki bir taşıtı hesaba katmazsak tıkanmalar meydana gelmektedir. Aynı şekilde düz devam edecek olan taşıtlar da önlerinde bir engel varmış gibi durabilmektedir. Tasarımcı sola dönüş yapacak olan taşıtların cinslerini iyi analiz etmelidir. Sürekli sola dönüş yapan taşıtları dikkate almamız gerektiğinden bahsedilmektedir. Çünkü, sola dönüş yapacak taşıtların sayıları ve cinsleri kavşağın tıkanmasına sebebiyet verebilecek en önemli faktörlerdendir.

### **1.5.3. Tam denetimli sinyalize dönel kavşaklar**

Bu kavşak türü özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha çok uygulanmaktadır. Tam denetimli sinyalize dönel kavşaklarda, dönel kavşak içerisindeki araçların geçiş önceliklerinin olmasından dolayı hem kavşağa yakın yerde hem de kavşak içerisinde sinyalizasyon sistemleri bulunmaktadır. Bu kavşak sinyalize kavşak ile dönel kavşak birleşiminden meydana geldiği ve trafik kültürünün tam olarak yerleştirilmediği ülkelerde karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye’de trafik yönetimi iki, üç ya da dört fazlı olarak çeşitlendirilmektedir. İki fazlı denetimlerde kolay kolay çarpışma meydana gelmez. Ancak iki fazlı ve sola dönüş hareketlerinin fazla olduğu yerlerde ise dönel kavşaktaki depolama alanı yetersiz olduğundan dolayı iki fazlı denetim sisteminin çok bir önemi yoktur. Böyle hallerde kavşakların üç ya da dört fazlı olarak tasarlanmasında yarar vardır.

Kavşaklarda trafik akışı düzenli olarak dağılmaz ise üç fazlı trafik denetimi uygulanması daha yararlı olur. Bu faz sisteminde sola dönüş yapacak araçların diğer araçlar ile çarpışmaması için, sola dönüş yapacak taşıtlar ada etrafında toplanmaktadırlar. Sola dönüş yapacak araçların diğer araçlar ile çarpışmaması için sürücülerin daha dikkatli ve temkinli olması yeterlidir.

Trafik hacimlerinin ve kavşağının sürekli hareketli olduğu durumlarda ise bu durumu iki ve üç fazlı sistemin çözmesi zordur. Bu durumda dört fazlı trafik denetimi uygulanmaktadır. Bu denetimde trafik hacimleri yüksek ve sola dönüş hareketi yapacak olan taşıt sayısı fazladır. Dünyada ve ülkemizde sola dönüş hareketleri her zaman tehlike arz etmekte ve trafik kazası olma olasılığı yüksek olmaktadır. Bu dört fazlı trafik denetim sistemi ile karşılıklı kollardaki taşıtların birbirleri ile çakışmalarının önüne geçilmekte ve böylelikle çakışmalar olması yani trafik kazaları olması minimum düzeye indirilmektedir.

Sinyalize dönel kavşakların tasarlanmasında, işletilmesinde bazı faktörlerin önemli olduğu daha önceden bahsedilmiştir. Bu faktörler; kavşağın geometrik özellikleri, kavşağa gelebilecek araçların saatlik trafik hacimleri, kavşağa gelen araçların her bir kol için ayrı ayrı olmak üzere saatlik sola dönüş hareketleri, sola dönüş yapacak araçların kavşakta depolanma sayıları ve bunun risk teşkil edip etmeyeceği gibi faktörler önemlidir.

Sinyalize kavşaklarda uygulanacak faz önemlidir. Kavşak performansı ve kavşaktaki sinyalize işaretlerinin süresi bu hususa bağlıdır. Tasarlayacak kişi/kişiler kavşaktaki trafik bilgilerine yani, saatlik trafik hacmine ve sola dönüş yapacak araçların hareketlerinin saatteki hacmine dikkat etmelidir. Ayrıca yukarıda ki paragrafta da bahsedildiği üzere kavşağın geometrik özelliğine göre depolayabileceği trafik hacmine bağlıdır. Fazla bir depolama alanı olmayan kavşağın çok bir artışı olmaz. Çünkü depolama alanı yetersiz ise sola dönüşlerdeki alan yetersiz olacağı için trafikte sıkışmalar meydana gelebilir. Burada bilinmesi gereken diğer bir husus ise, örneğin 4 fazlı bir kavşak modellemesi yapılırsa ve bütün fazlarda aynı trafik süreleri kullanılırsa bu sürücülerin daha fazla zaman kaybetmesine dolayısıyla gidecekleri yerlere geç kalmalarına, taşıtların yıpranma paylarının artmasına, trafik sıkışıklığından dolayı kişiler üzerinde baskı ve stres oluşmasına, kaza olma olasılığının artmasına vb. başka sebeplere de neden olabilmektedir. Bu durumda yapılması gereken hangi kolda yoğunluk var ise ve hangi yöne doğru yoğunluk devam etmekte ise trafik sürelerini ona göre ayarlamak gerekmektedir. Örneğin Sabah saatlerinde Antalya tarafından Mersin tarafına yoğunluk olduğu için kavşağa gelen koldaki süre arttırılarak taşıtların beklemesinin önüne geçilebilir, aynı husus akşam saatlerinde ise tam tersi yapılarak giderilebilir. Burada önemli olan husus sabah saat dilimleri 07.00-09.00 gibi ve akşam saat dilimleri 17.00-19.00 gibi olabilir.



Sinyalize dönel kavşaklarda sinyalizasyon sürelerinin atamasında şu anda herhangi bir program olmamakla birlikte, tasarımı yapacak kişi süreleri kendisi kollara gelecek saatlik trafik hacimlerine ve sola dönüş yapacak taşıtların saatteki trafik hacimlerine göre belirleyebilir. Süreleri belirlerken kavşağın geometrik özellikleri, yayalar, etrafında okul olup olmadığına vb. faktörlere göre yapabilir.

#### 1.6. Yeni Tip Dönel Kavşakların Uygulanmasını Gerektiren Koşullar

Yeni tip dönel kavşak uygulamaları aşağıdaki koşullarda uygun sonuçlar vermektedir;

- Dur, geç veya T kavşaklarda meydana gelen gecikmelerden dolayı dönel kavşaklar bu gibi durumlarda gecikmeleri azalmaktadır,
- Dönel kavşaklardan daha büyük gecikmelerin oluşturduğu trafik sinyallerinin yerine,
- Özellikle dönüş yapan araçların kazalarının fazla olduğu yerlerde,
- Taşıtların hızlarının yüksek ve sola dönüş akımlarının fazla olduğu ana arterlerin kesişimlerinde,
- Ana akımların Y ve T şeklinde olduğu kavşakların yerine,
- Trafik gelişiminin gelecekte daha da artabileceği yerlerde,
- Tüm bağlantı yollarının aynı kapasite ve özellikte olabileceği yerlerde,
- İş merkezi olmayan yerleşim yerlerinde,
- Kavşağa dörtten fazla bağlantının yapıldığı durumlarda sinyalizasyon sistemindeki yaşanabilecek sıkıntılardan dolayı,
- Anayoldaki hızların kavşağa girerken düşürülmesi gerektiğinde,
- Belirli bölgelerde kara nokta sayılarının fazla olması durumunda
- Günlük, haftalık, aylık trafik değişikliklerinin sık görüldüğü kavşaklarda,
- Anayol üzerindeki araç hacminin saatte 5000 aracı geçmediği kavşaklarda (Stuwe, 1991).

Bu olumlu yanlarına karşın dönel kavşakların aşağıda belirtilen durumlarda uygulamaları uygun olmayabilir;



- Arazinin ve topoğrafik koşulların imkan tanımadığı ya da yerin istimlak bedelinin fazla olmasından yani maliyet faktörlerinden dolayı,
- Trafik hacimlerinin bazı yönlerde fazla bazı yönlerde az olduğu, dengeli bir dağılım göstermediği,
- Büyük boyutlu araçların kullandığı kavşaklarda,
- Eğimlerin fazla olduğu yerlerde,
- Yayıların geçişlerinin öncelikli olduğu kavşaklarda,
- Yeşil dalga ile projesi yapılmış hatlar, güzergahlar üzerinde,
- Yüksek sayıda toplu taşıma araçları ve yüksek tonajlı araçların olduğu yerlerde,
- Dönel kavşak çevresinde araçları park etmeye yönelten alışveriş merkezleri, dükkanlar olması durumunda (Bu duruma Kipa AVM kavşağında rastlanılmaktadır.)
- Büyükşehirlerin merkezlerinde trafik akımları çok fazla olduğu için dönel kavşak uygulaması yapılması uygun olmayabilir (Stuwe, 1991).

## İKİNCİ BÖLÜM

### KAPASİTE, GÜVENLİK VE MALİYET (KGM) MODELİ

#### 2. KAPASİTE, GÜVENLİK ve MALİYET (KGM) MODELİ

Karayollarında bir kavşak seçimi yapılırken kapasite, güvenlik ve maliyet faktörleri etken faktör olarak dikkat çekmektedir. Uygulaması yapılırken bakılması gereken en önemli faktörlerdendir. Kapasite ve güvenlik faktörleri puanlaması yapılarak kavşağın yapılıp yapılmamasına karar verilmelidir. Eğer kavşak yapılacaksa artık maliyet faktörünün de işin içine girmesi gerekmektedir. Bu 3 parametrede değerlendirilerek kavşak hakkında yapılabilirliği ile ilgili görüş ortaya çıkarılabilir. İşte bu 3 faktörü içinde barındıran modele KGM Modeli denilmektedir.

Kavşaklarda en önemli hususlar kapasite ve güvenlidir. Dönel kavşaklardaki en önemli hususlardan bir tanesi giriş şerit sayısı ile dönel kavşaktaki şerit sayısının birbiri ile uyumlu olmasıdır. Örneğin; giriş şerit sayısı 4, dönel kavşaktaki şerit sayısı 2 olursa kavşak içerisinde tıkanmalar meydana gelmekle birlikte kaza olasılığı oranı da artmaktadır. Dönel kavşak tasarlaması yapılırken buna dikkat etmekte fayda vardır.

##### 2.1. Kapasite

Belirli bir noktadan geçebilecek araç/yaya/diğer yolları kullananların sayısı olarak tanımlanabilir. Burada belirtildiği üzere karayollarında kapasite yapılırken belirli etkenler önem kazanmaktadır. Bu etkenlerden bazıları şunlardır (Kayacı, 2005: 72);

- Şeritleri sayısı ve adedi,
- Yolun çevresel olarak gelişebileceği süre analizi,
- Şeritlerin genişliği,
- Banket genişlikleri,
- Düşey ve yatay kurba durumu,
- Ağır taşıtların çeşitleri ve etkenlikleri,
- Trafiğin dağılımı,
- Araçların özellikleri,

- Yönleredeki trafik miktarları,
- Trafik işaretlemeleri, ışıkları ve levhaları,
- Dönel kavşak dönüş kısıtlamaları,
- Araç park edilmesinden dolayı kısıtlamalar,
- Kaybedilebilecek ve kazanılabilecek zaman faktörü,
- Kavşakta manevra yapabilme durumu,
- Sürüş konforu,

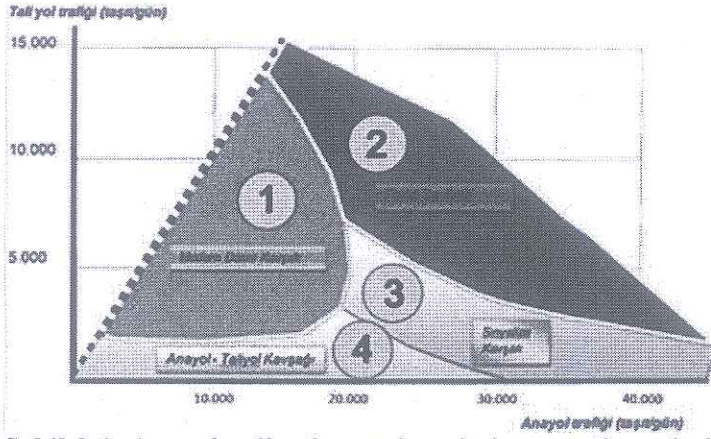
vb. faktörler etkili olmaktadır.

Kapasite açısından kavşaklar genellikle daha önceden de bahsedildiği üzere kaynaklarda farklı seviyeli ve hemzemin kavşak (eşdüzey kavşak) olarak 2 gruba ayrılmaktadırlar. Hemzemin kavşaklarda kavşak kolları aynı düzlemde, farklı seviyeli kavşaklarda ise farklı düzlemde olmaktadır. Genellikle kavşak tipleri şu şekillerde olmaktadır (Kayacı, 2005: 72);

- Hemzemin kavşak,
- Farklı seviyeli kavşak,
- Modern dönel (Ada eksenli) kavşak,
- Sinyalize (Işıklı) kavşak,
- Anayol ile tali yolun birleştiği kavşak.

Kavşakları kapasitelerine göre sınıflandırmak için Yıllık Ortalama Günlük Trafik Hacmi diye tabir edilen (YOGT) değerleri baz alınmaktadır. Örneğin bir kavşakta geçen araçların sayısını ölçmek için, 1 yıl boyunca geçen araç sayısının günlük ortalaması alınırsa günlük geçen araç sayısı ortalama olarak tespit edilmiş olmaktadır. Tabii ki burada günlük veri ortalama olarak elde ettiğimiz veridir. Örneğin o bölgeden kışları daha az araç geçebilir, yazları da daha çok araç geçebilir. Ya da belirlenen yerden bayramlarda daha çok araç geçebilirken, resmi tatillerde daha az araç da geçebilmektedir. Ayrıca o günlere ait farklı ölçümler de yapılarak değerler alınabilmektedir. Bu durumda anlaşılıyor ki yılın günlerinde ortalama olarak bulunan değerler her gün aslında aynı ya da yaklaşık bir değer olmayabilir. Genellikle günlere bakıldığında tahmini olarak günün ilk iş saatleri ve son iş çıkış saatlerinde trafik hacmi artmaktadır (Sweroad, 2000: 3-15).

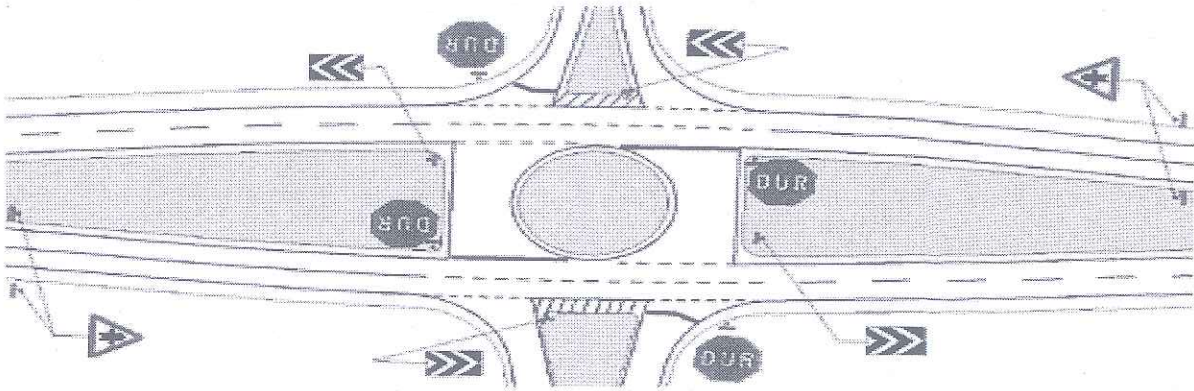




Şekil 2.1. Anayol-tali yol yoğt değerlerine göre kavşak tipleri  
Kaynak: DÜ Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2015: 18

Yukarıda yer alan grafikteki alanlar;

- 1'nci alan Modern Dönel Kavşak,
- 2'nci alan Farlı seviyeli Kavşak,
- 3'üncü alan Sinyalize Kavşak,
- 4'üncü alan Anayol – Tali yol Kavşağı



Şekil 2.2. Anayol-tali yol kavşağı

Kaynak: Karayolları Genel Müdürlüğü, Modern Dönel Kavşak Kullanımı

Anayol ile tali yol kavşak tiplerinin diğer kavşaklardan farkı, tali yoldan gelen araçlar durmak ve ana yoldan gelen araçlara yol vermek zorundadır. Bu kavşak tipleri günümüzde özellikle şehirlerarası yollarda olmaktadır. (Örneğin; Aksaray-Ankara yolu)

## 2.2. Güvenlik

Teknolojik gelişmeler ile birlikte araçlardaki hızlar ve araçların performansları, güçleri de artmış bulunmaktadır. Bu da yollardaki güvenlik önlemlerinin artırılmasını gerektirmektedir. Karayollarında güvenlik, araçların, yayaların ve diğer unsurların hepsi için önem arz etmektedir. Bu da güvenliğin diğer faktörlerden önce gelmesi gerektiğini göstermektedir.

Yol güvenliğinde bazı önemli parametreler durumu daha iyi özetlememize yardımcı olacaktır. Bunlara;

- Kavşaklarda meydana gelen kaza kara nokta sayısı ve yerleri,
- Kavşağın kaç kollu olduğu sayısı,
- Kavşağın arazi tipi, arazinin eğimi,
- Yaya yolunun varlığı,
- Bisiklet yolu varlığı,
- Kaplamanın durumu,
- Kavşaklara gelmeden önce ve kavşak çevresinde, içinde trafik işaretleri,
- Kavşaklara yaklaşırken taşıt hızları,
- Kavşak kenarındaki park edilebilir alanların sayısı, varlığı, miktarı,
- Kavşak yakınlarındaki yerleşim yerlerinin önemi,
- Kameranın olup olmadığı,
- Yollardaki su birikintilerinin önlemek adına drenaj durumu,
- Yollardaki aydınlatmanın durumu,
- Kavşaklardaki dever miktarı,

gibi örnekler ile bunlar çoğaltılabilir. Burada bilinmesi gereken husus, kavşağın bu hususların hangilerine sahip olup olmadığı tespit etmek ve bunlara göre puanlama yaparak modellemeyi seçebilmektir (Owerkamp, 2005: 18).

Güvenlik modelini ilişkin çizelge aşağıda mevcuttur. Çizelgedeki puanlama sonucuna göre durum değerlendirmesi yapılabilir.



**Çizelge 2.1. Güvenlik parametresi bileşenleri**

Parametreler	Bileşenler	Puanlama
1.Kavşak Kaza Kara Nokta Bölgesi mi?	Evet	0
	Hayır	10
2.Kavşak kol sayısı nedir?	1	1,25
	2	0,75
	3	0,50
3.Arazi tipi nedir?	Düz	1,25
	Dalgalı	0,75
	Dağlık	0,50
4.Kavşak kolları arasındaki yatay açı nedir?	YA < 70G	0
	70G < YA < 100G	2,5
5.Yatay-düşey geometri durumu nedir?	Yatay Kurp-Düşey Kurp	0
	Yatay Kurp-Düşey Aliyman	1,5
	Yatay Aliyman - Düşey Kurp	1,5
	Yatay Aliyman - Düşey Aliyman	3
6.Boyuna eğim nedir?	%0-4	2
	%4-7	0
7.Yaya (bisiklet) yolları mevcut mu?	Mevcut	0
	Mevcut Değil	2
8.Kaplamanın durumu (kayma direnci vb.) nedir?	iyi	1,5
	Normal	1
9.Kavşak yaklaşım hızı nedir?	30 - 50 km	2,5
	50 km ve üstü	0
10. Yatay işaretleme uygun mu?	İyi durumda	2,5
	Yeterli	0
11. Düşey işaretleme uygun mu?	İyi durumda	2,5
	Yeterli	0
12. Bypass şeritleri mevcut mu?	Mevcut	1,5
	Kısmi Mevcut	1
	Mevcut değil	0
13. Kavşak giriş geometrisi uygun mu?	Uygun	2,5
	Uygun değil	0
14.Kavşak kenarı park, işletme vb. var mı?	Var	0
	Yok	2,5
15.Kavşakta kamera varlığı mevcut mu?	Mevcut	2,5
	Mevcut değil	0
16.Kavşakta drenaj sorunu var mı?	Var	0
	Yok	2,5
17.Kavşakta peyzaj uygulaması uygun mu?	Uygun	2,5
	Uygun değil	0
18. Kavşak bölgesi aydınlatması uygun mu?	Uygun	2,5
	Uygun değil	0
19.Kavşakta dever uygulaması doğru mu?	Doğru	2,5
	Yanlış	0

**Kaynak:** DÜ Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2015: 20

Yukarıda yer alan tabloya göre elde edilen puanlama göre bir kriter oluşturulacaktır ve puanlama sonucunda;

- Toplam puanlama  $< 40$  ise kavşak yapılmalıdır, maliyet kontrol edilir.
- $40 < \text{Toplam puanlama} < 60$  ise maliyet kontrolü yapılır ve sonrasında kavşağın yapılıp yapılmayacağına karar verilir. Maliyet uygun olursa kavşak yapılır.
- $60 < \text{Toplam puanlama}$  olursa kavşak yapımına maliyet ve güvenlik açısından elverişli olmadığı için izin verilmez, bilgileri çıkar.

### 2.3. Maliyet

Kapasite, Güvenlik ve Maliyet Modeline göre (KGM) toplam puanlama faktörü baz alınarak elde edilen sayısal veri 60 puanın altında ise maliyet faktörü göz önüne alınarak kavşağın yapılıp yapılmaması kararlaştırılır. Tabiki unutulmamalıdır ki, kavşağın yapımında ve sonrasında 2 önemli maliyet kalemleri ortaya çıkar. Bunlar; yapım maliyetleri ile yapıldıktan sonra ortaya çıkan bakım, işletme maliyetleridir (Yıldız, 2013: 33).

#### 2.3.1. Yapım maliyeti

Kavşaklarda yapım maliyetleri ilk faaliyetler olup, hesaplanması ve durum değerlendirmesi yapılması gereken en önemli faktördür. Çünkü bir kavşağın yaklaşık olarak tam anlamıyla yapım maliyeti doğru hesaplanmaz ise ya da hesabı yapılırken unutulmuş bir madde sonucunda kavşağın yapım maliyeti artar ise bu zarara yol açabilmektedir. Kavşaklarda, yapım maliyetlerini oluşturan önemli iş kalemleri (poz) vardır. Bunlara örnekler verecek olursak;

- Kavşak ile birlikte yakınına ve çevresine istinat duvarı, yaya kaldırımı, menfez, köprü yapılması,
- Yol üst tabakası olan beton ve bitümlü sıcak karışım (Aşınma, binder) miktarları,
- Temel, alt temel tabaka miktarları, kalınlıkları,
- Kamera ve trafik işaretleme levhaları,
- Yol çizgileri,
- Yapılacaksa sinyalizasyon faktörü,
- Işıklandırma, aydınlatma sistemleri,
- Kavşak yapılacak nokta kamulaştırılacaksa kamulaştırmaya harcanacak miktar,



v.b parametrelere göre iş kalemleri analiz edilmelidir.

### 2.3.2. Bakım işletme maliyeti

Yapı biten ve kullanıma hazır halen getirilen kavşaklarda işletme maliyetleri de ortaya çıkmaktadır. Bunlara örnekler verecek olursak;

- Kaplama maliyeti,
- Yaya kaldırımı maliyeti,
- Sinyalizasyon bakım, tamir ve elektrik maliyetleri,
- Peyzaj bakım maliyetleri,
- Trafik işaretleme bakım onarım maliyetleri,

Sonuçta KGM (Kapasite, Güvenlik, Maliyet) Modeli ile kavşakların analizleri bir sistem oluşturularak kontrol edilebilmektedir. Oluşturulacak sistem ile bütün kavşaklardan elde edilen veriler ile YOGT (Yıllık Ortalama Günlük Trafik Hacmi) Miktarları belirlenebilmektedir. Gerekli zaman aylık verilerle değerlendirilir ve sorunlu olan kavşaklarda günlük olarak incelenerek gerekirse ek tedbirler ve çözümlenmeler yapılabilmektedir (Yıldız, 2013: 34).

Ulaştırma alanında çalışmakta olan her bireyin ya da kişinin kavşaklar ile ilgili verilere kolay ulaşabilmeleri için, yetkili kurum/kuruluşlardan alınacak numaralar ile altyapısı yapılacak, hazırlanacak bir sisteme girişleri mümkün olabilmelidir ki, kavşaklar ile ilgili gerekli inceleme ve araştırma yapılmalıdır.

Sonuçta bir kavşak planlanırken sadece günümüz parametrelerine göre planlama yapılmamalı aynı zamanda gelecek de düşünülerek planlama yapılmalıdır. Kavşak planlaması yapılırken nüfus olarak artış göz önüne alınmalı ve kavşağa gelen taşıtların hacimleri yıllık incelenmeli kavşağın ömrünü dolduracağı yani yetersiz kalacağı zaman tahmini olarak tespit edilmeli ki, henüz o zaman gelmeden gerekli önlemler alınmalıdır. Kavşakların bakım, onarım maliyetlerinin yıllara göre değiştiği de unutulmamaktadır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAZİ ÇALIŞMALARI VE ANALİZLER

#### 3. ARAZİ ÇALIŞMALARI ve ANALİZLER

##### 3.1. Literatür Taraması

Kavşaklardaki trafiği yönetmek için kısmi denetimli sinyalize dönel kavşak ve sinyalize dönel kavşak uygulamaları kullanılmaktadır. Kavşaklarda ayrıca denetimsiz sinyalize olmayan dönel kavşak uygulamaları da kullanılmaktadır. Genellikle araştırmaların çoğu sinyalize olmayan denetimsiz dönel kavşaklar üzerinde yapılmaktadır. Yani sinyalize trafik ışıkları yardımıyla oluşturulan dönel kavşaklarda çok fazla çalışma yapılmamıştır. Bunların sebepleri bana göre şunlar olabilir;

- Sinyalize dönel kavşak eğer kavşağa gelen trafik hacimleri hesaba katılmaz ise belirli yönlerde yani kollarda tıkanmalar olabilmesi,
- Kavşakta sola dönüş trafik hacimleri hesaplaması yapılmak istenmez yani hesaplamayla uğraşılmak istenmemesinden,
- Trafik ışıklı işaretleriyle kavşak yönlendirilirse ve yayalarda işin içine girerse sistem karmaşası olabilmesinden dolayı,
- Kısmi denetimli sinyalize dönel kavşaklarda belirli aralıklarla trafik polislerinin görev yapması gerekliliği gibi maddeler ile kısaca açıklanabilir.

Gelişmekte olan ülkelerde ve trafik kültürünün tam anlamıyla kişilerde yer edinmediği ülkelerde daha önceden de bahsettiğimiz üzere ışısız dönel kavşaklar trafikte kargaşaya neden olmaktadır. Örneğin Türkiye gibi gelişmekte olan ve trafik kültürünün tam anlamıyla yerleşmediği bir ülkede sinyalizasyonlu dönel kavşak tasarımı yapılması daha faydalıdır. Bu durumda trafikte çok kargaşa olmamakta, geçiş üstünlüğünün kimde olduğu ışıklı işaretler ile belirtilmekte, sürücülerin büyük çoğunluğu trafikteki ışıklı işaretlere uymak zorunda bırakılmaktadır. Aksi takdir de eğer sinyalize dönel kavşak olmamış olsaydı ve belirtilen kavşakta trafik hacmi kapasitesi fazla olduğu varsayılırdı kaza oranı artabilirdi, kişiler kendilerini hep ön safhada tutmasından dolayı sürekli kendi dedikleri olsun diye kavşaklardan önce geçiş yapmak isterlerdi ki bu durumda kavgalar, sataşmalar, çakışmalar, sürtüşmeler



olabilir. Bu durum hem kaza ihtimalini arttırırdı, hem de yaralanma, ölüme sebep olabilirdi. Mersin’de bulunan dönel kavşakların bazıları sinyalizasyonlu, bazıları ise sinyalizasyonsuzdur. Sinyalizasyonsuz olan dönel kavşaklarda ise trafik hacim kapasitesi fazla olmadığı düşünülürse çok bir problem meydana gelmemektedir. Eğer trafik hacmi fazla olan bir dönel kavşak tasarlanacaksa öncelikli olarak sinyalizasyonlu trafik ışık ve işaretler ile yapılacak bir dönel kavşak tasarlanması gerekmektedir.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalara bakacak olursak; Avustralya yapılmış olan 2 kavşak üzerinde, dönel kavşak ve kısmi denetimli sinyalize dönel kavşak olarak analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda kısmi denetimli sinyalize kavşağın dönel kavşağa göre performansının daha iyi olduğu, taşıtların bekleme sürelerinin daha kısa olduğunu, taşıtlar fazla beklemediğinden dolayı havaya salınan karbondioksit CO<sub>2</sub> oranının daha az olduğu, araçlardaki duruş sayılarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda kısmi denetimli sinyalize dönel kavşak tasarımının daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir (Akçelik, 2005-2006: 35-67).

Unutulmamalıdır ki, trafik akımlarının fazla olmadığı yani az olduğu yerlerde kontrolsüz dönel kavşak kullanılabilir. Eğer trafik akımları dönel kavşakta artmaya başlar ise bu durumda kontrolsüz dönel kavşak kullanılması yararlı olmaz aksine zararı çok olabilir. Şöyle ki eğer kavşakta trafik hacmi fazla olursa ışıklandırma olmadığı için kaza olasılığı ve tıkanıklık artmaktadır.

Dönel kavşakların çevre açısından da incelenmesi gerekmektedir. Kavşağa gelen araçlar çok fazla kavşak üzerinde dur-kalk yapıyorlarsa çevreye zararlı gazlar verdikleri için bu hususa dikkat edilmesi gerekmektedir. Dönel kavşakların çevreye olan etkileri üzerine yapılan çalışmalarda bu kavşakların çevre kirliliği ve zehirli gaz emisyon oranları incelenmiştir. Emisyon tahmin sistemi kullanarak şehir içinde tek şeritli bir dönel kavşağın çevreye etkisi olan emisyon değerlerini ölçmüşlerdir (Coelho vd., 2006).

Bazı çalışmalarda ise sinyalize dönel kavşakların taşıtların hızlarını azalttıkları, taşıtların durma-kalkma sonucunda çevreye verdikleri zararlı gazların arttıkları gözlemlenmiştir. Gelişmiş olan ülkelerden olan Amerika gibi bir ülkede bazı dönel kavşaklar inceleme altına alınmıştır ve gözlemler yapılmıştır. Sinyalize kavşağın kaldırılarak yerine dönel kavşağın

yapılmasının zararlı ve yararlı yanları hakkında analizler yapılmıştır. Dönel kavşak yapılması durumunda; kavşak üzerindeki taşıtların dur-kalk yapmalarındaki zaman kayıplarının azaltılabileceği, fazla durma-kalkma yapmadıkları için çevreye zararlı gazlar vermeyeceği (CO<sub>2</sub> gibi), yakıt tüketimlerinin azaltacağı gibi hususlar ortaya çıktığı tespit edilmiş ve belirlenen 6 farklı bölgede bu analizler gerçekleştirilmiş ve sonuca dönel kavşakların buralarda yapılmasının daha avantajlı olacağı bilgisine ulaşılmıştır.

Dönel kavşakta uygulanan yöntemler vardır. Bazen kavşağa gelen araç sürücü kavşaktaki araç sürücüsüne yol vermesi için yol-ver ve dur gibi kontrol yöntemleri uygulanabilir. Çalışmalarında düz giden ve sola dönen taşıtların olduğu kavşaklarda dönel kavşak uygulaması yapılmasının daha yararlı olabileceği bilgisine ulaşılmıştır (Sisiopiku ve Oh, 2001: 55).

Modern olarak yapılan dönel kavşaklarda, kavşak kapasitesini arttırmak ve trafik akımlarını daha düzenli bir hale getirmek için sinyalizasyon sistemi yapılmak istense bile, sinyalizasyonun ekonomik olarak maliyetli bir çözüm olduğu bellidir.

Kavşağın hizmet düzeyde kavşaklar açısından önemlidir. Nitekim hizmet düzeyleri yüksek olan kavşaklarda trafik akışı rahat ve konforlu bir şekilde olacak, araçlar çok fazla gecikme yapmayacak ve sürücülerin seyahat süreleri kısılacaktır. Çalışmalarında sinyalize dönel kavşak ile dönel kavşaklardaki hizmet düzeylerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Parametre olarak taşıtların ortalama gecikmeleri hesaba katılmıştır. Analizler sonucunda, trafik sinyallerinin kapatıldığı durumlarda dönel kavşaklarda sıkışıklıkların azaldığı, tıkanmaların azaldığı, çakışmaların azaldığı gibi hususlar tespit edilmiştir. Bu doğrultuda yapılan çalışma neticesinde sinyalize dönel kavşakların kavşak tıkanmasında ve taşıtlardaki çakışmalarda önemli bir etkiye neden olduğu bilgisi ortaya çıkmıştır (Johnnie vd., 2012: 87)

Kavşakların performanslarının ve kavşak düzeylerinin belirlenebilmesindeki kullanılan diğer bir parametre taşıtlardaki gecikmedir. Hırvatistan'da yaptıkları çalışmalar neticesinde; sinyal kontrollü kavşaktaki taşıt gecikmesi ile dönel kavşaktaki taşıt gecikmelerini karşılaştırmışlar ve çalışmalarının neticesinde sinyal kontrollü kavşaklardaki seyahat süresinin ve ortalama gecikmelerin, dönel kavşaklardaki seyahat sürelerinden ve ortalama taşıt gecikmelerinden fazla oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Zaten biz önceden de bahsettiğimiz üzere gelişmiş ülkelerde kaza oranları daha az ve alt yapıları yerinde olduklarından sinyalize



dönel kavşak kullanılması çok cazip olmamakla birlikte, yukarıda da görüldüğü üzere eksiklikleri tespit edilmektedir. Bu doğrultuda gelişmiş ülkelerde dönel kavşak kullanılması daha yararlı olmaktadır (Otkovic ve Dadic, 2009: 13).

Kavşakların performansını etkileyen bir diğer unsur ise kavşağa gelen ağır yük tonajlı kamyon, tır gibi taşıtlardır. Bu ve bunun gibi ağır tonajlı taşıtlar arttığı zaman kavşak performansı azalmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda ana hatlardaki ağır tonajlı taşıtların hızlarının düşük olması durumunda taşıt etkilerinin fazla oldukları görülmektedir (Tanyel vd., 2013: 12)

Trafik taşıt hacimlerinin yoğun olduğu şehir içi arterlerde faz durumlarına göre tasarlanan sinyalize dönel kavşakların avantaj ve dezavantajlarını incelemişlerdir. Kavşak analizleri yapılarak. Polonya'daki sinyalize dönel kavşaktan elde edilen verilere bağlı olarak kaza istatistiklerinin sonuçları üzerinde tartışılmış. İlk olarak sinyalize dönel kavşak iki fazla tasarlanmış ancak kavşağa aşırı yüklenme olabileceği durumu görüldüğü için problemin sadece çok fazla sinyalizasyon sistemi ile çözümlenebileceği kanaatine varılmaktadır (Chodur ve Tracz, 2012: 24)

Dönel kavşaklardaki karışıklık nokta sayısı, sinyalize kavşaklara göre daha azdır. Dönel kavşaklarda meydana gelebilecek kaza sayısı sinyalize kavşaklara göre daha az olacağı bellidir. Ancak dönel kavşaklarda ışıklı işaretler olmadığı için bu durum yayalar hatta özellikle engelliler için büyük sıkıntı oluşturmaktadır. Yaptıkları çalışmalarda modern dönel kavşaklardaki erişilebilirlik konusunu incelemişlerdir (Wall vd., 2005: 56).

Yaptıkları çalışmalara bisikletlileri de katarak bunların dönel kavşaklarda güvenlik üzerindeki etkilerini incelemişlerdir (Daniels ve Wets, 2005: 17),

Son zamanlarda birçok ülkede kavşak performansını daha çok arttırmak amacıyla sinyalize kavşaklar dönel kavşaklara çevrilmeye başlanmıştır. Amerika'da sinyalize kavşaktan dönel kavşağa çevrilen 28 adet kavşakta önce ve sonra çalışmaları yapılmış, çalışmalar sonucunda kavşak güvenliği açısından çevrilmenin olumlu olduğu gözlemlenmiştir. Çevirme sonucunda yaralanmalı ve ölümlü kaza sonucunda azalma meydana geldiği tespit edilmektedir (Gross vd., 2013: 48).



Başka birileri ise 1994 ve 2000 yılları arasında Belçika'da inşa edilen dönel kavşakları incelemiştir. Bu seferde sinyalizasyonlu olan kavşaklardaki kaza sayısının dönel kavşaklardaki kaza sayısından az olduğu kanaatine varıldığı tespit edilmiştir. Çalışmalar sonucunda trafik güvenliği açısından en güvenilir kavşağın sinyalize dönel kavşak olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Brabender ve Vereeck, 2007: 88).

Başka bir bilim adamı ise yapmış olduğu çalışma sonucunda dönel kavşakların diğer tip kavşaklara göre daha az zaman kaybettiğini, işletim masrafının daha düşük olmasına, doğaya çevreye daha az zarar verdiğini tespit etmektedir (Turner, 2011: 33).

Çin'de yaptıkları çalışmalar neticesinde, burada bulunan taşıtların çok fazla sayıda oldukları ve kavşakları kullandıkları, ayrıca sola dönüşlerde ada etrafında toplanmanın olduğu gibi hususları tespit etmişlerdir. Burada ki sinyalize dönel kavşak ile diğer ülkelerdeki kısmi denetimli sinyalize dönel kavşakları kendi aralarında karşılaştırmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda, taşıt gecikme ve trafikteki karmaşaayı ortadan kaldırmak, trafikte düzeni sağlamak için sinyalize dönel kavşağın daha etkin bir çözüm olduğu görülmüştür. Trafik akımlarının az oldukları yerlerde ise modern dönel kavşak kullanılmasının daha yararlı olacağı bilgisi verilmiştir (Quin vd., 2008: 68).

Bir başka bilim adamı ise sinyalize dönel kavşaklar ile modern dönel kavşakların farklılıklarını, farklı yönlerini tespit etmiştir. Bununla ilgili olarak Tablo 3.1'de bilgiler mevcuttur.

**Çizelge 3.1.** Modern dönel kavşaklar ve sinyalize dönel kavşaklar arasındaki farklılıklar

<b>Parametreler</b>	<b>Modern Dönel Kavşaklar</b>	<b>Sinyalize Dönel Kavşaklar</b>
<b>Gecikmeler</b>	Trafik akım kollarındaki bazı nedenlerden dolayı gecikmeler olabilir.	Gecikmeler sinyaller vasıtasıyla azaltılabilir.
<b>Kuyruklanmalar</b>	Bazı kollardaki meydana gelen kuyruklar uzun olabilmektedir.	Sinyaller kollardaki kuyrukların azaltılmasını sağlayabilir.
<b>Kapasite</b>	Trafik, araç artışlarından dolayı dönel kavşakların kapasitesi yetersiz olabilir.	Sinyaller kapasiteyi yeterli boyutlara çevirebilir, işlevliliğini arttırabilir.
<b>Güvenlik/Kontrol</b>	Dönel kavşağa yaklaşımlarda ve uzaklaşmalarda yüksek hızlar kavşak girişlerinde ve çıkışlarında zorluklara sebebiyet verebilir.	Sinyaller aracılığıyla trafik daha düzenli hale gelebilir. Araçların hızlarını kontrolde tutar.
<b>Yaya İmkânları</b>	Kontrollerde herhangi bir eksiklik/olumsuzluk yayaların geçişlerini zorlaştırabilir.	Sinyaller vasıtasıyla yayaların karşıdan karşıya geçişlerinde herhangi bir olumsuz durum yaşanmaz.

**Kaynak:** Çakıcı, Z. 2014: 28

Çalışmalarda 2 kavşak belirleyen araştırmacılar, belirlenen bu 2 kavşağın, dönel kavşak ve ışıklı kavşağın, performanslarını incelemişlerdir, karşılaştırmalarını yapmışlardır. Sonucunda dönel kavşakların tasarımlarının uygun şekilde yapılması durumunda ışıklı kavşaklara göre daha yüksek düzeyde kapasiteye sahip olabileceğini belirtmektedirler (Varlıorpak ve Tanyel, 1998).

Yapılan çalışma kapsamında ABD’de tespit ettikleri 28 adet ışıklı kavşağın etütlerini yapmışlar ve belirtilen kavşakların dönel kavşaklara çevrilmesinin daha olumlu ve daha güvenli olacağı sonucuna ulaşımlarını yukarıda da belirtmişim (Gross vd., 2013).

Işıklı ve dönel kavşakları emisyon oranlarına göre karşılaştırılıp, talep/kapasite oranının düşük olmasına göre dönel kavşakların ışıklı kavşaklara oranla daha az emisyon salınımı gerçekleştirdiklerini yani daha az çevre kirliliğine sebebiyet verdiklerini tespit etmişlerdir. Aynı şekilde talep/kapasite oranının fazla olması durumunda ise ışıklı kavşakların dönel kavşaklara göre emisyon açısından performansının daha iyi olduğunu vurgulamışlardır (Salamatı vd., 2015).



İki kavşak türünü yani ışıklı kavşak ile dönel kavşağı ağır talep durumuna göre karşılaştırarak ışıklı dönel kavşakların performanslarının modern olan dönel kavşaklara göre daha iyi olduğunu belirtmektedir. (Sun vd., 2016).

### 3.1.1. Dünya üzerinde yapılan dönel kavşak çalışmaları

Günümüzde özellikle Avrupa ülkeleri ve Avustralya başta olmak üzere, yeni hemzemin kavşakların dönel kavşak olarak inşası veya mevcut kavşakların dönel kavşak olarak tesis edilmesi yoluna gidilmektedir. Bunun sebepleri olarak: önemli kazalarda fark edilir azalma; kavşaklardan geçişte düşük hızların görülmesi; yüksek yaya geçiş imkanlarının sağlanması; ışıklı sinyal tesislerine ihtiyaç duyulmaması; bakım ve kontrol masraflarının büyük oranlarda azalması ve yüksek araç kapasitesi ile yüksek sayıda bisiklet ve motosikletin de geçmesine olanak tanınması gösterilmektedir (Oustron ve Bared, 1995).

Dünyada birçok ülkede yapılan modern dönel kavşaklar kaza istatistikleri ve modellemeler kullanılarak güvenlik açısından incelendiğinde aşağıdaki sonuçların elde edildiği görülmüştür;

- Amerika'da modern dönel kavşak haline getirilen 33 dur kontrollü ve sinyalize kavşakta tüm kazalarda %47, yaralanmalı kazalarda %72 azalma sağlanmıştır. Benzer şekilde Fransa'da modern dönel kavşak haline getirilen 83 kavşakta yaralanmalı kazalarda %78, ölümlü kazalarda %88 azalma sağlanmıştır (Russel, 2005: 15),
- Hollanda' da 1980'li yıllardan itibaren dönel kavşakların sayısında büyük bir artış görülmüştür. Sadece altı yıl içerisinde, yaklaşık 400 dönel kavşak inşa edilmiştir (Oustron ve Bared, 1995),
- Tek şeritle yaklaşılan dönel kavşaklarda daha az çatışma ihtimali olmasından ve yaya geçiş mesafelerinin daha kısa olmasından dolayı tek şeritli dönel kavşaklar çok şeritli yaklaşıma sahip dönel kavşaklardan daha güvenlidir. İngiltere'de yapılan bir araştırmaya göre toplam giriş akımı 20.000 araç/gün olan tek şeritli bir kavşakta giriş şeritlerinin bir şeritten iki şerite çıkarılması yaralanmalı kazalarda %30 oranında artışa neden olmaktadır (Robinson, 2000: 32),

- 1987 yılında, özellikle Fransa'nın batı bölgelerinde ve Britanya' da 500 yeni dönel kavşak inşa edilmiştir. Dönel kavşak inşaatı ve sinyalize kavşakların dönel kavşak olarak yeniden tesisi bu tarihten itibaren o denli artmış bulunmaktadır ki, 1991 yılında, yılda 1000 dönel kavşak inşası derecesine ulaşılmıştır (Oustron ve Bared, 1995),
- Fransa'da yapılan çalışmalarda ise, sinyalize kavşaklardaki kaza oranı yılda kavşak başına 0.64 iken bu kavşaklar dönel kavşak olarak hizmet vermeye başladıkları tarihten itibaren, bu oranın 0.33'e düştüğü belirtilmiştir (Tanyel, 2004: 10),
- Fransa'da yapılan araştırmalar modern dönel kavşaklarda çember çapı arttıkça artan hıza paralel olarak kaza sıklığında da bir artış olduğunu göstermektedir. Bu nedenle özellikle Türkiye'de ağır taşıt trafiğinin çok yoğun olduğu yerlerde hız, kapasite, trafik güvenliği ve tasarım aracı geometrik gereksinimleri optimize edilerek uygun kavşak çapı ve geometrisinin belirlenmesine çalışılmalıdır (Yüksel, 2007: 46),
- Norveç, her dönel kavşak girişine "dur" işaretlerinin yerleştirilmesine 1985 yılında başlamıştır. 1980 yılında Norveç'te yalnızca 15 dönel kavşak bulunmaktayken bu sayı 1990'da 350'ye ve 1992'de 500'e yükseltilmiştir (Oustron ve Bared, 1995),
- Norveç'te, mevcut bulunan sinyalize kavşakların dönel kavşağa dönüştürülmesi sonucunda, kavşak kaza oranlarının bir milyon araçta; 3 kollu kavşaklarda, 0.05'ten 0.03'e, 4 kollu kavşaklarda 0.10'dan 0.05'e düştüğü saptanmıştır (Tanyel, 2007: 10),
- İsviçre'de ise, dönel kavşak sayısı, 1980'de 19 iken 1992 başlarında 220'ye yükseltilmiş bulunmaktadır. Aynı yıl içerisinde 500 yeni dönel kavşak projesi üzerinde çalışılmaya başlanmıştır (Oustron ve Bared, 1995),
- İsviçre'de yapılan benzer bir çalışma sonucunda, kaza sayısının ayda 0.65'ten 0.45'e ve yaralanma veya ölüm sayısının da ayda 0.13'ten 0.08'e düştüğü gözlenmiştir (Tanyel, 2007: 10),
- Burada özellikle belirtilmesi gereken önemli bir nokta, trafik hacminin kontrol edilemeyecek şekilde artmasıdır. Portekiz' in Lizbon şehrinde eski tip büyük dönel kavşaklarda, trafik hacminin hızlı artması sonucunda yetkilileri sinyalizasyon tesisine itecek yönde trafik sıkışıklıkları görülmüştür (Oustron ve Bared, 1995),
- Bu tip kavşakların, üzerlerinde taşıdıkları yüksek kapasiteler sebebiyle yeni tip ve daha 20 düşük yarıçaplara sahip dönel kavşaklara dönüştürülmesi de oldukça güç



olmaktadır. Portekiz'in daha küçük şehirlerinde ve kasabalarında ise yeni tip dönel kavşakların oldukça iyi sonuçlar verdiği görülmektedir,

- 2000 yılında yapılan bir çalışmada ise kavşakların dönel kavşaklar haline getirilmesi ile meydana gelen kazalardaki ve yaralanmalı kazalardaki ortalama azalmalar şu şekilde belirlenmiştir (Robinson, 2000: 32);
  - Tüm kazalarda; %41-61 Avustralya, %36 Almanya, %47 Hollanda, %37 ABD
  - Yaralanmalı kazalarda; %45-87 Avustralya, %57-78 Fransa, %25-39 İngiltere, %51 ABD
- Bir diğer çalışma da Almanya'da Stuwe'in (1991) Ruhr Üniversitesinde yapmış olduğu çalışmadır. Bu çalışmada ise dönel kavşaklar ve diğer kontrollü kavşaklar arasında bir karşılaştırma yapmıştır. 14 dönel kavşak ile 14 kontrollü diğer tip kavşak kaza verilerini incelemiştir. Kontrollü diğer tip kavşaklar, dönel kavşak çevresinde olan kavşaklardan seçilmiştir ve bu da trafik yoğunluğu, sürücü davranışı gibi özelliklerin eşit veya benzer koşullar altında olmasını sağlamıştır. Kaza verileri trafik kaza tutanaklarından alınmıştır. Sonuçta, dönel kavşaklardaki toplam kaza sayıları diğer kavşaklardakinden daha fazla çıkmıştır fakat kaza şiddetinin çok daha az olduğu görülmüştür (Saplıoğlu, 2007: 56),
- İngiltere'de, 1960'lı yıllardan itibaren, özellikle büyük şehirlerin yoğun trafiğe sahip olan kavşaklarında sıkışıklıklar ve gecikmeler büyük boyutlara ulaştıkça, dönen araçların geçiş üstünlüğü tartışılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda, "dönen araca yol ver" kuralının uygulanmasıyla, yüksek yoğunluklu kavşaklarda kavşak kapasitesinin en az %10 arttığı, araç başına düşen ortalama gecikmenin 30 saniye veya %40 oranında azaldığı görülmüştür (Blackmoore, 1963: 104-106),
- 1968 yılında hazırlanan örnek kavşaklar üzerinde incelemeler yapılmıştır. Bu incelemelerde, kavşak geometrisi, kavşak tipi (sinyalize, dönel v.b.) ve kullanılan öncelik ( dönen veya giren araca öncelik verilmesi gibi) unsurlar incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, dönel kavşakta bulunan ada yarıçapının minimum 6m olması gerektiği görülmüştür. Bu, o güne kadar kabul gören "ada yarıçapının büyük olması durumunda kapasite artar" görüşünün aslında doğru olmadığını ortaya koymuştur. Çalışmada ayrıca, dönen araçların geçiş önceliğine sahip olması durumunda kavşak kapasitesinin yüksek olduğu, ancak giren araçlara geçiş önceliği

verilmesi halinde, birkaç dakika içerisinde kavşağın tıkaandığı gözlemlenmiştir (Webster ve Blackmore, 1968: 69-74),

- İngiltere' de ayrıca, sinyalize kavşaklar ile dönel kavşaklar arasında bir karşılaştırma yapılmaya çalışılmış; böylece hangi kavşak tipinin tercih edilebileceği belirlenmek istenmiştir. Çalışmalar sonucunda, dönel kavşakların kazaların azalmasında önemli bir etken olduğu ancak, her iki kavşak tipinin de kendilerine özgü bir takım üstünlüklerinin bulunması sebebiyle tercihin kavşağın bulunduğu bölge ve üzerinden geçen trafiğin özelliklerine göre belirlenebileceği sonucuna varılmıştır (Janssens, 1994),
- İngiltere'de 2003 yılı kaza verileri ile yapılan bir çalışma sonucunda yaralanmalı ve ölümlü kazaların dönel kavşaklar ve diğer kavşaklarla karşılaştırmaları Çizelge 3.2.'de gösterilmektedir.

**Çizelge 3.2.** Trafik kaza verileri

Türler	Kaza Sayısı	%Ölümlü ve Yaralanmalı Kaza	Ortalama Kaza Maliyeti (Euro)
Tüm Yollarda	214 000	%15	61 100
Dönel Kavşaklarda	18 700	%8	34 600
Diğer Kavşaklarda	111 000	%14	52 000
Kavşak Olmayan Kesimlerde	85 000	%15	78 800

Kaynak: Saphioğlu, M., 2007: 56

Amerika'nın Kansas, Maryland ve Nevada eyaletlerinde yapılan modern dönel kavşaklardan sonra sürücüler üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına göre modern dönel kavşaklar inşa edilmeden önce bu tip kavşakların inşa edilmesini tercih edenlerin oranı %31, şiddetle karşı çıkanların oranları %41 iken; modern dönel kavşakların inşasından sonra tercih edenlerin oranı %63, şiddetle karşı çıkanların oranı %15 olarak değiştirmektedir (Status Report, 2007).

### 3.1.2. Türkiye'de modern dönel kavşak uygulamaları

Türkiye'de daha önceden uygulaması olmayan ancak 2005 yılı içerisinde Karakoçan ve Başpınar kavşakları yeniden düzenlenerek modern dönel kavşağa dönüştürülmüştür. Karakoçan Kavşağı 3 kollu, Başpınar kavşağı ise 4 kollu olarak tasarlanmıştır. Bu kavşaklarda 2002-2005



yılları arasında oluşan kazalar ile 2006 yılı içerisinde oluşan kazalar karşılaştırılmış Çizelge 3.3.'deki sonuçlar elde edilmektedir.

**Çizelge 3.3. Karakoçan ve Başpınar kavşaklarındaki kaza istatistikleri**

	Karakoçan Kavşağı		Başpınar Kavşağı	
	Modern dönem kavşaktan önce	Modern dönem kavşaktan sonra	Modern dönem kavşaktan önce	Modern dönem kavşaktan sonra
Kaza sayısı/yıl	2	0	3,5	1
Ölüm sayısı/yıl	0	0	0,25	0
Yaralı sayısı/yıl	4,75	0	12,75	0
Maddi hasarlı araç sayısı/yıl	3	0	5,5	1

Kaynak: Öztürk Arıkan, E. 2007: 924

### 3.2. Mersin İlindeki Bazı Kavşakların Analizleri

Mersin ili Nüfus bakımından yaklaşık 1.793.931 kişidir (TÜİK, İkamet edilen il ve doğum yerine göre nüfus, 2017). Bu da Mersin'in Türkiye nüfusuna göre nüfus bakımından şehirler sıralandığında 11'nci sırada yer aldığını göstermektedir. İllere göre Motorlu Kara Taşıt sayıları bakımından Mersinde yaklaşık olarak 601.990 araç bulunduğu belirtilmektedir (TÜİK, İllere göre motorlu kara taşıtları sayısı, Mayıs 2018). Bu istatistiki verilere göre Mersin ilinde her 3 kişiye 1 taşıt düşmekte olduğu görülmektedir.

Mersin ili Türkiye'nin en önemli kentlerinden biridir. Bu doğrultuda göç olarak nüfusunda giderek artmaktadır. Nüfus artışı meydana geldikçe ulaşım talepleride doğru orantılı olarak artmaktadır. Mersin ili kıyı şeridi boyunca ilerleyen bir il olmasından dolayı ulaşım özel ve toplu taşıma araçları ile sağlanmaktadır. Mersin Büyükşehir'e bağlı merkez ilçelerde ağır tonajlı taşıtlar fazla bulunmamakla birlikte sadece Akdeniz ilçesinde Lojistik ve Ataş Petrol Rafinesinden dolayı ağır tonajlı araçlar bulunmaktadır. Mersin ilinde kullanılan kavşak tiplmesi genellikle eşdüzey kavşak olmaktadır.

Eşdüzey kavşakların çözüm olmadığı yerlerde araç trafiğine ve çeşidine göre farklı düzey kavşaklarda kullanılmaktadır. Örneğin; köprülü kavşak diye tabir edilen alt geçitler yapılmakta (Çiftlikköy - Groseri önü ve Mersin Otogar - 5'nci Bölge Karayolları Genel Müdürlüğü bağlantı noktası) ya da köprü olarak tabir ettiğimiz üst geçitler yapılmakta (Ataş Petrol Rafinesi Otoban Çıkışı).

Belirtilen noktada analiz çalışması yapılırken 1 video kamera ya da 2 adet gözlemciyle yapılmasının gerekliliği hususu daha önceden belirtilmişti. Kavşaklarda gecikme analizi yapılırken video kamera kullanılmasının daha yararlı olduğunu daha önceden belirtmiştim. Video kamera ile kayıt yapılırken kamera kavşak giriş ve kavşak çıkış noktalarına konulması gerekmektedir. Aynı şekilde gözlemciler ile gözlem yapılırken de aynı yol izlenmektedir. Kavşağa giriş noktası ve kavşaktan çıkış noktasına gözlemciler yerleştirilmektedir. Güvenilir bir analiz ancak belirtilen hususların yapılması ile gerçekleştirilebilir.

Gecikme analiz ile ilgili çalışmalarda kavşaktaki kolların referans noktaları dikkate alınır. Referans noktaları, araçların kavşağa yaklaşırken hızlarını azalttıkları noktalar ve kavşağı terk ederken sabit bir hıza ulaşıncaya kadar olan yerler seçilmesi gerekmektedir. Örneğin; Kavşağa 200 metre kala sürücüler hızlarını azaltmaya başlıyor ise bu nokta referans noktası, kavşaktan çıkışta 300 metre sonra hızlarının sabit olması durumunda ise diğer bir nokta olan bu nokta da diğer referans noktası olabilir.

- Kavşak 1: Mersin Hüseyin Okan Merzeci ile İsmet İnönü Bulvarı kesişimlerinde bulunan sinyalize olan dönel kavşak, (Kipa AVM kavşağı)
- Kavşak 2: Mersin Üniversite Caddesi ile İsmet İnönü Bulvarı kesişimlerinde bulunan sinyalize kavşak, (Egemenlik kavşağı)
- Kavşak 3: Mersin İstemihan Talay caddesi ile 32'nci Cadde kesişiminde bulunan sinyalize olmayan dönel kavşak, (Efes sitesi kavşağı)
- Kavşak 4: Mersin ili İstemihan Talay Caddesi ile Nevit Kodallı Caddesi kesişiminde bulunan sinyalize olmayan dönel kavşak, (Göçmen kavşağı)
- Kavşak 5: Mersin İstemihan Talay Caddesinde Turkcell Süperonline önünde bulunan sinyalize olmayan dönel kavşak,
- Kavşak 6: Mersin İstemihan Talay Caddesi ile 20'nci Caddenin kesişimlerinde bulunan sinyalize olan dönel kavşak, (Demircanlar Gurme önünde)
- Kavşak 7: Mersin ili Hüseyin Okan Merzeci Bulvarı Çatı Restaurant önünde bulunan sinyalize olan dönel kavşak,
- Kavşak 8: Mersin Tırmıl Sanayi çıkışı Hal kavşağında bulunan sinyalize olmayan kavşak.





**Resim 3.1.** Kipa AVM kavşağı - Yenişehir/Mersin

Mersin Hüseyin Okan Merzeci ile İsmet İnönü Bulvarı kesişimlerinde bulunan Kipa AVM önündeki dönel kavşak şehiriçi trafiğine hizmet etmektedir. Sinyalize olan bu kavşakta Dakikada ortalama olarak toplam 4 kol boyunca 80 araç geçtiği düşünülürse saatte 4800 araç geçtiği hesaba katılabilir. (4800 ta/sa). Bu kavşak ada şeklinde tasarlanmış olup, kavşağa ait bazı özellikler şunlardır;

- Doğu ve batı yaklaşım kolları;

Doğudan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Batıdan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

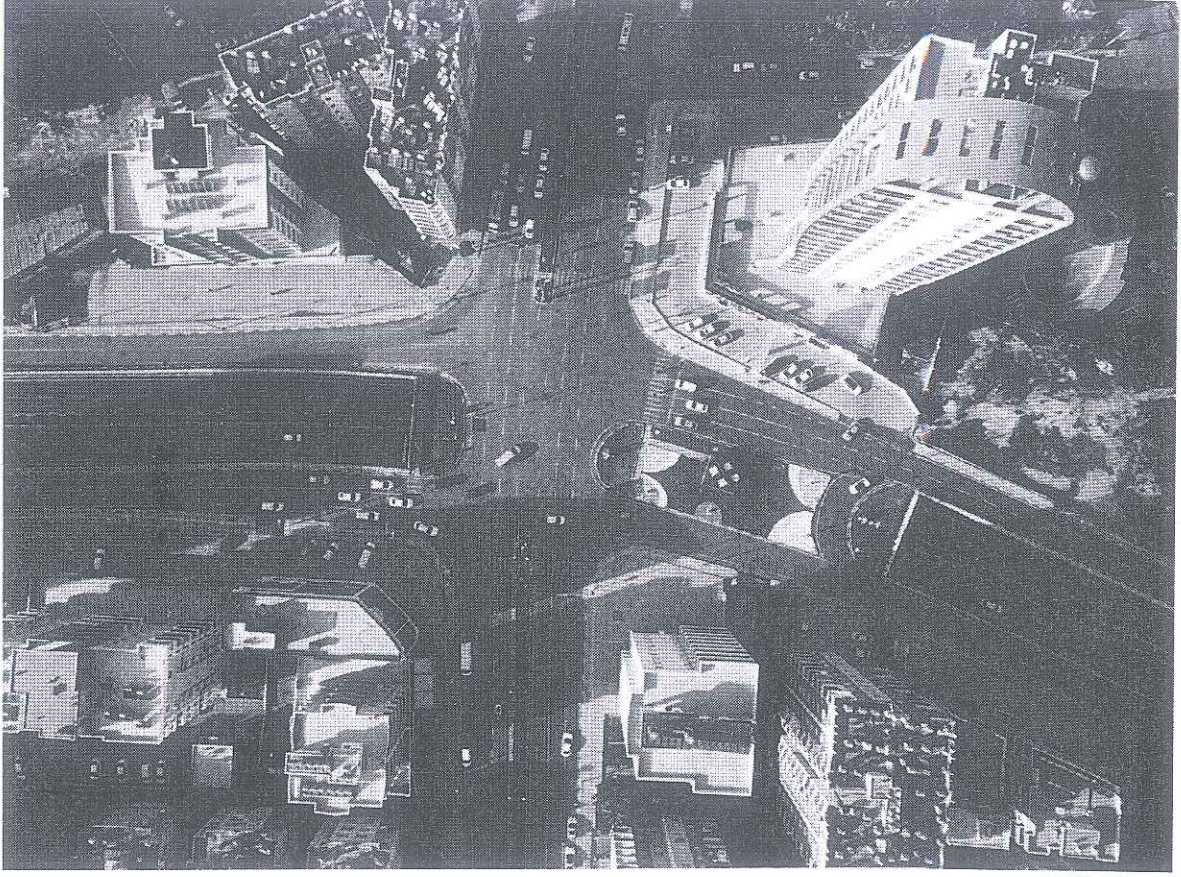
- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

Kuzeyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Güneyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Dönel ada çapı: 20 metre





**Resim 3.2.** Egemenlik kavşağı – Yenişehir/Mersin

Mersin Üniversite Caddesi ile İsmet İnönü Bulvarı kesişimlerinde bulunan Egemenlik kavşağı şehiriçi trafiğine hizmet etmektedir. Sinyalize olan bu kavşakta dakikada ortalama olarak toplam 4 kol boyunca 33 araç geçtiği düşünülürse saatte 1980 araç geçtiği hesaba katılabilir (1980 ta/sa). Bu kavşak ada şeklinde tasarlanmamış olup, kavşağa ait bazı özellikler şunlardır;

- Doğu ve batı yaklaşım kolları;

Doğudan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Batıdan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

Kuzeyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Güneyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği





**Resim 3.3.** Efes Sitesi kavşağı – Yenişehir/Mersin

Mersin İstemihan Talay Caddesi ile 32'nci Cadde kesişiminde bulunan dönel kavşak (Efes Sitesi kavşağı) şehiriçi trafiğine hizmet etmektedir. Sinyalize olmayan bu kavşakta Dakikada ortalama olarak toplam 4 kol boyunca 30 araç geçtiği düşünülürse saatte 1800 araç geçtiği hesaba katılabilir. (1800 ta/sa). Bu kavşak ada şeklinde tasarlanmış olup, kavşağa ait bazı özellikler şunlardır;

- Doğu ve batı yaklaşım kolları;

Doğudan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Batıdan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

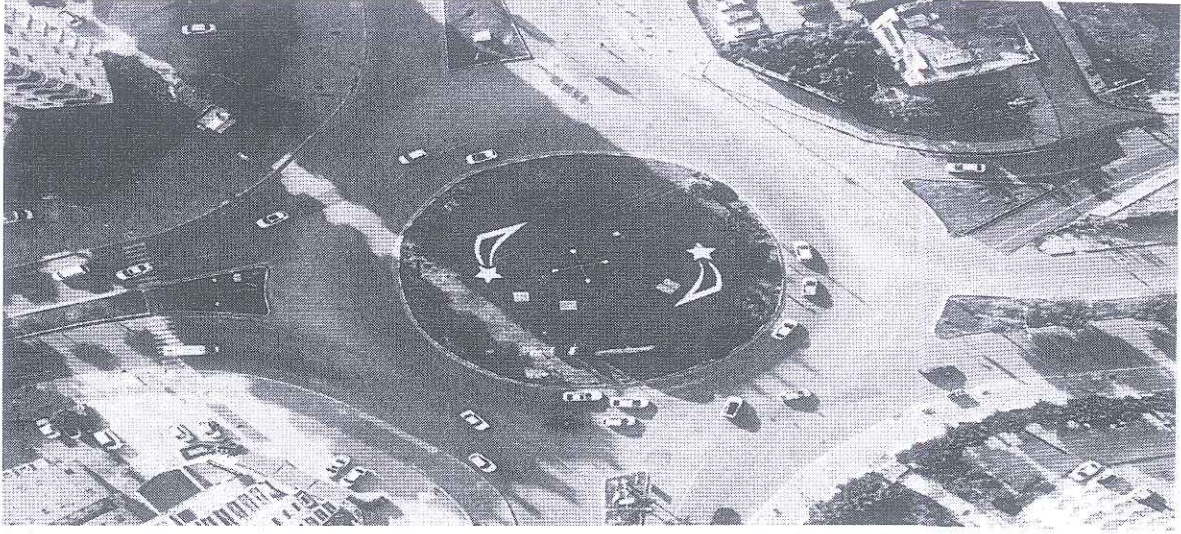
- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

Kuzeyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Güneyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Dönel ada çapı: 15 metre (Yeni hali)
- Dönel ada çapı: 25 metre (Eski hali)





Resim 3.4. Göçmen kavşağı – Yenişehir/Mersin

Mersin İli İstemihan Talay Caddesi ile Nevit Kodallı Caddesi kesişimlerindeki dönel kavşak (Göçmen Kavşağı) sinyalizasyonlu dönel kavşak şehir içi trafiğine hizmet etmektedir. Sinyalizasyonlu olmayan bu kavşakta dakikada ortalama olarak toplam 4 kol boyunca 50 araç geçtiği düşünülürse saatte 3000 araç geçtiği hesaba katılabilir (3000 ta/sa). Bu kavşak ada şeklinde tasarlanmış olup, kavşağa ait bazı özellikler şunlardır;

- Doğu ve batı yaklaşım kolları;

Doğudan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Batıdan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

Kuzeyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

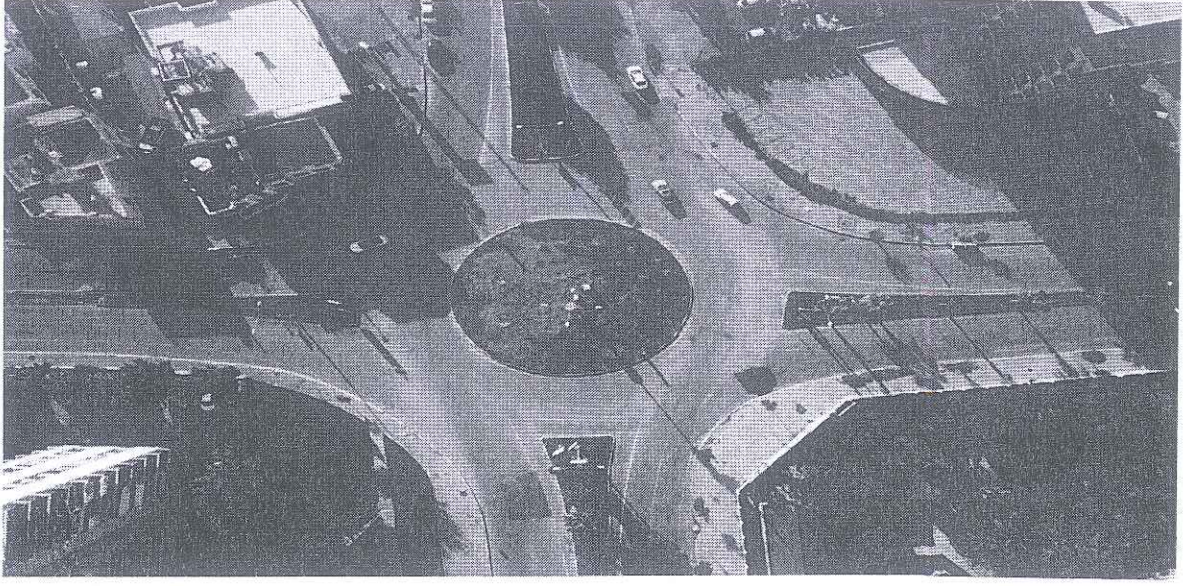
Güneyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Kuzeybatıdan gelişte şerit sayısı ve genişliği: 1 şerit, toplam 4,5 metre şerit genişliği

Kuzeybatıya gidişte şerit sayısı ve genişliği: 1 şerit, toplam 4,5 metre şerit genişliği

- Dönel ada çapı: 50 metre (Yeni hali)
- Dönel ada çapı: 60 metre (Eski hali)





**Resim 3.5.** Turkcell Süperonline kavşağı – Yenisehir/Mersin

Mersin İstemihan Talay Caddesinde Turkcell Süperonline önünde bulunan dönel kavşak şehiriçi trafiğine hizmet etmektedir. Sinyalize olmayan bu kavşakta dakikada ortalama olarak toplam 4 kol boyunca 40 araç geçtiği düşünülürse saatte 2400 araç geçtiği hesaba katılabilir. (2400 ta/sa). Bu kavşak ada şeklinde tasarlanmış olup, kavşağa ait bazı özellikler şunlardır;

- Doğu ve batı yaklaşım kolları;

Doğudan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Batıdan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

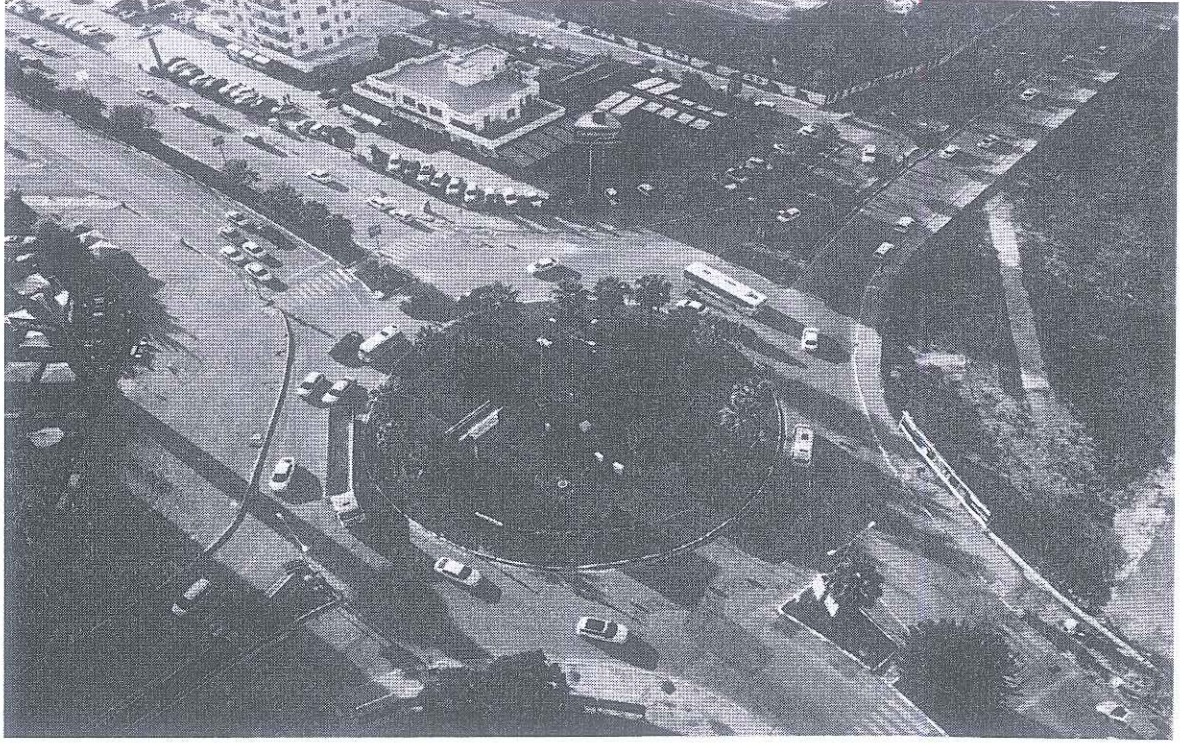
Kuzeyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Güneyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Dönel ada çapı: 30 metre

Ayrıca belirtmek gerekirse buradaki kavşak içerisinde bulunan ağaçlar 2017 yılında var iken, trafik akışını doğu-batı ve kuzey-güney yönlerinde engellediği için ağaçlar 2018 yılı itibariyle kesilmiştir ve bu durumdan dolayı meydana gelebilecek kazaların önüne geçilmiş oldu.





**Resim 3.6.** Demircanlar Gurme kavşağı – Yenişehir/Mersin

Mersin İstemihan Talay Caddesi ile 20'nci Caddenin kesişimlerinde (Demircanlar Gurme önünde) bulunan dönel kavşak şehiriçi trafiğine hizmet etmektedir. Sinyalize olan bu kavşakta Dakikada ortalama olarak toplam 4 kol boyunca 68 araç geçtiği düşünülürse saatte 2720 araç geçtiği hesaba katılabilir. (2720 ta/sa). Bu kavşak ada şeklinde tasarlanmış olup, kavşağa ait bazı özellikler şunlardır;

- Doğu ve batı yaklaşım kolları;

Doğudan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Batıdan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

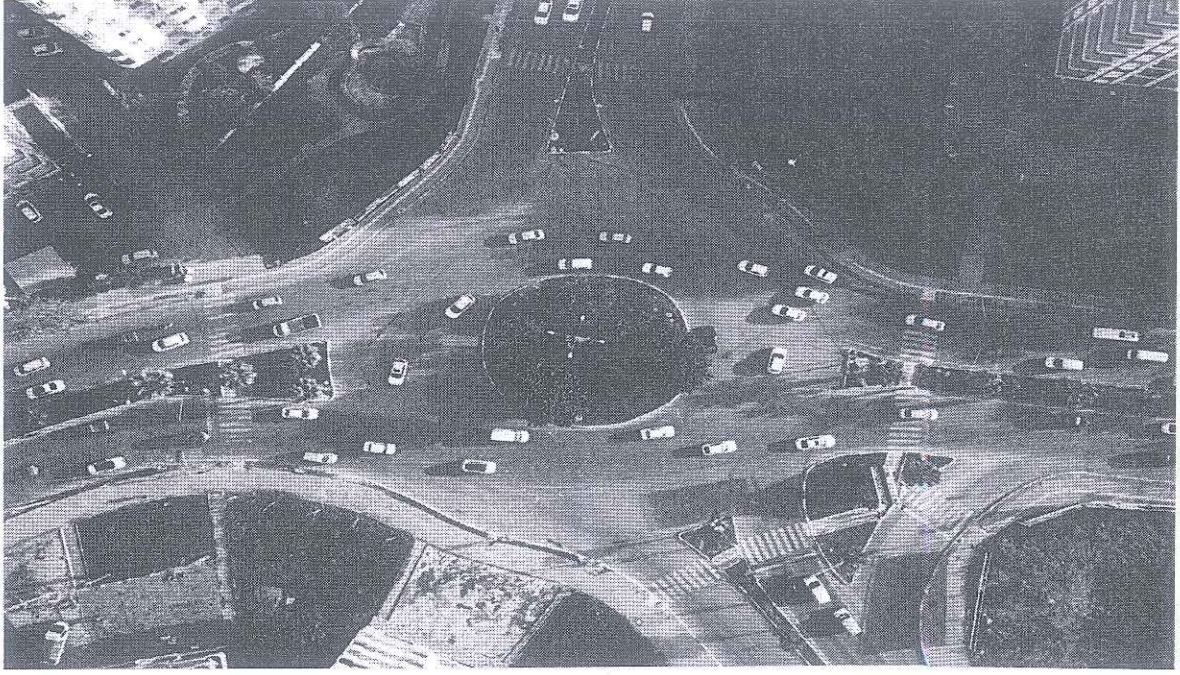
- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

Kuzeyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Güneyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Dönel ada çapı: 45 metre





Resim 3.7. Çatı Restaurant kavşağı – Yenişehir/Mersin

- Mersin İli Hüseyin Okan Merzeci Bulvarı ile 18'nci Cadde kesişimlerinde (Çatı Restaurant önünde) bulunan sinyalizasyonlu dönel kavşak şehiriçi trafiğine hizmet etmektedir. Sinyalizasyonlu olan bu kavşakta dakikada ortalama olarak toplam 4 kol boyunca 108 araç geçtiği düşünülürse saatte 6480 araç geçtiği hesaba katılabilir. (6480 ta/sa). Bu kavşak ada şeklinde tasarlanmış olup, kavşağa ait bazı özellikler şunlardır;

- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

Doğudan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Batıdan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

Kuzeyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Güneyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 3 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Dönel ada çapı: 25 metre





**Resim 3.8.** Hal kavşağı – Akdeniz/Mersin

Mersin Tırmıl Sanayi Çıkışı Hal kavşağı şehiriçi trafiğine hizmet etmektedir. Sinyalize olmayan bu kavşakta dakikada ortalama olarak toplam 4 kol boyunca 102 araç geçtiği düşünülürse saatte 6120 araç geçtiği hesaba katılabilir. (6120 ta/sa). Bu kavşak ada şeklinde tasarlanmış olup, kavşağa ait bazı özellikler şunlardır;

- Doğu ve batı yaklaşım kolları;

Doğudan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 2 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Batıdan gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 2 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Kuzey ve güney yaklaşım kolları;

Kuzeyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 2 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

Güneyden gelişte şerit sayısı ve şerit genişliği: 2 şerit, toplam 9 metre şerit genişliği

- Dönel ada çapı: 60 metre



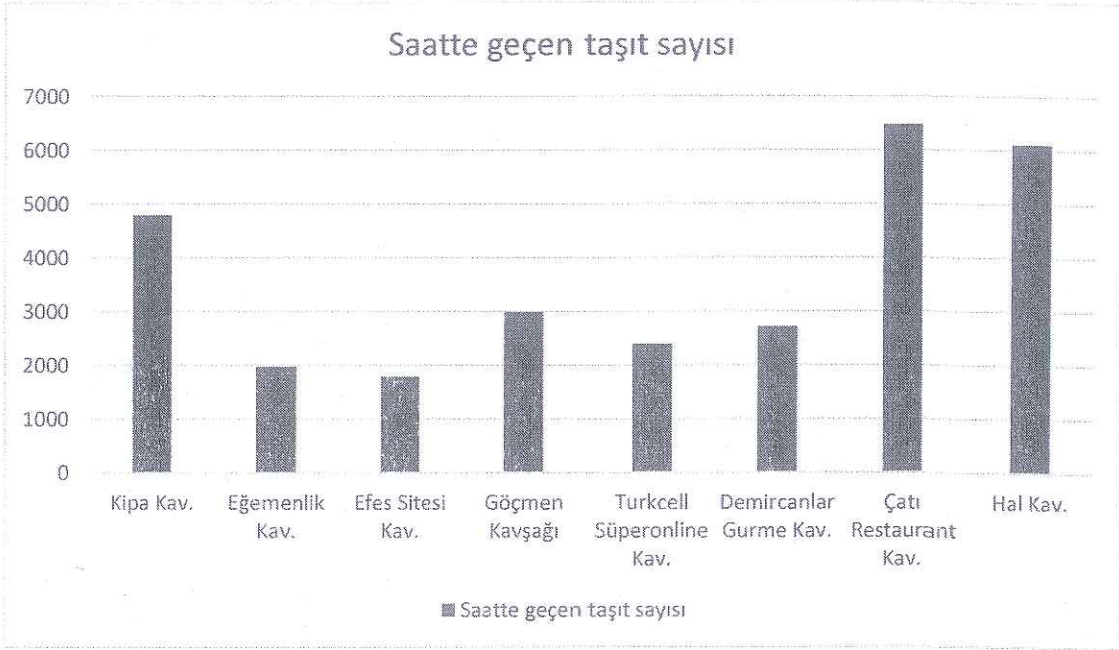
Çizelge 3.4. Gözlem yapılan sinyalize olan kavşakların geometrik özellikleri

Kavşak Adı	Kipa	Eğemenlik	Demircanlar	Çatı
Giriş Şerit Sayısı	3	3	3	3
Giriş Şerit Genişliği (m)	9	9	9	9
Çıkış Şerit Sayısı	3	3	3	3
Çıkış Şerit Genişliği (m)	9	9	9	9
Ada Genişliği (m)	20	yok	45	25
Dönüş Şeridi Sayısı (D-B)	6	yok	4	6
Dönüş Sahası Genişliği (m)	18	yok	12	18
Dönüş Şeridi Sayısı (K-G)	5	yok	3	6
Dönüş Sahası Genişliği (m)	15	yok	9	18

Çizelge 3.5. Gözlem yapılan sinyalize olmayan kavşakların geometrik özellikleri

Kavşak Adı	Efes Sitesi	Göçmen	Turkcell Superonline	Hal
Giriş Şerit Sayısı	3	3	3	2
Giriş Şerit Genişliği (m)	9	9	9	9
Çıkış Şerit Sayısı	3	3	3	2
Çıkış Şerit Genişliği (m)	9	9	9	9
Ada Genişliği (m)	15	50	30	60
Dönüş Şeridi Sayısı (D-B)	5	6	4	3
Dönüş Sahası Genişliği (m)	15	18	12	12
Dönüş Şeridi Sayısı (K-G)	5	6	4	3
Dönüş Sahası Genişliği (m)	15	18	12	12

**Çizelge 3.6.** Kavşaklardan saatte geçen taşıt sayısı



**Çizelge 3.7.** Mersin Hüseyin Okan Merzeci Bulvarı ile 18'nci Caddenin kesişimlerindeki kavşak sinyalizasyon süreleri (Çatı Restaurant kavşağı)

Yön	Yeşil Işık Süresi (sn)	Sarı Işık süresi (sn)	Kırmızı Süre (sn)
Doğu	30	1	45
Batı	30	1	45
Kuzey	25	1	50
Güney	25	1	50

**Çizelge 3.8.** Mersin İstemihan Talay Caddesi ile 20'nci Caddenin kesişimlerindeki kavşak sinyalizasyon süreleri (Demircanlar Gurme kavşağı)

Yön	Yeşil Işık Süresi (sn)	Sarı Işık süresi (sn)	Kırmızı Süre (sn)
Doğu	30	1	41
Batı	30	1	41
Kuzey	30	1	41
Güney	30	1	41



**Çizelge 3.9.** Mersin Hüseyin Okan Merzeci ile İsmet İnönü Bulvarı kesişimindeki kavşak sinyalizasyon süreleri (Kipa AVM kavşağı)

Yön	Yeşil Işık Süresi (sn)	Sarı Işık süresi (sn)	Kırmızı Süre (sn)
Doğu	35	1	85
Batı	40	1	78
Kuzey	30	1	90
Güney	30	1	90

**Çizelge 3.10.** Mersin Üniversite Caddesi ile İsmet İnönü Bulvarı kesişimindeki kavşak sinyalizasyon süreleri (Egemenlik kavşağı)

Yön	Yeşil Işık Süresi (sn)	Sarı Işık süresi (sn)	Kırmızı Süre (sn)
Doğu	14	1	91
Batı	19	1	86
Kuzey	30	1	77
Güney	24	1	82

Burada yapılan amaç; daha önceden de bahsedildiği üzere kavşaklardaki belirli parametrelerin neler ifade ettiğinin tam olarak anlaşılması ve uygulanması, uygulamaya konulan parametrelerin eksikliklerinin görülmesi ve düzeltilmesi gerekenlerin düzeltilerek yeni bir model ortaya koyulmasıdır. Bu 2 farklı kavşağın birbirilerine göre artı ve eksileri olduğu gibi, yanlış kavşak tasarlamasından dolayı da ortaya bazı problemler çıkabilmektedir. Kavşaklarda dikkat edilmesi gereken parametrelerin kavşak performanslarını hangi biçimde etkileyeceklerinin tespit edilmesi ve tartışılması amaçlanmıştır.

Yukarıda yapılan 3 sinyalizasyonlu dönel kavşaktaki çalışmalar (Çatı Restaurant , Kipa AVM ve Demircanlar Gurme) ve 1 sinyalizasyonlu kavşaktaki çalışmalar (Egemenlik kavşağı) ; Öğlen 14.00 ile 16.00 saatler için düz giden ve sağa-sola dönen araçların trafik hacimlerini tespit etmek ve ortalama taşıt gecikmelerinin tespitinin sağlanması için yapılan çalışmalardır. Gecikme gözlemleri;

Gözlemler yukarıda da belirtildiği üzere hafta sonu cumartesi günü 1 adet video kaydı ile yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda her bir şeritten geçen araçlar incelenmiş ve dakika olarak şeritteki taşıtların sayısı bulunmuştur. Ayrıca o anda olan kazalardaki durumlarda incelenmiştir.

Yapılan gözlemler neticesinde toplam 4 koldaki analizler sonucunda belirtilen saatlerdeki taşıtların dakikada geçtikleri sayılar belirlenmiş ve belirlenen saatlerdeki kavşaktan geçen taşıtlar 2 saatlik süre içerisinde ayrı ayrı incelenmiştir.

Aslında kavşaklardaki analizler 30 dakikalık ya da 1 saatlik dilim çerçevesinde yani saatteki geçen taşıt sayısı bazında yapılması daha yararlı olabilecekken bizim analizimizde 1 dakikalık süreler içerisinde yapılmıştır. Bu durumda kavşaktan saatteki geçen taşıt sayısı yerine bizim bulduğumuz veri kavşaktan 1 dakika da geçen taşıt sayısını göstermektedir.



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

#### SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Gecikme parametresi önem arz ettiği için dikkatli ve hassas bir şekilde yapılmalı ve bu konuda gerekirse biraz daha zaman harcanmalıdır. Gecikme analizlerinde harcanan zaman çok ve bu süreç oldukça yorucu bir süreçtir. Kavşaktaki gecikmeleri gözlemlerken video ve görsel materyallerin yanı sıra, gözlemciler yardımı da almak sürece olumlu katkı sağlamaktadır. Yapılan çalışmalar sırasında kavşağın her bir kolu için 1 video ve en az 2 gözlemciyle kavşaklar analiz edilmiştir. Daha önceden de bahsedildiği üzere gözlemler her zaman trafik hacminin yani yoğunluğunun en yüksek olduğu zamanlarda yapılmalıdır. Örnek verecek olursak sabah yoğunluk saatleri olan 07.00-09.00 gibi, akşam yoğunluk saatleri olan 17.00-19.00 gibi saatlerde yapılabileceği gibi, gözlemler Cumartesi günü öğlen iş çıkışı saatlerinde de yapılabilmektedir.

Sinyalize bir kavşak tasarımında yanlış yapılan gecikme ölçümleri sinyal sürelerinin doğru atanamamasına, trafikteki ışıklı işaretlerin yanlış sürelerde olmasından dolayı gecikmeleri de beraberinde getirebilmektedir. Ölçümlerin çok dikkatli, hassas ve titiz bir şekilde yapılması doğru kavşak tasarımının öncelikli şartıdır. Gecikme parametreleri yukarıda da bahsedildiği üzere video kameralar ile yapılması yararlı olmaktadır. Video kameralar yerine gözlemciler ile ölçüm yapılıyorsa tekrar yapılmasında fayda vardır. Sonuçta gözlemleyen insanın o andaki konumu, durumu, fiziksel ve psikososyal özellikleri farklılık gösterebilmektedir. Ölçümlerin sürekli yapılması da zaman kaybına sebebiyet vermektedir. Bu sebepten dolayı kaybedilecek zamanın telafisi olmadığı için ölçümlerin 1 ya da en fazla 2 kez olacak şekilde video kameralar ile yapılması, kameralara öncelik verilmesi gerekmektedir (Ban vd., 2009: 85).

Yapılan çalışmalarda Mersin İlinde bulunan 4 Sinyalizasyonlu kavşak, 4 Sinyalizasyonsuz kavşak olmak üzere toplam 8 adet kavşakta genel gözlemler yapılmıştır. İncelemelerden oluşturulan veriler video destekli ve fotoğraf çekimli olarak gerçekleştirilmektedir. Kavşakların geometrik özellikleri Çizelge 3.3. ve Çizelge 3.4.'de

verilmiştir. Kavşakların geneli Mersin İli Yenişehir ilçesi sınırları içerisinde bulunan dönel kavşaklardır. Sadece 1 tane kavşak Akdeniz ilçesi sınırlarında bulunmaktadır. Bu kavşakların seçilmesinde etkili olan ana faktörlerden bazıları;

- Belirlenen kavşaklar Mersin ili için önem arz eden kavşaklardır,
- Her kavşağın kendine göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur,
- Kavşaklara gelen araç trafik yoğunluk oranları oldukça yüksektir,
- Her kavşakta video ile en az 1 er dakikalık çekimler gerçekleştirilmiştir,
- Kavşaklar günün yoğun olan saatlerinde gözlemlenmiştir.

Kavşaklarda, yan yoldan gelen araç sayısının trafik akışını ne denli etkilediği önemli olduğu için yapılacak analizlerde bu faktör göz önüne alınmalıdır. Bu konuyla ilgili olarak Troutbeck, dönel kavşakların kapasiteleri belirlenirken en iyi yolun, yan yoldan gelen maksimum araç sayısının gözlemler sonucunda elde edilmesi olduğunu belirtmektedir. Bu tür veri için 30 dakikalık yan yolda bekleyen araçların istatistiki verilerin bulunması gerektiğini, ayrıca 1 ile 5 dakikalık veri gruplarının toplanmasının analiz için yeterli olduğunu belirtmektedir. (Troutbeck, 1998: 54-63). Bizim yaptığımız çalışmada drone ile çekimler yapıldığı için 1 dakikalık veriler hazırlanmıştır.

- Her bir şeritten geçen araçlar incelenmiş ve dakika olarak şeritlerde ki taşıtların sayısı bulunmuştur.
- İncelemeler cumartesi günü öğlen iş çıkış saatleri olan 14.00 – 16.00 saatleri arasında yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda bazı önemli noktalar elde edilmiştir. Bunlar;

- Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi sinyalizasyon sisteminin olduğu kavşaklardaki taşıt gecikmelerin sayısı, sinyalizasyon olmayan kavşaklardaki taşıt gecikmelerinin sayısından fazladır.
- Analizler ile birlikte dönel kavşaklar, sinyalize kavşaklar ve sinyalize dönel kavşaklar sola dönüşlerin olduğu yerlerdeki taşıt hacimleri arttıkça, kavşaklarda taşıt gecikmelerinin arttıkları gözlemlenmiştir.



- Modern dönel kavşaklar geometrik özelliklerinden dolayı araçları kavşağa girerken yavaşlatmaya mecbur bırakmasından ötürü, taşıtların düşük trafik hızları hem araç-araç hem de araç-yaya arasında olan kazaların meydana gelme sıklığını ve şiddetini azaltmaktadır. Bununla birlikte kontrolsüz kavşaklarla karşılaştırıldıklarında çatışma noktalarının sayısı çok azdır. Bu nedenle sinyalizasyon ve dur kontrollü kavşaklara göre daha güvenlidirler.
- Kavşak girişlerinde, gerektiğinde sürücüyü yavaşlatıcı ve kapasiteyi artırıcı ek geometrik önlemler alınarak, kavşakların güvenilirliğinin ve hizmet seviyesinin artırılması yoluna gidilebilmektedir.
- Modern dönel kavşak kullanılması durumunda kavşaklardaki durma ve gecikme sürelerinde azalma sağlanmaktadır. Buna bağlı olarak sınırlı da olsa hem daha az yakıt sarfiyatı sağlanmakta hem de araç emisyonlarında azalma sağlanacağı için hava ve çevre kirliliğinde azalma sağlanmaktadır.
- Trafik koşulları dikkate alınarak şehirlerarası yollarda, gelişmekte olan bütün yerleşim birimlerinde ve yapılacak detaylı araştırmalar sonucunda büyük şehirlerdeki yoğun olmayan birçok ikinci derecede önemli kavşakta kullanılma olanakları bulunmaktadır.
- Bütün dünyada, güvenli olmaları ve yüksek kapasite özelliklerinden dolayı ve kaza oranlarının azaltılması açısından modern kavşakların Türkiye’de yapımının devam etmesi yararlı olacaktır.
- Sinyalizasyon sistemi ile kontrol edilen kavşaklarda, faz sayısı arttıkça kavşaktaki ortalama taşıt gecikmeleri de artmıştır.
- Gelişmiş ülkelerde kontrolsüz kavşaklar sinyalizasyonsuz yapılmakta olup, bizim gibi gelişmekte olan ülkelerde ise bu durum tam tersidir. Bizim ülkemizde trafik kültürü tam anlamıyla oturmadığından dolayı ve trafik gecikmeleri olsa bile sinyalizasyon sistemli kavşakların daha yoğun kullanılması trafik güvenliği açısından daha yararlıdır.
- Sinyalizasyon dönel kavşaklarda ana kollardan sola dönüş yapan taşıtların sayıları arttıkça dönel kavşağın yetersiz olması durumunda, yani taşıt depolama alanının yetersizliğinden dolayı trafikte sıkışmakta olmaktadır.
- Sola dönüş yapacak taşıt sayılarının artması ve sola dönecek taşıtların depolanmasındaki yetersizlikten dolayı düz gidecek taşıtların hareketlerinin

kısıtlanması sonucunda, düz gidecek taşıtların sürücülerinin o anda yeşil ışık yanmasına rağmen hareket edememesi ya da kavşağı yeşil ışığın yanması süresince terk edememelerinden dolayı strese girebilmektedirler, Bu durumda kendi şeridini ve yan şeritteki duruma etki etmesinden dolayı kaza olasılığını arttırabilmektedir.

- Sola dönüş yapacak trafik hacminin çok olduğu durumlarda sinyalize dönel kavşak uygulanması çok mantıklı değildir. Sebebi ise sola dönüş esnasındaki araç sayısı fazla olduğu için kavşakta yeterli genişlik yok ise trafikte sıkışıklık olmaktadır. Ama sola dönüş yapacak trafik hacminin az olduğu durumlarda uygundur.
- Diğer bir nokta ise bazı yerlerde sinyalize dönel kavşak var iken bazı yerlerde sinyalize kavşak vardır. Böyle durumlarda sola dönüş yapacak taşıtların dönüş esnalarında ve dönüşlerinde kavşak olması durumunda depolama yapılabilirken kavşak olmaması durumunda depolama yapılamadığından, şerit tıkanmalarına ve kazalara sebebiyet verebilir.
- Örnek durumlardan da anlaşılacağı üzere sola dönüşlerin az olduğu kavşaklarda sola dönüş için cepli sinyalize kavşak uygulaması doğru bir tercihtir. Bunun sonucunda kavşaktaki ortalama taşıt gecikmesi minimum olabilmektedir. Sola dönüşlerin eşik değeri ya da eşik değerden küçük olduğu durumlarda cepli sinyalize kavşak uygulaması yapmak doğrudur ancak sola dönüşler eşik değerden fazla ise cepli sinyalize kavşak uygulaması yapmak doğru bir tercih değildir.
- Kavşaklarda taşıtların gereğinden fazla beklememesi için ve kavşağın optimum olarak işlevini yerine getirmesi için uygun sinyal süreleri atanmalıdır. Sinyal süreleri atanırken; kavşağın topoğrafik özellikleri ve geometrisi, kollardaki trafik hacimleri, sola dönüş yapacak saatlik trafik hacimleri ile varsa sağa dönüş yapacak trafik hacimleri, yaklaşım kollarındaki ağır tonajlı taşıt oranları, yayaların geçiş süreçleri v.b durumlar önemlidir.
- Saatlik trafik hacminin çok olmadığı durumlarda gerekenden fazla yeşil ışık süresi ataması yapılırsa kavşağa gelen diğer kollardaki taşıtların daha fazla beklemesine neden olur. Bu doğrultuda kavşaklara sinyal süresi ataması yapılırken kavşağın analizin iyi yapılması gerekmekte, aksi takdirde sadece o kol değil kavşağa gelen diğer bütün kollarda aksama meydana gelebilmektedir.
- Bilinmesi gereken diğer bir bilgi ise merkez ada etrafında bulunan ışıkların ışıklandırma süresidir. Yani ada çevresindeki sinyalizasyon sisteminin tam olarak



ayarlanmadığı, yeşil ışık süresinin fazla olduğu durumlarda kollardan gelen taşıtlar fazla süreli beklerler. Tam tersi kavşakta yeşil ışık süresinde az olursa kavşak çevresindeki araçların kavşağı aynı devrede terk etme ihtimalleri az olmaktadır. Bu durumlardan dolayı ada etrafındaki yeşil ışık süresi kavşağın performansını etkilemektedir.

- Yapılan analizler sonucunda, kavşaklardaki ortalama taşıtların gecikmelerinin azaltılması için sinyal sürelerinin optimal düzeyde olması gerekmektedir. Bunun için de kavşak yaklaşım kollarındaki trafik hacimleri ve kavşak yaklaşım kollarındaki sola dönüş yapacak taşıtların trafik hacimleri göz önüne alınarak o şekilde sinyalizasyon atamaları yapılmalıdır.
- Kavşaklarda trafik hacimleri ne kadar fazla olursa taşıt gecikmeleri de o kadar artış göstermektedir.
- Merkez ada etrafında depolanan taşıtların kavşağı terk edebilmeleri için yeterli yeşil ışık süresinin belirlenmesi gerekmektedir.
- Işıklı dönel kavşaktaki depolamanın 2 şerit ile yapıldığı durumlarda, sola dönüş oranları arttıkça depolama alanı yetersiz kalmaktadır. Bu durumda ya depolama alanı genişletilip 3-4 şerit yapılması, (tabi ki bu durum adanın geometrik yapısına bağlı olarak mümkün olmayabilir) ya da depolanan yerdeki taşıtlar için yeşil ışık süresinin arttırılması ile sağlanabilmektedir.
- Bazı durumlarda depolamanın 3 şeritle sağlandığı durumlardaki taşıt gecikmeleri, depolamanın 2 şeritle sağlandığı durumlardaki taşıt gecikmelerinden fazla olmaktadır. Genellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ya da gelişmemiş ülkelerde çok görülebilmektedir. Sebebi ise 3 şeritle depolamanın olduğu bir kavşağa kollardan gelen araçlardan en sağ şeritteki araç da sola dönüş sağlayacağından bu durum orta şerit şeritteki düz devam edecek taşıtların hareketlerini kısıtlamakta, kaza olabilirlik oranını arttırmaktadır.
- Analizlerin 1 er saatlik periyotlar halinde yapılmasından ziyade günün pik saatlerinde 30dklık kısımlar halinde yapılması yeterlidir. İstatistiksel olarak kanıtlanmıştır ki 1 er saatlik periyotlar ile yapılan analizler ile 30 ar dakikalık periyotlar ile yapılan analizler birbirine yakın çıkmaktadır. Eğer 30 ar dakikalık periyotlar ile yapılırsa zaman ve işgücü kaybı önlenabilir.

- Sonuç olarak trafikte ortalama taşıt gecikmelerinin artmasındaki temel nedenlerden biriside, kuzey-güney ya da doğu-batı yönlü kollardaki taşıt hareketlerinin sola dönüşlerdeki doğabilecek sıkıntılardan dolayı kesintiye uğratılması ve hatta bazı durumlarda kısa süreli de olsa bir kolun ya da iki kolun tamamen durdurulmasıdır.
- Günümüzde kavşak problemlerinin çözümü için kullanılan bazı programlar olan; Sidra Intersection, Transyt, Vissim, Aimsun, Synchro gibi programlar ile sinyal süresi optimizasyonu yapılamamaktadır. Yeni yazılımlar geliştirilmesi gerekmektedir.
- Kavşak analizlerinde ağır tonajlı taşıtları da işin içine katmak gerekmektedir. Sonuçta kavşağa sadece otomobil gibi küçük taşıtlar gelmemekte, kamyon, minibüs, otobüs gibi taşıtlarda gelmektedir. Örneğin bir otobüsün uzunluğu ortalama 4 tane taşıt uzunluğu kadardır. Eğer kavşağa gelen otobüs sola dönüş yapacak ise ona göre analiz yapıp, analizlere eklenmelidir. Depolamanın yetersiz olduğu ya da az olduğu yerlerde otobüs depolamasının yapılmasına izin verilmeyerek bu duruma çözüm bulunur ve özellikle körüklü tabir ettiğimiz otobüsler depolamanın yeterli olduğu kavşaklara yönlendirilmelidir.
- Sinyalizasyonsuz kavşaklar aynı yönde duran ya da yavaş hareket eden araçlarla devam etmekte olan araçlar arasında hız farkları olduğu için sinyalizasyonlu kavşaklardan daha tehlikelidir.
- Kavşaklar her büyükşehirde çok fazla önem kazanmaktadır. İşletme, bakım, onarım gibi masraflarla birlikte hesaba katılarak en üst düzeyde kavşakların tasarımı sağlanmalı ve optimum verim alınmalıdır.
- Dönel kavşakların bakım, onarım vb. maliyetleri yok denecek kadar azdır. Oysaki trafik işaretleri ile yapılan sinyalize kavşakların bakım, onarım maliyetleri ile birlikte sinyalizede yaşanacak sıkıntılarda hem maliyetleri artacaktır, hem de sinyalizede yaşanacak aksaklıktan dolayı trafikte kargaşa meydana gelecektir.
- Gelişmiş ülkelerin neredeyse tamamı artık eski kavşaklarını dönel kavşak tipini çevirmekle birlikte, bundan sonra tasarlayacakları kavşaklarını dönel kavşak olarak tasarlamaktadır. Bu doğrultuda Türkiye’de her bakımdan maliyeti çok az olan dönel kavşakların giderek daha da yaygınlaşması gerekmektedir.



- Dönel kavşak ile ilgili kurallara uymayan sürücülere, kurallara uyma konusunda kendilerini özendirmek için EDS (Elektronik Denetleme Sistemi) vasıtasıyla sürücülere ilk başlarda hafifletici cezalar yazılabilir.

Sinyalize olmayan Göçmen dönel kavşağı için;

- Göçmen kavşağı ada çapı daha önceden 60 metre iken bu kavşakta meydana gelen kazalardan dolayı ada çapı 50 metreye düşürülmüştür. Ancak kavşağa yaklaşmakta olan araçların sürücüleri yeterli trafik levhaları olmamasından dolayı ve kavşağa gelene kadar ki mesafede hızlarını yeteri derecede azalmadıklarından (Özellikle doğu-batı yönlerinde) kavşağa sert girişler yapmaktadır. Burada yapılması gereken belirtmiş olduğum kavşağa yaklaşırken kasisler ile araçların kavşağa yaklaştıklarını onlara hissettirme ve hızlarını azaltmalarını sağlamaktır. Ayrıca kavşak etrafında depolama alanının bir hayli fazla olmasından ve tam olarak adanın dolmamasından dolayı kavşağın çapının 40 metreye düşürülmesi daha yararlı olacaktır.
- Yapılan istatistiklerden de anlaşılacağı üzere çemberin çapı arttıkça kaza sıklığı da artmaktadır. Bu doğrultuda yukarıda da bahsedildiği üzere göçmen kavşağında ki çember çapı azaltılmalıdır.
- Aynı şekilde göçmen kavşağında kavşak çevresinin yeteri derecede aydınlatma yapılmaması nedeniyle akşam saatlerinde kazalar meydana gelmektedir. Bu doğrultuda kavşak çevresinin aydınlatma sistemleri ile aydınlatılması gerekmektedir.
- Kavşağa yaklaşırken şeritlerin uygun olmaması hatta kavşak içerisinde şeritlerin olmamasından dolayı taşıtlar hangi güzergah üzerinden gideceğini kestiremedikleri için tehlikeli durumlar meydana gelmektedir. Bu doğrultuda kavşağa girişte, kavşakta ve kavşaktan çıkışta trafik çizgileri uygun ve nizami bir şekilde çizilmelidir.
- Yapılan çekimlerde de görüldüğü üzere kavşak içerisindeki taşıtların geçiş önceliği olmasına rağmen kavşağa hızlı gelmekte olan (özellikle doğu –batı yönlerinde) taşıtların hızlarını çok fazla yavaşlatmamalarından dolayı kavşak içerisindeki taşıtlar kavşakta neredeyse durmaktadırlar. Kavşağa yaklaşan kollara ‘kavşaktaki araca yol ver’ , ‘dönen araca yol ver’ , ‘hızını azalt’ , ‘yavaşla’ gibi uyarıcı levhalar ile kavşaktaki araca ‘öncelik senindir’ gibi bilgilendirici levhalar yerleştirilmelidir.

- Kavşaklara giriş yerlerinde yaya geçitlerinin olmaması ya da olsa bile sürücüler için bilgilendirme levhalarının eksikliğinden dolayı sürücüler kavşaklara gelirken hızlarını azaltmamakta, yaya geçişlerinin olduğu yerler 'yaya geçidi' gibi ayrı bir şekilde trafik işaret ve levhaları ile işaretlenmesi yapılmalı
- Kavşağa giriş şerit sayısı ve genişliği kavşaktan çıkış şerit sayısı ve genişliği ile aynı olsa bile kavşak içerisindeki şerit sayısı ve genişliği farklı olduğu için, kavşakta en sağ şeridi kullanan taşıt çıkış esnasında kendisine ait bir şerit olmadığı için dolayısıyla bu durum kavşaktan çıkışta yanlış bir hareket sonucunda diğer taşıtlar ile çarpışma ihtimalini arttırmaktadır.
- Dönen ada çapının fazla olması kavşağın kapasitesini arttırmamaktadır. Göçmen kavşağında da bu husus geçerlidir, kavşağın çapı çok fazla olsa bile bu durum kapasitesini çok etkilenmemektedir.
- Yetkili organlarca yılın belirli periyotlarında özel ve kamu sektöründe çalışmakta olan kişilere dönel kavşaklar ile ilgili eğitimler vermek/verdirmek. Dönel kavşaklar ile ilgili bilgilendirme afişleri asmak.

Sinyalize olan Kipa AVM dönel kavşağı için;

- Özellikle Doğu-Batı yönlerinde taşıt yoğunluğu çok fazladır. Yoğunluğun bu şekilde olmasını gidermek için doğu-batı yönlerindeki kırmızı ışık süresini azaltıp, yeşil ışık süresini arttırabiliriz.
- Özellikle Doğu yönünden gelen taşıtlar U dönüşü yapmak istedikleri zaman çok beklemektedirler. Bu durumda hem akaryakıt miktarı artmakta, hem çevre kirliliğine neden olunmakta, hem de kişi çok fazla ışıklarda beklediğinden dolayı strese girmektedir. Çözüm yolu olarak Doğu-Batı yönlerinde katlı kavşak yapılabilir, böylelikle Doğu-Batı yönlerinde araçlar hiç durmayacağından bekleyen araç sayısı ve süresi de buna göre azalış gösterecektir.
- Kavşağı toplu taşıma araçları kullandığı için kavşakta yoğunluk olmaktadır. Bu da sabah saatlerinde trafikte karmaşaya sebebiyet vermektedir.
- Batıdan doğuya doğru giden taşıtların kullanabilecekleri şerit sayıları 3 iken, Kipa AVM önu park edilmesinden dolayı ya da Kipa AVM içerisine kapalı otoparkına girilebilmesinden dolayı şerit sayısı neredeyse 2 ye düşmektedir. Bu da trafikte



sıkışıklık meydana getirmektedir. Belirtilen yere park etmek yasak levhası koyulmalı ve AVM otoparkına giriş başka yerden sağlanmalıdır.

- Hem AVM girişi hem de toplu taşıt araçlarının durakları olduğu için trafik günün ilk saatlerinden itibaren tıkanmaya başlamaktadır. Burada kavşak ile ilgili olmasa bile otobüs durağını daha ileriye taşıyarak çözüm elde edilebilir.

## KAYNAKÇA

- Akcelik, R. (2005). "Capacity and Performance Analysis of Roundabout Metering Signals", TRB National Roundabout Conference, Vail-Colorado, s.35.
- Akcelik, R. (2006). "Operating Cost, Fuel Consumption and Pollutant Emission Savings at a Roundabout with Metering Signals", 7th International Congress on Advances in Civil Engineering (ACE 2006), Istanbul-Turkey, s.67.
- Arıkan Öztürk, E., Çubuk, M. K., Arslan, D., Yüksel, E., (2007). 'Modern Dönel Kavşakların Kapasite ve Güvenlik Yönünden Güncellenmesi', Gazi Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(4), 917-926.
- Aydın, M.M., (2014). 'Modern Dönel Kavşaklarda Sorunsuz Bir Dönüşümün Bilimsel Metodolojisi', Gümüşhane Üniversitesi, s.9-11.
- Ban, X., Herring, R., Hao, P., Bayen A. M. (2009). "Delay Pattern Estimation for Signalized Intersections Using Sampled Travel Times", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2130 (14), 109-119.
- Blackmore, F.C., (1963). Priority at roundabouts. Traffic Eng. & Control, 5,104-106.
- Brabender, B. D., Vereck L.(2007). "Safety Effects of Roundabouts in Flanders: Signal Type, Speed Limits and Vulnerable Road Users", Accident Analysis & Prevention, 39 (3), 591-599.
- Coelho, M. C., Farias, T. L., Roupail, N. M. (2006). "Effect of Roundabout Operations on Pollutant Emissions", Transportation Research Part D: Transport and Environment, 11 (5), 333-343.
- Daniels, S., Wets, G. (2005). "Traffic Safety Effects of Roundabouts: A Review with Emphasis on Bicyclist's Safety", 18th ICTCT-workshop, Helsinki-Finland, 1122.
- Demirel, Y. (2015). 'Kapasite, Güvenlik ve Maliyet Kriterleri ile Kavşak Tipinin Yazılım Desteğiyle Araştırılması, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 18-25
- Dion, F., Rakha, H., Kang, Y. S.(2004). "Comparison of Delay Estimates at UnderSaturated and Over-Saturated Pre-Timed Signalized Intersections", Transportation Research Part B: Methodological, 38 (2), 99-122.
- Gross, F., Lyon, C., Persaud, B., Srinivasan, R. (2013). "Safety Effectiveness of Converting Signalized Intersections to Roundabouts", Accident Analysis & Prevention, 50, 234-241.
- Insurance Institute For Highway Safety, Status Report, Arlington-USA, (2001), 36 (7): 3.



- Janssens, R. (1994). "Evaluating the Performance of a Roundabout", CEEC's Training Seminar on Road Development and Safety for Managerial Staff from Central and Eastern European Countries, Brussels-Belgium.
- Johnnie, B.E., Ahmed, A., Iman, A. (2012). "Extent of Delay and Level of Service at Signalized Roundabout", International Journal of Engineering & Technology, 2 (3), 419-424.
- Karayolları Genel Müdürlüğü, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, Modern Dönel Kavşak Kullanımı
- Kayacı, K., (2005). "Hemzemin Kavşakların Kapasite, Güvenlik ve Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, Dönel Kavşakların Önemi, Avrupa Birliği ve Dünyadaki Örneklerine Genel Bakış", 3. Trafik ve Yol Güvenliği Ulusal Kongre ve Sergisi, Ankara, 72-86.
- Murat, Y. S.(2007). Trafik Mühendisliği Ders Notları, Denizli-Türkiye.
- Murat, Y. S., Kutluhan, S., Cakici, Z. (2014). "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, Porto-Portugal, 252-261.
- Ouston, L. and Bared, J.G., (1995). Roundabouts, Public Roads. Turner Fairbank Highway research Center. Mclean, Viginia, USA.
- Otkovic, I. I., Dadic, I. (2009). "Comparison of Delays at Signal-Controlled Intersection and Roundabout", Promet - Traffic & Transportation, 21 (3), 157-165.
- Overkamp, D. P., (2009). W. Wijk, Roundabouts Application and design, A practical manual, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Netherlands, s.75.
- Öztürk Arıkan, E., (2007). Modern Dönel Kavşakların Kapasite Ve Güvenlik Yönünden İncelenmesi, s.924.
- Russel, E.R., (2005) "Study of Operational Performance and Enviromental Impacts of Modern Roundabouts in Kansas" Transportation Research Board TRB National Roundabouts Conference, Vail, Colorado, s.15.
- Robinson, B.W.,(2000)."Roundabouts: An Informational Guide", Federal Highway Administration, Virginia, s.32.
- Salamati, K., Roupail, N. M., Frey, H. C., Liu, B., and Schroeder, B. J. (2015). "Simplified Method for Comparing Emissions in Roundabouts and at Signalized Intersections" Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2517, 48-60.

- Saplıoğlu, M., (2007) “Şehir İindeki Dönel Kavşakların Trafik Kazalarına Etkisinin İncelenmesi, Isparta Örneği” Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye Kazaların Çevresel ve Teknik Aratırması Ulusal alıştayı, 56.
- Sisiopiku, V., Oh, H. (2001). “Evaluation of Roundabout Performance Using Sidra”, Journal of Transportation Engineering, 127, 143-150.
- Stuwe, B., (1991). “Capacity and safety of roundabouts in Germany. Intersections Without Traffic Signals” II, 1-12, Bochum, Germany.
- Status Report, (2001) Insurance Institute For Highway Safety , Vol. 36, July 28.
- Su, Y., Wei, Z., Cheng, S., Yao, D., Zhang, Y., Li, L. (2009). “Delay Estimates of Mixed Traffic Flow at Signalized Intersections in China”, Tsinghua Science & Technology, 14 (2), 157-160.
- Sun, X., Ma, W., and Huang, W. (2016). “Comparative Study on The Capacity of a Signalised Roundabout” IET Intelligent Transport Systems, 10(3), pp.175-185.
- Sweroad Raporu, (2000). Ek-1 Kavşak Tipi Seçimi ile İlgili Olarak Önerilen Esaslar, Karayolu Tasarımı Raporu, Ankara-Türkiye, 3-15,
- Tanyel, S. ve Varlıorpak, . (1998). “Yeni Tip Dönel Kavşak Uygulama Örnekleri” . 4.Ulaştırma Kongresi, s.135-147, 3-5 Haziran, Denizli.
- Tanyel, S. (2001). “Türkiye’deki Dönel Kavşaklar için Kapasite Hesap Yöntemi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tanyel, S., (2004). “Trafik Kazalar ve Dönel Kavşaklar”, Serhan TANYEL, MO İzmir Şubesi Haber Bülteni, Ekim 2004.
- Tanyel, S., alışkanelli, S. P., Aydın, M. M., Utku, S. B. (2013). “Yuvarlakada Kavşaklardaki Ağır Araç Etkisinin İncelenmesi”, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası (İMO) Teknik Dergi, 24 (4), 6479-6504.
- Troutbeck, R., Background of HCM section on analysis of performance of roundabouts, Transportation Research Record, 1646, 54-63, 1998.
- Tunç, A. (2003). Trafik Mühendisliği ve Uygulamaları, Ankara-Türkiye: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Turner, D. (2011). Roundabouts: A Literature Review, (7 April 2013),
- TÜİK (2018) Türkiye İstatistik Kurumu, İllere Göre Motorlu Kara Taşıtları Sayısı, Mayıs 2018, www.tuik.gov.tr, Ankara.
- Umar, F., Yayla, N. (1992). Yol İnşaatı, İstanbul-Türkiye: İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası.



- Qian, H., Li, K., Sun, J. (2008). "The Development and Enlightenment of Signalized Roundabout", 2008 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, 2, Hunan, IEEE, 538-542.
- Wall, R., Long, R., Guth, D., Ashmead, D., Ponchillia, P. (2005). "Roundabouts: Problems of and Strategies for Access", Proceedings International Congress Series, 1282, London-UK, 1085-1088.
- Webster, F. V. and Blackmore, F. C., (1968). Improving road capacity. Science Journal, August, s.69-74.
- Yıldız, D., (2013). "Kapasite, Güvenlik ve Maliyet Analizi ve Geliştirilmesi İle Optimize Edilmiş Kavşak Tipini Belirleyen Program Üretilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 33-34.
- Yüksel, E.,(2007). "Modern Dönel Kavakların Kapasite ve Trafik Güvenliği Yönünden İncelenmesi" Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, Modern Dönel Kavşak Kullanımı. Web:<http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdokuments/Trafik/moderndonelkavşak.pdf> adresinden 12 Aralık 2018'de alınmıştır.
- İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu, İkamet Edilen İl Ve Doğum Yerine Göre Nüfus, 2017. Web: [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1059](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059) adresinden 12 Aralık 2018'de alınmıştır.
- İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu, İllere Göre Motorlu Kara Taşıtları Sayısı, Mayıs 2018. Web: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27647> adresinden 12 Aralık 2018'de alınmıştır.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÜNAL Emre  
Uyruğu : T.C  
Doğum Tarihi (gün/ay/yıl) : 02/10/1988  
Doğum Yeri : Altındağ  
Medeni hali : Bekar  
Adresi : Hürriyet mah. 16 cad. No:82/5 Yenişehir/Mersin  
Telefon : 0537 350 38 75  
E-Posta : emreunal0671@hotmail.com

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet yılı
Yüksek lisans	Toros Üniv. Fen Bil. Ens. İnşaat Müh. Tezli YL.	2019
Lisans	Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fak. İnşaat Müh.	2012
Lise	Ankara Gazi Lisesi	2006

### İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2016-devam ediyor.	Toros Üniversitesi	Öğretim Görevlisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayımlar

-

### İlgi Alanları

Satranç, Yüzme, Futbol, Tenis





**T.C.**  
**TOROS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İNTİHAL PROGRAMI RAPORU**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 19 /12/2018

Tezin Başlığı: Dönel Kavşakların İncelenmesi ve Mühendislik Yöntemleri ile Karşılaştırılması, Mersin İli Dönel Kavşak Örneği

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın;

a) Giriş,

b) Ana bölümler ve

c) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 97 sayfalık kısmına ilişkin, 19 /12/2018 tarihinde enstitü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:



- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %10,



- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar dahil
- 3- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %30'u geçmemelidir.

Tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Yukarıda belirtilen başlıkta danışmanımla birlikte tamamlamış olduğum tezimin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir. Tezimin tez yazım kurallarına uygun olarak ve intihal olmaksızın hazırladığımı taahhüt eder; intihal olması durumunda tez çalışmamın başarısız sayılacağını ve mezuniyetimin iptalini kabul ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı : Emre ÜNAL

İmzası :  Tarih: 19/12/2018

Yukarıda kişisel ve tez bilgileri verilen öğrencimin belirtilen başlıkta birlikte tamamlamış olduğumuz tezi Turnitin intihal yazılım programında kontrol edilmiş ve etik bir ihlale rastlanmamıştır. İntihal yazılım programının rapor çıktısı ektedir. Ayrıca tezin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Prof.Dr.Mehmet ÇAKIROĞLU

İmzası :  Tarih: 19/12/2018

Ek: İntihal yazılım programının rapor çıktısı (2 sayfa)

# DÖNEL KAVŞAKLARIN İNCELENMESİ VE MÜHENDİSLİK YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI, MERSİN İLİ DÖNEL KAVŞAK ÖRNEĞİ

*Yazar Emre Ünal*

---

**Gönderim Tarihi:** 19- Ara- 2018 01:29PM (UT C+0300)

**Gönderim Numarası:** 1059158915

**Dosya adı:** RIN\_NCELENMES\_VE\_M\_HEND\_SL\_K\_Y\_NT EMLER\_LE\_KAR\_ILA\_T IRILMASI.docx (16.48M)

**Kelime sayısı:** 17470

**Karakter sayısı:** 121656



# DÖNEL KAVŞAKLARIN İNCELENMESİ VE MÜHENDİSLİK YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI, MERSİN İLİ DÖNEL KAVŞAK ÖRNEĞİ

## ORIJINALLIK RAPORU

%4

BENZERLİK ENDEKSİ

%3

İNTERNET KAYNAKLARI

%1

YAYINLAR

%0

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

## BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

www.kgm.gov.tr  
İnternet Kaynağı

%2

2

www.fbedergi.duzce.edu.tr  
İnternet Kaynağı

%1

3

ÇAKICI, Ziya and MURAT, Yetiş Şazi. "Sinyalize Dönel Kavşaklar için Hesap Yöntemi Önerisi ve Performans Analizi", TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 2016.  
Yayın

%1

Alıntılarını çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar < %1

Bibliyograf yayı Çıkart

üzerinde