

**ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**TRAFİK MÜHENDİSLİĞİ
EĞİTİMİ**

Ders Hocası
Doç. Dr. Neşe HAKTANIR

TRAFİK MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİNİN ÖNEMİ

1. BÖLÜM

TRAFİK MÜHENDİSLİĞİ

Trafik Mühendisliği, İnşaat Mühendisliğinin önemli bir dalı olan Ulaşım Mühendisliğinin bir uygulaması olarak ortaya çıkmıştır ve önemi gitgide artmaktadır. Yolların en iyi şekilde kullanılmasını, yol yapımını, yolu kullanan trafiğin gereklerine göre daha iyi geliştirilmesini sağlar.

ITE (Institute of Transportation Engineers) tarafından Ulaşım Mühendisliği “Yolcuların ve eşyaların emniyetli, hızlı, elverişli, konforlu ve çevre ile uyumlu olarak taşınmasını sağlamak amacıyla ulaşımın herhangi bir türü için planlama, projelendirme, araçların ve tesislerin işletilmesi konularında teknoloji ve bilimin prensiplerinin uygulaması” olarak tanımlanmaktadır. Yine ITE tarafından Trafik Mühendisliği ise; “Kent içi ve kent dışı yolların trafik işletmesi ve bu yolların şebekeleri, terminalleri, bitişik arazileri ve diğer ulaşım türleri ile olan ilişkilerinin planlanması ve geometrik tasarımı için uğraşan Ulaşım Mühendisliğinin bir uygulaması” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamalara göre Trafik Mühendisliği;

- Planlama
- Tasarım
- Uygulama
- İşletme süreçlerinden sorumlu olacaktır.

Trafik Mühendisliğinin Ana Elemanları;

- İnsan
- Araç
- Yol, kavşak, otopark
- Çevre olarak karşımıza çıkmaktadır.

Birbirleriyle etkileşim içerisinde olan bu dört eleman trafiğin doğmasına neden olmaktadır. İnsanların ulaşım tesislerinden emniyetle yararlanabilmeleri için Mühendislik ve Eğitim gibi iki ana unsur yardımcı olacaktır. Yol emniyetinin sağlanabilmesi için insan ve araç faktörlerini ve bunların sahip olduğu karakteristiklerini dikkate alarak tesislerin tasarlanması, yani Trafik Mühendisliği olgusu ortaya çıkmaktadır. Trafik Mühendisi tarafından planlanan, tasarlanan ve yapılan ulaşım tesislerindeki trafik işletmesinin düzenli bir şekilde yapılabilmesi için, tesisten aktif olarak yararlanan sürücülerin ve pasif olarak yararlanan yayaların veya yol kullanıcılarının tümü, trafik kurallarını bilmek zorundadır. İnsanlar tarafından bilinmesi gerekli trafik kuralları çocuk yaştan itibaren verilecek eğitim ile mümkün olabilecektir.

Trafik İşletmesi;

- Trafik kuralları
- Trafik kontrol araçları ile sağlanabilmektedir.

Trafik Kuralları;

- Sürücü, araç ve yayaların kontrolü için konulan kanunlar, yönetmelikler ve prensipler.
- Trafik akımı içindeki araçların işletme kuralları (Örneğin kavşak kontrolü, hız ve park kontrolü, tek yönlü yol, sağ/sol ve U dönüşü yasaklamaları v.b.) olarak belirlenir.

Trafik Kontrol Araçları;

- Trafik İşaretleri (düşey ve yatay)
- Trafik Sinyalizasyonu
- Yönlendirme olarak belirlenir ve bunların tasarımı konumlandırılması, işletmesi, bakımı v.b. hususlar Trafik Mühendisliğinin sorumluluğundadır.

Trafik Mühendisliğinin eğitime bugüne kadar yeterince önem verilmemiş olması, ülkemiz açısından bir kayıp olmuştur. Bugün Almanya, İngiltere, Hollanda, Belçika ve Yeni Zelanda da en az 4 yıl Trafik Mühendisliği lisans eğitimi verilmektedir. Öte yanda ülkemizde alt yapıyı düzenleyecek bilgili Trafik Mühendisi yok denecek kadar azdır. Trafik Mühendisliği eğitiminin, teorik ve uygulamalı olarak etkin bir biçimde verilmesi ile ülkede kazalar en aza indirgenmiş, sağlıklı bir trafik ağı akımı sağlanmış, yaşam standartlarının ve ülke ekonomisinin kalkınmasına olumlu bir etki yaratılmış.

Trafikte çevre ögesi, hava şartları gibi bizim elimizde olmayan tabiatın empoze ettikleri şeylerdir.(Yağmur, sis, kar, buz v.b.).Burada ise insan faktörü sürücü olarak gerekli önlemleri alacak, örneğin buzlu bir yolda kazaya neden olmamak için aracına mutlaka kar lastiği takacaktır.

2. BÖLÜM

TRAFİKLE İLGİLİ TANIMLAR

1. Tanımlar

Alt geçit: Kara yolunun, diğer bir kara yolu veya demir yolunu alttan geçmesini sağlayan yapıdır.

Üst geçit: Kara yolunun, diğer bir kara yolu veya demir yolunu üstten geçmesini sağlayan yapıdır.

Ana yol: Ana trafiğe açık olan kara yoludur. Diğer yollardaki araçların, yola girerken önceliği ana yoldaki araçlara vermesi gerekir.

Araç: Kara yollarında kullanılabilen motorlu, motorsuz ve özel amaçlı taşıtlar ile iş makineleri ve lâstik tekerlekli traktörlerin genel adıdır.

Asfalt: Rengi koyu kahverengiden siyaha kadar değişen, katı, yarı katı veya sıvı kıvamda olan, yol yapımında kullanılan bağlayıcı bir malzemedir.

Asfalt yol: Yol yüzeyi asfalttan yapılmış yollara denir.

Bağlantı yolu: Bir kavşak yakınında kara yolu ile taşıt yollarının birbiriyle bağlantısını sağlayan, kavşak alanı dışında kalan bir yönlü trafiğe ayrılmış olan kara yolu bölümüdür.

Banket: Yol kaplamasının her iki yanında yer alan, kaplamaya bitişik olan, genel olarak kaplamadan farklı bir tabaka ile örtülü, yayaların yürümesi ve gerektiğinde taşıtların park etmesi için kullanılan kısımdır.

Beton yol: Yüzeyi betonla kaplanmış olan yollara denir.

Bisiklet yolu: Kara yolunun, sadece bisikletlilerin kullanımına ayrılan bölümüdür.

Bordür: Taşıt yolu kenarı boyunca, yol kenarını, taşıt sürücüsüne açıkça gösteren, kaldırımla taşıt yolunu ayıran sınır elemanıdır. Beton veya doğal taştan yapılmış olabilir.

Bölünmüş karayolu: Bir yöndeki trafiğe ait taşıt yolunun, bir ayırıcı ile belirli şekilde diğer taşıt yolundan ayrılması ile oluşan kara yoludur.

Cadde: Kavşakları eşdüzey (aynı düzlemde) ve komşu araziye doğrudan giriş çıkışı olan ve doğrudan trafiğin güvenli akışını kolaylaştıran, geometrik standart ve trafik kontrol önlem ve araçlarının bulunduğu bir ana kara yoludur.

Cep: Genellikle kent içi yollardaki taşıtların, normalden fazla süre beklerken ve indirme-bindirme yaparken, akan trafiği engellenmemeleri için yaya kaldırımı veya ayırıcı tarafında oluşturulan bölümdür.

Çevre Yolu: Şehrin bölümlerini birbirine ya da şehri, şehirler arası diğer yollara bağlayan yoldur.

Çift yönlü kara yolu: Taşıt yolunun, her iki yöndeki taşıt trafiği için kullanıldığı kara yoludur.

Demir yolu geçidi: Kara yolu ile demir yolunun aynı seviyede kesiştiği, bariyerli veya bariyersiz geçitlerdir.

- **Kontrollü demir yolu geçidi:** Bariyer veya benzeri bir teçhizatla kontrollü hale getirilmiş demir yolu geçididir.
- **KontROLSÜZ demir yolu geçidi:** Bariyer veya başka bir teçhizatla kontrol edilmeyen demir yolu geçididir.

Devlet Yolu: Önemli bölge ve il merkezlerini, deniz hava ve demir yolu istasyonu, iskele, liman ve alanlarını birbirine bağlayan birinci derecede ana yollardır. Aynı zamanda ülkeyi komşu ülkelere bağlayan yollardır.

Dönel kavşak: Etrafında araçların tam veya kısmî dönüşlerle dolaştığı, ortasında bir veya daha çok trafik adası bulunan, üç veya daha fazla yol bağlantılı kavşaktır.

Periyot: Sinyallerden herhangi birinin gösterdiği rengin, sönüp tekrar yandığı ana kadar geçen saniye cinsinden zamandır.

Faz: Bir periyot süresi içinde, aynı anda akmasına izin verilen ve birbiriyle direk çatışmayan akımların hareketlerine denir.

Geçici trafik kontrolü: Yolda veya yol kenarındaki inşaat alanında, araç ve yaya geçişini sağlayan, yayaların yürüyüş veya binalara erişebilmesi için uygulamada alınması gereken düzenleme ve emniyet tedbirleridir.

Geçici trafik kontrol bölgesi: Yol veya yol kenarındaki çalışma sebebiyle, yolda geçici trafik kontrolünün uygulanacağı kısımdır.

Geçiş yolu: Araçların bir mülke giriş-çıkışları için yapılmış olan yolun, kara yolu üzerinde bulunan kısmıdır.

Geçiş alanı (Rakortman): Geçici trafik kontrol bölgesindeki, yolun genişten dar veya tersine değişerek, trafiğin normal yönünden saptırıldığı veya normal yönüne dönüştürüldüğü kısımdır.

Hız hunisi: Araçların hızlarını uzaktan ayarlamalarını temin ederek, devamlı yeşil ışıktaki geçmelerini sağlayan sistemdir. Hız limitlerini gösteren lâmbalar tarafından sürücülere, o yolda hangi hızla gitmeleri gerektiği bildirilir. İlk defa Almanya’da uygulanmış olan bu sisteme, “Düsseldorf Hunisi” de denir.

İl Yolu: Küçük il merkezlerini birbirine, ilçe ve kasabaları il merkezlerine bağlayan, iki şeritli 2. ve 3. sınıf standartlı, yüzeyleri genellikle asfalt kaplı yollardır.

Kaplama üstüne çizilen yön okları ve yazılar: Gidiş yönlerine göre, sürücülerin yapmaları gereken hareketleri gösteren, yol üzerine yazılan ve çizilen yön oklarıdır. Özellikle, kavşaktan dönüş yapacak sürücülerin zamanında uygun şeride geçmelerini sağlar.

Kara yolu: Trafik için kamunun yararlanmasına açık olan, arazi şeridi, köprüler ve alanlardır.

Kavşak: Birden fazla yönden gelen trafik akımlarının örüldüğü (kesiştği, ayrıldığı, birleştiği ve birleşip ayrıldığı) yerlerdir.

Köy yolu: Köyleri birbirine, köyleri kasabalara bağlayan, genellikle toprak yollardır.

Lâmba butonu: Yayaların karşıdan karşıya geçişlerini kolaylaştırmak için bazı yaya geçitlerinde, , bir butona basıldığında yayalara geçiş hakkı veren trafik lâmbalarıdır.

Menfez: Sürekli olarak akan ya da yağış sonucu oluşan küçük akarsuları, yol gövdesinin bir tarafından diğer tarafına geçirmek için kullanılan yapılardır.

Okul geçidi: Genel olarak okul öncesi, ilköğretim ve orta dereceli okulların çevresinde, özellikle öğrencilerin geçmesi için taşıt yolunda ayrılmış ve bir trafik işareti ile belirlenmiş alanlardır.

Orman Yolu: Orman ürünlerinin, ilçe, kasaba ve köylere taşınması için inşa edilen ve orman bölgelerini kat eden genellikle toprak yollardır.

Otomobil Eşdeğer Birimi (O.E.B.): İçinde çeşitli türden araç olan bir trafik akımının, sadece otomobil olarak ifade edilmesidir.

Otoyol (Erişme Kontrollü Kara yolu): Özellikle transit trafiğe tahsis edilen, belirli yerler ve şartlar dışında giriş ve çıkışın yasaklandığı, yaya, hayvan ve motorsuz araçların giremediği, ancak izin verilen motorlu araçların yararlandığı ve trafiğin özel kontrole tabi tutulduğu kara yoludur.

Parkmetre: Yol kenarı otoparklarda park süresini ölçen alettir.

Park yeri: Taşıt yolunda veya buna bitişik alanlarda, araçların park etmeleri için ayrılan yerlerdir. Park yeri; açık, kapalı veya katlı olabilir.

Park yeri çizgileri: Park yeri olarak ayrılmış alanlarda, araçların düzenli bir şekilde park etmelerini sağlamak amacıyla çizilirler. Sürücülerin, araçlarını bu alanlara düzgün olarak park etmeleri ve diğer araçların çıkışlarına engel olmamaları gerekir.

Platform Genişliği: Yolun; kaplama, orta refüj ve banketlerden oluşan genişliğinin tümüdür.

Refüj (Ayrıcı): Taşıt yollarını veya yol bölümlerini birbirinden ayıran, bir taraftaki taşıtların diğer tarafa geçmesini engelleyen kara yolu yapısıdır.

Sabit zamanlı sistem: Programlanan zaman içinde, tüm sinyallerin belirli sürelerce yanıp söndüğü sistemlerdir.

Sinyalizasyon: Trafığın, ışıklı işaretler ve bunlara kumanda eden cihazlar kullanılarak düzenlenmesidir.

- **Alan kontrol sistemi:** Kent içi yolların kavşaklarında kurulan sinyalizasyon tesislerinin tümü arasında bir koordinasyon sağlayarak, uygun sinyallerin verilmesini düzenleyen ve bilgisayar ile yürütülen sistemdir.

- **İzole sistem:** Diğer sinyal sistemleri ile bir bağlantısı bulunmayan ve tek başına çalışan sinyal sistemidir.

- **Koordine sistem:** Aynı hat üzerinde, en az iki kavşağın birbirine bağlı olarak çalışmasını sağlayan sinyalizasyon sistemidir.

- **Progresif sistem:** Bir kavşakta geçiş hakkı olan bir taşıtın, diğer koordineli kavşaklarda da beklemesiz geçişini sağlayan ve sinyalleri buna göre düzenleyen sistemdir.

- **Senkronize sistem:** Koordineli kavşaklarda, aynı anda aynı sinyalleri veren sistemdir.

Sinyal dedektörü: Kavşak kollarından gelen trafik miktarlarını sayan, elektronik veya mekanik sistemlerdir.

Sinyal programı: Bir kavşakta karşılaşılan tüm akımların hareketlerini, belirli bir sıra içinde düzenleyen sinyal zamanlamasıdır.

Sokak: Bölge içinde oturma, işyerleri ve çeşitli tesislere ulaşmayı sağlayan yollardır.

Şerit: Araçların güvenli yolculuğu için, taşıt yolunun işaretlerle ayrılmış bölümüdür.

- **Boyuna kesikli çizgi:** Sürücülerin kurallara uygun olarak şerit değiştirebileceklerini ve öndeki aracı geçebileceklerini gösterir.

- **Boyuna devamlı çizgi:** Araçların şerit değiştiremeyeceğini ve öndeki aracı geçmenin yasak olduğunu bildirir. Kavşak, viraj, tepe üstü, tünel, yaya ve okul geçidi, demir yolu geçidi, köprü gibi kesimlere yaklaşıırken çizilir.

- **Boyuna devamlı ve kesik çizgi birlikte:** Sürücüler, kendilerine en yakın çizgiye göre hareket ederler. Devamlı çizginin olduğu taraftan gidenler, şerit değiştiremez ve öndeki aracı geçemezler. Kesikli çizgi tarafındaki araçlar ise, kurallara uygun olarak şerit değiştirebilirler.

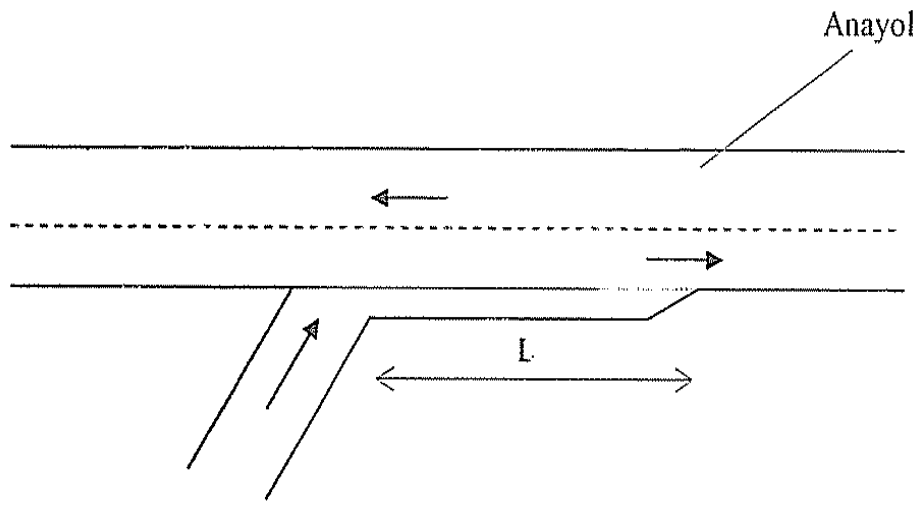
- **Boyuna paralel iki devamlı çizgi:** Bu çizgi, kara yolunu bölünmüş yol durumuna getirir. Refüj (ayırıcı) görevi yapar. Bu çizgi boyunca, karşı yöndeki yola geçmek yasaktır.

- **Hızlanma şeridi:** Trafik akışına katılacak araçların hızlarını, katılacakları akış hızına getirebilecekleri ek şeritlerdir.

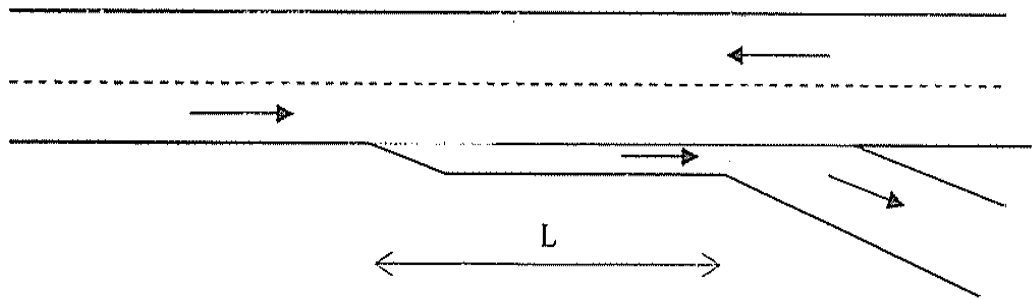
- **Yavaşlama şeridi:** Trafik akımı içindeki araçlardan, sağa veya sola dönerek şerit değiştiren araçların yavaşlayabilecekleri ek şeritlerdir.

- **Park şeridi:** Yüksek standartlı yollarda, taşıtların trafiği aksatmayacak biçimde park etmeleri ve durmaları için yapılan, yolun en sağında bulunan ilave bir şerittir.

- **Yaya geçidi çizgileri:** Yayaların, taşıt yolu üzerinden güvenli bir şekilde karşıdan karşıya geçmelerini sağlamak amacıyla çizilirler. Yayalar, bu çizgilerin üzerinden ve sağ taraftan yürümelidirler.



Hızlanma Şeridi



Yavaşlama Şeridi

Tali yol: Genel olarak, üzerindeki trafik yoğunluğu bakımından, bağlandığı yoldan daha az önemde olan yoldur.

Taşıt: Kara yolunda insan, hayvan ve yük taşımaya yarayan araçtır.

Taşıt yolu: Karayolunun genel olarak taşıt trafiğince kullanılan bölümüdür.

Tek yönlü kara yolu: Taşıt yolunun, yalnız bir yöndeki taşıt trafiği için kullanıldığı kara yoludur.

Tırmanma şeridi: Özellikle iki şeritli, kentler arası yolların, dağlık rampa kesimlerinde kullanılan ve yavaş seyreden araçlara ayrılan yolun en sağ kenarındaki şerittir.

Toprak yol: Trafiğin stabilize edici kum çakıl vb. maddeler ilavesiyle, uygun şekilde düzeltilmiş doğal toprak üzerinden geçtiği yoldur.

Trafik adası: Yayaların geçme ve durmalarına, taşıtlardan inme ve binmelerine yarayan, yol üzerindeki bölüm ve alanlardır. Trafik adasının amacı, trafik akımını düzenlemek ve trafik güvenliğini sağlamaktır.

Trafik uyarı sistemi: Kavşağa giren trafiği, sinyal dedektörüyle sayarak, sinyal sürelerini ayarlayan sistemlerdir.

Viyadük: Çeşitli sebeplerle arazi parçası üzerinde yol yapmak mümkün olmadığında, köprü üzerine kurulmuş oto yol parçasıdır.

Köprü: Akarsu, yol, demiryolu vb. engelleri geçmek için yapılan, üzerine dolgu gelmeyen ve mesnet eksenleri arasındaki açıklığı 10 metreden fazla sanat yapısıdır.

Yaya geçidi: Taşıt yolunda, yayaların güvenli geçebilmelerini sağlamak üzere, trafik işaretleriyle belirlenmiş alandır.

Yaya kaldırımı: Kara yolunun taşıt yolu kenarıyla, gerçek veya tüzel kişilere ait mülkler arasında kalan ve yalnız yayaların kullanmasına ayrılmış kısımdır.

Yaya yolu: Kara yolunun, taşıt yolu kenarında, yalnız yayaların kullanımına ayrılmış olan bölümüdür.

Yeşil dalga: Araçların, yol üzerinde birbiri ardından gelen kavşaklardan duraklamadan, belirli bir hızla geçmelerini sağlayan sistemdir.



Menfezler

3. BÖLÜM

TRAFİK KAZALARI

1. Trafik Kazalarının Tanımı

Trafik kazası, kara yolu üzerinde hareket hâlinde olan, bir ya da daha çok aracın karıştığı; ölüm, yaralanma veya maddî zararlar sonuçlanmış olaydır.

Trafik, çok karmaşık ve çok yönlü bir konudur. Doğrudan ve dolaylı olarak bütün bilim dallarını ilgilendirmektedir. Mühendislik, Fizik, Mekanik, Fizyoloji, Psikoloji ve diğerk davranış bilimleri ile, Eğitim, Sosyoloji, Ekonomi, Hukuk gibi İdari ve Sosyal Bilimler ayrı ayrı yönlerden trafik kavramının içindedirler.

2. Trafik Kazalarının Önemi

Günümüz sosyal, ekonomik ve kültürel yaşantısını değıştiren motorlu araçların sebep olduğı trafik kazaları, tüm dünyada olduğı gibi, ülkemizde de acil çözüm bekleyen problemlerin başında gelmektedir. Trafik kazaları, sebep olduğı maddi zararın yanı sıra, can güvenliğini ortadan kaldırması nedeniyle, toplumun tüm kesimlerinin dikkatini üzerine toplayan güncel bir sorundur. Yaralılar için yapılan sağlık harcamaları, ölümler ve sakatlanmalar sonucu oluşan işgücü kayıpları da göz önüne alındığında, trafik kazalarının ülkemiz ekonomisi için, çok önemli bir problem olduğı ortaya çıkmaktadır.

Dünyadaki ölüm nedenleri incelendiğinde, istatistiklere göre trafik kazaları, çocuk ölümlerinden sonra ikinci sırayı almaktadır. Trafik kazaları, diğerk ülkelerde tüm kazaların %30'u iken, ülkemizde yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. 2022 yılında meydana gelen 1.232.957 trafik kazasında; 2.282 kişi kaza yerinde, 2.947 kişi kaza sonrasında hayatını kaybetti, 288.696 kişi ise yaralandı. *(Türkiye İstatistik Kurumu 2022)

Trafik kazaları, birçok ihmalin, yanlışlıkların sonucu olarak ortaya çıkar. Trafik kazalarında, eğitimin olduğı kadar, alt yapının ve kontrolden sorumlu olan trafik polis teşkilatının rolü de çok önemlidir. Sorunların çözümü, bir ekip çalışmasını gerektirir.

3. Trafik Kazalarının Meydana Gelişi

3.1. Trafik Kazasının Unsurları

Trafik kazasının beş ana unsuru bulunmaktadır. Bunlar;

- Bir veya birden fazla aracın karıştığı bir olayın varlığı,
- Araç veya araçların kara yolu üzerinde olması,
- Araç veya araçların hareket halinde olması,
- Olay sonucu kişiye veya mala bir zarar gelmesi,
- Kaza ile ölüm, yaralanma veya maddi hasar arasında nedensellik ilişkisinin bulunması.

Bir olayı trafik kazası olarak tanımlayabilmemiz için, bu beş unsurun da bulunması gerekmektedir.

3.2. Trafik Kazalarının Meydana Gelişi Şekilleri

Trafik kazaları, genellikle şu üç şekilde meydana gelir:

- Taşıtların arpışması,

- Taşıtların yayalara çarpması,
- Taşıtların hayvan veya sabit engellere çarpması.

Trafik kazasının meydana geliş şekli nasıl olursa olsun, hepsinde en az bir motorlu araç olaya karışmıştır.

4. Trafik Kazalarının Nedenleri

Trafik kazalarının nedenleri, şu beş başlık altında incelenebilir:

- İnsan faktöründen kaynaklanan nedenler,
- Araçtan kaynaklanan nedenler,
- Yol ve trafik düzeninden kaynaklanan nedenler,
- Çevre koşullarından kaynaklanan nedenler,
- Yasal ve yönetsel nedenler.

4.1.İnsan Faktöründen Kaynaklanan Nedenler

Trafik kazalarının nedenlerinin başında, insan faktörü gelmektedir. Trafik güvenliğinin sağlanabilmesi için, sürücü, yaya ve yolcu olarak yoldan yararlananların, trafik kurallarına uymaları gerekmektedir.

Trafik kazalarının insan faktöründen kaynaklanan nedenleri, başlıca üç grupta incelenebilir:

- Kazadan önceki fiziksel durum
 - a) Yorgunluk,
 - b) Hastalık,
 - c) Alkollü içki içmek,
 - d) İlaç kullanmış olmak.
- Psikolojik durum
 - a) Üzüntü ve keder,
 - b) Kişisel problemler,
 - c) Zihinsel dağınıklık ve dikkatsizlik,
 - d) Taşıtlı kullanmaya aşırı bir istek duymak.
- Sosyal ve kültürel durum
 - a) Yaş,
 - b) Cinsiyet,
 - c) Meslek,
 - d) Eğitim durumu.

Sürücü, trafik içinde etkin bir role sahiptir. Bu nedenle, trafik kazalarının oluşumunda, yaya ve yolcuya göre daha ön plâna çıkar.

Sadece sürücünün tecrübe ve yeteneğine bağlı faktörler ise şunlardır:

- Sürücü olarak katedilen kilometre,
- Taşıtlı kullanmaya yatkınlık,
- Taşıta alışkınlık,
- Yola alışkınlık.

Bir trafik kazasında, sürücüye ait başlıca kusurlar şunlardır:

- Öndeki araca arkadan çarpmak,
- Aşırı hızlı araç kullanmak,
- Hatalı durmak ve park etmek,
- Emniyet kemerini kullanmamak,
- Yolculuk sırasında, yolun kendine ait olmayan bölümünden gitmek,
- Kavşaklarda geçiş kurallarına dikkat etmemek,
- Trafik ışık ve işaretlerine uymamak,
- Hatalı yük ve yolcu indirmek veya bindirmek,
- Öndeki aracı hatalı sollamak,
- Öndeki aracı çok yakın takip etmek,
- Sağa, sola ve geriye hatalı dönüşler,
- Hatalı şerit kullanma,
- Dönüş, duruş, kalkış sinyalleri vermemek,
- Araçta gerekli teçhizatı bulundurmamak (reflektör, çekme halatı, takoz, zincir,vb.),
- Geceleri devamlı uzun farla seyretmek,
- Hareket halindeyken vitesi boşa almak ve kontak kapamak,
- Yorgun, dalgın ve uykusuz araç kullanmak,
- Alkollü araç kullanmak,
- Ehliyetsizlik ve acemilik,
- Sağlık durumu uygun olmadığı hâllerde araç kullanmak.

Trafik kazalarında yayalara ait kusurlar şunlardır:

- Aniden yola fırlamak,
- Yolun kendilerine ait olmayan bölümünden yürümek,
- Duran taşıtın önünden ve arkasından yola çıkmak,
- Yolda yürümek ya da oyun oynamak,
- Dikkatsizlik ve dalgınlık,
- Trafik kurallarına uymamak,
- Trafik ışık, işaret ve işaretlemelerine uygun hareket etmemek,
- Gece yürüyüşlerinde gerekli tedbirleri almamak,
- Hareket hâlindeki araca asılmak,
- Araçlara ve yola sert cisimler atmak,
- Karşıdan karşıya geçiş kurallarına uymamak.

Trafik kazalarında yolcuya ait kusurlar ise şunlardır:

- Araçlara inme ve binme kurallarına uymamak,
- Emniyet kemeri takmamak,
- Taşıt içinde hareket etmek,
- Araçlardan sarkarak yolculuk yapmak,
- Sürücüyü rahatsız edici davranışlarda bulunmak,
- Kamyon ve kamyonetlerde, açık yük üzerinde yolculuk yapmak,
- Araçların arkasına asılmak.

Trafik kazalarının azaltılması için, en başta insan faktörünün üzerinde durmak gerekmektedir. Eğitimin amacı, trafik konusunda insan ve toplumun sorumluluklarının bilincine varmalarını ve kurallara uymayanlara tepki göstermelerini sağlamaktır.

4.2. Araç Faktöründen Kaynaklanan Nedenler

Trafik kazalarına etki eden faktörlerden biri de araçtır. Araçların teknik durumu da kazalara neden olmaktadır. Teknik arızalar, yanlış kullanım sonucu ortaya çıkar. Gerekli bakımın zamanında yapılmaması, sağlam araçların bile, teknik olarak arızalanmasına neden olabilir.

Üretimden yeni çıkmış bir araç, teknik bakımdan tam ve mükemmeldir. Ancak zamanla, kullanma ve yol koşullarına göre yıpranma başlar. Bu nedenle, otomobillerin belli aralıklarla bakımının yapılması lâzımdır.

Fren balataları aşınmış bir otomobilin, fren ve durma mesafesi uzar. Trafikte görmek kadar görülmek de önemlidir. Farları ayarsız veya sönük olan otomobil, karşıdan gelenler için büyük tehlikedir. Stop lâmbaları yanmayan bir otomobile, arkadaki aracın çarpma olasılığı yüksektir. Sinyal lâmbaları çalışmayan otomobil, şerit değiştirmelerde ve sağa sola dönüşlerde kaza nedenidir. Çalışmayan bir korna, silemeyen bir silecek, makarası bozuk emniyet kemeri, kusurlu rot, görevini yapmayan cam ısıtıcısı, ayarsız veya kırık aynalar kaza nedeni olabilir.

Yoldaki kesici ve sivri cisimler, lâstiğin patlamasına neden olabilirler. Lâstiklerin eski ve aşınmış olması, bunu kolaylaştırır. Lâstiklerin içindeki hava, sürekli kontrol edilmeli; her türlü aksiliğe karşı araçta yedek lâstik bulundurulmalıdır. Lâstiğin aniden patlaması ihtimali göz önünde tutularak, yüksek hızda araç kullanılmamalıdır.

Teknik arızalara sahip araçların, trafiğe çıkmamaları gereklidir. Teknik arızaların giderilmesi için, sürücüler araçlarını düzenli olarak kontrol etmelidir.

Uzun yola çıkacak araç sürücüleri, yolculuğa çıkmadan önce otomobillerinin bakımını mutlaka yaptırmalıdır. Kent içi trafikte bir sorunla karşılaşmak istemeyen araç sürücüleri de, otomobillerinin her parçasının eksiksiz çalışmasına özen göstermelidir.

Trafiğe uygun olmayan araçların kullanımı, trafik kazalarına neden olduğu için, yasal olarak da uygun değildir. Yasal zorunluluk olan “araç teknik muayenesi” zamanı geldiğinde mutlaka yaptırılmalıdır.

4.2.Yol ve Trafik Düzeninden Kaynaklanan Nedenler

Trafik kazalarının meydana gelmesinde, trafik düzeni ve yolun durumu da etkilidir. Yolun, kazalara sebep olabilecek fiziksel ve geometrik özellikleri şunlardır:

- Yolun yakın çevresinin özellikleri (meskun mahaller, iş merkezleri, vb.),
- Yolun geometrik standartları (yatay ve düşey kurb yarıçapları, enine ve boyuna eğim, yol genişliği, vb.),
- Kaplama özellikleri (kaplama cinsi, kayganlık derecesi, vb.).

Şehirler arası yollarda, kazalara sebep olabilecek yol faktörleri şunlardır:

- Kurlarda (virajlarda) eğimlerin uygun verilmemesi,
- Rampalarda tırmanma şeridi bulunmaması,
- Kurlarda (virajlarda) yeterli görüş mesafesinin sağlanmaması,
- Kaplamanın kaygan olması,
- Düşük banket kullanılması,
- Yol sınırlarını gösteren yansıtıcı malzemelerin konmaması,
- Yol şerit çizgilerinin yenilenmemesi,
- Yol işaretleme levhalarının eksik olması,
- Deverlerin (yol enine eğimi) uygun verilmemesi,
- Drenaj yetersizliği nedeniyle yollarda biriken sular.

Şehir içi yollarda, kazalara sebep olabilecek yol faktörleri şunlardır:

- Yol çökmesi,
- Yol yapım hatası,
- Düşük banket,
- Yol yüzeyinde gevşek malzeme kullanımı,
- Yoldaki çukurlar,
- Hatalı yerleştirilen kasisler,
- Yolun işaretlenmesinde eksiklikler,
- Görüşü kısıtlayan engeller,
- Yeterli kaldırımların bulunmaması.

5. Çevre Koşullarından Kaynaklanan Nedenler

Çevre koşulları da, trafik kazalarında rol oynar. Yağmur, tipi, kar yağışı ve sis araç sürücülerinin görüş mesafesini azaltır ve yolları tehlikeli bir hâle getirir. Sisli, yağmurlu ve karlı havalarda, bazen birkaç metre ötesi bile zor görünür. Bu yüzden kuru yola nazaran ıslak yolda fren yapma mesafesi daha fazla olmalıdır.

Sağanak yağışlarda yola ilk düşen yağmur damlaları, yol üzerindeki kir ve yağları çözer. Bu çözülmüş tabaka, yol üzerinde kaygan bir yüzey meydana getirir. Bu nedenle, ıslak yollarda takip mesafesi artırılmalıdır.

Dağlık bölgelerdeki ıslak yollarda, yağmur tarafından yamaçlardan gevşetilmiş kaya ve toprak parçalarının kayma tehlikesi vardır. Buzlu ve karlı yollarda araca zincir ve kar lastiği takılmalıdır.

Yağmurlu havalarda araç camlarının buğulanması, sileceklerin yetersiz kalması ve bulutların kararttığı hava, sıkıntılı bir yolculuk ortamı yaratır.

Karlı havalarda, araçların yoldan çıkıp başka araçlara veya yayalara çarpmaları sık rastlanan bir olaydır. Bu nedenle, karlı havalarda sürücülerin araçlarına zincir takmaları gereklidir.

Tepe üstleri ve köprüler, yüksek olduklarından kışın donma daha kolay olur. Buralara gelmeden aracın hızı düşürülmelidir.

Sabahın erken saatleri, akşamın alaca karanlığı, sis, yoğun yağış, yağmur bulutlarının kararttığı hava, cisimlerin ve şekillerin fark edilmesini güçleştirir. Aracın hareket hâlinde olması, bu güçlüğü bir de tehlike ilâve eder. Bu koşulların oluştuğu zamanlarda, farların açık tutulması şarttır. Amaç, hem sürücünün önünü daha iyi görmesini, hem de yayaların aracı görmelerini sağlamaktır.

Sonbaharın gelmesiyle yollara dökülen yapraklar, ıslak olurlarsa fren yapıldığında lastikleri kaydırır.

Havanın sıcak olduğu mevsimlerde, yolculuk için zaman ayarlaması iyi yapılmalıdır. Aşırı hava sıcaklığı, sürücü üzerinde alkolün yaptığına benzer bir tesir yapar. Sıcaktan etkilenen sürücü, durarak dinlenir ve böylece dikkatini toplayabilir. Vücutta sıvı kaybını önlemek için içecek alınır. Bu havalarda, ısının sürücü üzerindeki yorucu etkisini önlemek için klima kullanılır.

Aşırı sıcaklarda, kara yolunu kullananların dikkat ve reaksiyon hızı azalır. Trafikteki görsel ve işitsel işaretleri daha geç algırlar. Güneşten gözün kamaşması da kaza olasılığını artırır.

6. Yasal ve Yönetmelik Nedenler

Yasal ve yönetmelik tedbirler, trafik kazalarının önlenmesinde alınması gereken önlemlerin başında gelmektedir. Trafikle ilgili yasa ve kuralların, ülkemiz şartlarına uygun olması ve iyi bir denetim mekanizmasıyla denetlenmesi gerekmektedir. Ceza uygulamaları da, caydırıcı nitelikte olmalıdır.

Trafik kazalarına, hareket halindeki taşıt ve insanlar karışmaktadır. Bunun için, denetimin de hareket halindeki taşıt ve insanların davranışlarına yönelik olması gerekir. Polis ekiplerinin yanı sıra, sivil halkın da denetime katılması, halkın konuyu sahiplenmesi açısından önemlidir. Bu amaçla görevlendirilen “Fahri Trafik Müfettişleri”, belirli olmayan araç ve noktalarda trafik akımları içinde dolaşarak, sivil olarak denetim yapmaktadır. Böylece kamuoyuna denetimin her an, her yolda yapılabileceği izlenimi verilmektedir.

Trafik düzeni için, ceza uygulamalarının caydırıcı olması gerekmektedir. Ancak denetçilerin uygulamada dikkatli olmaları, hatalı davranışlarda sürücülerden başka etkenler olup olmadığını dikkate almaları gerekmektedir. Ayrıca polisin denetimini destekleyici mevzuat, sürekli güncellenmelidir.

Ceza uygulamasının hedefe yönelik ve haklı olması gerekmektedir. Sürücülerin yol üzerindeki hareket ve davranışlarını belirleyen en büyük etkenlerden biri de kendi kabulleridir. Çünkü sürücüler yol üzerinde yaptıkları hataları hiçbir zaman suç olarak kabul etmemekte, hatta trafik suçu işleseler bile meydana gelen zararı kendilerinin de istemediğini, bu konuda herhangi bir kötü niyetlerinin bulunmadığını ve kendilerini suçlu olarak kabul etmediklerini ifade etmektedirler. Bu kabuller, o derece ileri gitmiştir ki, işledikleri trafik suçu yüzünden polis tarafından yazılan cezanın bile kasıtlı yazıldığını düşünmektedirler. Ceza uygulanan kişinin hata yaptığına inandırılması şarttır.

Özet

Trafik kazaları, ülkemizde, acil çözüm bekleyen sorunların başında gelmektedir. Trafik çok yönlü bir konu olduğundan, pek çok disiplinin, sorunun çözümünde katkısı olacaktır.

Birtakım ihmallerin sonucu olarak ortaya çıkan trafik kazaları, bir ekip çalışmasıyla önlenebilecektir.

Trafik kazaları, çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir. Bu nedenlerin iyi bilinmesi, kazaların önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlayacaktır.

Prof. Smeed formülüne göre yıllık kaza sayısının nüfusa oranı:

$$\frac{D}{P} = 0,0003 \left(\frac{N}{P} \right)^{1/3} \text{ olup, burada}$$

D: Ölümlü kaza sayısı

P: Nüfus

N: Araç sayısı (toplam)

***Buraya göre kişi başına düşen araç sayısı arttıkça kazada artar

KAZA ORANLARI

1. Nüfus Üzerinden Kaza Oranı

$$R_n = \frac{D * 100000}{P}$$

P: Mukayeseye girecek toplam nüfus miktarı

D: Senelik kaza sayısı

2. Taşıt Sayısı Üzerinden Kaza Oranı

$$R_t = \frac{D * 10000}{M}$$

M: Toplam taşıt sayısı

D: Senelik kaza sayısı

3. Taşıt-Km Üzerinden Verilen Kaza Oranı

$$R_k = \frac{D * 100 * 10^6}{S * M * 365}$$

M: Taşıt sayısı

S: Taşıt başına isabet eden günlük km miktarı

D: kaza sayısı

* İfade ve fikir birliği sağlamak için kullanılır.

Örnek: Bir kentte bir yıl boyunca aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Toplam kaza sayısı = 1500 (30 ölümcül, 350 yaralanma, 1120 hasarlı)

Kazaya katılanların toplam sayısı = 5500

Araç-Km = 10.000.000

Kayıtlı araç sayısı = 3500

Nüfus = 500000, Buna göre kaza oranlarını bulunuz.

Çözüm: $R_n = 1500 * \frac{100000}{500000} = 300$ Kaza/100000 nüfus

$$R_t = 1500 * \frac{10000}{3500} = 4286 \text{ Kaza/10000 araç}$$

$$R_k = 1500 * \frac{100 * 10^6}{10 * 10^6} = 15000 \text{ Kaza/100 milyon araç-km}$$

Aynı şekilde ölümcül kaza veya kazaya katılan kişi oranları da bulunabilir.

Kaza etüdlerinde kaza şiddet indeksi çok sıkça kullanılır.

KŞİ, kaza başına oluşan ölümcül veya yaralanma oranını ifade eder.

$$KŞİ = 30/1500 = 0,02 \text{ ölüm/kaza}$$

$$KŞİ = 350/1500 = 0,23 \text{ yaralanma/kaza olarak bulunur.}$$

Smeed'e göre kazalardaki ölüm oranı

$$D = 0,0003 * P \left(\frac{N}{P} \right)^{1/3} = 0,0003 * 500000 * \left(\frac{3500}{500000} \right)^{1/3} = 29 \text{ ölümcül vaka}$$

D: Ölümlü kaza sayısı, **P:** Nüfus, **N:** Araç sayısı (toplam)

TABLO 1: TRAFİK KAZA İSTATİSTİKLERİ 2012-2022

YILLAR	TOPLAM KAZA SAYISI	ÖLÜMLÜ, YARALANMALI KAZA SAYISI	MADDİ HASARLI KAZA SAYISI	ÖLÜ SAYISI			YARALI SAYISI
				TOPLAM	KAZA YERİNDE	KAZA SONRASI ⁽¹⁾	
2012	1.296.634	153.552	1.143.082	3.750	3.750	-	268.079
2013	1.207.354	161.306	1.046.048	3.685	3.685	-	274.829
2014	1.199.010	168.512	1.030.498	3.524	3.524	-	285.059
2015	1.313.359	183.011	1.130.348	7.530	3.831	3.699	304.421
2016	1.182.491	185.128	997.363	7.300	3.493	3.807	300.812
2017	1.202.716	182.669	1.020.047	7.427	3.534	3.893	300.383
2018	1.229.364	186.532	1.042.832	6.675	3.368	3.307	307.071
2019	1.168.144	174.896	993.248	5.473	2.524	2.949	283.234
2020	983.808	150.275	833.533	4.866	2.197	2.669	226.266
2021	1.186.353	187.963	998.390	5.362	2.421	2.941	274.615
2022	1.232.957	197.261	1.035.696	5.229	2.282	2.947	288.696

⁽¹⁾ Trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşlarına sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle otuz gün içinde ölenleri kapsamaktadır.

- Bilgi yoktur.

Kaynak: TÜİK, EGM

TABLO 2: YERLEŞİM YERİ DURUMUNA GÖRE ÖLÜMLÜ VE YARALANMALI TRAFİK KAZA BİLGİLERİ-2022

KAZANIN YERİ	Ölümlü Kaza Sayısı	Ölü Sayısı			Yaralanmalı Kaza Sayısı	Yaralı Sayısı
		Kaza Yerinde	Kaza Sonrasında ⁽¹⁾	Toplam		
Yerleşim Yeri	2.579	876	1.915	2.791	160.088	220.723
Yerleşim Yeri Dışı	2.012	1.406	1.032	2.438	32.582	67.973
Toplam	4.591	2.282	2.947	5.229	192.670	288.696

⁽¹⁾ Trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşlarına sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle otuz gün içinde ölenleri kapsamaktadır.

Kaynak: Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı trafik kaza verilerine göre düzenlenmiştir.

TABLO 3: YILLAR İTİBARIYLA MEYDANA GELEN ÖLÜMLÜ VE YARALANMALI TRAFİK KAZALARINDAKİ KUSUR ORANLARI 2012-2022

YILLAR	İNSAN FAKTÖRÜ				TAŞIT %	YOL %
	SÜRÜCÜ %	YAYA %	YOLCU %	TOPLAM %		
2012	88,86	9,75	0,44	99,05	0,33	0,62
2013	88,97	8,91	0,43	98,31	0,92	0,77
2014	89,12	9,21	0,48	98,81	0,62	0,58
2015	89,76	8,67	0,45	98,88	0,58	0,54
2016	90,02	8,60	0,41	99,03	0,50	0,46
2017	90,29	8,35	0,37	99,01	0,55	0,45
2018	89,64	8,28	1,09	99,01	0,64	0,35
2019	88,89	7,92	0,85	97,65	2,05	0,30
2020	88,65	6,93	1,46	97,04	2,69	0,27
2021	87,23	8,21	1,76	97,20	2,57	0,23
2022	87,03	9,47	1,17	97,67	2,14	0,19

Kaynak: TÜİK (2012) - 2013-2022 yılı bilgileri ise Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı trafik kaza verilerine göre düzenlenmiştir.

TABLO 4: YOLUN GEOMETRİK ÖZELLİĞİNE GÖRE ÖLÜMLÜ VE YARALANMALI TRAFİK KAZA BİLGİLERİ – 2022

	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
YATAY GÜZERGAH						
Düz Yol	150.517	92,53	24.082	69,61	174.599	88,51
Viraj	10.388	6,39	6.852	19,81	17.240	8,74
Tehlikeli Viraj	1.762	1,08	3.660	10,58	5.422	2,75
TOPLAM	162.667	100	34.594	100	197.261	100

	Kaza Sayısı		Kaza Sayısı		Kaza Sayısı	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
DÜŞEY GÜZERGAH						
Eğimsiz	136.596	83,97	24.180	69,90	160.776	81,50
Eğimli	25.098	15,43	9.566	27,65	34.664	17,57
Tehlikeli Eğim	735	0,45	677	1,96	1.412	0,72
Tepe Üstü	238	0,15	171	0,49	409	0,21
TOPLAM	162.667	100	34.594	100	197.261	100

	Kaza Sayısı		Kaza Sayısı		Kaza Sayısı	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
KAVŞAK						
Dört Yönlü	31.101	19,12	985	2,86	32.086	16,27
Üç Yönlü (T)	24.736	15,21	1.201	3,47	25.937	13,15
Dönel Kavşak	8.804	5,41	1.887	5,45	10.691	5,42
Diğer Kavşak Çeşidi	12.175	7,48	13.271	38,36	25.446	12,90
Üç Yönlü (Y)	3.704	2,28	487	1,41	4.191	2,12
KöprülÜ Kavşak	644	0,40	108	0,31	752	0,38
Kavşak Yok	81.503	50,10	16.655	48,14	98.158	49,76
TOPLAM	162.667	100	34.594	100	197.261	100

	Kaza Sayısı		Kaza Sayısı		Kaza Sayısı	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
GEÇİTLER						
Yaya Geçidi	15.120	9,28	642	1,85	15.762	7,99
Okul Geçidi	742	0,46	30	0,09	772	0,39
Kontrollü Demiryolu Geçidi	302	0,19	16	0,05	318	0,16
Kontrolsüz Demiryolu Geçidi	57	0,04	15	0,04	72	0,04
Geçit Yok	146.446	90,03	33.891	97,97	180.337	91,42
TOPLAM	162.667	100	34.594	100	197.261	100

	Kaza Sayısı		Kaza Sayısı		Kaza Sayısı	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
DİĞER						
Dar Yol	902	0,55	477	1,38	1.379	0,70
Köprü Üstü	760	0,47	370	1,07	1.130	0,57
Tünel İçi	422	0,26	146	0,42	568	0,29
Köprü Altı	481	0,30	96	0,28	577	0,29
Menfez Üstü	99	0,06	207	0,60	306	0,16
Kasis	263	0,16	15	0,04	278	0,14
Dar Köprü	42	0,03	36	0,10	78	0,04
Hiçbiri	159.698	98,17	33.247	96,11	192.945	97,81
TOPLAM	162.667	100	34.594	100	197.261	100

Kaynak: Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı trafik kaza verilerine göre düzenlenmiştir.

4. BÖLÜM

İYİ TRAFİK DÜZENİ

Amerika da trafik 3E harfi ile ifade edilir.

Bunlar:

1. Engineering: Teknik (Mühendislik)
2. Education: Eğitim
3. Enforcement: Kanun ve Polis Gücü

Bu elemanlardan;

Mühendislik; yol ve onunla ilgili tüm tesisleri ve bu yollar üzerinde hareket eden motorlu araçların trafik emniyeti ile ilgili yönlerini,

Eğitim; okul içi ve okul dışı tüm yurttaşların trafik ve tehlikeleri, emniyetli araç kullanılması bakımından bilinçlendirilmesini ve eğitilmesini,

Kanun ve Polis Gücü; trafik kanunu ile ilgili tüm uygulamanın denetimini ve bunun neticesi emniyetli bir trafik akışının sağlanmasını kapsar.

İyi bir trafik düzeni bu üç elemanın koordine olarak çalışması ile elde edilir. Bunun içinde üçü arasında ortak bir eleman gerekir ki bu; BİLİM ve TEKNİK'dir. İşte bizdeki eksiklik budur. Bunun için eldeki sistemi çalıştıramıyoruz. Tüm iyi niyetler ve isteklere karşın.

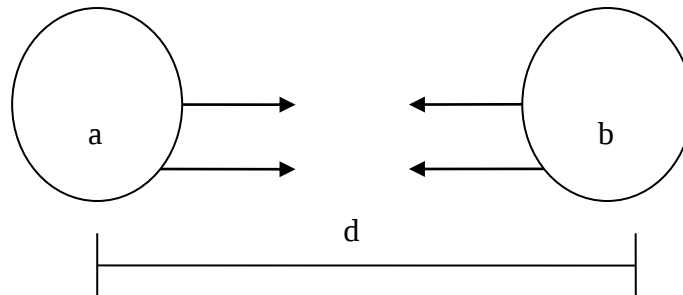
İstatistikler, kitaplar hep aynı şeyi yazıyor. En önemli kaza nedeni aşırı hızdır. “Kaza yerleri analizinde: 2022 yılında düz yolda %88,51 kaza olurken, virajda % 8,74, tehlikeli viraj da % 2,75 kaza olmuştur.

İyi bir trafik sistemi için 3G harfi ile ifade edilebilen işlemler gerekir.

1. Gerekli İş
2. Gerekli Yerde
3. Gerekli Zamanda yapılmalıdır.

TRAFİĞİN GENEL YAPISI

Trafik Oluşumu: Trafik, insan aktivitesine paralel olarak artar. İnsan aktivitesi ise gelişmeye bağlıdır. Gelişme hep olumlu yönde olduğundan, zaman ilerledikçe ulaşım arzusu artacaktır. a ve b noktaları ulaşım arzusu;



İki nokta arasında trafiğin oluşumu;

$$U = K * \frac{(P_a * P_b)^m}{d^n} \quad \text{Şeklinde ifade edilmektedir.}$$

U: a ve b noktaları arasındaki ulaşım talebi

K: Bir kalibrasyon katsayısı

P_a ve P_b: a ve b noktalarındaki potansiyeller (nüfus, otomobil sayısı, gelir düzeyi, iş merkezleri v.b.)

d: a ve b noktaları arasındaki mesafe

Lille yukarıdaki formülü;

$$U = K * \frac{P_a * P_b}{d^2} \quad \text{Olarak göstermiştir.}$$

Bu formüle göre bu noktaların potansiyelleri arttıkça iki nokta arasındaki ulaşım arzusu artmaktadır. Aynı şekilde, noktalar arasındaki mesafe arttıkça ulaşım arzusu azalmaktadır.

Tablo

Araştırmacı veya Ülke Adı	m	n
Lille	1	2
Pallin	1	1-2
Platt	0,5	1
Danimarka	1	0,5-3
Hava Ulaşımı İçin (ABD)	1	1
Aström(Kentler Arası Trafik)	1	2,7

Bu düşüncelerden çıkan sonuç, oluşan trafiğin kent merkezi veya merkezlerinde büyük olacağıdır. Çünkü buralarda hem noktalar arası mesafe küçük, hem de buralarda potansiyeller (yoğunluklar) büyüktür.

İşte trafiğin bu çok önemli özelliği nedeni ile kentsel düzenlemeler daima merkezden çevreye doğru yapılmalıdır. Tıpkı hamurun açılıp yufka şeklini alışı gibi.

Trafiğin Esas Elemanları ve Aralarındaki İlişkiler: Trafik bir araç hareketidir. Bu hareketli yol mekânı üzerinde belirleyen üç adet eleman vardır ki bunlar:

-Trafiğin Hacmi (akımı)

-Trafiğin Hızı

-Trafiğin Yoğunluğu

$$Hacim = \frac{Araç}{Saat} \quad Hız = \frac{Km}{Saat} \quad Yoğunluk = \frac{Araç}{Km}$$

-Trafik Akımı: Belli bir sürede (1 saat) yolun belli bir kesimindeki teorik çizgiden geçen araç sayısıdır. (Amerikan teriminde hacim)

Günde geçen araç sayısı, bir yılda geçen toplam araç sayısının 365'e bölümüdür. Bu ortalama bir değer olup, "Yıllık Ortalama Günlük Trafik" veya kısaca "YOGT" olarak ifade edilir. Yapılacak tesislerin projelerinin hesaplanmasında, 20 yıl sonraki YOGT değerleri göz önüne alınır.

Ayrıca bir yıl sürekli olmamak şartı ile belirli bir süre yapılan toplam trafik sayımının o süre içindeki gün sayısına bölümü sonucu: ORTALAMA GÜNLÜK TRAFİK belirlenir.

30. Saat Trafiği: YOGT den başka yine tesislerin standartlarını belirleme de kullanılan 30. saat trafiği vardır.

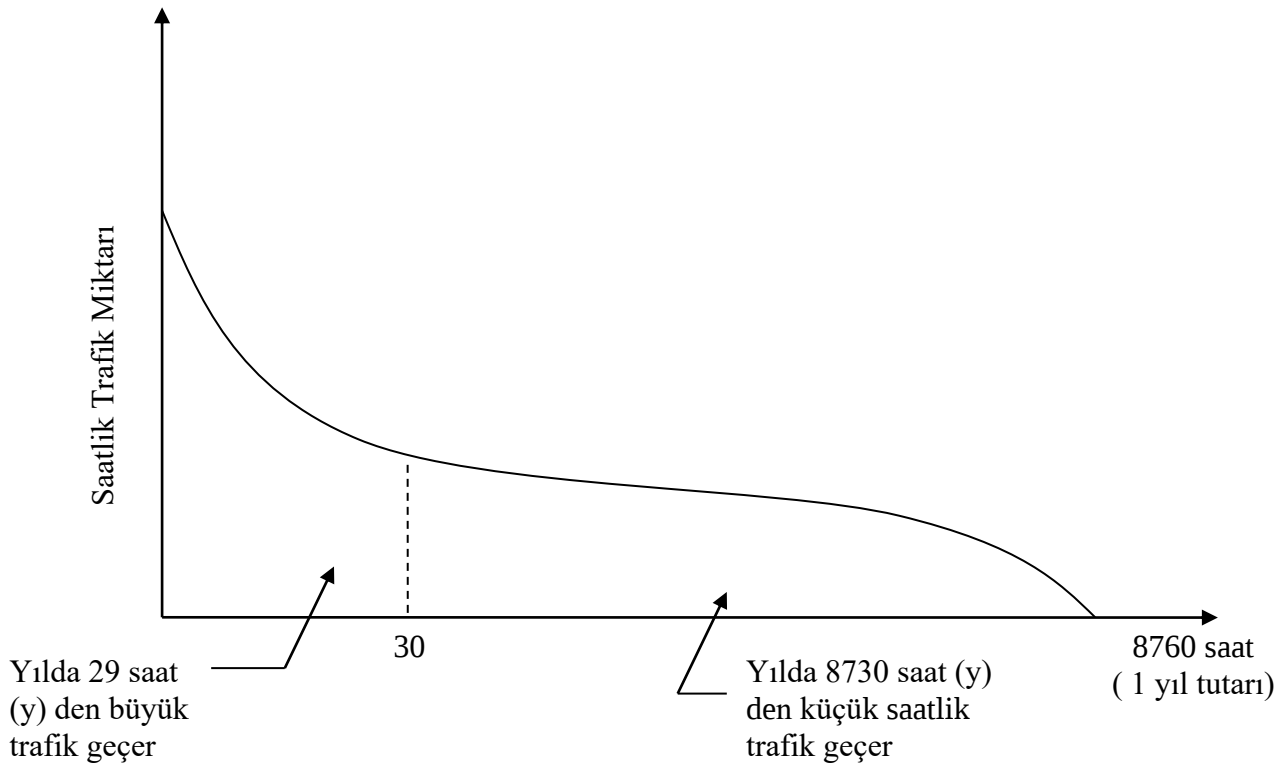
Yol boyunca görülen saatlik trafik hacimlerinin büyükten küçüğe sıralanması ile bulunan bu eğri incelendiğinde 30. en büyük saatlik trafik hacminin kritik bir değer olduğu, bu değerın sağında eğrinin birden yatıklaştığı, solunda ise birden dikleştiği görülür. Bunun sonucu olarak, bu 30. saat trafiğinin proje safhasında max. saatlik trafik hacmi olarak kabul edilmesi uygun bulunmuştur.(Bak Şekil 30. Saat Trafiği)

Pek çok yol üzerinde yapılan sayımlarda, 30. Saat Trafiğinin YOGT değerinin kırsal yollarda %12 ~ % 20, kentsel yollarsa ise %7 ~ %18'i arasında kaldığı ve bu yüzdelerin yıldan yıla pek değişmediği görülmüştür. Kırsal bölge yolları için ortalama bir değer olarak,

$$30. ST = 1/6 YOGT$$

kabul edilebilir. Bunun anlamı bir yıl boyunca nazara alınan yoldan, 29 defa YOGT hacminin 1/6'sından daha büyük saatlik trafik geçecek demektir.

Örneğin bir yolda YOGT 1800 taşıt/gün ise, 30.saat trafiği takriben 300 taşıt/saat civarında olacaktır.



Otomobil Birimi: Hassas yol ve kavşak hesaplarında trafik hacminin Araç/saat ile ifade edilmesi yeterli olmayabilir. Özellikle ağır araç oranı çok olan bir trafik akımı ile ağır araç oranı az olan bir değildir. Ağır araçlar (kamyon, otobüs gibi) hareketleri yavaşlatır, uzunlukları fazladır. Bu bakımdan toplam olarak dikkate alındığında bir saatte geçen araç sayısı az olur. Bunları ortak bir ölçüye sığdırmak için ağır araçların otomobil olarak ifadesi daha uygun olacaktır. Bunların otomobil birimi cinsinden ifadeleri Tablo’da verilmektedir.

Bu tabloda görülen, otomobil eşdeğerleri kaba hesaplar içindir. Aslında yolun meyilide bunlara tesir eder.

Örnek: Saatte 3000 Araç olan bir trafik akımında %15 Otobüs, %80 Otomobil ve %5 Motosiklet olsa, şehirlerarası standart’ta bu akım O.B (Otomobil Birimi) olarak değeri nedir?

Çözüm: $3000 * (0,15 * 3 + 0,80 * 1 + 0,05 * 0,5) = 3825 \text{ O.B}$

TABLO

Araç Türü	Otomobil Birimi (OB) Olarak Değeri	
	Kent Dışında	Kent İçinde
Otomobil, Taksi, Kamyonet	1	1
Dolmuş	1	1,27
Motosiklet	0,5	0,75
Kamyon	2	2 (Bu değerler, yolun eğimine göre değişir.)
Römorklu Kamyon	3,5	3,5 (Bu değerler, yolun eğimine göre değişir.)
Otobüs, Trolleybüs, Tramvay	3	3 (Bu değerler, yolun eğimine göre değişir.)

-Trafığın Hızı: Araçların birim zamanda gittiği mesafeye Hız denir. Hız, km/saat veya m/sn olarak ifade edilebilir.

Araç hızları; noktasal hız, işletme hızı, ortalama işletme hızı ve seyahat hızı olmak üzere dörde ayrılır.

-Noktasal hız; bir noktadan geçen araçların hızını belirtir. Trafik polislerinin radar ile ölçtüğü hız budur.

-İşletme hızı; bir yol bölümünde, aracın hareket süresine, o yol bölümünün uzunluğunun oranıdır.

-Ortalama işletme hızı; bir yol bölümünden birden fazla araç geçmiş ise, bu araçların geçiş süreleri toplamına, her birinin geçtiği yol bölümü uzunluğu toplamının oranıdır. Bu hızdan yolların kapasite hesabında yararlanır.

-Seyahat hızı; araçların belirli bir yol bölümünde durma süreleri dahil geçirdikleri süreye, o yol bölümünün uzunluğu oranıdır.

Seyahat Hızları;

-Yol ağının kapasite hesabında

-(O-D) etütlerinde yollara trafik atama yapılırken

-Muhtelif alternatiflerin ekonomik karşılaştırılmalarında

-Muhtelif alternatiflerin yollarda ve trafik idaresinde yapılan iyileştirmelerin sonuçlarının karşılaştırılmasında (önce ve sonra etütleri) kullanılır.

O – Origin, D – Destination

-Trafik Yoğunluğu: Araçların herhangi bir “t” anında birim uzunlukta bir yoldaki sayısına denir. Yoğunluk tespitinde kullanılan bir yöntem, yolun 1 km uzunluğundaki bölümünün havadan fotoğrafının çekilmesi ve buna göre araçların sayılmasıdır.

- Elemanlar Arası İlişkiler:

Hacim, Hız ve yoğunluk arasında,

$M=V \cdot D$ şeklinde genel bir bağıntı vardır. Burada,

M =Araç/saat, V =km/saat, D =Araç/1 km’dir.

Yol kalabalıklaştıkça (D) yoğunluğu artar. Yoğunluk arttıkça hız azalır. Otomobil ortalama uzunluğu 5 m kabul edersek 1 km birim uzunluktaki yol bölümünde 200 otomobil bulunur ki buna max. yoğunluk denir. Bu durumda otomobiller tampon tampona geldiği için hareket durmuş olup ($V=0$) saatlik trafik hacmi, $M=0$ olur.

- Araçlar Arası Mesafenin Hız, Yoğunluk ve Hacim İle İlişkisi:

Hareket halindeki iki aracın tamponları arasındaki mesafeye “ARAÇ ARALIĞI” denir. Bunun saniye ile ifadesine “ZAMANSAL ARALIK” denir. Metre ile ifadesine ise “YERSEL ARALIK” denir. Bunların arasındaki ilişkiler aşağıdaki gibidir.

$$t = \frac{l}{V} \text{ Burada;}$$

t = saniye, zamansal aralık

l = metre, yersel aralık (2 araç arası)

V = metre/sn araç hızı

Araç Yoğunluğu (D)’ nin Araç Aralığı İle İlişkisi:

$$D = \frac{1km}{l} = \frac{1000}{l}$$

Hacim (M) nin Zamansal Aralık Olarak İfadesi:

$$M = \frac{3600}{t} = \frac{3600}{l} * V$$

Örneğin araçlar arasındaki ölçülen ortalama zaman aralığı 2 saniye olsun. Bu kesitten bir saatte geçen teorik saatlik trafik hacmi;

$$M = \frac{3600}{2} = 1800 \text{ araç olarak bulunur.}$$

Birbirini takip eden araçların arası (l) ile araç hızı da (V) ile ifade edilirse saatte geçen araç sayısı;

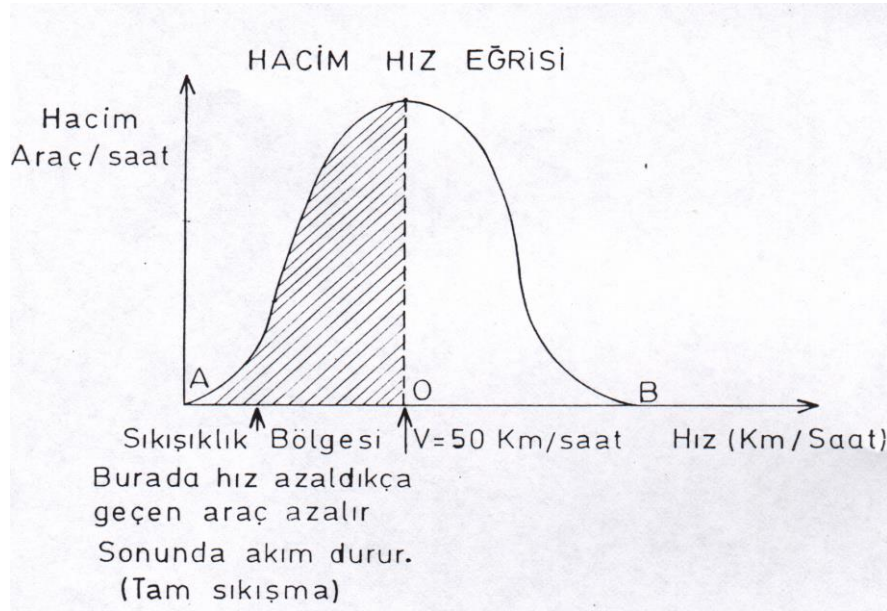
$$M = \frac{V}{l} * 3600 \text{ araç/saat olur.}$$

Hacim-Hız Arası İlişki: Bu ilişki aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir. Yol ister bölünmüş, isterse de bölünmemiş olsun her iki halde de orijin noktasından itibaren “O” noktası civarına gelene kadar, hız arttıkça hacimde artar. O noktasından sonra, hız artmakta, buna rağmen hacim azalmaktadır. Çünkü araçlar arası aralık, fren mesafesi olarak artar ve buda geçen hacmi azaltır. Hızın 50 km/saat değerinden azalması (Şekilde O-A bölgesi) gecen hacmi de azaltır, bunun iki nedeni vardır;

Birincisi, hızın azalması görüş şartlarının azalması ve hava durumunun kötülüğü nedeni ile olmuştur. Trafik daha dikkatle ve daha az olarak akar. Kuyruklar oluşur.

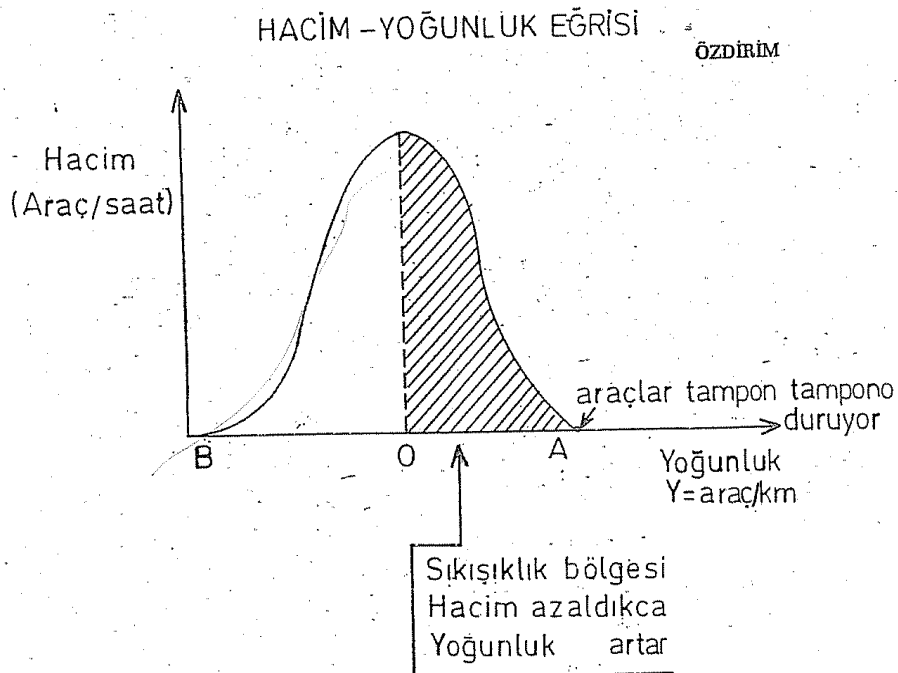
İkincisi ise; normal akım, hızın 50 km/saatten düşük değerleri için kesintili akıma dönüşür. Ve bunun sonucu da akan trafik hacmi (M) azalır.

50 km/saat'lik hız, yoldan düzenli aracın en çok geçtiği değerdir. Bu da yolun kapasitesi anlamına gelir.(ideal kapasite)

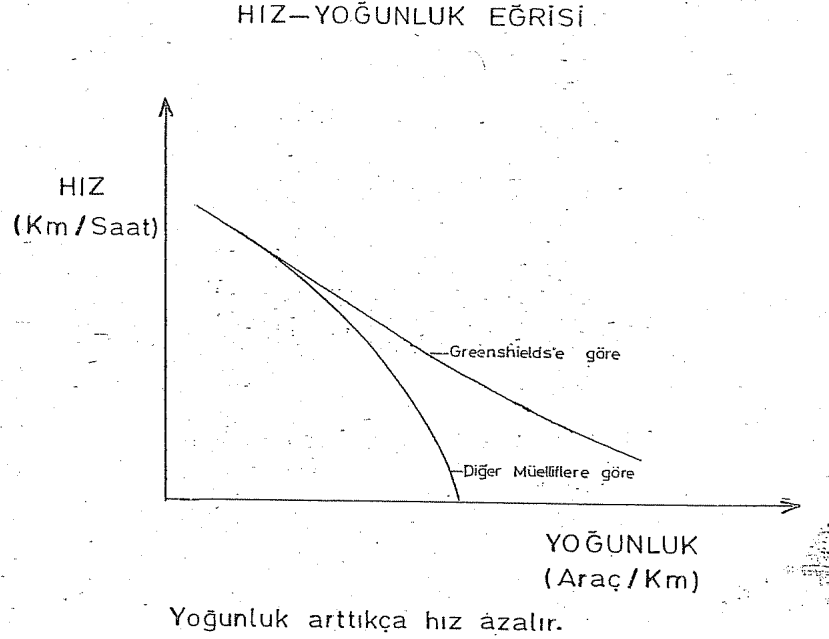


Hacim-Yoğunluk Arası İlişkiler: Bu ilişki aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir. Burada durum, bundan evvelki eğriye benzetmekle beraber yorum tersinedir. Yoğunluk B noktasından itibaren artıp O noktasına gelene kadar hacimde artar.

Yoğunluk O noktasını geçince hacim giderek azalmaya başlar. A noktasında max. yoğunluk olduğu zaman araçlar tampon tampona duruyor demektir ki hiç biri hareket edemez. O halde geçen hacim sıfır olmuştur. O halde hacim/yoğunluk eğrisindeki O-A bölgesi, sıkışıklık bölgesidir ki bu durum, hacim/hız eğrisinin O-A bölümüne, bölgenin sol tarafına isabet eder.



Hız Yoğunluk Arası İlişkiler: Bu ilişki aşağıdaki şekilde görülüyor. Buradan görüldüğü gibi yoğunluğun artmasına karşılık hız daima azalan bir gelişme gösterir



Trafik Akımında Değişimler

1.İçsel değişimler:

Hacim/Hız eğrisinin OB bölümünde giderek artan araç hızına karşı geçen hacminin azaldığını görmüştük. Buna neden giderek artan, araçlar arası emniyet mesafesidir. Bu durumda, bir diğer özellikte araçların hızlarını, artan hıza paralel olarak, serbestçe seçebilmeleri özelliğidir. Bu özelliğin tabii bir sonucu olarak araç akımı birçok değişken hızlara sahip olur ki buda hızlı araçların zorluksuz şekilde yavaş araçları geçebilmesi demektir.

Bu özellik ise, araç akımının giderek Poisson Kanununa uymasını sonuçlar. Kanun tamamen serbest akan, birbirini hız bakımından tesir altında tutmayan akımlara uygulanabilir. (Hacim/Hız eğrisini O-B bölümü)

Poisson Kanunun İfadesi:

Saatlik hacmi (M) olan bir serbest akımda Θ zaman aralıklarında x sayıda aracın gelmesi olasılığı:

$$P_{(x)} = \frac{e^{-m} * m^x}{x!} \text{ dir. Burada;}$$

$P_{(x)}$ = Herhangi bir noktadan verilen bir süre içinde x taşıtını geçme olasılığı

$m = \Theta$ saniye süren zaman aralığında gelen araç sayısı olup

$$m = \frac{M * \theta}{3600} \text{ dir.}$$

Trafik ile ilgili hesaplarda x sayıdan daha az aracın gelmesi olasılığı araştırılır ki buda;

$$P_{(x)} = \sum_0^x \frac{e^{-m} * m^x}{x!} \text{ olarak verilmiştir.}$$

Örnek 1: Saatte gelen araç sayısı M=1000 olan bir akımda $\Theta=20$ saniyelik sürelerde;

a.) $x=10$ araç gelme olasılığı

$$m = \frac{1000 * 20}{3600} = 5,56$$

$$e^{-5,56} = 0,004 \text{ bulunur.} \quad P_{(x)} = \frac{e^{-m} * m^x}{x!} = \frac{0,004 * 5,56^{10}}{10!} = \%3$$

b.) $x \leq 10$ araç gelme olasılığı

$x=10$ alıp şekilden (1.27) $m=5.56$ için

$$P(x)=0.95 \text{ bulunur. \%95 veya } \sum_{x=0}^{x=10} \frac{e^{-m} * m^x}{x!}$$

c.) $x > 10$ araç gelme olasılığı ise;

$$P'(x) = 1 - 0.95 = 0.05 \quad \%5 \text{ bulunur.}$$

Örnek 2: M = 500 araç/saatlik bir trafik akımında $\Theta=10$ 'ar saniyelik zaman aralığında $x=5$ araç gelme olasılığı hesabı.

Çözüm: $x!=5! = 1*2*3*4*5=120$

$$\text{Olasılık: } P_{(x)} = \frac{e^{-m} * m^x}{x!} = \frac{e^{-1,38} * 1,38^5}{120} = 0,01$$

$$m = \frac{M * \theta}{3600} = 1,38$$

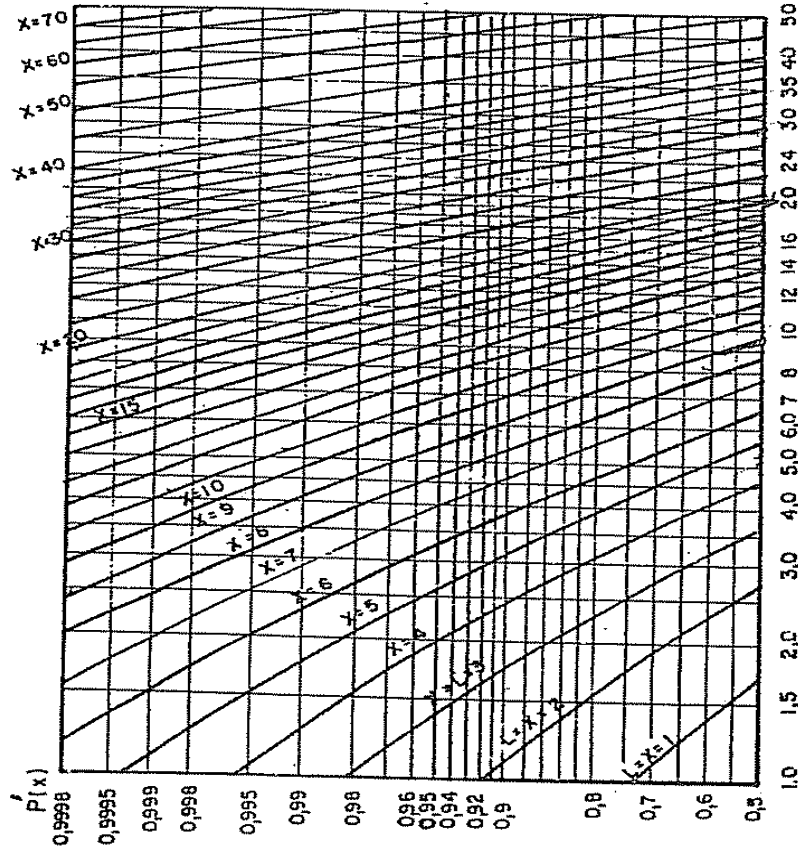
Bu akımda 1 saat içinde $\Theta=10$ saniyelik aralık sayısı : $\frac{3600}{10} = 360$

Bu akım içindeki $\Theta=10$ saniyelik sürelerden, içinde $x=5$ araç geçenlerin sayısı :

$$360 * 0,01 = 3,6 \sim 4 \text{ dür.}$$

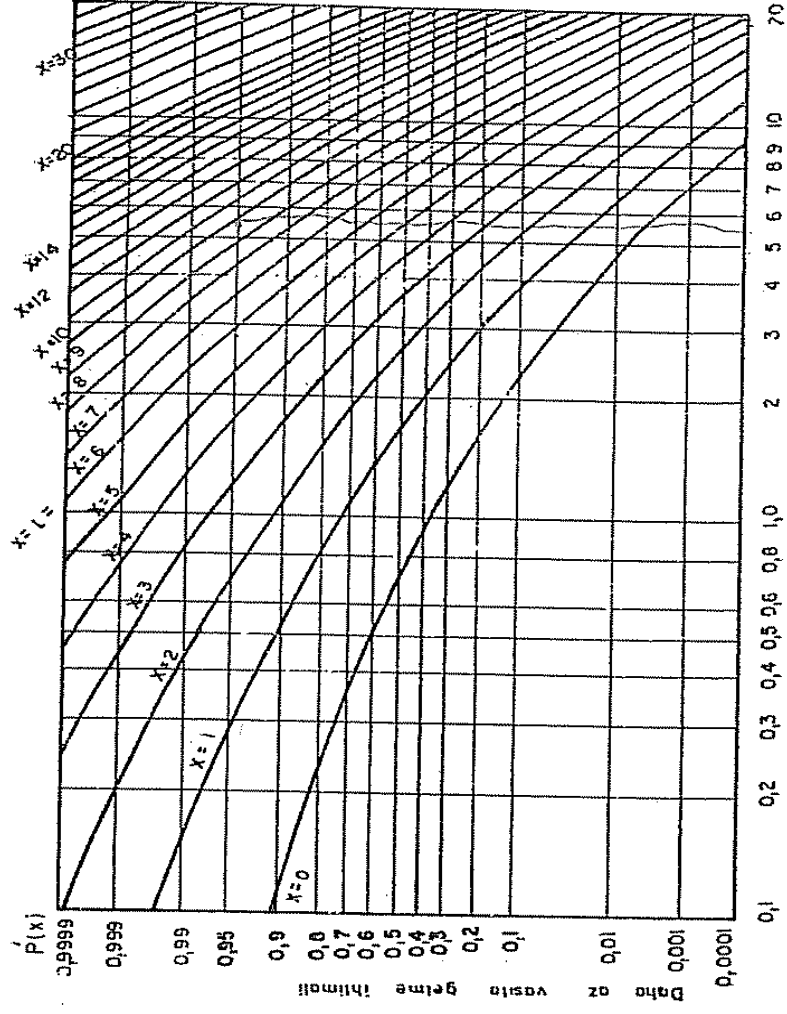
$x > 5$ araç geçenlerin sayısı ise; $360 - 4 = 356$ dır.

SAATLİK TRAFİK MİKTARI (M) OLAN BİR AKIMIN (θ) ZAMAN İNTERVALLERİNDE
GELEN ARAÇ SAYISININ $X \neq L$ 'DEN DAHA AZ OLMA OLASILIĞI $(P(X)=1-\sum_{i=0}^m \frac{e^{-m} m^i}{i!})$



$$(m = \frac{M \times \theta}{3600})$$

Entervaldeki vasıta adedi (m)



Entervaldeki vasıta adedi (m)

Şekil 1.27

Akımın içindeki tüm araçlar birbirinden bağımsız hareket edecektir. Bu şart, ancak az sayıda aracın hareket ettiği, her birinin istediği hızda gidebileceği, durup kalkması, şerit değiştirmesini istediği anda yapabildiği şartına bağlıdır. Yani şehirlerarası fazla yüklü olmayan yollarda uygulanabilir. Şehir içerisindeki yollar daha kalabalık olduğundan bu duruma uymaz.

Trafik Akımında Dışsal Değişimler

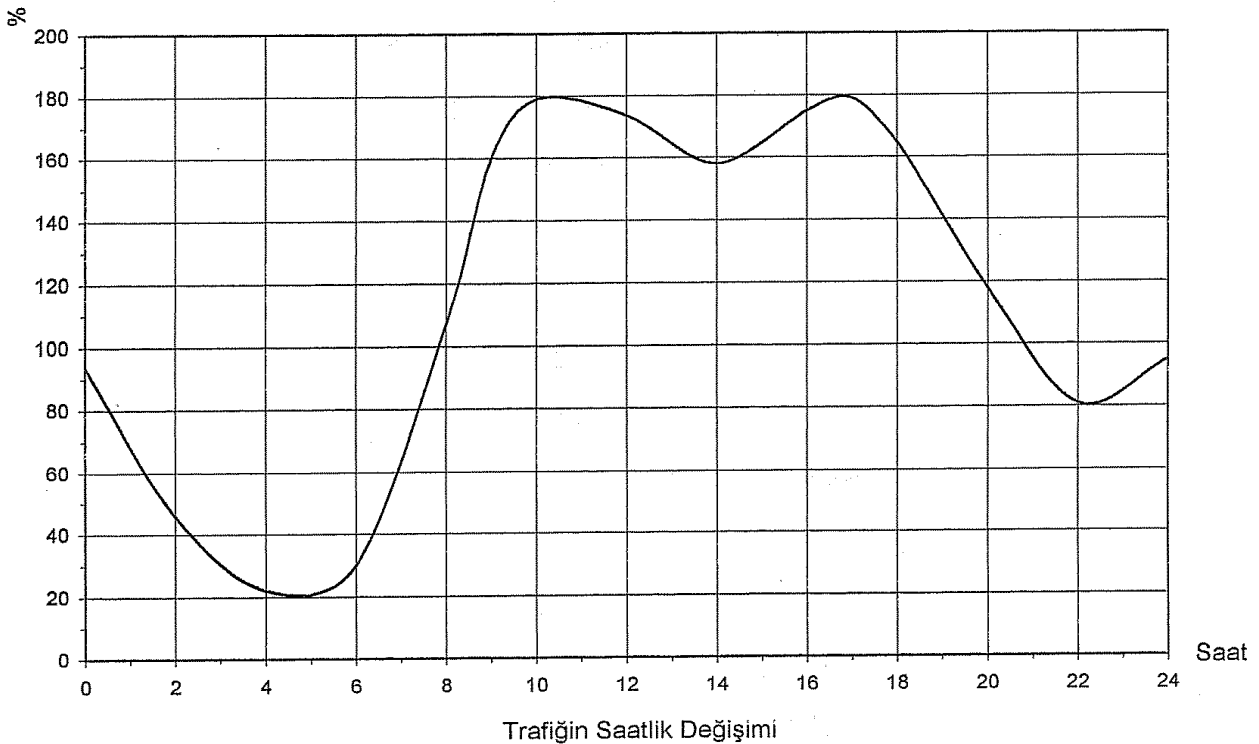
Yollarda gelişen trafik bazı değişimlere uğrar. Bunların en önemlileri;

- a.) Şeritsel Değişimler
- b.) Yönsel Değişimler
- c.) Zamansal Değişimlerdir.

Trafiğin Şeritsel Değişimi: Özellikle şehirlerarası yollarda, 2 şeritten fazla ise trafiğin şeritlere dağılımı ağır vasıta oranına ve araçların hızına bağlıdır. Örneğin ağır vasıta sayısı çoksa, bunlar sağ şeritte toplanmakta, hızlı akan trafik ise, sol şeride yığılmaktadır.

Yönsel Değişim: Trafik yoğunluğu, sabah kentin çevresindeki konut bölgelerinden merkezdeki iş yerlerine, akşam ise iş merkezlerinden konut bölgelerine doğru yön değiştirmektedir. Buna yönsel değişim denir. Buna göre yolların refüjlerinin yerleri ve trafiğe arz edilen şeritlerin adetleri değiştiği gibi bu yolların iki yönlerindeki sinyallerin yanma süreleri de değişir.

Zamansal Değişim: Önemli değişimlerden biridir. Kent içindeki trafik, sabah ve akşam pik saatlerde artış gösterirken, günün diğer saatlerinde azalır. Şekilde görüldüğü gibi gün içerisinde en yüksek yolculuk değeri sabah 8⁰⁰ ~ 9⁰⁰ saatleri arasındadır. Akşam pikinde daha geniş saatlere yayılmış 17⁰⁰ ~ 19⁰⁰ saatleri arası yüksek bir yolculuk değeri vardır.



Zirve Saat Faktörü

Bir yolun nazara alınan bir kesitinden yada bir şeridinden 1 saat içinde geçen taşıt sayısı trafik hacmi olup birimi taşıt/saat' dır.

Bu bir saatlik süre içinde taşıt akımı (hacmi) genelde dalgalıdır. Yani akım üniform olmayıp azalır, çoğalır. Trafikteki bu dalgalanmayı nazara almak üzere son yıllarda kapasite ve hizmet düzeyi analizlerinde akım oranı kullanılmaya başlanmıştır.

Akım oranı (q) yine daha önce tanımlandığı gibi 1 saatten daha kısa bir süre içinde yolun nazara alınan bir kesitinden yada bir şeridinden geçen taşıt sayısının saatlik değeridir. Tanımda geçen süre için 5, 10, 15 dakika alınabilir. Yaygın olarak kullanılan süre 15 dakikadır. Bir örnek olmak üzere bir yolda 15 dk da 300 taşıt geçiyorsa akım oranı;

$$q_m = \frac{300 * 60}{15} = 1200 \text{ Taşıt/saat olur.}$$

Bir yoldaki zirve saat trafiğinin bu zirve saatteki maksimum akım oranına oranı zirve saat faktörü (ZSF) olarak tanımlanır ve aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$ZSF = \frac{Q}{q_m} = \frac{Q}{N_t * 60/t}$$

N_t : t süresi içinde geçen en fazla taşıt sayısıdır.

Q: trafik hacmi

Zirve saat faktörü trafikteki dalgalanmayı yansıtır ve en büyük değeri 1,0 dır.

Örnek: Bir yolda zirve saat içinde yapılan 5 dk'lık sayımlarda elde edilen en yüksek değer 60 taşıt olarak bulunmuştur. Yoldan zirve saatte geçen taşıt sayısı ise 500 taşıttır. ZSF (Zirve Saat Faktörü)'nü hesaplayınız.

Çözüm: Zirve saat trafik hacmi, $Q=500$ ta/saat

Maksimum akım oranı, $q_m = 60*60/5=720$ ta/saat

$$ZSF = \frac{Q}{q_m} = \frac{500}{720} \approx 0,7$$

(Zirve saat faktörünün değeri 1,0'e yaklaştıkça trafik akımının üniformluğu artar.)

5. BÖLÜM

KAPASİTE

Bir yol şeridinden veya kavşaktan, birim zamanda (1saat) geçebilecek araç sayısına o yolun ya da kavşağın kapasitesi denir.

Kent içi yollarda, kapasite üzerinde etkili en önemli faktör kavşakların durumudur. Kavşaklar arası mesafe az ve kavşakların kapasiteleri yetersiz ise, yolun standartları iyide olsa kapasite düşük olur. Yol kenarı park durumu, yüksek kapasiteli taşıtların toplam trafikteki oranı ve bunlar için duraklarda özel ceplerin yapılıp yapılmadığı, yaya geçitleri ve üst geçitler gibi yaya kullanımına ayrılmış tesislerin olup olmaması, yayaların bunları kullanmadaki davranışları, kötü hava koşulları ve yetersiz şerit genişlikleri yol kapasitesini etkilemektedir.

Çeşitli Kapasite Tanımları:

Bu konuda şimdiye kadar en çok kullanılan kapasite tanımları:

1. Temel (ideal) kapasite (basic capacity)
2. Mümkün kapasite (possible capacity)
3. Pratik veya Proje kapasitesi'dir.(practical capacity)

Temel Kapasite: İdeal yol ve trafik koşulları altında, bir yolun dikkate alınan bir kesitinden, bir saat boyunca bir veya iki yönde geçebilen max. otomobil sayısı, bu yolun temel kapasitesi olarak tanımlanır.

Göz Önüne Alınan İdeal Şartlar Şunlardır:

1. Trafik akımı kesintisiz (sinyalsiz) olacak.
2. Bir yöndeki trafik için en az iki şeridin bulunması,
3. Taşıtların aşağı yukarı aynı hızda (48~64 km/st) olması,
4. Yolda hiçbir ticari taşıt bulunmaması, yani sadece otomobil trafiğinin bulunması,
5. Yolun şerit ve banket genişliklerinin yeterli olması,
6. Yol kenarında görüşü sınırlandıran engellerin bulunmaması,
7. Kurp yarıçapları ile kurbalardaki dever miktarının yeterli olması, diğer yollar ile eşdüzey kesişmeler, yaya geçitleri v.b. trafik akışını güçleştirecek kısımların mevcut olmamasıdır.

Çok şeritli ve ortası refüjlü bir yolun bir şeridindeki ideal kapasite = 2000 Otomobil/saat olarak kabul edilir. Sollama olanağının sınırlı olduğu, iki şeritli yollar için bu değer toplam olarak 2000 Otomobil/saat, dolayısıyla şerit başına 1000 Otomobil/saat alınır. Sollama için kullanılmak üzere orta şeridi bulunan üç şeritli yollarda ise iki yönde toplam 4000 Otomobil/saatlik bir temel kapasitenin olduğu kabul edilir. Buna göre üç şeritli yollarda, bir yön için temel kapasite 2000 Otomobil/saat olmaktadır.

Örnek: İdeal kapasiteyi veren hız (V), saatte km. olduğuna göre, bu hızla aracın durması için (0,75~1,0 saniyelik reaksiyon süresi dikkate alınmasa bile), fren mesafesi:

$$L = \frac{v_o^2}{2gf}$$

f: sürtünme katsayısı (kuru havada ve eğimsiz yolda) f=0,60,
g=9,81 m/sn² ve V=50 km/saat

$$V_o = \frac{V}{3,6} = \frac{50}{3,6} = 13,88 \text{ m/sn}$$

$$L = \frac{13,88^2}{2 * 9,81 * 0,6} = 16,36 \text{ metre}$$

$$\begin{aligned} d &= d_1 + d_2 \\ d_1 &= \frac{V * t}{3,6} \\ d_2 &= \frac{V^2}{254,2 * f} \end{aligned}$$

Duran ivmeli hareket formülü:

* (a_{max} = f*g) max. yavaşlama ivmesi

$$L = V_o * t - \frac{1}{2} * a * t^2 \text{ ve araç fren sonucu tam olarak durduğuna göre; } a = \frac{V_o}{t} \text{ olup,}$$

$$L = V_o * t - \frac{1}{2} * \frac{V_o}{t} * t^2 = \frac{1}{2} * V_o * t \text{ olur.}$$

$$t = \frac{2L}{V_o} = \frac{2 * 16,36}{13,88} = 2,35 \text{ Saniye fren süresi bulunur.}$$

HCM’de ideal şerit kapasitesi kabul edilen 2000/oto/saat, araçların arasındaki süre:

$$t = \frac{3600}{2000} = 1,8 \text{ sn demek olup bu süre} = 1,8 < 2,35 \text{ sn'lik fren süresidir.}$$

Bu durumda ideal kapasite olan saatte 2000 otomobil emniyetli bir şekilde geçemiyor demektir ki buna şoförün tehlikeyi intikal süresi 0,75~1 saniyelik sürede alacağı yol dahil değildir. Bu dikkate alınmadan sadece durma süresi olan 2,35 saniye hesabı ile saatlik kapasite:

$$M = \frac{3600}{2,35} = 1532 \text{ Otomobil/saat olur.}$$

Bazı bilim adamları araç arası mesafe ye durduktan sonra bir araç boyu emniyet mesafesi de eklemektedirler. Bu durumda kapasite 1500 ünde altına düşer. Kısaca HCM (Highway Capacity Manual)’in ideal kapasitesi 2000 den aşağı düşer.

İdeal Kapasiteyi Azaltan Faktörler:

1. Geometrik olanlar; şerit genişliği, engellerin kaplamaya mesafeleri, görüş mesafesi ve işletme hızlarının kapasiteye etkileri
2. Trafik türlerinin, örneğin ağır araç oranının kapasiteye etkileri.

Bu şartlarda ideal kapasite yerine max. kapasiteden söz edilir. Max. kapasiteyi formüle edersek;

$$C_{\max}=1300*WY*K_k*K_o \text{ Araç/şerit/saat' dir.}$$

Bu formülde eğer kamyon ve otobüs gibi ağır araçlar söz konusu değilse:

$$C_{\max}=1300*WY \text{ Araç/şerit/saat olur.}$$

Bu formüldeki semboller:

WY= Şerit genişliğindeki azalmanın ve kenardaki sabit cismin (trafik kenar taşları), kaplama kenarına olan mesafesindeki azalmanın, kapasiteyi azaltan kombine etkisi.(Tablo)

1300: ideal kapasite olarak alınmıştır.

K_k, K_o: Kamyon ve otobüsün kapasiteyi azaltma katsayıları.

$$K_k = \frac{100}{100 - P_k + E_{kk} * P_k}, \quad K_o = \frac{100}{100 - P_o + E_{ko} * P_o}$$

P_k, P_o: Kamyon, otobüs yüzdesi

E_{kk}, E_{ko}: Kamyon, otobüs otomobil birimi olarak karşılığı (Tablodan alınır.)

Kapasite ile ilgili Örnekler:

1. Şerit genişliği 10 fit(3 metre) olan 2 şeritli yolda şeridin bir yanında bulunan bir engelin kaplama kenarına mesafesi 4 fit (1,2 metre) ise max. Kapasite ne olur?

Tablodan WY=0,77 alınır. Yolun tek yönlü şeridinin max. kapasitesi:

$$C_{\max}=1300*0,77=1000 \text{ araç/şerit/saat dir.}$$

2. Aynı yol 4 şeritli olsa idi:

$$C_{\max}=1300*2*0,77=2000 \text{ araç/2 şerit/ saat}$$

Bu kapasite sadece tek yönde çalıştığı düşünülen iki şerit içindir. Tüm yol için ise bunun iki katının alınması gerekir.

3. İki şeritli bir yolda şerit genişliği 3 metre, tek yanlı engelin yol kaplama kenarına mesafesi 0,50 metre'dir. Yolun yapıldığı arazi, düz arazi olduğuna göre ve trafik kompozisyonunda P_k=%10, P_o= %5 ise max. kapasite bir yön için ne olur.

WY=0,73 tabloda alındı.

P_k=%10,

E_{kk}=2

P_o= %5

E_{ko}=2 tabloda okundu.

$$K_k = \frac{100}{100 - P_k + E_{kk} * P_k} = \frac{100}{100 - 10 + 2 * 10} = 0,91$$

$$K_o = \frac{100}{100 - P_o + E_{ko} * P_o} = \frac{100}{100 - 5 + 2 * 5} = 0,95$$

C_{max}=1300*0,73*0,91*0,95=820 araç/şerit/saat tek yön için elde edilir.

2 şerit için 2*820=1640 araç/saat.

Mümkün Kapasite: Trafikğin içinde bulunduğu şartlar, bu ideal şartların altına düştükçe elde olunan kapasite azalır. Bu durumdaki kapasiteye max. kapasite denir. Başka bir deyişle bir trafik şeridinin veya tüm olarak bir yolun mümkün kapasitesi; hakim yol ve trafik koşulları altında şeridin veya yolun nazara alınan bir kesitinden bir saat boyunca bir veya iki yönde geçebilen max. taşıt sayısıdır.

Pratik Kapasite: Max. kapasitenin tahammül edilebilir sınırlar içinde kalanına pratik kapasite denir. Trafikğin aşırı tıkanmalar ile kazalara, ayrıca sürücülerin hız, takip aralığı ve sollama gibi hususlarda taşıt yönetimlerindeki bağımsızlık ve olanaklarını normalin üzerinde sınırlandırmaya, sebep olmayacak bir yoğunlukta bulunması halinde, hâkim yol ve trafik koşulları altında bir şeridin veya yolun bir kesitinden bir veya iki yönde bir saate geçebilen max. taşıt sayısı bu şerit veya yolun pratik kapasitesi olarak tanımlanır.

Pratik kapasite tanımlanmasında belirtilen trafik koşulları sübjektif hususlar olup bunlar için belirli ölçüler konulması çok zordur. Örneğin bir sürücünün kent içi yolda normal karşılayabileceği sıkışıklık kırsal yolda fazla sayılabileceği gibi güvenlik kavramı, hız, sollama fırsatı gibi diğer hususlardaki değerlendirmelerde sürücünden sürücüye değişir. Dolayısıyla değişik pratik kapasite değerleri verilmesi gibi sakıncalı bir durum ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak, bu konuda Birleşik Amerika da pratik kapasite tanımındaki koşulların değişen durumlarını nazara alan hizmet düzeyi kavramı getirilmiş ve bu kavram ülkemiz dâhil, pek çok ülkede benimsenmiştir.

İngiltere'deki Ulaştırma ve Yol Araştırma Laboratuvarı (TRRL) işletme hızı ile yol genişliği ve pratik kapasite arasında aşağıdaki formülü geliştirmiştir.

Yolun kenarında araç parkı olduğunda;

$$V = 31 - \frac{q + 430}{3 * (W - 6)}$$

-1 Kara mili= 1609m -1 Deniz mili= 1852m

V: işletme hızı mil/saat

q: Her iki yönden gelen araç akımının (hacim) toplamı (araç/saat)

W: Yol genişliği (1 feet ≈ 30cm)

Yol kenarında park eden araç yoksa;

$$V = 31 - \frac{q + 430}{3 * W} \quad 15 = 31 - \frac{q + 430}{3 * (30 - 6)} \quad q = 722$$

Örnek: V=15 mil/saat, W= 30 feet (9 metre),

q=700 araç/saat bulunur.

ARAZİ DURUMUNA GÖRE KENT İÇİ OTOYOLLARDA ŞERİT PROJE KAPASİTESİ				
Zirve saatte kamyon (%)	3 .6 metrelik Şerit Proje kapasitesi (araç/saat)			
	Yoğun yapı bölgesinde otoyol işletme hızı (30-35 mil /saat)		Kırsal alanda otoyol işletme hızı (35-40 mil / saat)	
	Düz Arazi	Dalgalı Arazi	Düz Arazi	Dalgalı Arazi
0	1500	1500	1200	1200
10	1360	1160	1090	920
20	1250	940	1000	750

Servis Seviyesinin (V/C) Oranı ile İlişki					
Servis Seviyesi	A	B	C	D	E
$\frac{V}{C} = \frac{\text{Şerit Yüklü}}{\text{Şerit Kapasitesi}} =$	< 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 0,7	0,7 - 0,9	> 0,9

Sonuç olarak;

1. Kapasitenin, yüksek standartlı otoyollardan başlayarak, daha düşük standartlı Expres yolda daha az olduğunu ve nihayet, Ana caddelerde en düşük seviyeye geldiğini,
2. Her üç tip yolda da ağır vasıta(kamyon) oranının kapasiteyi azalttığını,
3. Ana caddelerdeki yol kenarı otoparkının da kapasiteyi azalttığını görüyoruz.

Servis Seviyesi

Kapasitelerin max. değerleri trafiğin zor şartlar altında ve sıkışık bir şekilde akması halinde elde edilir. Daha önce görüldüğü gibi hacim/hız ilişkilerinde, yolların max. trafik geçirme esnasındaki ortalama hızı 48~50 km/saat idi. Hızın bu değer altına düşmesi halinde kapasite de düşmektedir. Öte yandan, hızın saatte 48 km olduğu halde tüm araçlar birbiri peşi sıra aynı hızda hareket etmek zorundadır ki kapasite maximuma erişebilsin. Ara mesafeleri buna göre ayarlanmış olduğundan bir aracın 48 km'den fazla hızla gitmesi için önündeki aracı sollaması kabil değildir.

Bu durumda tüm araçların bir tren dizisi gibi aynı aralıkla hareket etmeleri gerekir. Bu durumun bir başka tehlikesi akım içindeki araçlardan herhangi birinin bir an için duraklaması olasılığıdır. Bu durumda tüm akım içinde dalgalanmalar ve durup kalkmalar başlayarak kapasite sıfıra kadar düşer.

İşte bu nedenle ve araçların rahat bir şekilde akmaları için yollar max. kapasiteye göre çalıştırılmaz ve taşıyabileceği kapasite olan (C) den daha az bir yük (V) yüklenerek hem 48 km/saatten daha fazla bir ortalama hız elde edilir, hem de giderek araçların birbirini geçebilmeleri, yani hızlarını serbest olarak seçmeleri temin edilmiş olur. $\frac{V}{C}$ oranı 0~1 değerleri arasında değişir. Bu durumda “1” değeri için V=C olup trafik yükü max.’ dur.

Tüm araçlar 48 km/saat hızla giderler $\frac{V}{C}$ 'nin "0" değerinde ise hacim/hız eğrisinin yatay eksenindeki B noktasına varılmış olur ki burada da geçen hacim 0 olur ve pratikte hiçbir trafik akımı yoktur. Yol tamamen boştur. İşte $\frac{V}{C} < 1$ değeri ne kadar 1'den uzaklaşırsa geçen hacim o kadar azalır, buna karşı ise akım ferahlar ve ortalama hız yükselir.

En yüksek ortalama hızdan başlayarak en düşük ortalama hız olan 48 km'ye kadar olan bölgeye Servis Seviyeleri adı verilir. Ve bunlar A,B,C,D,E,F olmak üzere 6 adet servis seviyelerini oluşturur. Buradaki "A" servis seviyesi en yüksek hız üst limitine, fakat en düşük trafik hacmine tekabül eder. Bu durumda $\frac{V}{C}$ oranı en küçüktür.

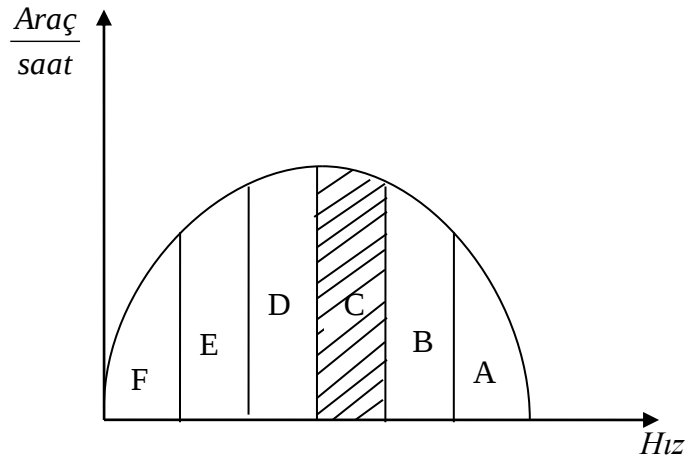
Proje kapasitesi hesaplanırken ve projelendirilirken, 10~20 yıl ilerisi için düşünülür, tabii bu değeri bulana kadar trafik yükü düşük değerli olur ve $\frac{V}{C} < 1$ olur. Sonuçta trafik akımı rahat bir seviyede kalır. Burada;

C: Max. kapasite

V: Sisteme yüklenen trafik hacmi

Hacim/Hız eğrisinin tepe noktasında;

$V = C$ 'dir. Bu durumda trafik max. kapasite şartları altında akıyor denilir. Bu servis seviyelerinin muhtelif yol tiplerindeki genel özellikleri aşağıdaki gibidir.



***Ülkemizde esas alınan Hizmet Düzeyi C'dir.

- A servis seviyesi dengeli akım seviyesidir. Düşük trafik hacmi ve yüksek hızı belirler. Şoför hızını istediği gibi seçer. Çünkü yanda serbestçe geçebileceği şerit vardır.
- B servis seviyesi dengeli akım seviyesidir. Hız üzerinde trafik şartlarının kontrolü başlamak üzeredir. Şoförler yine de öndeki arabayı serbestçe geçebilirler.
- C servis seviyesi henüz dengeli akım bölgesindedir. Fakat hız ve manevra kabiliyeti yüksek trafik hacmi tarafından kontrol edilmeye başlanmıştır.

- D servis seviyesinde dengesiz akım başlar. Hızlarda önemli düşüşler olur ve şoförlerin manevra kabiliyetleri kısıtlıdır.
- E servis seviyesinde hız, D'den düşüktür. 48~50 km/saat civarındadır. Trafik hacmi max. kapasite civarındadır. Ara sıra, kısa süreli durmalar başlar. Akım kararsızdır.
- F servis seviyesi sıkışık durumu belirler. Hacimler temel kapasitenin altındadır. Bu durum kuyruklar nedeni ile olur. (Hacim/Hız eğrisindeki taralı bölüm).

Çeşitli servis seviyelerinde akan trafik miktarının değeri: Servis Hacmi (SH) ile ifade edilir. Formülü:

$$SH = 2000 * \frac{V}{C} * WY * (K_k, K_0) \text{ Araç/saat/şerit}$$

WY: Şerit genişliği ve yandaki engellerin mesafesindeki azalmanın kapasitede azalmaya etkisi (Tablo)

K_k ve K_0 : Kamyon ve Otobüsün kapasiteyi azaltma katsayıları (Tablo)

Not: İdeal kapasite 2000 araç/saat alınmıştır.

**İÇİNDE İNİŞ ÇIKIŞ VE DÜZ KESİMLER BULUNAN OTOYOL, EKSPRES YOL VE
BÖLÜNMEMİŞ ÇOK ŞERİTLİ YOLDA KAMYON VE OTOBÜSÜN OTOMOBİL
BİRİMİ OLARAK DEĞERLERİ (Genel Hal)**

Servis Seviyesi		Otomobil Birimi		
		Düz Arazi Eğim % 0-3	Dalgalı Arazi Eğim % 3-4	Dağlık Arazi Eğim %4
A		Çok değişken. aşağıdaki değerler alınacak		
B-E	Ekk	2	4	8
	Eko	1,6	3	5

İki şeritli, kırsal bölge yollarında, kontrollü eşdüzey kavşak bulunmaması halinde
hizmet düzeyleri ve maksimum hizmet hacimleri

Hizmet Düzeyi	Trafik akım koşulları		Geçiş, görüş, uzunluğu 450 m olan kesim nispeti (%)	Hizmet hacmi / kapasite (V/C)					120 km/st lik proje hızı ve diğer ideal koşullarda oto/st olarak maksimum hizmet hacmi
	Genel Durum	İşletme hızı (km/st)		120 Km/st lik proje hızı içintemel sınır değerler	Ağırlıklı ortalamaya göre proje hızı (km/st)				
					100	80	70	60	
A	Serbest akım	100	100 80 60 40 20 0	0.17 0.16 0.13 0.12 0.09 0.17	-	-	-	-	340
B	Kararlı akım (Üst hız sınırlarında)	80	100 80 60 40 20 0	0.47 0.45 0.42 0.39 0.36 0.30	0.42 0.37 0.30 0.27 0.24 0.18	-	-	-	920
C	Kararlı akım	65	100 80 60 40 20 0	0.73 0.71 0.69 0.68 0.66 0.62	0.68 0.63 0.58 0.54 0.49 0.43	0.56 0.53 0.47 0.38 0.28 0.18	0.48 0.44 0.36 0.27 0.17 0.09	-	1460
D	Kararsız akıma yaklaşıyor	55	100 80 60 40 20 0	0.91 0.90 0.89 0.88 0.87 0.86	0.88 0.87 0.85 0.83 0.79 0.78	0.78 0.75 0.74 0.72 0.69 0.67	0.67 0.62 0.59 0.55 0.47 0.10	0.57 0.55 0.53 0.47 0.30 0.17	1820
E	Kararsız akım	50	Uygulanamaz	10.0					2000 (kapasite)
F	Zorlamalı akım	50	Uygulanamaz	Trafik talebi/kapasite >1.00 (aşırı yüklenme, anlamlı değil)					Çok değişken 0 ~ kapasite

İÇİNDE İNİŞ ÇIKIŞ VE DÜZ KESİMLER BULUNAN İKİ ŞERİTLİ YOLDA KAMYON VE OTOBÜSÜN OTOMOBİL BİRİMİ OLARAK DEĞERLERİ (Genel Hal)

	Servis Seviyesi	Otomobil Birimi (E)		
		Düz Arazi Eğim%0-3	Dalgalı Arazi eğim%3-4	Dağlık Arazi Eğim >%4
Ekk	A	3	4	7
	B-C	2,5	5	10
	D-E	2	5	12
Eko	Tüm Servis Seviyeleri	2	4	6

Servis Seviyesinin (V/C) Oranı ile ilişkisi					
Servis Seviyesi	A	B	C	D	E
$\frac{V}{C} = \frac{\text{Serit Yüğü}}{\text{Serit Kapasitesi}}$	<0.2	0.2-0.5	0.5-0.7	0.7-0.9	>0.9

Yetersiz şerit genişliği ve sınırlı yan açıklığın kapasite ve hizmet hacmi üzerindeki bileşik etkisi

Trafik şeridi kenarından engele olan mesafe (m)	WY AYARLAMA KATSAYILARI									
	SADECE		BİR		TARAFTA		ENGEL			
	3.75		3.50		3.25		3.00		2.75	
	m		m		m		m		m	
Hizmet Düzeyi										
	B	E	B	E	B	E	B	E	B	E
2.0	1.00	1.00	0.92	0.94	0.83	0.86	0.77	0.81	0.71	0.77
1.5	1.00	1.00	0.90	0.91	0.81	0.84	0.74	0.79	0.69	0.75
1.0	0.98	1.00	0.86	0.87	0.77	0.81	0.71	0.76	0.66	0.72
0.5	0.95	1.00	0.82	0.84	0.74	0.78	0.68	0.73	0.63	0.69
0	0.92	0.95	0.78	0.81	0.70	0.75	0.65	0.70	0.60	0.66
	HER		İKİ		TARAFTA		ENGEL			
2.0	1.00	1.00	0.94	0.95	0.84	0.87	0.77	0.82	0.72	0.78
1.5	1.00	1.00	0.88	0.90	0.79	0.83	0.73	0.77	0.68	0.73
1.0	0.93	0.95	0.80	0.85	0.72	0.78	0.66	0.73	0.61	0.69
0.5	0.84	0.88	0.72	0.78	0.66	0.72	0.60	0.67	0.56	0.64
0	0.75	0.81	0.64	0.70	0.58	0.65	0.53	0.61	0.49	0.58

***Diğer hizmet düzeyleri için enterpolasyon yapılacaktır.

Örnek 1: Kırsal bölgede ve düz bir arazide bulunan erişme kontrollü, iki şeritli bir yolun şerit genişliği 3,50 m banket genişliği 2 m'dir. Yol 120 km/saat'lik proje hızına göre planlanmış olup geçiş görüş uzunluğu 450 metreden küçük olan kesim yoktur. Trafik içindeki kamyon yüzdesi %12, otobüs yüzdesi ihmal edilebilecek mertebededir.

Yukarıdaki bilgilere göre bu yolun kapasitesini ve B düzeyi için hizmet hacminin hesaplayınız.

Çözüm: Yolun kapasitesi, E düzeyindeki hizmet hacmi olarak alınır. Buna göre;

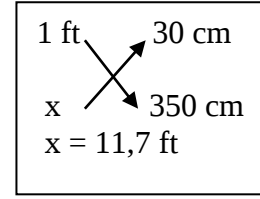
$$SH_E = C = 2000 * WY * K_k = 2000 * 0,94 * K_k \quad WY \rightarrow \text{Tablo} \rightarrow 0,94$$

K_k = Kamyon için düzeltme katsayısı

$$K_k = \frac{100}{100 - P_k + E_{kk} * P_k}$$

P_k = Kamyon yüzdesi = 12

E_{kk} = Kamyonun otomobil eşdeğeri Tablo(OB) $\rightarrow$ 2



$$K_k = \frac{100}{100 - 12 + 2 * 12} = 0,89 \text{ olarak bulunur. O halde kapasite:}$$

$$SH_E = C = 2000 * 0,94 * 0,89 = 1673 \text{ taşıt/saat olarak bulunur.}$$

2000 $\rightarrow$ İdeal koşullarda iki şeritli ve iki yönlü bir yolun otomobil cinsinden temel kapasitesi (HCM'nin verdiği değer)
(1300 Otomobil/saat/şerit alınması emniyet açısından uygundur.)

B düzeyi için hizmet hacmi:

$$SH_B = 2000 * \frac{V}{C} * WY * K_k$$

$$\frac{V}{C} = \text{Tablodan} = 0,47$$

$$WY = \text{Tablodan} = 0,92$$

$$K_k = \frac{100}{100 - 12 + 2,5 * 12} = 0,85$$

$$P_k \rightarrow 12$$

$$E_{kk} \rightarrow \text{Tablo(OB)} = 2,5$$

Bu değerlere göre B düzeyi için hizmet hacmi:

$$SH_B = 2000 * 0,47 * 0,92 * 0,85 = 735 \text{ taşıt/saat olur.}$$

Örnek 2: Kırsal bölgede iki şeritli bir yolda şerit genişlikleri 3.25 m banket genişlikleri 1.50 m'dir. Yolun % 4 eğimli 1 km uzunluğundaki bir kesimi 80 km/saat'lik proje hızına göre planlanmıştır. Bu kesimde yolun bir tarafında kaplama kenarından 0.50 metre mesafede engel vardır. Aynı kesimde 450 metreden büyük geçiş görüş uzunluğu yüzdesi %60 dır.

Trafikteki kamyon oranı %14, otobüs oranı %4 olduğuna göre bu kesime ait kapasiteyi ve C düzeyindeki hizmet hacmini bulunuz.

Çözüm: Yolun kapasitesi yani E düzeyindeki hizmet hacmi:

$$SH_E = C = 2000 * WY * K_k * K_0$$

$$WY \rightarrow \text{Tablo} = 0,78, \quad P_k = 14, \quad P_0 = 4 \text{ verilmiş.}$$

$$K_k = \frac{100}{100 - P_k + E_{kk} * P_k}, \quad K_0 = \frac{100}{100 - P_0 + E_{k0} * P_0},$$

$$E_{kk} = \text{Tablo (OB)} = 5, \quad E_{k0} = 4,$$

$$K_k = 0,64, \quad K_0 = 0,89$$

$$SH_E = C = 2000 * 0,78 * 0,64 * 0,89 = \underline{889 \text{ taşıt/saat}}$$

C düzeyi hizmet hacmi:

$$SH_C = C = 2000 * \frac{V}{C} * WY * K_k * K_0$$

$$\frac{V}{C} = \text{Tablo} = 0,47, \quad P_k = 14, \quad P_0 = 4,$$

$$E_{kk} = 5, \quad E_{k0} = 4,$$

$$WY = 0,75 \text{ (Tablo enterpole)}$$

$$K_k = 0,64, \quad K_0 = 0,89$$

$$SH_C = 2000 * 0,47 * 0,76 * 0,64 * 0,89 = \underline{401 \text{ taşıt/saat}}$$

Örnek 3: Örnek 2'nin aynısı sadece yol 100 km/saat'lik proje hızına göre planlanmış olup, B düzeyindeki hizmet hacmi isteniyor.

Çözüm: $\frac{V}{C} = 0,30 \text{ (tablo)}, \quad WY = 0,74 \text{ (tablo)}$

$$SH_B = 2000 * 0,30 * 0,74 * 0,64 * 0,89 = 253 \text{ taşıt/saat}$$

6. BÖLÜM

KAVŞAKLAR

1. Kavşaklar

Birden fazla yönden gelen trafik akımının; kesiştiği, ayrıldığı, birleştiği ve birleşip ayrıldığı (örüldüğü) yerlere “kavşak” adı verilir.

Kavşaklar, düzenleme şekli ve taşıdıkları trafik yoğunluğu bakımından iki ana gruba ayrılırlar:

- Eşdüzey (Hemzemin) kavşaklar,
- Katlı (Köprülü) kavşaklar.

1.1. Eşdüzey (Hemzemin) Kavşaklar

Farklı yönlerdeki trafik akımlarının ortaklaşa kullandıkları, aynı düzlemdeki yol alanına, “eşdüzey kavşak” denir. Yapılan istatistiklere göre, kent içindeki trafik kazalarının %40-%60’ı eşdüzey kavşaklarda meydana gelmektedir. Bu nedenle kavşakların projelendirilmesi, yapım ve özellikle işletilmesi büyük önem taşır.

Eşdüzey kavşaklar, geometrik şekillerine göre şöyle sınıflandırılırlar:

- Üçlü kavşak,
- Dörtlü kavşak,
- Çoklu Kavşak
- Dönel kavşak (Rotari).

1.1.1.Üçlü Kavşak

Kesişen kol sayısı, üç olan kavşaklardır. Üçlü kavşaklar, kesişme şekillerine göre dörde ayrılırlar.

- **Eğik kollu kavşak (Y kavşak):** Kavşak kollarından bir veya daha fazlası diğer kollarla 90 derecenin dışında açı yapan kavşaktır.
- **Dik açılı kavşak (T kavşak):** Kavşak kolları arasındaki açı, 90 derece veya buna yakın olan kavşaktır.
- **Asimetrik birleşik üçlü kavşaklar:** Kavşak kollarından bir tanesi ortak olup, diğerleri buna ters olarak birleşen kavşaktır.
- **Simetrik birleşik üçlü kavşaklar:** Kavşak kollarından bir tanesi ortak olup, diğerleri buna simetrik (aynı yönde) birleşen kavşaktır.

1.1.2.Dörtlü kavşak

Kesişen kol sayısı, dört olan kavşaklardır. Dörtlü kavşaklar, kesişme şekillerine göre ikiye ayrılırlar:

- a) Dik açılı kavşak,
- b) Yatık kavşak.

- **Dik açılı kavşak:** Kavşak kolları arasındaki açı, 90 derece veya buna yakın olan kavşaktır.

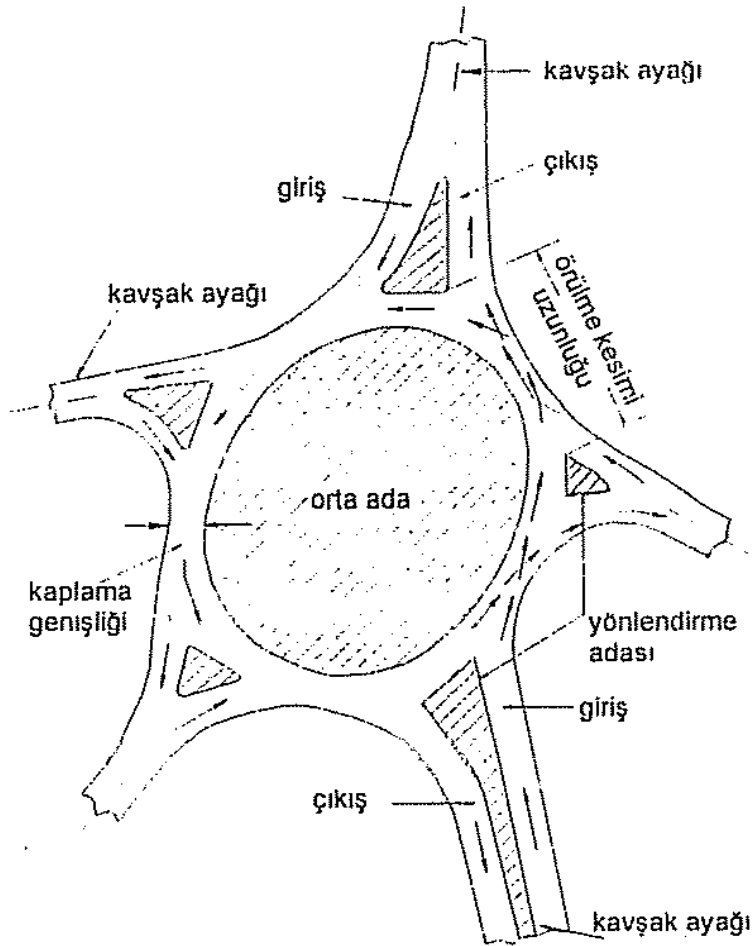
- **Yatık kavşak:** Kavşak kollarından bir veya daha fazlası diğer kollarla 90 derecenin dışında açı yapan kavşaktır.

1.1.3. Çoklu kavşak

Kesişen kol sayısı, dörtten fazla olan kavşaklardır. Bu tür kavşaklar, sürücünün bütün yönleri kontrol etmesi zor olacağı için tercih edilmemektedir.

1.1.4. Dönel kavşak

Kavşağın ortasında dairesel bir ada bulunan, kollardan gelen trafiğin ada etrafında dönerek gitmek istedikleri yöne yöneldiği dört veya daha fazla koldan oluşan kavşaklardır. Bir yolun kavşağa birleşen kısmına kavşak ayağı veya kavşak kolu denmektedir. Bunların yani kavşak ayaklarının sayısına göre de eş düzey kavşaklar; üçlü, dörtlü ve çok ayaklı kavşaklar olarak sınıflandırılırlar.

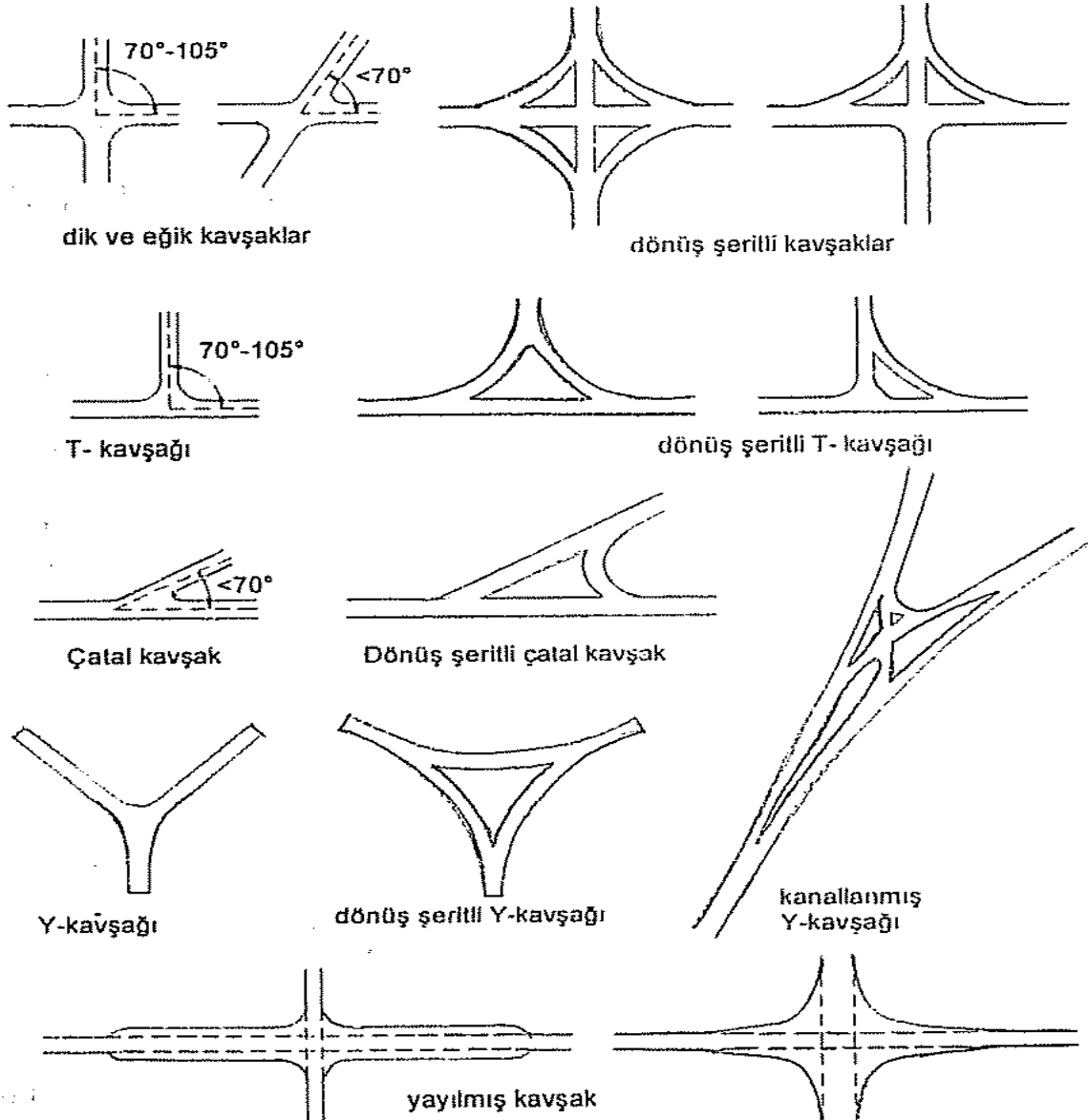


Şekil 11.2 Dönel kavşak

Eşdüzey kavşaklar trafik kontrol sistemlerine göre ikiye ayrılırlar:

- **Kontrolsüz kavşaklar:** Kavşaktaki yaya ve taşıt hareketleri, kavşakta bulunan ışsız trafik işaretleri ile düzenlenen kavşaklara, kontrolsüz kavşaklar denir. Bu tür kavşaklarda, eğer ana yolda kesilecek trafiğin yoğunluğu büyükse, ana yolu kesen talî yollarda hızın düşürülmesi gerekmektedir. Bunun için talî yollarda, ana yola çıkılmadan bir “dur” levhası konulması etkili olur.

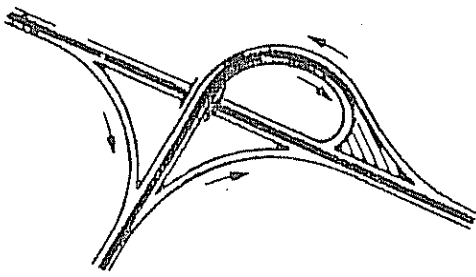
Kontrollü kavşaklar: Kavşak yerinin konumu nedeni ile yetersiz görüş yüzünden kavşağa talî yollardan yanaşan taşıtlar, ana yolun öncelik kuralına uyamıyorlarsa veya talî yoldaki trafiğin yoğunluğu ana yolun düzeyine yaklaştığı için, öncelik kuralı uygulanamıyorsa, değişik yönlerden kavşağa gelen trafiği, sıra ile keserek birbiri ardından akıtacak şekilde kumanda edilen bir kavşak düzenlemesi gerekir. Kavşağın trafik polisi veya daha yaygın olarak bir sinyal sistemiyle yönetildiği, taşıt ve yaya hareketlerinin kontrol altına alındığı bu kavşaklara, “kontrollü kavşak” denir.



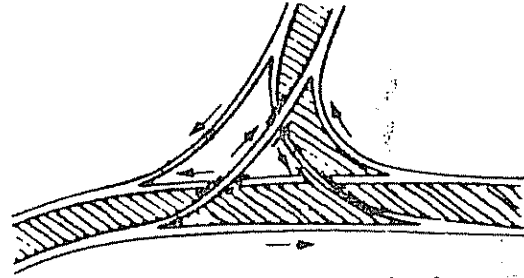
Çeşitli Eşdüzey Kavşak Tipleri

1.2.Katlı (KöprülÜ) Kavşaklar

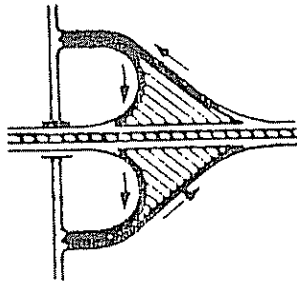
Bir kavşakta kesişen yolların trafikleri çok yoğun, durma, yeniden kalkma, trafik kazaları gibi işletme ile ilgili değerler çok yüksek ise, kesişen yollar farklı düzeyden geçirilerek kesişmeler ortadan kaldırılır. Bu tür kavşaklara “katlı (köprülÜ) kavşak” denir. Aşağıda katlı kavşak türlerinden bazılarının şekilleri görölmektedir.



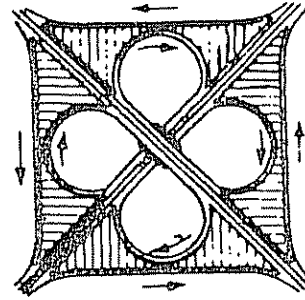
(a) T veya trompet



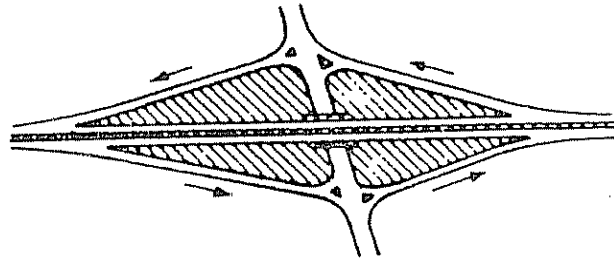
(b) Y tipi



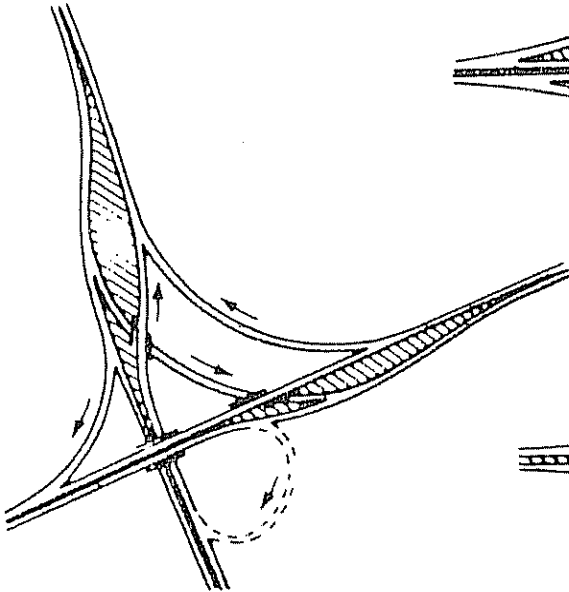
(c) Yarım yonca yaprağı



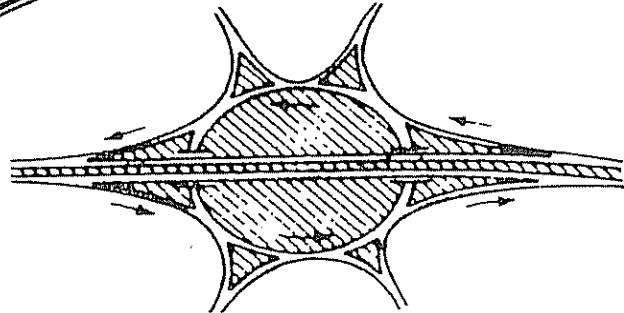
(d) Yonca yaprağı



(e) Baklava tipi



(f) Yönlendirici tip



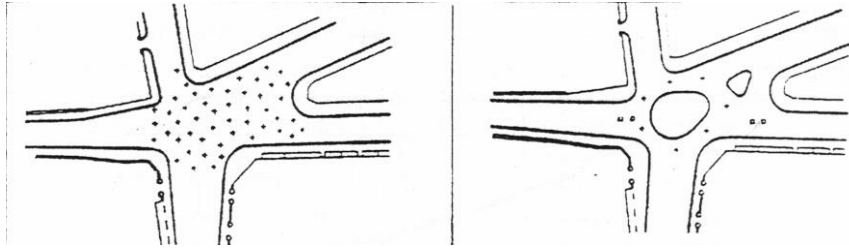
(g) Dönel tip (Rotary)

Bazı Farklı Düzeyli Kavşak Tipleri

2. Kavşaklarda Emniyet

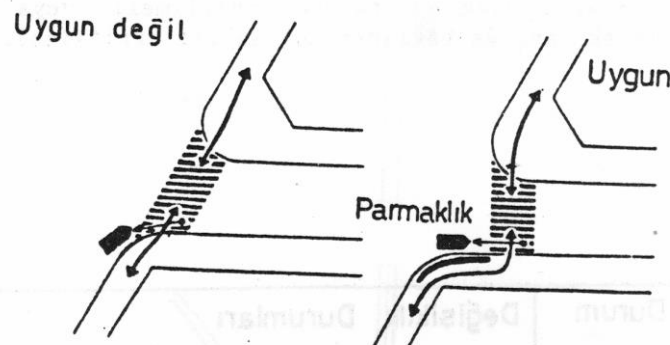
Bir kavşakta meydana gelen trafik kazalarının en aza indirilmesi ve trafik hareketlerinin en kısa süre içinde sağlanması için, aşağıda belirtilen düzenlemeler yapılmalı ve tedbirler alınmalıdır.

- Kavşak türü, trafik yoğunluğu ve alan topografyasına uygun olarak seçilmelidir.
- Kavşak geometrik olarak iyi tasarlanmış ve basit olmalıdır. Bu durum, sürücülerin kavşaktaki trafik düzenine uyum sağlamalarını kolaylaştırır.
- Kavşak, gerek araçlara gerekse yayalara iyi görüş şartları sağlamalıdır. Kavşak adalarında ve giriş kollarındaki refüjlerde görüşü engelleyecek yapı, pano, telefon kulübesi, sık ağaçlık, duvar, vb. gibi engeller bulunmamalıdır. Ayrıca orta refüjü bulunan kavşak kollarında da, kavşakta görüşü engelleyecek ağaç, levha, vb. şeyler bulunmamalıdır.
- Kavşak, gerekli trafik işaretleri ve yer çizgileri ile işaretlenmiş olmalıdır.
- Eğer kavşak sinyalizasyonlu bir kavşaksa, sinyal lambalarının düzenli ve arızasız işlemesi sağlanmalıdır.
- Kavşak her türlü hava şartlarında görülebilecek şekilde, yeterli seviyede aydınlatılmalıdır.
- Kavşak içindeki bordürler, gece ve gündüz görülebilmeleri için beyaz veya sarı olarak boyanmalıdır.
- Kavşaklarda kesişmelerin 90 derecelik bir açı ile olması, sürücünün kavşağa tam olarak hakim olabilmesi açısından tercih edilir. Mümkün olduğunca 180 dereceye yakın kesişmelerden kaçınılmalıdır. Bu tür kesişmeler çarpışma olasılığını artırır.
- Farklı yönlerden gelen trafiğin bir noktada kesişmemesi tercih edilir. Önemli kavşaklarda bu kesişme noktaları, her yöndeki sürücü için, sadece bir tek yönü kontrol etmesini ve bunu (görüş yönünden) mümkün olan en iyi şekilde yapmasını sağlayacak şekilde belirlenmelidir. Bunun için, bu tür kavşaklara adalar yapıp kaza oranları düşürülebilir. Aşağıda, bir kavşakta, ada varken ve yokken meydana gelen kaza noktaları gösterilmiştir.



Kaza Noktaları

- Kavşaktaki yaya geçitleri, kısa ve yol eksenine dik olmalıdır. Yol genişliğinin 12 metreden fazla olması durumunda, yaya emniyeti için ortaya koruyucu ada konmalıdır.



Kavşakta Yaya Geçitleri

3. Kavşaklarda Trafik Düzeni

Kavşaklarda trafik düzeni şu şekilde belirtilir:

- Kontrolsüz kavşaklarda önceliği olan yönler ve bekleyecek yönler işaretlenmiştir.
- Ortası refüjlü olan yol ana yoldur ve önceliklidir.
- Kontrollü kavşaklarda, araçların öncelik sıraları sinyallerle belirlenmiştir. Geçiş önceliği, sinyali yeşil olan yoldadır.
- Kontrolsüz dönel kavşaklarda öncelik, kavşağa ilk giren araçtır.
- Kavşakta sola dönen araçlar, karşıdan gelenlere yol vermek zorundadırlar.
- Geçiş sırası herhangi bir şekilde belirtilmemişse, sağdaki araç ilk geçiş hakkına sahiptir.



7. BÖLÜM

IŞIKLI TRAFİK İŞARETLERİ

1. Işıklı Trafik İşaretlerinin Tarihsel Gelişimi

İlk trafik lâmbası 1868 yılında İngiltere’de Westminster’de kurulmuştur. Kırmızı ve yeşil gaz lâmbalarından oluşan bu lâmbalar sadece gece kullanılmaktaydı. Ancak bu ilk deneme, bir patlama olması nedeniyle başarısız oldu ve yarım yüzyıllık bir süre içerisinde başka bir deneme yapılmadı. Üç renkle ve elle yönetilen ilk lâmba ise 1918’de New York’ta kuruldu.

Trafik kontrol yöntemlerinin doğal gelişimi sonucu elle yönetilen lâmbalar, yerini zaman ayarlı ve önceden tayin edilen belli sürelerle DUR ve GEÇ yazılarının görüldüğü otomatik trafik lâmbalarına bırakmıştır.

Bu lâmbalar, trafik kontrolünde büyük kolaylıklar sağlamış, ancak trafiğin yoğun olduğu büyük kavşaklarda yetersiz kalmışlardır. Bu yüzden dur ve geç uzunluklarını gün boyunca değiştiren kavşak kontrol cihazları üretilmiştir. Bu cihazlar sayesinde, birbirini takip eden bazı kavşaklarda, sabit zamanlı trafik lâmbaları yerleştirilerek bir hat boyunca yeşil ışık süresi başladığında, taşıt trafiğinin yoldaki kesişim noktalarında kesintiye uğramadan akması sağlanmıştır.

İlk taşıt kontrollü trafik sistemleri, 1930’ların başlarında A.B.D.’de yol kenarına yerleştirilen bir mikrofona ve sürücülerin kornalarına basmaları şeklinde oluşturulmuştur. Ancak bu sistemde pek çok aksaklıklar ortaya çıkmış ve daha sonra yolun içine yerleştirilen, elektrik bağlantılarıyla işleyen bir dedektör sistemi denenmiştir. Bunu takiben, 1932 yılında İngiltere’de taşıt uyarmalı sistemler kurulmuş ve geliştirilerek bugünkü modern sistemlere ulaşılmıştır.

Türkiye’de trafiğin ışıklı sistemlerle idare edilmesine 1950’li yıllarda başlanmış olmakla beraber, 1965 yılından bu yana ışıklı işaret tesislerinin kurulduğu görülmektedir. Ülkemizde ışıklı işaret sistemleri çoğunlukla sabit zamanlı sistemlerle çalışan kavşaklar şeklinde tesis edilmişlerdir. 1960’lı yıllardan itibaren büyük kentlerimizde taşıt uyarmalı sistemler kullanılmaya başlanmıştır. 1968 yılında Ankara’da, merkezi bilgisayarlarla kumanda edilebilen ışıklı işaret tesisi kurulmuştur.

2. Işıklı Trafik İşaretleri (Sinyalizasyon)

Sinyalizasyon, değişik yönlerden kavşağa gelen her tür trafiği, sıra ile keserek birbiri ardından akıtan, gerektiğinde kavşağa yaklaşan motorlu araç sürücülerini çeşitli durumlar için önceden uyararak, dolayısıyla kavşak içinde her türlü hareketin düzenli ve güvenli olmasına yardımcı olan ışıklı işaret sistemidir. Bu sistem otomatik olarak çalışır ve değişen trafik koşulları için farklı uygulamaları devreye sokabilir. Gerektiğinde el ile de sisteme müdahale etme imkânı vardır.

Trafik sinyalizasyonu şu faydaları sağlar:

- Düzenli bir trafik akımı sağlar,
- Araçların 90 derece açı ile çarpışmalarını önler,
- Kavşaklar arasındaki mesafenin, 700 metreden az olduğu birbirini takip eden kavşaklar arasında, koordineli akım oluşturur,
- Yoğun trafikli bir yolu, zayıf trafikli bir yolun kesmesi ve emniyetle ana akım içine girmesi mümkün olur,

- Kriterleri gerekmediği halde, yapılacak üst/alt geçit çözümlerinden çok daha ekonomiktir,
- Kavşaklarda gecikmeleri azaltır dolayısıyla yakıt tasarrufu sağlar,
- Durma, kalkma sayısının azalmasıyla çevre kirliliği azalır,
- Kavşağın kapasitesini artırır.

Ancak bu sonuçların elde edilebilmesi için, şu şartların oluşması gereklidir:

- Sinyali gerektirecek trafik yükünün olması,
- Yılda 5 veya daha fazla yayaya çarpma kazası olması,
- Kavşakta görüş şartlarının yeterli olmaması.

Sinyalizasyonun bazı sakıncaları ise şunlardır:

- Belirli tip kazalar artar, (örneğin arkadan çarpma gibi),
- Gereksiz ve hatalı konumlarda şoförlerin sinyale uyumsuzlukları artar,
- Işık süreleri gerekli şekilde değilse, gecikmeler artar ve şoförlerde sabırsızlık ve ihlaller ortaya çıkar.

Kavşakların otomatik sinyal yerine el ile idare edilmeleri 3 önemli sakıncayı doğurur.

1. Kavşaktaki trafik, sinyal sayesinde periyodik olarak dolup boşalacaktır. Ancak kavşağın elle idare edilmesi bu seri geçişi zorlaştırabilir.
2. Elle idare edilen kavşaklarda, sadece o kavşak dikkate alındığı için “Yeşil Dalga” akımını yakalamak çok zordur.
3. Tüm kent için zaman bakımından optimum kayıpları veren ve tüm kentin sinyal şebekesini koordineli olarak idare eden, “Saha Kontrolü” sistemini de yapmak mümkün olmayacaktır.

Sinyaller çalışır durumda iken, kavşağın elle idare edilmesi, sinyalin aksi olan komutların verilmesiyle, kavşağı yöneten kişiyi göremeyen sürücünün, kaza yapmasına neden olabilir. Örneğin, büyük bir kavşakta baş üstü lâmbalarına göre hızını ayarlayan sürücü, kavşakta başka bir komutla karşılaşınca tehlikeli durumlar ortaya çıkabilir. Ayrıca, sinyalde başka bir komut, kavşağın elle yönetilmesi durumunda başka bir komutla karşılaşan sürücünün, ışıklı trafik işaretlerine riyeti azalacaktır. Ancak, çok gerekli hallerde, kısa bir süre için sinyaller söndürülerek kavşak el ile idare edilebilir.

Sinyal renkleri; kırmızı, sarı ve yeşildir. Bu ışıkların anlamları uluslararası standartlara göre aşağıdaki gibidir:

Kırmızı: Hem araçlar hem de yayalar için dur anlamına gelir. Yayalar için olan kırmızı ışıktaki duran bir insan figürü vardır.

Sarı: Hazır ol anlamındadır.

Yeşil: Hem yayalar hem de araçlar için devam et (geç) anlamındadır. Yayalar için olan yeşil ışıktaki yürüyen bir insan figürü vardır.

Kırmızı yanıp sönen ışık (kırmızı flaş): Geçiş üstünlüğünün o yolu kesen yolda olduğunu ve kırmızı flaş yanan yöndeki aracın mutlaka durarak yolu kontrol etmesi gerektiğini anlatır.

Sarı yanıp sönen ışık (sarı flaş): Geçiş üstünlüğünün o yolda olduğunu, ancak kavşağın dikkatle geçilmesi gerektiğini anlatır.

Yeşil yanıp sönen ışık (yeşil flaş): Yeşil ışığın çok yakında biteceğini ve yerine sarı, kırmızı ışıkların geçeceğini belirtir.

Araç sinyallerinde, ok işaretleri de vardır. Okun yeşil olduğu yöne (sağ veya sol), araçlar dönebilir.

Sarı ve kırmızı flaşlar, çok az yüklü kavşaklarda veya gece ilerleyen saatlerde çalıştırılır. Bunların, normal program gerektiren yüklü saatlerde çalıştırılmamaları gereklidir. Aksi takdirde tehlikeli durumlar ortaya çıkabilir.

3. Sinyal Sistemleri

Kavşaklarda; kavşak tipi, trafik hacmi ve diğer trafik değerlerine göre, iki türlü sinyal sistemi uygulanabilir.

- El ile kumanda edilen sinyal sistemi,
- Otomatik olarak kumanda edilen sinyal sistemi.

3.1. El İle Kumanda Edilen Sinyal Sistemi

Bu sistem, yaya ve bisiklet sürenlerin kullanımına sunulmuş bir sinyal sistemidir. Bu sistemde, yaya ve bisiklet trafiğinin motorlu araç trafiği ile kesiştiği yerlerde, yaya ve bisikletlinin karşıdan karşıya geçme işlemi otomatik olarak el ile yapılır.

Bunu sağlamak için, söz konusu noktalara yerleştirilmiş sinyal lâmbalarının üzerinde bulunan düğmeye basmak ve “geç (yeşil ışık)” komutunu beklemek gerekir. Geçme süresi, trafik yoğunluklarına göre farklı sinyal programları yapılarak ayarlanır. Yaya ve bisikletlinin karşıya geçmeleri için gerekli süre geçtikten sonra, sinyal otomatik olarak motorlu araç trafiğine geç komutunu verir.

3.2. Otomatik Olarak Kumanda Edilen Sinyal Sistemi

Bu sinyal sistemleri zamana bağlı olarak çalışan sinyal sistemleridir ve iki şekilde çalışır.

- Sabit zaman esası
- Trafik uyarması esası

3.2.1. Sabit zaman esası

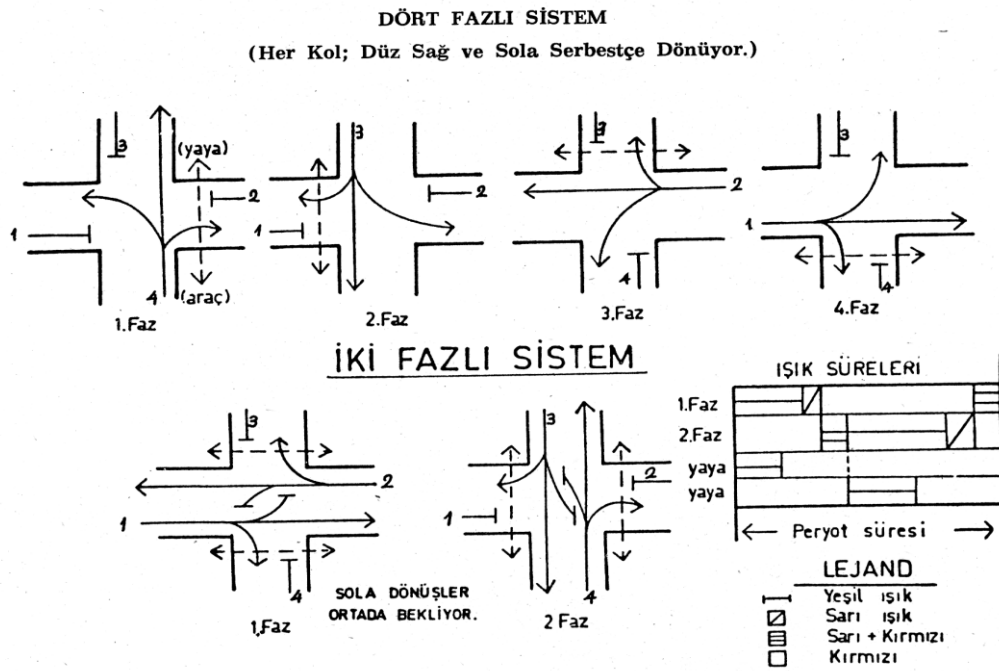
Bu sinyaller, bir program süresince belirli zaman aralıklarında yanıp söner. Değişiklik, ancak başka bir programın devreye girmesiyle olur. Kavşağın şekli, trafik hacmi ve diğer değerlere göre belirlenen faz sayıları ile günün farklı saatlerinde, farklı şekilde çalışmasına izin verilen sinyal programları ile işletilirler. Trafik akımlarının, belirli zamanlarda tepe noktalarından geçtiği ve değişmediği şehir içi sinyal sistemlerinde kullanılır. Bu sistemin faydaları şunlardır:

- Yapımları, bakım ve onarımları kolay ve maliyeti düşüktür,
- Çevresindeki kavşakların aynı periyot süresine veya katlarına sahip olması ve ortalama hızın 48 km/saat’ten az olmaması durumlarında, bu kavşaklarla koordinasyon sağlanabilir.

Ancak, sabit zaman esasına göre çalışan sinyal sistemleri, trafikte kısa süren büyük dalgalanmalara cevap vermez ve zayıf trafik saatlerinde araç ve yayaaları uzun süre bekletebilir.

Sabit zamanlı sinyalizasyonda iki önemli faktör vardır:

- **Periyot;** tüm sinyal ışıklarının, bir kere yanıp sönmek, tekrar yanmaları arasında geçen süredir. Tüm dünyada kabul edilen maksimum periyot süresi, 135 saniyedir. Kavşaklarda, sinyal hesapları yapılmalı ve hesaplanan periyot süresi uygulanmalıdır.
- **Faz;** bir periyot süresi içinde, aynı anda akmayan ve birbiri ile direk çatışmayan akımların hareketlerine denir.



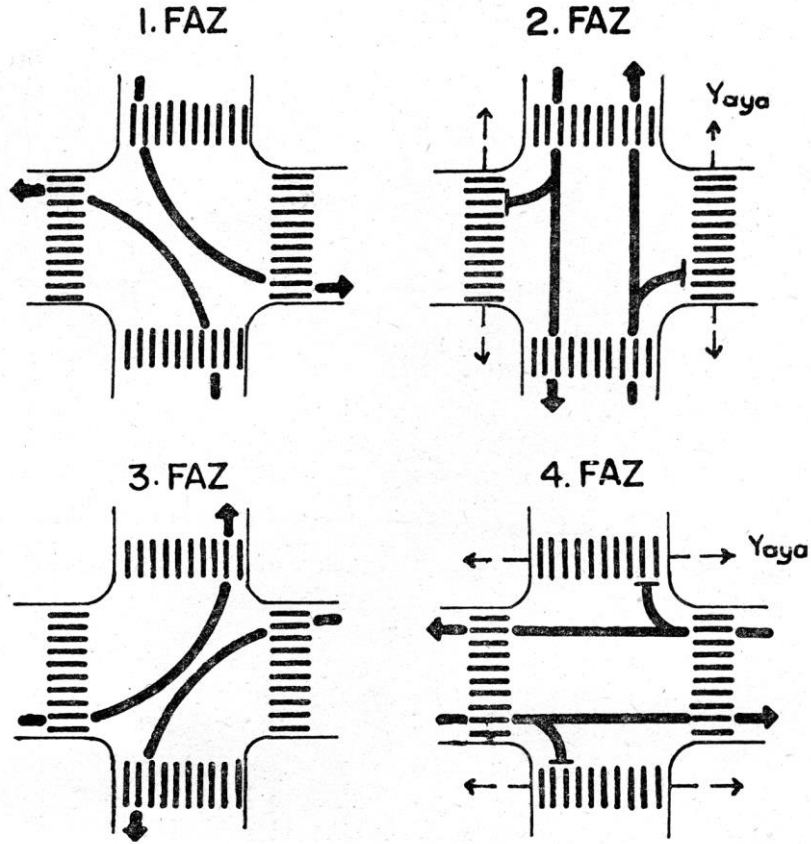
Dört fazlı ve iki fazlı sistemler

En emniyetli durum, 4 kollu bir kavşakta 4 fazlı durumdur. Ancak, periyot süresi 4'e bölündüğü için, yeşil zaman süresi azalır ve kavşak kapasitesi düşer. Bu durumun önlenmesi için, faz sayısı azaltılır. İki fazlı sistemde, sol dönüşler kavşak ortasında beklemek zorundadır. Eğer yer müsait ise, *Sinyalize Rotari (Göbekli kavşak)* çözümüne gidilebilir ve sol dönüşler, ortadaki adanın etrafında bekletilir.

Bunlara ek olarak, karşılıklı geçen trafik akımından birini gecikmeli açarak veya diğerini erken kapayarak, karşıdan gelen akımların sola dönmeleri için, faz kaydırma yöntemi uygulanabilir.

Sol dönüşlerin faz ilavesi yolu ile diğer bir çözümü de, genellikle yurt dışında uygulanan ve iki sol dönüşü beraber yaptıran çözümdür.

AMERİKAN SİSTEMİ SOL DÖNÜŞLER
(4 FAZLI ÇÖZÜM)



Amerikan sistemi sol dönüşler

3.2.2. Trafik Uyarması Esası

Bu tip sinyal sisteminde ise, kavşak girişlerindeki dedektörler, zaman zaman trafiği sayar ve buna uygun olan sinyal sürelerini ayarlar. Sabit bir periyot süresi yoktur. Bu sistemin yararları ise şunlardır.

- Genellikle gecikmeleri azaltır,
- Trafik akımının kısa süreli dalgalanmasına uygundur,
- Kapasiteyi bazen artırır.

Ancak, trafik uyarmalı sistemlerin yapımı ve bakımları oldukça pahalıdır ve sabit periyot süresi olmadığı için, birbirini izleyen kavşaklar arasında koordinasyon (Yeşil Dalga) sağlanamaz.

Trafik uyarmalı sistemler, **Tam Trafik Uyarmalı**, **Yarı Trafik Uyarmalı** ve **Toptulaşım Uyarmalı** sistemler olmak üzere üç başlık altında incelenebilir.

a. Tam Trafik Uyarmalı Sistem; hiçbir yöne ana yol önceliği verilmeyen ve kavşağın her kolunda dedektör olan sistemlerdir. Trafik durumu her an değişen ve önceden kestirilemeyen kavşaklarda kullanılır.

Kavşak kollarının her birinde belirli aralıklarla sayım yapan dedektörler, kollarda trafik durumuna göre, kollara verilecek yeşil zaman ve bunların öncelik sıralarını tayin eder. Programda, ilk önce minimum yeşil süreler devreye girer. Sonra, trafik gerektirirse, belli sürelerde uzatmalar verilip, arkasından diğer kollara öncelik verilir.

Tam trafik uyarmalı sistem, oldukça pahalı bir sistemdir. Bu nedenle kentlerde, sabit zaman esasına göre çalışan sinyalizasyon sistemleri tercih edilir.

b. Yarı Trafik Uyarmalı Sistem: Bu sistemlerde, ana akım devamlı olarak yeşil ışıktadır. Yan kollardan birine araç geldiğinde, yan kollara konan dedektörlerin kumanda cihazını uyarması ile, ana akımın yeşil ışığı bir süre için kırmızıya döner ve yan yoldan gelen araçlar kavşağa girer. Bu süre geçtikten sonra, ana akım otomatik olarak tekrar yeşil olur. Bu sistemin iyi çalışabilmesi için, ana akımdaki araçların, kavşağa giriş hızları, “HIZ HUNİSİ” adı verilen hız sinyalleri ile ayarlanmalıdır.

c. Toplu Taşıım Uyarmalı Sistemler: Bu sistemde amaç, toplu taşıım araçlarının hemzemin kavşaklarda zaman kaybetmesini önlemek veya en aza indirmektir. Otobüsler için kavşak girişlerine konan dedektörler, otobüslerden verilen özel sinyallere göre, kavşaktaki programa müdahale ederek gerekli değişimleri yapar ve otobüsün yeşil ışıktaki geçmesini sağlar.

Geçen araç sayılarını veya kendisine sinyal ileten araçları belirleyerek, bunu kavşak kumanda aletine bildiren dedektörler, aynı zamanda, cankurtaran, itfaiye veya polis araçlarının da, kavşaklarda öncelikle geçmesini sağlarlar.

Bu üç tür sinyalizasyona ek olarak, bunların kombinesi olan “SAHA SİNYALİZASYON” sistemi vardır. Bu sistem daha çok kent içinde uygulanır. Tüm kavşak sinyal kumanda cihazları, çok damarlı bir kablo ile merkezi kompütüre bağlanır. Bu kompütüre yerleştirilmiş olan muhtelif programlar, günün belli saatlerine göre devreye girer veya devreden çıkarlar. Merkezi bilgisayarın olduğu yerde, tüm kavşaklardaki sinyal durumunu anında görmek mümkün olduğu gibi, bu programları değiştirmek, kavşakları televizyon ekranında görmek, trafik polis araçları ile bağlantı kurmak ve gün içindeki tüm sinyal durumlarını yazılı rapor haline dökmek vb. mümkün olur. Merkezi kompütüre gelen bilgiler, kent içinde stratejik noktalara konan *Örnekleme Dedektörleri* ile sağlanır. Kavşaklarda oluşacak tıkanıklıklar, programa müdahale eden *Kuyruk Dedektörleri* yardımı ile çözülür.

Merkezi bilgisayar sistemi, Ankara’da, 1967-69 yıllarında kurulmuştur. Kapasitesi 130 kavşak olan sisteme 70 kavşak bağlanmış, ancak sistem iyi işletilememiştir.

4. Sinyal Tesisleri

Sinyal tesislerini; sinyal fenerleri ve direkleri, kumanda cihazları, dedektörler ve merkezi kompütür oluşturur.

Sinyal fenerleri ve direkleri: Çapı kent içinde 20 cm, kent dışında 30 cm, reflektörlü ve trafik kanununun kabul ettiği, renk kodunda kırmızı, sarı ve yeşil filtresi olan fenerlerdir. Sinyal fenerleri görülebilir ve yeterli sayıda olmalıdır.

Uzaktan gelen araçlara sinyal verebilmek ve kavşaklarda duran araçların birbirinin görüşünü kapatmasının önlemek amacıyla, baş üzerine askılı sinyal lâmbaları kullanılır. Sinyal fenerlerinde baş üstünde olmayanların, yerden yüksekliği 2.10 metre olmalıdır.

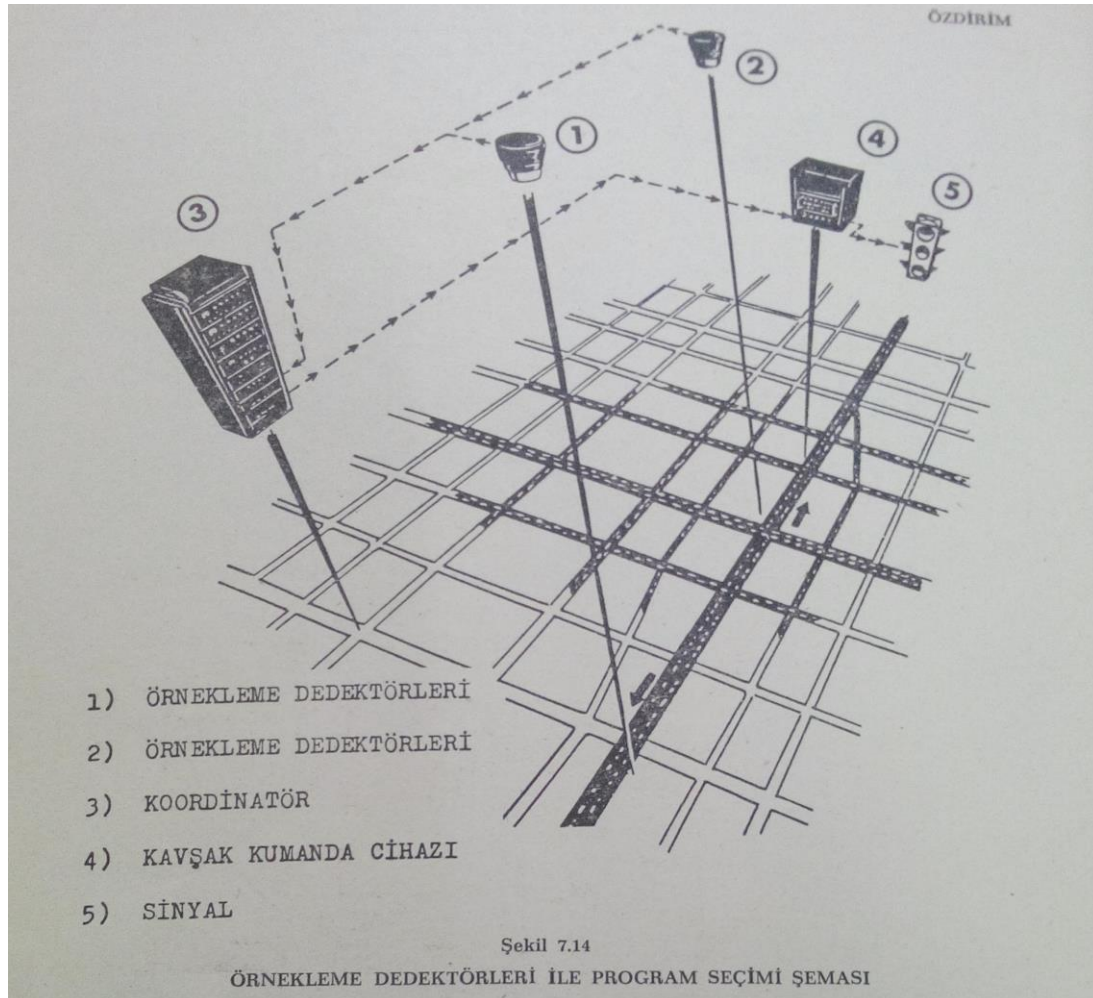
Kavşak girişlerine konan sinyallerden aynı olanlarına, “Tekrarlama Sinyali” adı verilir. Tekrarlama sinyalleri, çok şeritli bir yolda, duran ve hareket eden trafiğe daha iyi görüş şartları sağlamak için konulur. 2 şeritli bir yolda 1 adet, 3 şeritli bir yolda 2 veya 3 adet, 4 şeritli bir yolda da 4 adet cephe gereklidir.

Kumanda cihazları: Kavşaklardaki sinyal lâmbalarının çalışmalarını düzenleyen tesislerdir. Bunlar ya münferit olarak kavşağa kumanda eder ya da merkezi bilgisayardan gelen emirlere göre fenerleri yakıp söndürürler.

Dedektörler: Trafik uyarımalı sinyal sisteminde kullanılan dedektörler, yol içine gömülü olarak veya yol kenarında çalışırlar. Dedektörler; aktif ve pasif dedektörler olmak üzere ikiye ayrılır.

Merkezi bilgisayar: Büyük bir kentin sinyal sistemini bir merkezden idare eden elemanlardır. Merkezi bilgisayar ile, sinyalize kavşaklar arasında bağlantı sağlanır. Bu sayede, kent içindeki sinyal grupları idare edilebilir.

***Dedektörler geçen araçların sayısını belirler ve bunu kavşak kumanda aletine bildirerek program yapımını otomatik olarak sağlar.



Bölüm 8

Işıksız Trafik İşaretleri

Amaçlar

Bu üniteyi çalıştıktan sonra,

- ışıksız trafik işaretlerini tanıyacak,
- işaretlerin işlevlerini öğreneceksiniz,
- ışıksız trafik işaretlerinin önemini kavrayacak ve düzenli ve güvenli bir trafik akımı sağlamak için bu işaretlerin üstlendiği görevleri anlayacaksınız.

İçindekiler

- Işıksız Trafik İşaretleri
- Yatay İşaretleme
- Düşey İşaretleme
- Özet
- Değerlendirme Soruları
- Ek Okuma Kaynakları

Çalışma Önerileri

Bu üniteyi çalışmadan önce,

- Çevrenizdeki yatay ve düşey işaretleri gözlemleyiniz

• Işıksız Trafik İşaretleri

Işıksız trafik işaretleri de, ışıklı trafik işaretleri gibi, trafiğin düzenli ve güvenli akışını sağlamak, sürücü ve yayaları uyarmak ve bilgilendirmek işlevini üstlenirler. Işıksız trafik işaretleri; YATAY ve DÜŞEY olmak üzere iki türdür.

1. Yatay İşaretleme

Yol yüzeyinde boya veya kaymayan, 6 mm'den fazla kabarma yapmayan malzemeler, ya da 2.5 cm'den yüksek olmayan madeni çivilerle meydana getirilen işaretler, "yatay işaretler" olarak adlandırılırlar.

Boya ile yapılan işaretleme, asfalt üzerinde beyaz ve sarı, beton üzerinde sarı renkte olmalıdır. Aynı amaçlar doğrultusunda her zaman aynı renkler kullanılmalıdır. Yol yüzeyindeki sayı, yazı, ok ve diğer sembollerin sürücü tarafından rahat görülebilecek biçim ve boyutta olması gereklidir. Yolda ışıklandırma iyi değilse, işaretlerin yansıtıcı özellikte olması faydalı olur.

1.1.Yol ekseni boyunca işaretleme

Yol ekseni boyunca işaretleme, iki şeritli yollarda, gidiş ve dđnüş şeritlerini eksen boyunca ayıran ve gđrüş koşullarına gđre, geçme olanağı olan yerlerde kesikli, yasak olan yerlerde de sđrekli olan beyaz çizgilerdir.

Ortası refüjle ayrılmamış dđrt ve daha fazla şeritli yollarda, eksen, gidiş ve dđnüş yđnlerini ayıran ve geğişi yasaklayan **paralel sđrekli çift çizgi** ile belirlenir.

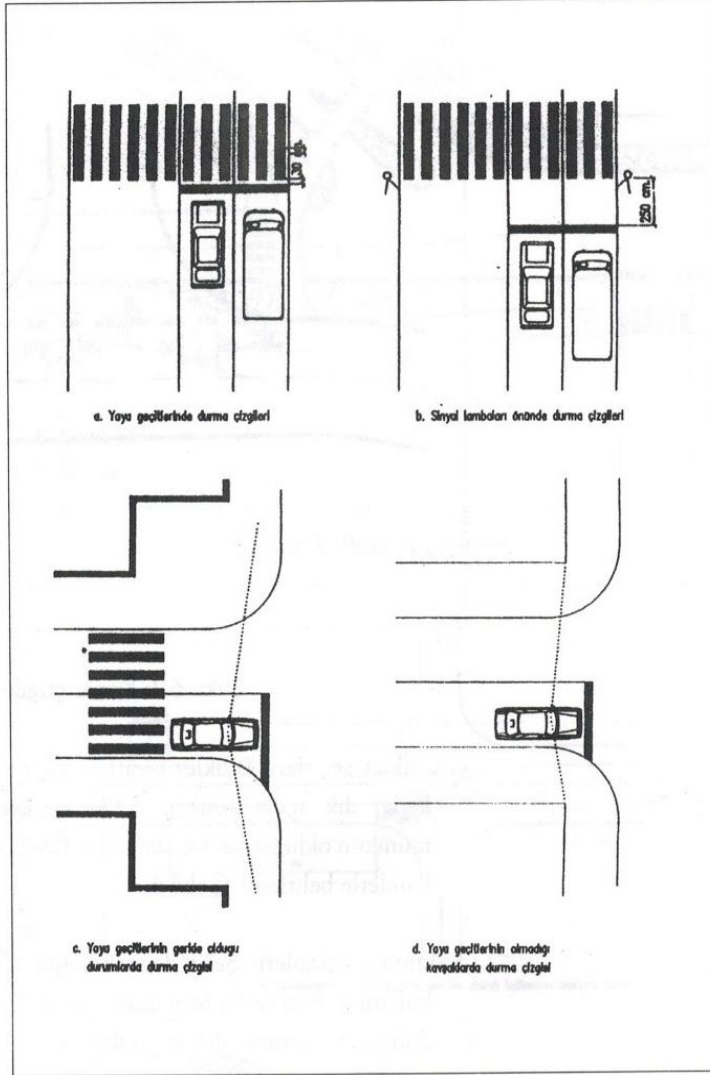
Trafik gđvenlięini sağlamak için, kesikli çizgiler, eşdüzey kavşaklardan yaklaşık 30 metre önce, sollayarak geçme ve şerit değiştirmeye engel olmak için, kesiksiz hale getirilir. Yol şeritlerinin dış kenarları sđrekli çizgilerle işaretlenir. Ayrıca, yere ęakılan yansıtıcı malzemeden de faydalanılabilir.

Yoldaki trafik adaları da, boyanarak işaretlenir. Bazı eşdüzey kavşaklarda, sürücüye dđnüş yđnünü gđsteren çizgi ve oklarla yatay işaretleme yapılır.

1.2.Yol eksenine dik işaretleme

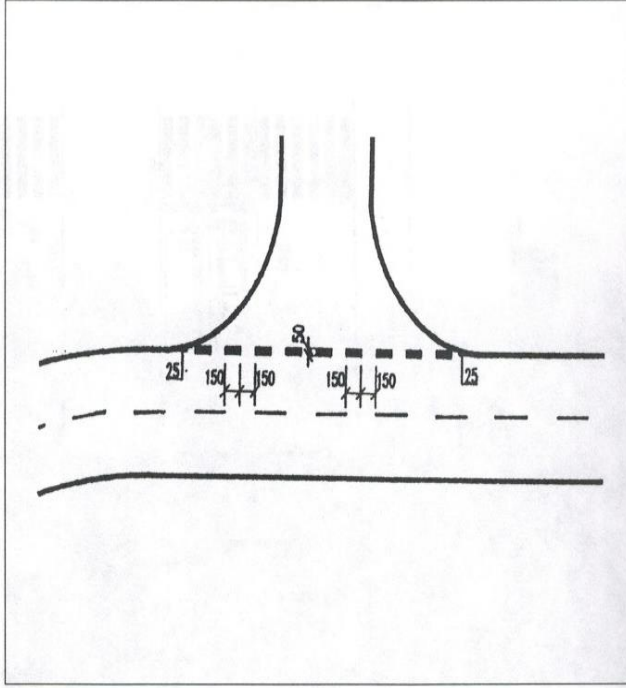
Yol üzerinde eksene dik işaretlemeler, optik gđrüş yđnünden daha geniş yapılır. Bu işaretler; durma çizgileri, kenar çizgileri, emniyet çizgileri, yaya geçitleri ve bisiklet geğitlerini belirten çizgilerdir.

- **Durma çizgileri:** Durma çizgileri, taşıtların durdurulmasının gerekli olduğu yerler ve geçiş üstünlüğü uygulaması olan kavşaklarda çizilirler. “DUR” yazısı ile de güçlendirilebilirler. Bu çizgiler, sinyalize kavşaklarda en öndeki araçların, sinyal lâmbasını rahatça görebilmelerini sağlayacak mesafede çizilmelidirler. (Şekil 6.1)



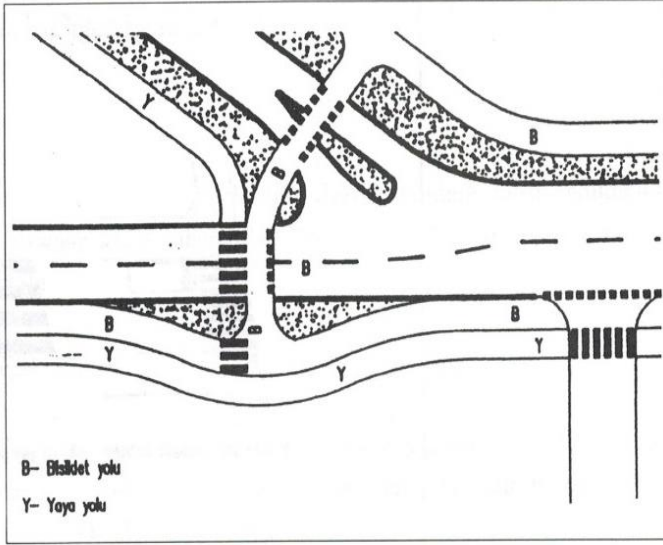
Şekil 6.1: Durma çizgileri.

- **Kenar çizgileri:** Kenar çizgileri, trafik şeritlerinin sınırlarını belirtmeye yararlar. Sürekli olarak çizilirler. Kavşaklarda yan kollar açıklığına, kesikli olarak devam ederler. (Şekil 6.2)

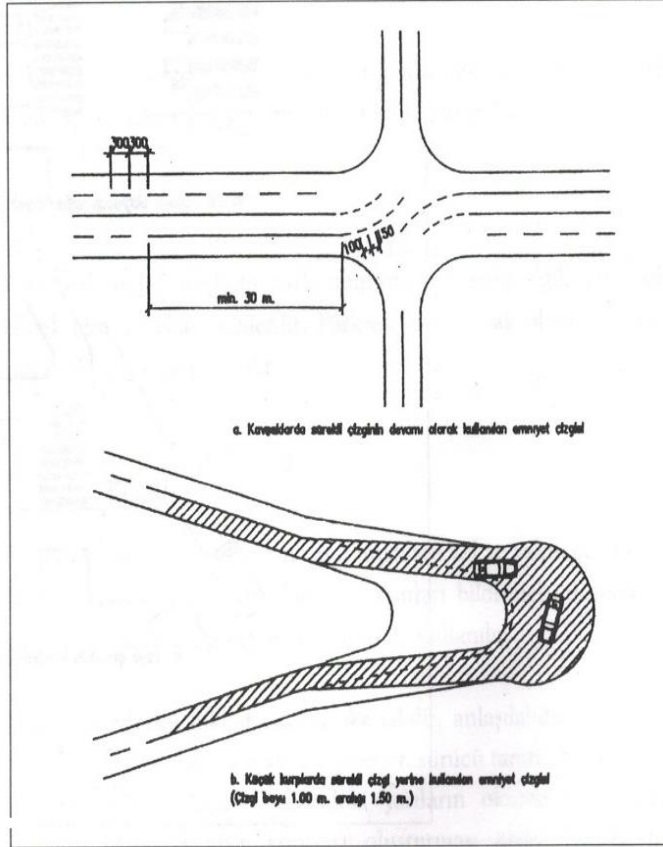


Şekil 6.2: Kenar çizgileri.

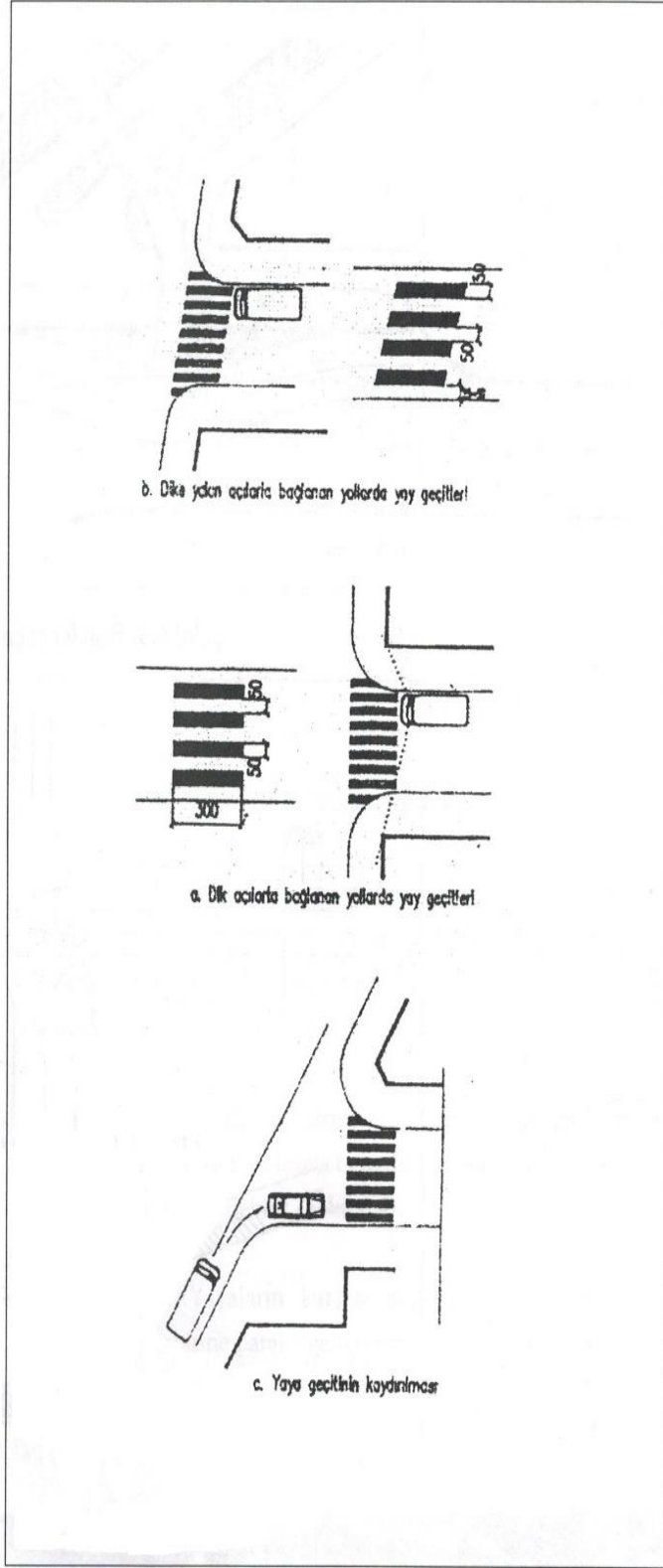
- **Bisiklet geçitleri:** Bisiklet geçitleri, taşıt yolunu mümkün olduğu kadar dik açıda kesmeli ve kendi içindeki kesişmelerde de, mümkün olduğunca dik olmalıdır. Bisiklet geçitleri 50x50 cm'lik karelerle belirlenir (Şekil 6.3).
- **Emniyet çizgileri:** Şerit değiştirmenin tehlikeli olduğu yerlerde kullanılır. Bazı yerlerde emniyet çizgileri, geçi yasaklayan çizgiye dönüşerek devam edebilir (Şekil 6.4).
- **Yaya geçitleri:** Yayaların karşıya geçeceği yerleri belirleyen çizgilerdir. Birbirine paralel geniş çizgilerden oluşur (Şekil 6.5).



Şekil 6.3: Bisiklet geçitleri.



Şekil 6.4: Emniyet çizgileri.



Şekil 6.5: Yaya geçitleri.

Yol ekseni üzerindeki işaretlerin kaybolması, ne gibi sonuçlar ortaya çıkarabilir?

1.3. Diğer işaretler

- **Oklar** : Kavşaklarda, yol şeritlerinin değişik yönlere tahsis edildiğini belirtmek üzere kullanılırlar. Yön gösteren bu oklar, şerit ortasına çizilir.
- **Eğik çizgiler**: Yolda bir engel olduğunda veya taşıtların geçmesi uygun olmayan yol parçasının belirtilmesinde kullanılan uyarı çizgileridir. Bu çizgiler bir çeşit trafik adası oluştururlar.
- **Yazılı işaretler** : Sürücüleri uyarmak ve trafiği yönlendirmek için, gidiş yönü üzerinde, uzatılarak yazılan “DUR”, “GEÇ” gibi yazılardır.
- **Park yerlerindeki işaretler** : Park yerlerinde, araçların park sınırlarını gösteren, eğik veya dik olarak çizilmiş olan çizgilerdir. Park etmenin yasak olduğu yerlere çarpı şeklinde çizgiler çizilir.

2. Düşey İşaretleme

Düşey işaretler, karayolundan yararlananlara yol ve yakın çevresi ile ilgili bilgileri vermek, yasaklama ve kısıtları bildirmek, düzenli ve güvenli bir trafik akışı sağlamak amacı ile kullanılır.

Düşey işaretlerin; dikkat çekici, okunabilir, anlaşılabilir olması ve yeterli bilgiyi içermesi gereklidir. İşaretler, sürücü tarafından kolayca fark edilmelidir. Levha üzerindeki yazıların okunabilmesi için, yazıların levha rengiyle kontrast oluşturması gereklidir. Levha üzerindeki bilgiler, o yöreyi tanımayanları da yönlendirebilecek nitelikte olmalı ve yanıltıcı olmamalıdır.

Ülkemizde, Karayolları Genel Müdürlüğü’nce belirlenen ve uygulanan işaret levhaları şunlardır:

- Tehlike uyarı işaretleri,
- Trafik tanzim işaretleri,
- Bilgi işaretleri,
- Duraklama ve park işaretleri,
- Otoyol işaretleri.

2.1. Tehlike uyarı işaretleri

Yolu kullananları, yol ve yakın çevresindeki tehlikelere (keskin virajlar, kaygan yol, kesen trafik tehlikesi, kasisli yol, demiryolu geçidi vb.) karşı uyarmak amacıyla kullanılırlar. Bu işaretlere dikkat eden sürücü, tehlike oluşmadan önlemini alır.

2.2. Trafik tanzim işaretleri

Bu işaretler trafiği tanzim eder. Bazı yasak ve sınırlamaları yolu kullananlara bildirerek, düzenli ve güvenli bir trafik akışı sağlanmasına yardımcı olur.

2.3. Bilgi işaretleri

Bilgi işaretleri, yolu kullananlara yol ve yakın çevresi hakkında bilgi verir ve onu yönlendirir.

Bilgi levhalarının büyüklüğü, o yol üzerinde kabul edilen hızda giden sürücünün, levha üzerindeki yazıları okuyabileceği boyutta olmalıdır. Bu nedenle, hıza bağlı olarak harf büyüklükleri için gerekli tablolar oluşturulmuştur. K.G.M., tüm levhaları bu tablolara uygun olarak ölçümlendirmektedir.

Ülkemizde devlet yollarında kullanılan bilgi levhalarında, fon mavi, yazılar beyazdır. Turistik yerler ve yurt dışı yön işaretlerinde ise fon sarı, yazılar siyahtır.

2.4. Duraklama Ve Park Etme İşaretleri

Duraklama ve park etmenin yapılabileceği ve yasak olduğu yerleri gösteren işaretlerdir.

2.5. Otoyol İşaretleri

Otoyolu kullanan sürücülere gerekli bilgileri veren işaretlerdir. Ülkemizde, oto yollarda kullanılan bilgi levhalarında, fon yeşil yazılar beyazdır.

Özet

Trafik işaretleri, istenilen hareket doğrultusunu bulmak, yer saptamak, güvenli ve gereken hızda bir trafik akışı sağlamak ve yol ağı üzerinde trafiği rahatlıkla kanallandırmak için kullanılırlar.

Trafik işaretleri, platform üzerinde ve kenarında olmak üzere iki ana grupta incelenebilir. Bunlardan birincisine, "Yatay İşaretleme" ikincisine ise "Düsey İşaretleme" denilmektedir.

Trafik işaretlerinin tam ve doğru bir trafik planlama zinciri içinde, önemli bir yer tuttuğu tartışılmaz bir gerçektir. Ne yazık ki ülkemizde, özellikle de kent içi trafik düzenlemelerinde bu konu, ihmal edilen bir konu olmuştur. Düsey ve özellikle yatay işaretlerin ihmalı, ya da gerekli şekilde olmayışı, trafik içindeki sürücü, yaya ve yolcuların işaretlere yabancılaşmaları durumunu ortaya çıkarmıştır. Bu da, işaretlerin olduğu yerlerde, bu işaretlere riayet etmeme sorununu gündeme getirmiştir. Oysa trafik işaretleri, hem sürücülere, hem yolculara, hem de yayalara kolaylık sağlayan elemanlardır.

Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruların yanıtlarını bulunuz.

- Aşağıdakilerden hangisi, dört veya daha fazla şeritli yollarda gidiş ve dönüş yönünü ayıran ve geçişi yasaklayan çizgidir?
 - Kesikli çizgi
 - Düz çizgi
 - Durma çizgisi
 - Paralel sürekli çift çizgi
 - Kenar çizgisi
- Aşağıdakilerden hangisi, yol eksenine dik bir işaretleme değildir?
 - Dönüş yönünü gösteren çizgi ve oklar
 - Durma çizgileri
 - Kenar çizgileri
 - Emniyet çizgileri
 - Yaya geçitleri
- Düsey işaretler aşağıdaki hangi özelliklere sahip olmalıdır?
 - Dikkat çekici
 - Okunabilir
 - Anlaşılabilir
 - Görülebilir
 - I ve II
 - II ve IV
 - I, II, III, IV
 - I, II, III
 - Yalnız IV

4. Aşağıdakilerden hangisi, sürücüleri yol ve yakın çevresindeki tehlikelere karşı uyararak düşey işaretlerdir?
- A) Oto yol işaretleri
 - B) Tehlike uyarı işaretleri
 - C) Bilgi işaretleri
 - D) Duraklama ve park etme işaretleri
 - E) Trafik tanzim işaretleri

Aşağıdaki ifadelerin DOĞRU ya da YANLIŞ olduklarını belirleyiniz.

5. Işıksız trafik işaretleri, trafiğin düzenli ve güvenli akışını sağlamak, sürücü ve yayaları uyarmak ve bilgilendirmek işlevini üstlenir. ☐
6. Taşıtların durdurulmasının gerekli olduğu yerler ve geçiş üstünlüğü uygulaması olan kavşaklara çizilen çizgiler, “emniyet çizgileri” dir. ☐
7. Trafik güvenliğini sağlamak için kesikli çizgiler, eşdüzey kavşaklardan yaklaşık 30 metre önce, sollayarak geçme ve şerit değiştirmeye engel olmak için kesiksiz hale getirilir. ☐
8. Ülkemizde devlet yollarında kullanılan bilgi levhalarında fon; mavi, yazılar; beyazdır. ☐

Bölüm 9

KAZA ETÜTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Genel Bilgiler:

Trafik kazaları birçok ihtimalin, yanlışlıkların sonucu ortaya çıkar. Burada her ne kadar eğitimin rolü varsa da altyapının ve bunun kontrolünden sorumlu trafik polis teşkilatının rolü çok daha büyüktür.

Bu bölümde yol ve trafik durumunun kazalara etkisi incelenmektedir. Bu konuda yapılacak iyileştirmelerin kazaları ne derece azalttığı da ele alınacaktır.

Her şeyden önce yollar ve kavşaklarda yapılan iyileştirme faaliyetlerinin olumlu mu, olumsuz mu olduğu, bunun tesadüfi olarak mı, yoksa yapılan faaliyetlerin sonucu mu olduğunun belirlenmesi gerekir. İstatistik metotlarına göre yapılan bu etütler sonucu bir hükme varmak kabil olacaktır.

Bu nedenle, iyileştirme işlemine girişmeden önce trafik sayısı, kaza sayısı, seyahat süresi v.s. gibi faktörler belirlenmeli, daha sonra, iyileştirmeden bir süre geçince (örneğin 3-4 ay) tekrar aynı ölçümler tekrarlanmalıdır.

Daha sonra ise kaza etütlerinin önce / sonra metodu ile değerlendirilmesine geçilebilir ve yapılan değişikliğin iyi mi kötü mü olduğuna karar verilir.

KAZA ETÜTLERİNİN <ÖNCE> VE <SONRA> METODU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ:

(İstatistiksel metod kullanılarak ÖNCE ve SONRA etütlerinin değerlendirilmesi).

Buradaki değerlendirilmede esas olan iki grup vardır. Bunlardan biri, dikkate alınan işin, değişimden önceki ölçümü (before, (b) ve aynı işin değişiminden sonraki ölçümü (after, (a) ile gösterilir.

Burada değişimin tesadüfi olup olmadığını anlamak için bir kontrol grubuna ihtiyaç vardır. Bu kontrol grubunun da aynı şekilde, değişimden önceki süreye tekabül eden ölçümü (b') ve değişimden sonraki ölçümü de (a') ile gösterilir. Eğer bu kontrol grubu esas ölçümü değerlendirilecek hadiseden büyükse buna, etüd edilen sahanın büyük olması durumundaki formül uygulanır. Örneğin: Bir kent içi kavşakta yapılan bir değişimden sonra ki kaza sayıları etüd edilirken, kontrol grubu olarak ta kentin veya ülkenin tümünde olan kazalar dikkate alınırsa bu durumda ETÜD EDİLEN SAHANIN BÜYÜK OLMASI dikkate alınıp ilgili formül uygulanacaktır.

ETÜD EDİLEN SAHANIN KÜÇÜK OLMASI halinde, etüde konu olan aynı işin diğer bir yönü kontrol grubu olarak alınır.

Aşağıda bu duruma üç örnek görülüyor.

1.Etüd Edilen Saha Büyükse:

1 Serbestlik derecesinde olmak üzere,

$$X^2 = \frac{(a - bC)^2}{nC} \quad \text{değeri hesaplanır.}$$

Kabul edilen serbestlik derecesine ve hata sınırına göre tablodan alınan X^2 değerinden, yukarıdaki formülden hesaplanan değer büyükse, meydana gelen değişiklik tesadüf olmayıp iyileştirme (AFTER) neticesinde olmuştur denilir.

Buradaki Sembollerin Anlamları:

a = Değişimden (iyileştirme) sonraki kaza sayısı

b = Değişimden (iyileştirme) önceki kaza sayısı

c = İncelenen kavşağın bulunduğu bölgede olan kaza sayıları oranı

$$C = \frac{SONRA}{ÖNCE} = \frac{a'}{b'} \text{ (kontrol grubu).....(9.1)}$$

$$n = a + b \quad \text{.....(9.2)}$$

Örnek:

2 yıllık bir süre içinde bir bölge içindeki bir kavşakta yapılan araştırma sonuçları aşağıdadır.

İyileştirmeden ÖNCE

Bir kavşaktaki
Kaza sayısı 21

Kavşağın bulunduğu
bölgedeki
kaza sayısı 500 (Kontrol grubu)

İyileştirmeden SONRA

10

550 (Kontrol grubu)

$$X^2 = \frac{(a - bC)^2}{nC} \text{ , burada(9.3)}$$

$$a = 10$$

$$b = 21$$

$$n = a + b = 10 + 21 = 31$$

$$C = \frac{550}{500} = 1.1$$

$$X^2 = \frac{(10 - 21 \times 1.1)^2}{31 \times 1.1} = 5.03$$

X² tablosundan: Serbestlik derecesi: SD =1 ve kabul edilen %5 güvenlik sınırı için bulunan değer: 3.841 olduğundan 5.03 > 3.841 olduğu için, sistemde yapılan değişim gerçekten yarar sağlamış olup, elde edilen iyi sonuç tesadüfî bir sonuç değildir.

Bu yöntem, bir yolda olan değişimi ölçmede olduğu gibi iki ayrı yolun karşılaştırılmasında da kullanılabilir.

Örnek:

Londra – Birmingham otoyolunda 1961-1963 yılları arasında yapılan iyileştirmelerin kaza yönünden karşılaştırılması aşağıda görülüyor.

	1961	1963
Yaralanmalı kazalar :	<u>223</u>	<u>316</u>
Bu yolda yapılan toplam		
Araç x Mil:	433	530
(Milyon olarak)		(Kontrol grubu)

Her bir milyon Araç x Mil için

$$\text{Kaza Sayıları : } \frac{223}{433} = 0.52 , \quad \frac{316}{530} = 0.60$$

$$X^2 = \frac{(a - bC)^2}{nC}$$

$$a = 316$$

$$b = 223$$

$$n = a + b = 316 + 223 = 539$$

$$C = \frac{530}{433} = 1.22$$

(Not: Burada, yolda yapılan Araç x Mil değerleri, 1. misalde (C) nin hesabında alınan bölgesel (geniş çaplı) bilgi yerinde kullanılarak C =1.22 değeri elde edilmiştir.)
Formülde, değerleri yerine konup,

$$X^2 = \frac{(316 - 223 \times 1.22)^2}{539 \times 1.22} = 2.94$$

burada kabul edilen % 5 lik hata sınırındaki

$$X^2 = 3.84 \text{ olduğundan, } X^2 = 3.84 > 2.94$$

Hesapla bulunan $X^2 < (\text{Tablodan bulunan}) X^2$ dir.

2.94 < 3.84 olduğundan

kaza adedindeki artma tesadüftür.

Kaza Etütlerinin ‘Önce’ ve ‘Sonra’ Metodu İle Değerlendirilmesi

X² TABLOSU

		GÜVEN SINIRLARI								
		0,999	0,99	0,95	0,90	0,80	0,50	0,30	0,05	0,01
SERBESTLİK DERECELERİ	1	0,000	0,000	0,004	0,016	0,064	0,455	1,074	3,841	6,635
	2	0,002	0,020	0,103	0,211	0,446	1,386	2,408	5,991	9,210
	3	0,024	0,115	0,352	0,584	1,005	2,366	3,665	7,815	11,34
	4	0,091	0,297	0,711	1,064	1,649	3,357	4,878	9,488	13,28
	5	0,210	0,554	1,145	1,610	2,343	4,351	6,064	11,07	15,09
	6	0,381	0,872	1,635	2,204	3,070	5,348	7,231	12,59	16,81
	7	0,599	1,239	2,167	2,833	3,822	6,346	8,383	14,07	18,48
	8	0,857	1,646	2,733	3,490	4,594	7,344	9,524	15,51	20,09
	9	1,152	2,088	3,325	4,163	5,380	8,343	10,66	16,92	21,67
	10	1,479	2,558	3,940	4,865	6,179	9,342	11,78	18,31	23,21
	11	1,834	3,053	4,575	5,578	6,989	10,34	12,90	19,68	24,72
	12	2,214	3,571	5,226	6,304	7,807	11,34	14,01	21,03	26,22
	13	2,617	4,107	5,892	7,042	8,634	12,34	15,12	22,36	27,69
	14	3,041	4,660	6,571	7,790	9,467	13,34	16,22	23,68	29,14
	15	3,483	5,229	7,261	8,547	10,31	14,34	17,32	24,99	30,58
	16	3,942	5,812	7,962	9,312	11,15	15,34	18,42	26,30	32,00
	17	4,416	6,408	8,672	10,08	12,00	16,34	19,51	27,59	33,41
	18	4,905	7,015	9,390	10,86	12,86	17,34	20,60	28,87	34,80
	19	5,407	7,633	10,12	11,65	13,72	18,34	21,69	30,14	36,19
	20	5,921	8,260	10,85	12,44	14,58	19,34	22,78	31,41	37,57
	21	6,447	8,897	11,59	13,24	15,44	20,34	23,86	32,67	38,93
	22	6,983	9,542	12,34	14,04	16,31	21,34	24,94	33,92	40,29
	23	7,529	10,20	13,09	14,85	17,19	22,34	26,02	35,17	41,64
	24	8,085	10,86	13,85	15,66	18,06	23,34	27,10	36,42	42,98
	25	8,649	11,52	14,61	16,47	18,94	24,34	28,17	37,65	44,31
	26	9,222	12,20	15,35	17,29	19,82	25,34	29,25	38,88	45,64
	27	9,803	12,88	16,15	18,11	20,70	26,34	30,32	40,11	46,96
	28	10,39	13,56	16,93	18,94	21,59	27,34	31,39	41,34	48,28
	29	10,99	14,26	17,71	19,77	22,48	28,34	32,46	42,56	49,59
	30	11,59	14,95	18,49	20,60	23,36	29,34	33,53	43,77	50,89

2. Etüd Edilen Saha Küçükse :

O zaman aşağıdaki formül kullanılır.

$$X^2 = \frac{T(ad - bc)^2}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)} \dots\dots\dots (9.4)$$

burada: c, d = Kontrol frekansları (ÖNCE, SONRA)
T = Kaza adedinin toplamı
= a + b + c + d

Örnek:

Kısa huzmeli ışıkların mecburi olduğu kampanya süresindeki (SONRA) bir kentte bu esnada olan ölümlü kazalarla önceki (ÖNCE) durumun karşılaştırılması sonuçları aşağıdadır.

	ÖNCE	SONRA
Karanlık Süre:	24 = b	14 = a
	(Kontrol grubu)	
Aydınlık (Gündüz) Süre:	12 = d	15 = c

Toplam değerleri:

$$\begin{aligned}a + b &= 14 + 24 = 38 \\c + d &= 15 + 12 = 27 \\a + c &= 14 + 15 = 29 \\b + d &= 24 + 12 = 36 \\T &= a + b + c + d = 65\end{aligned}$$

Burada karanlık sürede azalan ölümlü kazalarda bu kampanyanın bir rolü olup olmadığını araştıralım: Tabii her iki durumdaki DİĞER faktörler aynı kalmak şartı ile, (Serbestlik derecesi; SD = 1, Güvenlik sınırı % 5 ve tablodan $X^2 = 3,84$ bulunur.)

Bu değerler Formül 9.4 de yerine konursa:

$$X^2 = \frac{65(14 \times 12 - 24 \times 15)^2}{38 \times 27 \times 29 \times 36} = 2.24$$

$X^2 = 2.24 < 3.841$ Azalma tesadüfen olmuştur.

KAZA ORANINI YÜZDE OLARAK ARTTIRAN ÖNLEMLER

ÖNLEM TÜRÜ	ETKİ YÜZDESİ %	KAZA TÜRÜ
-Güzergahını değiştirmeden yol boyunca yapılan iyileştirmeler	+ 120	Sadece yaralanma ve hasar
-Şehirlerarası yollarda yapılan esas kaplama değişiklikleri (kaygan yolların dışında)	+ 65	Yaralanma kazalar
-Araç park lambalarının kapatılması	+ 50	Gece park lambaları kapalı olarak park eden araçların katıldığı ölümlü ve ağır yaralanmalı kazalar
-Kentlerin banliyölerinde saatte 30 mil hız limitinin getirilmesi	+ 45	Yaralanmalı kazalar

TRAFİK KAZALARININ YOL VE TRAFİK DURUMU İLE İLGİLİ NEDENLERİ:

Bu nedenler çok çeşitli olmakla beraber genellikle üçe ayrılır. Bunlar:

- 1.Şöförün alıştığı yol durumunun çok ani değişimi,
- 2.Belli kaza noktaları,
- 3.Çeşitli tür araçların, insan ve hayvanın beraber hareketleridir,

Özellikle yolda olan şu durumlar kaza tehlikesini birden artırır.

1. Yol Durumunda Ani Değişimler:

- Yatay, düşey elemanlarda değişim,
- Kaplama genişliğinin daralması,
- Kaplama cinsinin ani değişimi,
- Daralan köprü genişliği,
- Uzaktan görülmeyen kavşak,
- Kaygan veya pürüzlü kaplama,
- Kısa süren çamurlu kesim,
- Gece ortaya çıkan ani sisli kısa kesimler.

2. Hızın yükselmesine ve emniyet sınırını aşmaya neden olan aşırı iyi yol şartları, dik inişler.

3. Yol şartlarının hızı çok düşürmesi sonucu kötü görüş şartlarında öndeki aracı geçmeye zorlanmak, örneğin; çok dik yokuşlar.

4. Örüme trafiği, ayrılma, kavşaklar, toplayıcı yolların hız yollarına bağlantı yerlerinde, otoyol rampalarında, hız değıştirme şeritlerinde.

5. Yaya, hayvan v.s. nin yolda beklenmedik anda ortaya çıkması gibi sebepler, trafik kazalarını meydana getirebilir.

Buraya kadar sayılan tehlikelere çare; tehlikeyi önceden bildiren işaretler, hız düşürücü yapımlar, trafik ve çevre kontrolü ile eğitimidir.

Şimdi yukarıda belirten alt yapıların kazalara etkisini görelim.

Bunlar;

- 1.YOL GEOMETRİSİ
- 2.YOL ELEMANLARI ‘dır.

Kazalara trafik durumunun etkileri ise;

- 1.TRAFİK HACMİ
- 2.SERVİS SEVİYESİ
- 3.TRAFİK KOMPOSİZYONU ile olur.

Yolun Geometrisinin ve Yol Elemanlarının Trafik Kazalarına Etkileri:

Yolun trafik kazalarına etkisi, ülkemizin resmi istatistiklerinde görüldüğü gibi % 1 seviyesinde değildir. Aksine % 30 civarına kadar çıkar.

Kazalar yol üzerinde ufak kesimlerde veya KARA NOKTA denilen yerlerde sık sık olur. Buralarda şoförün dikkatinin artması gerekir. Tabii hız da buna bağlı olarak buralarda azaltılmalıdır

V_{en} = Tehlikeli kesime giriş anındaki hızı ve (V) bu kesime girmeden önce normal yoldaki giriş hızı ise, relatif emniyet ölçüsü: (K_s)

$$K_s = \frac{V_{en}}{V} \text{ olur. (9.5)}$$

Aşağıda (Şekil 9.1) bir eş düzey kavşakla bir düşük yarıçaplı kurbun meydana getirdikleri hız düşümlerini görüyoruz. Hız düşük yarıçaplı kurpta, kavşaktan daha hızlı olmakta ve K_s (kurp) < K_s (kavşak) olmaktadır.

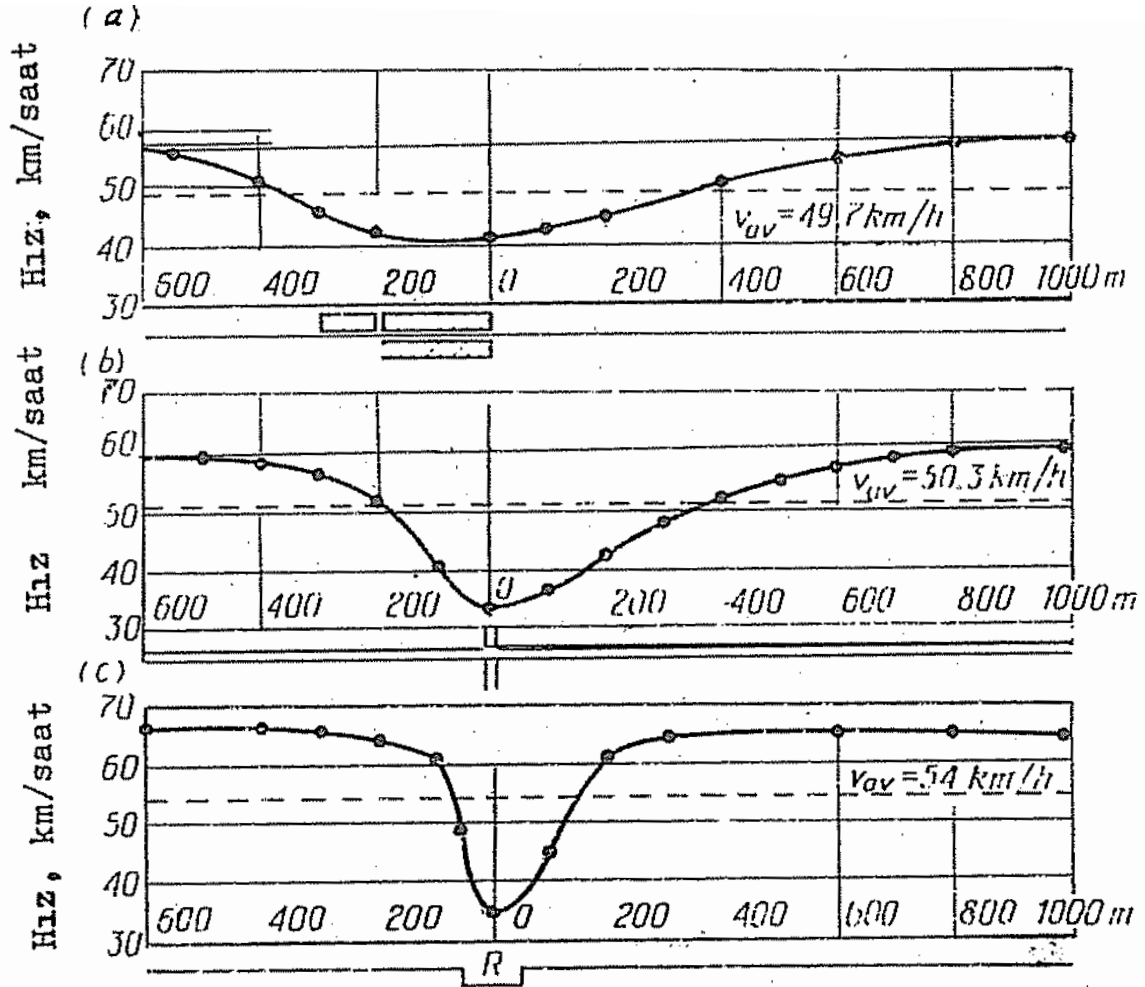
K_s = EMNİYET FAKTÖRÜ denir.

Bu Faktörün Değerleri:

K_s	DURUM
- 0.4	Çok tehlikeli bölüm
0.4 - 0.6	Tehlikeli bölüm
0.6 - 0.8	Hafif tehlikeli bölüm
0.8 - 1.0	En hızlı araç için bile emniyetli

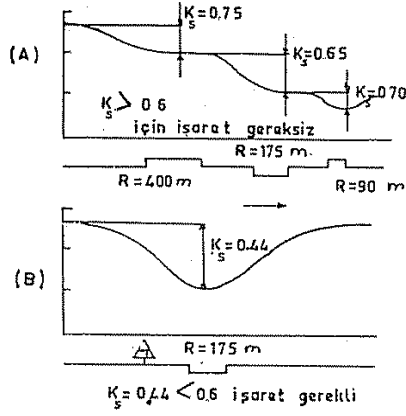
Yalnız buradaki hızlar, günlük normal hızlar olmalıdır.

Şekil 9.1



Şekil 9.2

(K_s) EMNİYET FAKTÖRLERİNE BAĞLI OLARAK İŞARET GEREKLİLİĞİ:



A) HALİ, ÇOK KURPLU YOLDA $K_s > 0.6$ OLDUĞU İÇİN İŞARET GEREKSİZ OLUYOR.

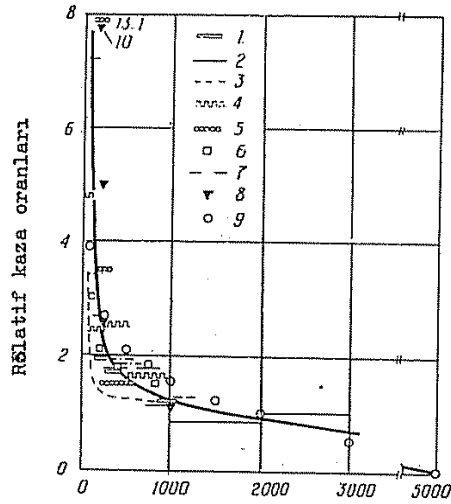
B) HALİNDE İSE TEK KURPLU YOLDA $K_s = 0.44 < 0.6$ İÇİN İŞARET GEREKLİ OLUYOR.

$$K_s = \text{RELATİF KAZA ORANI} = \frac{V_2}{V_1} \quad (\text{Emniyet faktörü})$$

NOT: BURADA V_1, V_2 KARŞILAŞTIRMAYA ESAS OLAN HIZLAR OLUP $V_1 < V_2$ DİR.

YATAY KURBLARIN YARIÇAPLARINA BAĞLI KAZA ORANLARI

BABKOV



Şekil 9.3

Yatay kurların yarıçapları, m.

- 1.T. Coburn, 1962 (İngiltere) 2. F. Bitzl, 1967 (Almanya) 3. T. Bolong, 1966 (Macaristan)
 4.T. Edamura, 1965 (Japonya) 5. Norveç 6. M. Raff, 1953 (ABD) 7. Trafik Mühendisliği
 El Kitabı, 1960 (ABD) 8. Vasielv, 1963 (SSCB) 9. V. Babkov, 1965 (SSCB)

Şimdi kazalara neden olan ve belli bir kesimde büyük ölçüde hız düşümüne ve K_s emniyet faktörünü, tehlikeli durumu belirten çok küçük değerlere indiren yol faktörleri ile kazalar arası ilişkileri görecektir ve bu durumların düzelmesi için ne yapılması gerektiğini inceleyeceğiz.

Yol Kurbu Yarıçapının Kazalardaki Rolü:

Tüm kazaların % 10 – 12 si kurlarda oluşmaktadır.

A. Vasiliev' in yaptığı araştırmaya göre kurba yarıçapı ile milyon araç km. ye düşen kaza sayısı arasındaki ilişki:

Kurba yarıçapı (m) :	50	150	200	250	500	1000
Kaza oranı :	3.2	2.8	1.6	0.9	0.8	0.4

Kaza oranı 0.00 civarında olan yarıçapı $R=2000$ m. bulunmuştur. Bu kurba, düz yol olarak kabul edilebilir.

Bu konuda yapılan araştırmalar yukarıda (Şekil 9.3) de görülüyor.

Eğimlerin Kazalara Etkisi:

İnişli çıkışlı bölümleri kazalar bakımından çok önemlidir.

Düz arazide kaza sayısı, tüm kazaların % 7 si iken dalgalı arazide bu oran % 18' e çıkar. Çok arızalı arazide ise bu değer % 25 ' i bulur.

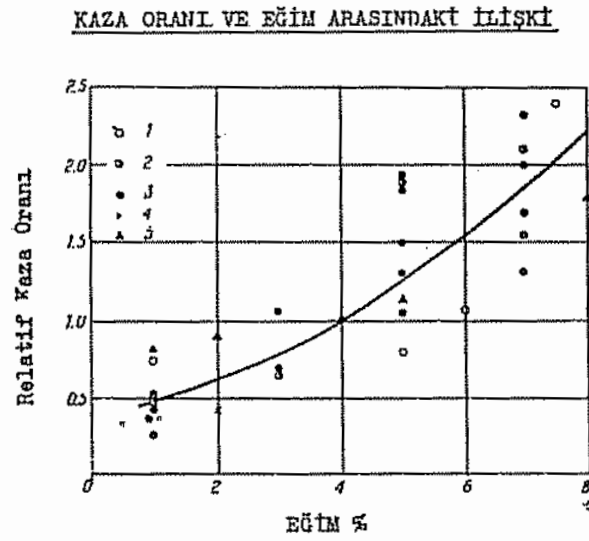
Kaza türleri bu tip arızalı arazide en çok olarak şunlardır.

- a.** Yoldan dışarı fırlamak veya öndeki aracı geçerken karşıdan gelen araçla çarpışmak.
- b.** Yokuş aşağı inen bazı araçların hızlarının fazla olması.
- c.** Duran araca çarpmak.

Yine motorlu Ulaşım Araştırma Enstitüsünde yapılan araştırmalar, iniş esnasında olan kazalarda, devamlı fren kullanmak rol oynamış olup bu, araçların Teknik arızası nedeniyle oluşan kazaların % 50 sini teşkil etmektedir.

Aşağıda sonuçlar toplu olarak görülüyor:
(Şekil 9.4)

KAZA ORANI VE EĞİM ARASINDAKİ İLİŞKİ



Şekil 9.4

1. A. Vasilev 2. F. Bitzl 3. Aynı, 4. J. Wardrop (İngiltere)
5. V. Varlashkin (Dağ eğimi için)

Federal Almanya'dan F. Bitzl adlı araştırmacı, milyon araç km. için oluşan kaza sayısını, yol genişliğini 7.0 metre kabul edip, yolun eğimine bağlı olarak değerlendiren aşağıdaki formülü bulmuştur.

$$Y = 6.6 + 0.13 \times i \quad \dots\dots\dots (9.6)$$

Burada; i = olarak yol eğimini ifade etmektedir.

Kaza Etütlerinin ‘Önce’ ve ‘Sonra’ Metodu İle Değerlendirilmesi

χ^2 TABLOSU

		GÜVEN SINIRLARI								
		0,999	0,99	0,95	0,90	0,80	0,50	0,30	0,05	0,01
SERBESTLİK DERECELERİ	1	0,000	0,000	0,004	0,016	0,064	0,455	1,074	3,841	6,635
	2	0,002	0,020	0,103	0,211	0,446	1,386	2,408	5,991	9,210
	3	0,024	0,115	0,352	0,584	1,005	2,366	3,665	7,815	11,34
	4	0,091	0,297	0,711	1,064	1,649	3,357	4,878	9,488	13,28
	5	0,210	0,554	1,145	1,610	2,343	4,351	6,064	11,07	15,09
	6	0,381	0,872	1,635	2,204	3,070	5,348	7,231	12,59	16,81
	7	0,599	1,239	2,167	2,833	3,822	6,346	8,383	14,07	18,48
	8	0,857	1,646	2,733	3,490	4,594	7,344	9,524	15,51	20,09
	9	1,152	2,088	3,325	4,163	5,380	8,343	10,66	16,92	21,67
	10	1,479	2,558	3,940	4,865	6,179	9,342	11,78	18,31	23,21
	11	1,834	3,053	4,575	5,578	6,989	10,34	12,90	19,68	24,72
	12	2,214	3,571	5,226	6,304	7,807	11,34	14,01	21,03	26,22
	13	2,617	4,107	5,892	7,042	8,634	12,34	15,12	22,36	27,69
	14	3,041	4,660	6,571	7,790	9,467	13,34	16,22	23,68	29,14
	15	3,483	5,229	7,261	8,547	10,31	14,34	17,32	24,99	30,58
	16	3,942	5,812	7,962	9,312	11,15	15,34	18,42	26,30	32,00
	17	4,416	6,408	8,672	10,08	12,00	16,34	19,51	27,59	33,41
	18	4,905	7,015	9,390	10,86	12,86	17,34	20,60	28,87	34,80
	19	5,407	7,633	10,12	11,65	13,72	18,34	21,69	30,14	36,19
	20	5,921	8,260	10,85	12,44	14,58	19,34	22,78	31,41	37,57
	21	6,447	8,897	11,59	13,24	15,44	20,34	23,86	32,67	38,93
	22	6,983	9,542	12,34	14,04	16,31	21,34	24,94	33,92	40,29
	23	7,529	10,20	13,09	14,85	17,19	22,34	26,02	35,17	41,64
	24	8,085	10,86	13,85	15,66	18,06	23,34	27,10	36,42	42,98
	25	8,649	11,52	14,61	16,47	18,94	24,34	28,17	37,65	44,31
	26	9,222	12,20	15,35	17,29	19,82	25,34	29,25	38,88	45,64
	27	9,803	12,88	16,15	18,11	20,70	26,34	30,32	40,11	46,96
	28	10,39	13,56	16,93	18,94	21,59	27,34	31,39	41,34	48,28
	29	10,99	14,26	17,71	19,77	22,48	28,34	32,46	42,56	49,59
	30	11,59	14,95	18,49	20,60	23,36	29,34	33,53	43,77	50,89