

TASARIM PROJESİ DERS NOTLARI

1.BÖLÜM

1.1 KARAYOLU TASARIMI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

ULAŞTIRMA: Yük ve yolcuların bir yerden bir başka yere –fayda sağlamak için – taşınmasıdır. Ulaştırma ilgili altyapısına göre;

1. Karayolu ulaştırması
 - Karayolu
 - Demiryolu
2. Su ulaştırması
 - Denizyolu
 - İç Su yolu (Göl, Nehir, Kanal)
3. Hava ulaştırması
4. Boru ulaştırması(doğalgaz hatları)
5. Kablolu ulaştırma (Teleferik)

KARAYOLU: Her türlü taşıt ve yaya ulaşımı için kamunun yararlanmasına açık olan arazi şerididir. Karayolunun görevi; canlıların, eşyaların bir yerden başka bir yere, hızlı, güvenli, konforlu ve ekonomik bir şekilde ulaşmalarını sağlamaktır. Bunu gerçekleştirirken, gerekli karayolu standartları sağlanmalı, toplum ve kent yaşamına, çevreye olumsuz etkileri en aza indirgenmelidir.

Türkiye’de karayolları idari sınıflandırmaya göre;

- Otoyollar,
- Devlet yolları,
- İl yolları,
- Köy yolları

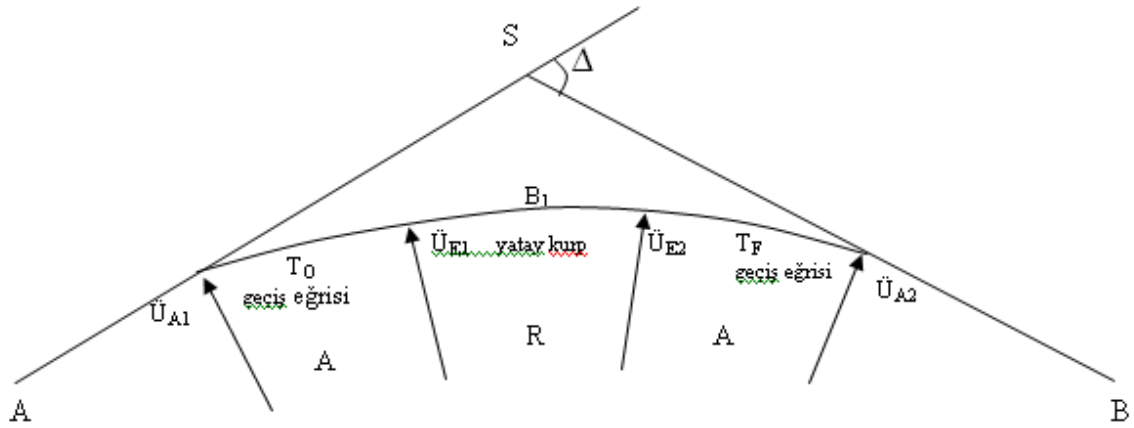
olarak 4 sınıfa ayrılır.

Karayolu sınıflandırması:

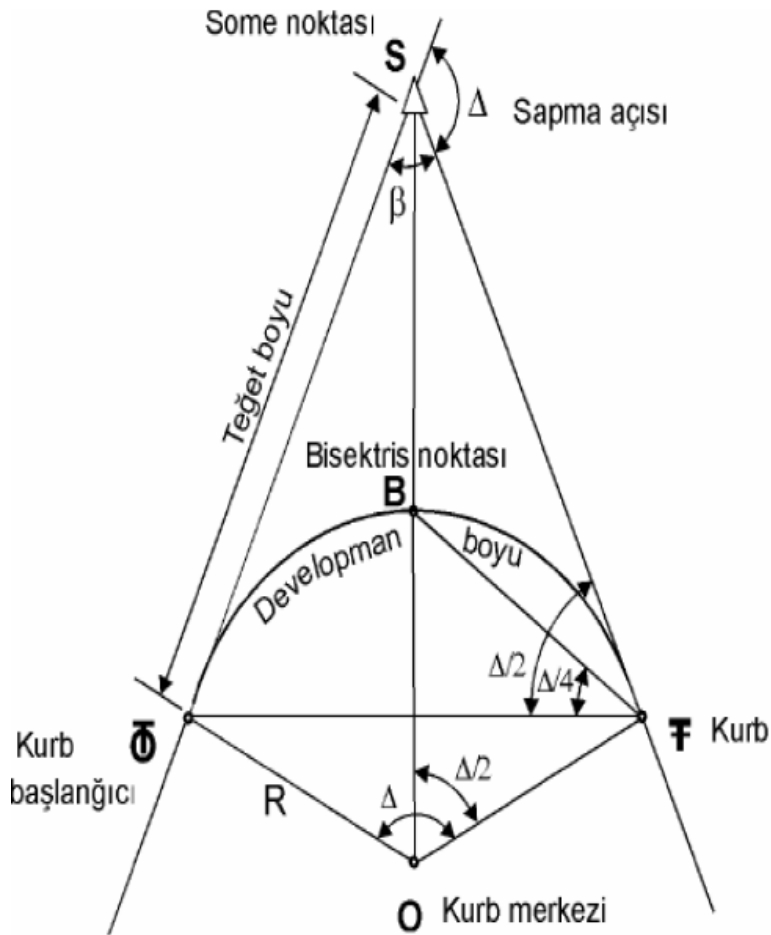
1. Yolun geçtiği bölgenin özelliğine göre;
kırsal-kentiçi yol
2. Yolun önemine göre;
anayol-yanyol
3. Yol platformunun durumuna göre;
bölünmüş yol-bölünmemiş yol
4. Kaplama durumuna göre;
asfalt-beton- stabilize-toprak-parke yol

Ayrıca yollar işlevlerine göre;

1. Anayollar(arterler): Ulusal ve uluslar arası büyük yerleşme merkezlerini birbirine bağlayan yollardır.Bölünmüş-bölünmemiş-otoyol-ekspres yol
2. Toplayıcı yollar:Daha küçük yerleşme merkezlerinden çıkan trafiği ana yollara veya başka yerleşme merkezlerine bağlayan yollar.



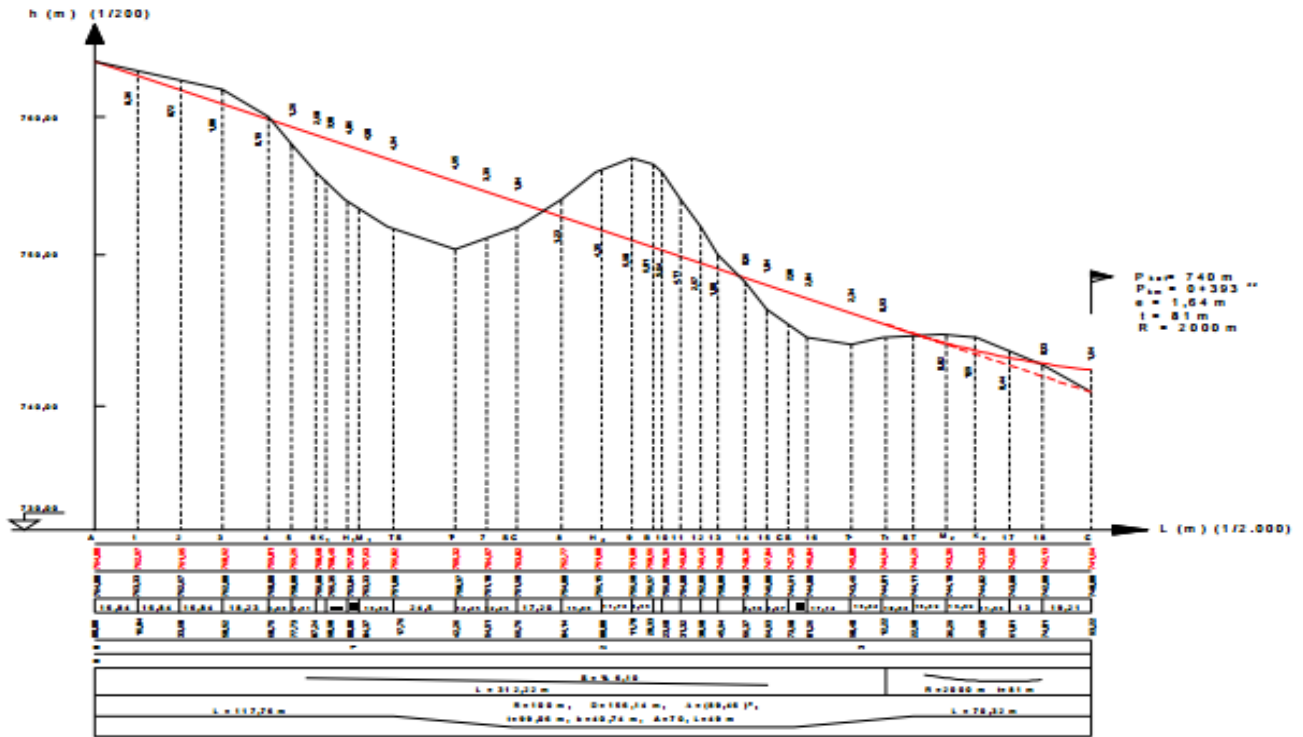
Şekil1.3: Geçiş eğrili yol planı



Şekil1.4: Yatay kurp detayı

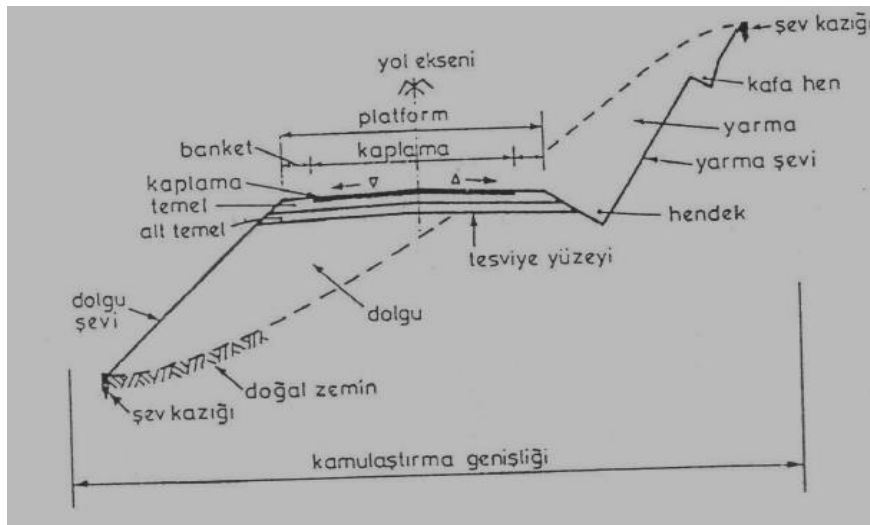
- **Boykesit:** Plandaki yol ekseninin bir doğru boyunca açılarak, düşey bir düzlem üzerine izdüşürülmesidir. Boykesit, eğimli olarak devam eden düz kısımlar ile bunları birbirine bağlayan eğrilerden oluşur. Dairesel veya parabolik olan eğri kısımlara düşey kurp denir.

- **Siyah Kot:** Yol boykesitinde arazinin oluşturduğu çizgiler, siyah çizgi diye anılır ve bunun üzerindeki herhangi bir nokta ise siyah kottur.
- **Kırmızı Kot:** Yol boy kesitinde kaplamanın en üst herhangi bir noktasının kotudur.



Şekil1.5: Boykesit

KARAYOLU ENKESİTİ VE ELEMANLARI



Şekil1.6: Karayolu enkesiti ve yol elemanları

- **Yol eksen:** Yol kaplamasının ortasından geçtiği varsayılan çizgidir.
- **Eksen çizgisi:** Bölünmemiş yollarda karşı yönden gelen trafiğin kullanabileceği yol kısmını göstermek amacı ile yol üzerine çizilen boyuna doğrultudaki çizgidir.
- **Trafik şeridi:** Taşıtların tek dizi halinde güvenli hareket edebilmelerine yeterli kaplama genişliğidir.
- **Şerit çizgisi:** Aynı yönde hareket eden trafiğin kullanacağı şeritleri birbirinden ayıran boyuna doğrultudaki çizgilerdir.
- **Park şeridi:** Yüksek standartlı yollarda taşıtların durmaları ve park etmeleri için kenarda yapılan yardımcı ilave şeritlerdir.
- **Tırmanma şeridi:** Dağlık bölgelerdeki rampalarda, yol iki şeritli ise, yavaş giden taşıtların kullanmaları için yolun en sağ kenarına inşa edilen şerittir.
- **Platform:** Yolun enine yönde kaplama ile banketlerden oluşan bölüntüsüz kısmıdır. Platform kent içi yollarda yaya kaldırımları veya orta refüj kenarı ile kent dışı kırsal yollarda ise hendek ve dolgu şevi başları ile sınırlanmıştır.

Platform genişliği doğrudan doğruya şerit sayısı, şerit genişliği ve iki yandaki banket genişliğine bağlıdır.

$$P.G = 2 \times 3.5m + 2 \times 1.5m = 10.00m$$

(şerit say.) (şerit gen.) (banket say.)(banket gen.)

$$P.G = 4 \times 3.5m + 2 \times 2.5m + 3.00m = 22.00m$$

(şerit say.) (şerit gen.) (banket say.) (banket gen.) (orta refüj gen.)

- **Banket:** Yol kaplamasının iki yanında kaplamaya bitişik ve kaplama kenarı ile şev başı arasında kalan kısımdır. Banket genişliği yolun sınıfına ve arazi durumuna bağlı olarak 1.00-3.00m arasında değişir.
- **Kaplama(döşeme):** Temel tabakası üzerine inşa olunan ve trafiğin doğrudan temas ettiği, bitümlü karışımlar, beton, parke vb. malzeme ile yapılan tabakadır. Görevi düzgün bir yuvarlanma yüzeyi temin etmek olan bu tabaka bir veya iki tabaka halinde inşa olunur. Bunlardan en üstte bulunan tabaka, trafiğin ve iklim koşullarının bozucu etkilerine karşı aşınma tabakası ile bunun altındaki binder tabakasıdır.
- **Esnek kaplama:** Taban yüzeyi ile her noktada teması olan ve kendisine gelen yükü taban yüzeyine yayan bir üst yapı şeklidir. Asfalt bu tip bir kaplamadır.
- **Rijit Kaplama:** Taşıt trafiği altında şekil değiştirmeyen yol kaplamasıdır. (Beton)

- **Bitüm:** Bir petrol ürünü olan, siyahtan koyu kahverengiye değişen, yapıştırıcı özelliği olan sıvı veya katı haldeki maddedir.
- **Kırma taş:** Temel tabakasında kullanılan doğal dere çakılı yada kaya parçalarının konkasörle kırılmasıyla elde edilen malzemedir.
- **Mıcır:** Tek boy kırılmış köşeli taş malzemedir.
- **Alt temel tabakası:** Tesviye yüzeyi üzerine serilen ve genellikle kum, çakıl, taş kırığı, yüksek fırın cürufu gibi daneli malzemeden (granüler malzeme) inşa olunan tabakadır. Bu tabakanın teşkili ile daha pahalı malzemeden inşa olunan temel tabakasının kalınlığı azaltılmış ve ekonomiklik sağlanmış olur. Taban zeminin durumuna göre bazı hallerde bu tabakanın teşkilinden vazgeçilebilir.
- **Temel tabakası:** Alt temel ile kaplama tabakası arasına yerleştirilen ve granülometrisi ile diğer özellikleri belirli olan doğal kum, doğal çakıl veya kırmataş ile az miktarda bağlayıcı ince malzemeden oluşan tabakadır.

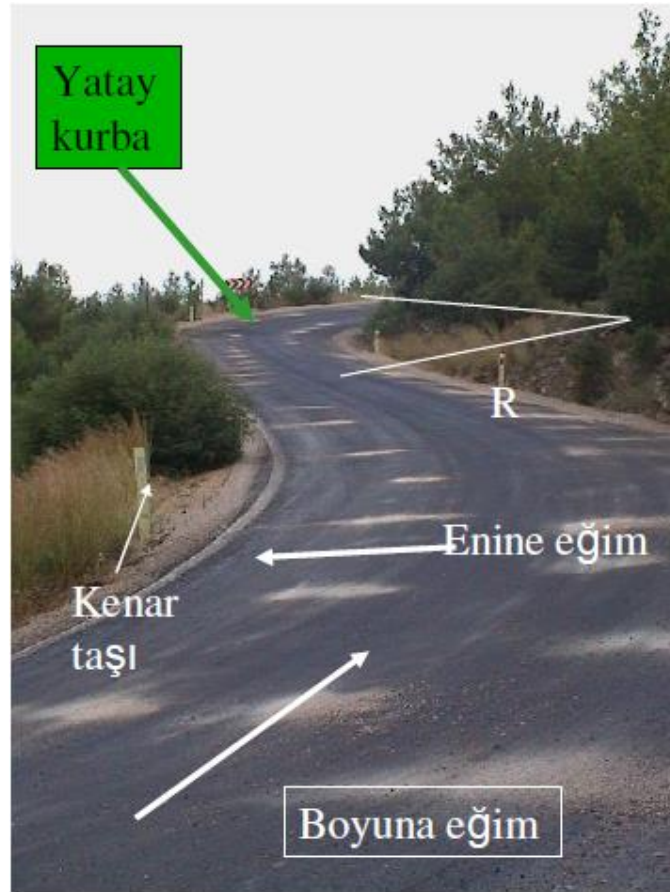
Yol gövdesinin üst yapısını oluşturan alt temel (temel altı), temel ve kaplama tabakalarının kalınlıkları; yoldan geçecek olan trafiğin miktarı ve cinsine, taban zemininin karakterine, iklim koşullarına ve başka faktörlere bağlı olarak değişir.

- **Tesviye yüzeyi:** Taşıt ve yayaların ulaşimleri sırasında karayolunu kolaylıkla kullanabilmeleri için doğal zeminin belli bir enkesit şekline dönüştürülmesi gerekir. Bu amaçla yol enkesitinde, siyah kottan kırmızı kota geçmek için, bazı yerler kazılır, bazı yerler doldurulur. Bu kazma ve doldurma işlemine toprak işi denir. Doğal zeminin düzeltilmesi olan bu işe uygulamada toprak tesviyesi veya kısaca tesviye denir. Toprak işi sonunda ortaya çıkan yüzey tesviye yüzeyidir. Tesviye yüzeyinin uygun enine ve boyuna eğim verilerek bir greyder yardımı ile son olarak düzeltilmesi işlemine de ince tesviye (reglaj) adı verilir. Reglajı yapılmış bir yol üstyapı inşasına hazırdır.
- **Hendek:** Yolun yarma kesimlerinde banket ile yarma şevi arasında uzanan ve yarma şevi ile yol platformuna gelen yağış sularının toplanıp aktığı kanaldır. Bunlara kenar hendek veya yan hendek de denir. Bu hendekler üçgen ya da yamuk kesitli olurlar. Derinlikleri bölgenin yağış durumuna göre değişir ve genellikle 0,30m ile 1,75m arasındadır. Hendeğin banket tarafındaki iç şevi için 3/1 ve 4/1 yarma tarafındaki şevi için 1/1 en çok kullanılan şev eğimleridir.
- **Kafa Hendeği:** Yarmalarda, yamaçlardan akan yağış suları erozyon yolu ile şevin bozulmasına neden oluyorsa, şev tepe noktasından bir miktar geride, tesviye eğrisi hattına paralel yapılan üçgen veya yamuk kesitli hendeklerdir.
- **Şev:** Dolguda; platformun dış kenarı ile doğal zemin, yarmada; hendek tabanı ile doğal zemin arasındaki eğik yüzey bu dolgu ve yarmanın şev'idir . Şev eğimini belirlerken; zeminin kendini

tutma özelliği ile dolgu ve yarma yüksekliği dikkate alınır. En çok kullanılan dolgu şevleri 3/2, 3/1 ve 4/1, Yarma şevleri;1/2, 1/1,3/2'dir.

3/2 şev eğimi yatayda 3 düşeyde 2 birime karşılık gelen eğimdir.

- **Şev kazığı:** Dolgu ve yarma şevlerinin doğal zemini kestiği noktaları belirlemekte kullanılan kazıklardır.
- **Kamulaştırma genişliği:** Yol yapımına başlamadan önce geçki boyunca yeterli genişlikteki arazinin kamulaştırılması gerekir. Yol geçkisi boyunca uzanan ve her iki yandaki sınırları ile belirli olan bu alanın genişliğine kamulaştırma genişliği denir. Yolun sınıfına ve kaç şeritli olacağına göre belirlenir.
- **Altyapı:** Yolun toprak isı sonunda daha önceden belirlenmiş kot ve en kesit şekline getirilmiş kısmıdır. Menfez, drenaj tesisleri ve istinat duvarı gibi sanat yapıları altyapı içine girer. Altyapı yolun taşıyıcı kısmıdır.
- **Üstyapı:** Yolun, trafik yüklerini taşımak ve bu yükü taban zeminin taşıma gücünü aşmayacak şekilde taban yüzeyine dağıtmak üzere altyapı üzerine inşa olunan ve alt temel, temel, kaplama tabakalarından oluşan kısmıdır.
- **Yol tabanı:** Alt yapı ve üst yapıdan oluşan yol gövdesinin oturduğu doğal zemindir.
- **Enine eğim:** Yol yüzeyine düşen yağış sularının platformu bir an önce terk edebilmeleri için, yol enkesitine eksenden banket ya da kaplama dış kenarına doğru olmak üzere her iki tarafta verilen eğimdir. Enine eğim değeri yağmur sularının miktarına ve yol kaplama cinsine bağlı olarak değişir. Asfalt kaplamalar için önerilen değer 0,02'dir.
- **Boyuna eğim:** Yol ekseni boyunca verilen eğimdir. (Yola boyuna doğrultuda verilen eğim) Boyuna eğim, yolun sınıfı ve arazinin topoğrafik yapısına bağlı olarak değişir. Yüksek standartlı ve düz arazilerde boyuna eğim az tutulur.



Şekil1.7: Yatay kurpta enine ve boyuna eğim

- **Drenaj:** Yolu kar, yağmur, dolu, sel, su baskını gibi yer üstü ve yer altı sularından korumak amacıyla suyun kontrol altına alınıp uzaklaştırılmasını sağlayan sistemlerdir.
- **Menfez:** Sürekli olarak akan yada yağışlar sonucu oluşan küçük akarsuların yol gövdesinin bir tarafından diğer tarafına geçirmek için kullanılan yapılardır.
- **Bölünmemiş yol:** Üzerinde karşı yönlerden gelen trafiği ayıran fiziki bir engelin bulunmadığı tek platformlu yoldur.
- **Bölünmüş yol:** Bir yöndeki trağin, karşı yönlerden gelen trafik ile orta röfüt, korkuluk vb fiziki bir engel kullanılarak ayrılması halinde oluşan yoldur.
- **Orta röfüt:** Bölünmüş yollarda karşı yönlerden gelen trafiğe ait platformları ayıran ve yol kaplamasına nazaran daha yüksek veya daha düşük kotta bulunan kısımdır.



Şekil1.8: Bölünmüş yol - bölünmemiş yol

PROJEYE ETKİ EDEN ÖZELLİKLER

■ Sürücü ve yayaların genel özellikleri:

1. Normal fiziksel özellikleri

- Görme özelliği: Görüş açısı, görüş uzaklığı, renk körlüğü ve göz kamaşması gibi görme özelliği ile ilgili unsurlardır.
- Mesafe takdiri: Taşıt için, önde giden bir taşıta ya da yola giren bir yayaya olan mesafe, yaya için; yoldan gelen en yakın taşıtın yola gireceği noktaya olan uzaklığı.
- İşitme özelliği: Sürücü veya yayanın ses ile yapılan uyarılara karşı reaksiyon gösterebilme özelliği
- İntikal reaksiyon özelliği: Sürücünün veya yayanın, kendisi için tehlikeli olabilecek bir engeli gördükten sonra bunu tanıması, alınacak önlemleri tasarlaması, karar alması ve kararın uygulanması için geçecek zaman intikal reaksiyon süresidir.

2. Geçici fiziksel özellikleri

- Yorgunluk
- Alkol, ilaç vb. kullanımı
- Hastalık

3. Akli özellikleri

- Zeka
- Bilgi
- Tecrübe

- Okuma ve lisan bilme

4. Ruhsal özellikleri

- Dikkati toplama özelliği
- Kurallara uyma özelliği
- Sabırlı ve serinkanlı olma özelliği
- Kaza ve sürat eğilimli olma özelliği

5. Yaya hızı

1-2.5 m/sn

■ Karayolu taşıtlarının genel özellikleri

Karayolunda, insan, hayvan ve eşya taşıyan araçlara taşıt denir.

1. Taşıt cinsleri

- Motorlu (projelendirme de dikkate alınır.)
- Motorsuz (genelde tarıma dayalı ve kırsal bölgelerde kullanılır.)

2. Taşıt boyutları

- Maksimum genişlik: 2.5m (ayrıcıklı durumlar hariç)(şerit genişliğinin belirlenmesinde)
- Maksimum yükseklik: 4.00m(alt geçit yüksekliğinin belirlenmesinde)
- Maksimum uzunluk :(karp ve kavşaklarda dönüş yarıçaplarının belirlenmesinde)

3. Taşıt ağırlıkları (üst yapı kalınlığının belirlenmesinde)

4. En küçük dönüş yarıçapları: Taşıtların sürekli bir hareket ile dönüş yapabileceği dönüş yarıçapı farklıdır.

5. Hızlanma ve yavaşlama yeteneği: Motorlu taşıtların hızlanma yeteneği; kavşak planlaması, sollama geçiş uzunluğunun belirlenmesi ve hızlanma şeritlerinin projelendirilmesinde

6. Motorlu taşıtlarda işletme maliyeti: Bir taşıtın işletme maliyeti; satın alma, yıllık vergi, sigorta ödemesi, model eskimesi....vb. seyir ile ilgili olmayan sabit harcamalar ile yakıt, yağ tüketimi, lastik eskimesi, bakım, onarım ve kullanma eskimesi gibi taşıtın hareketine bağlı harcamalardır. Yol özelliklerinin sabit harcamalar üzerinde etkisi yoktur. Ancak, taşıtın hareketi sonucu ortaya çıkan harcamalar ile yolun fiziki ve geometrik özellikleri arasında çok yakın bir ilişki vardır. Bir yolun ekonomik olarak planlanması, ancak yoldan faydalanan taşıtların seyir ile ilgili işletme maliyetlerinin

düşük olması demektir. Bir taşıtın seyir ile ilgili işletme maliyetlerinde etkili yol karakteristikleri şunlardır: Uzunlu, eğim, kaplama cinsi, yatay kurplar, trafik yoğunluğu....vb.

7. Harekete karşı dirençler: Taşıt harekete geçerken ve hareketi sırasında birtakım dirençlerle karşılaşır. Yol ve taşıt tekniği yönüyle istenen bu dirençlerin mümkün olduğunca az olmasıdır.

- Yuvarlanma direnci
- Hava direnci
- Eğim direnci
- Kurba direnci
- Eylemsizlik direnci

1.2 TASIT HAREKETLERİ VE KARAYOLU TRAFİĞİ

- **Görüş Uzunluğu** : Direksiyon başındaki bir sürücünün ileri istikamette net olarak görebildiği yol uzunluğudur. (Trafik güvenliği için proje aşamasında, yatay ve düşey kurp tasarımında kullanılır.) Sis, yoğun kar, yağış gibi atmosferik özellikler, düşey kurplardaki tepe noktalar, yatay kurp içerisindeki bir yapı, ağaç veya yarma şevi görüş uzunluğunu etkileyen faktörlerdir.

1.2.1 Duruş-görüş uzunluğu: Taşıt sevk eden bir kişinin hareket şeridi üzerinde bulunan bir engele çarpmadan durabilmesi için gereken minimum görüş uzunluğudur. Uygulamada bu mesafeye fren emniyet mesafesi veya duruş uzunluğu denir. Duruş uzunluğu iki ayrı uzunluktan oluşur:

- Reaksiyon uzunluğu
- Fren uzunluğu

- *Reaksiyon uzunluğu:* Sürücünün gördüğü engeli tanıması, değerlendirmesi ve alınacak önlemleri belirleyip fren yapma süresi içinde (intikal-reaksiyon süresi) alınan yoldur.

$$L_r = v \times t_r$$

v: hız (m/sn)

t_r: intikal ve reaksiyon süresi (sn)

- *Fren uzunluğu:* Taşıt tekerleklerinin, frene basıldığı andan tamamen duruncaya kadar yol üzerinde aldığı mesafedir. Yol üzerinde oluşan siyah bir fren izi ile kendini gösterir.

W (kg): Hareket halindeki taşıtın frenlenen tekerleklerine isabet eden ağırlık,

s: yolun eğimi (% olarak çıkış halinde (+), iniş halinde (-) alınır.)

f: tekerlek lastiği ile yol yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısı

Lf: fren uzunluğu

ise enerjinin korunumu kanunundan;

$$(\frac{1}{2}) \times (W/g) \times V^2 = W \times L_f \times f \pm W \times L_f \times s$$

$$L_f = (v^2/2g) \times (1/(f \pm s))$$

$g=9.81 \text{ m/s}^2$ ve $v=V/3.6$ alınarak

$$L_f = 0.00394 \frac{V^2}{f \mp s}$$

ve

$$V_{\text{km/s}} = 15.93 \sqrt{L_f (f \mp s)}$$

■ Duruş görüş uzunluğu(Lfe)

$$L_{fe} = L_r + L_f$$

(Fren em. Uz. =Reaksiyon(İntikal) uz.+Fren uz.)

$$L_{fe} = V \cdot t_r + (V^2/2g) \cdot (1/(f \pm s))$$

$V(\text{km/st})$ ve $g=9,81 \text{ m/sn}^2$ alınırsa;

$$L_{fe} = 0,278 \cdot V \cdot t_r + 0,00394 \cdot \frac{V^2}{(f \mp s)}$$

Fren emniyet uzunluğu, işaretlemede, yer tespitinde, kavsak planlamasında kullanılır.

- **Örnek:** İki taşıt boyuna eğimli bir yolda aynı şerit üzerinde hareket halindedir. $V_1=50 \text{ km/s}$ hızla hareket eden taşıt rampa yukarı hareket etmekte, diğeri $V_2=70 \text{ km/s}$ hızla aşağı doğru hareket halindedir. Bu iki taşıtın fren yapmak suretiyle çarpışmasını önlemek için iki taşıt sürücüsünün birbirini görmeleri gereken minimum uzaklık ne olmalıdır?($t_r=1 \text{ sn}$, $f=0,50$, $s=\%6$)

$$L_{\min} = L_{fe1} + L_{fe2}$$

$$L_{fe1} = 0,278 \cdot 50 \cdot 1 + 0,00394 \cdot \frac{50^2}{(0,5 + 0,06)}$$

$$L_{fe1} = 31,49 \text{ m}$$

$$L_{fe2} = 0,278 \cdot 70 \cdot 1 + 0,00394 \cdot \frac{70^2}{(0,5 - 0,06)}$$

$$L_{fe2} = 63,34 \text{ m}$$

$$L_{min}=31,49+63,34 = 94,83 \text{ m}$$

- **Örnek:** Bir otobüs %7 eğime sahip olan yolda yukarı çıkarken karşı yönden 90 km/h hızla gelen bir otomobil ile aynı şeritte karşılaşmaktadır. Otobüs sürücüsü tehlikeyi önlemek için fren yapıp 8,30 m sonra durabilmiştir. Çarpışma olmaması için her iki taşıt sürücüsünün birbirini kaç metre önceden görmesi gerekir?(tr: 1 sn, f=0,6, s=0,07)

$$V_{otobüs} = 15,93\sqrt{8,30(0,60 + 0,07)}$$

- $V_{otobüs}=37,6\text{km/s}$

- $L_{min}=L_{fe1}+L_{fe2}$

$$L_{fe1} = 0,278.37,6.1 + 0,00394. \frac{37,6^2}{(0,6 + 0,07)}$$

$$L_{fe2} = 0,278.90.1 + 0,00394. \frac{90^2}{(0,6 - 0,07)}$$

$$L_{min}=18.745\text{m}+85.235\text{m}=103.98\text{m}$$

- **Örnek:** 50km/s hız kısıtlaması olan düz bir yolda seyreden bir otomobilin önüne sağ taraftan bir yayanın çıktığı, şoförün derhal frene bastığı, otomobile ait asfalt üzerinde 45m.lik fren izi bulunduğu, yayaya çarpma noktasının, fren izi başından itibaren 32.m’de olduğu anlaşılan bir trafik kazasında otomobil şoförünün hız kısıtlamasına uyması halinde kazanın önlenip önlenemeyeceğini tetkik ediniz. (f=0,60,tr=1sn)

- Önce fren başlangıcındaki hız hesaplanır.

$$V_{oto} = 15,93\sqrt{lf(f \mp s)} = 15,93\sqrt{45.(0,6 \mp 0)} = 82,8\text{km/ st}$$

- Hız kısıtlamasına uyması halinde duruş görüş uzunluğu:

$$L_{fe} = 0,278.50.1 + 0,00394. \frac{50^2}{(0,6 + 0)} = 30,32\text{m}$$

- $30,32\text{m} < 32.00\text{m}$ olduğundan hız kısıtlamasına uyması halinde kaza gerçekleşmeyecekti.

- 1.2.2 Geçiş görüş uzunluğu:** İki ve üç şeritli yollarda, hızlı giden taşıtların yavaş giden taşıtları sollayıp geçme olanağının sağlanması gerekir, aksi takdirde kapasite düşer. Bir sürücünün önündeki yavaş hızla giden taşıtı güvenle sollayıp geçmesi için gerekli mesafeye geçiş görüş uzunluğu denir.

Ancak, karayolu taşıtları genellikle platform üzerinde grup halinde hareket ettikleri için, birbirleri ile fiziksel bir bağlantı düşünülmeceğine göre aralarında belli bir uzaklığın bulunması gerekir. Bu **taşıt takip aralığı**dır.

$$d = a + bV + cV^2$$

$$a = 5-8 \text{ m (ortalama taşıt uzunluğu)}$$

$$b = 0,2-0,306$$

$$c = 0-0,0065$$

$$V = \text{izleyen taşıtın hızı (km/st)}$$

Ülkemizde kullanılan formül:

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

Genelde kullanılan bağlantı:

$$d = 8 + 0,3V$$

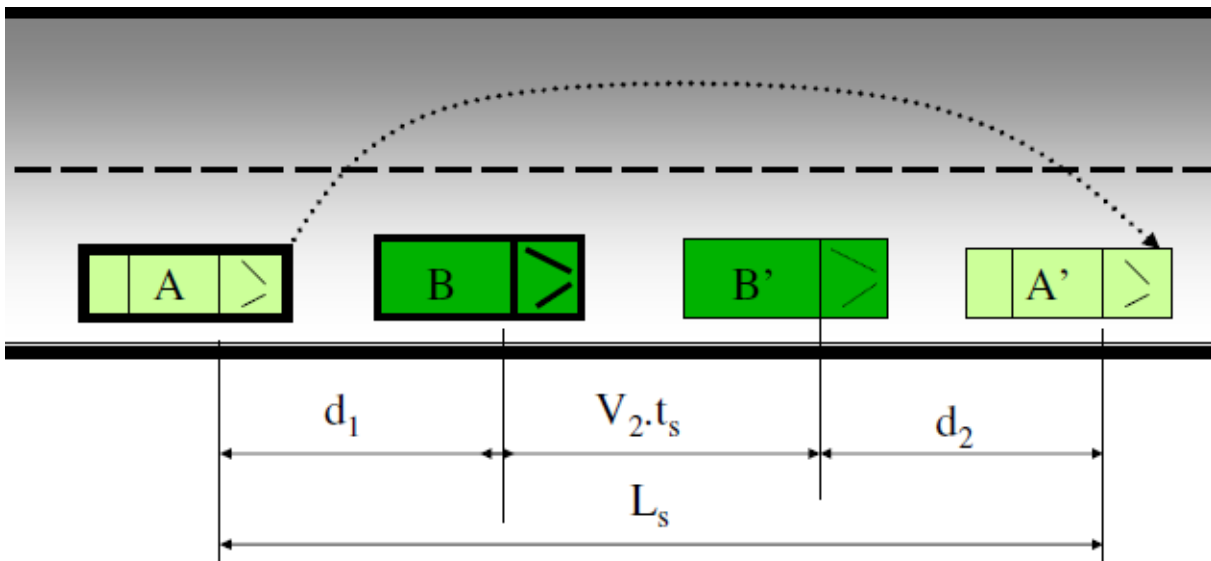
- **Örnek:** Düz bir yolda 70 km/h hızla seyahat eden bir taşıtın önünde daha düşük bir hızla seyreden bir taşıta yaklaşabileceği minimum mesafe ne olmalıdır?

$$d = 8 + 0,3V \quad d = 8 + 0,2V$$

$$d = 8 + 0,3 \cdot (70) \quad d = 8 + 0,2 \cdot (70)$$

$$d = 29 \text{ m} \quad d = 22 \text{ m}$$

Karşı yönden taşıt gelmemesi halinde geçiş görüş uzunluğu hesabı:



Şekil1.9: Karşı yönden taşıt gelmemesi halinde geçiş görüş uzunluğu

- V1 hızı ile giden A taşıt sürücüsünün, aynı şerit üzerinde V2 hızı ile gitmekte olan B taşıtını geçme durumunu ele alalım. A taşıtının sürücüsü B taşıtına d1 mesafesi kadar yaklaştıktan sonra yolun sol şeridinden faydalanarak hızlanıp B taşıtını geçecek ve B taşıtı ile arasında güvenli bir d2 mesafesi bırakarak tekrar kendi şeridine(sağ şerit) dönecektir. A taşıt sürücüsünün bu manevrayı tamamlayabilmesi için gereken uzunluk Ls, zaman aralığı da ts ise bu değerler şöyle hesaplanır:

- A taşıtı için $L_s = V_1 \cdot t_s$

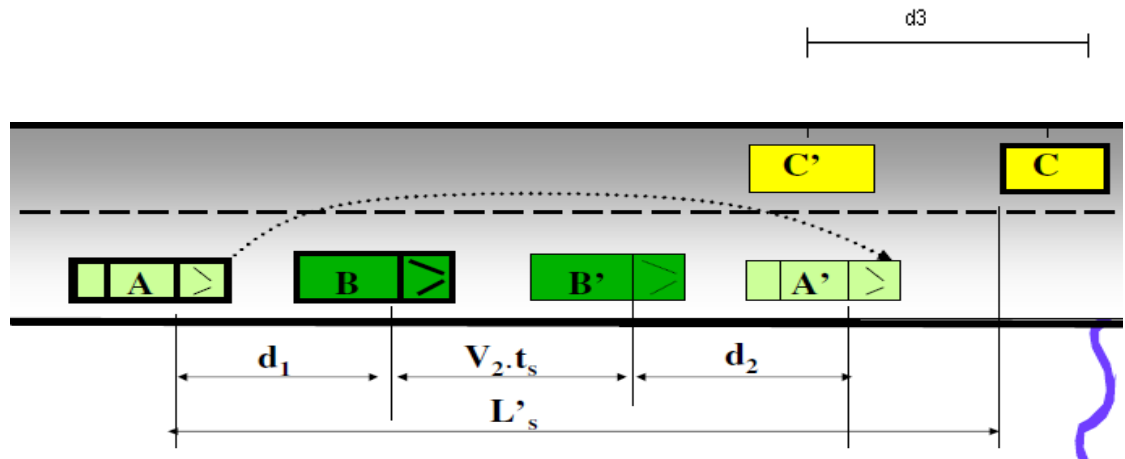
- B taşıtının katettiği mesafe= $V_2 \cdot t_s$

$$L_s = V_1 \cdot t_s = d_1 + V_2 \cdot t_s + d_2$$

$$t_s = \frac{d_1 + d_2}{V_1 - V_2} \quad L_s = V_1 \cdot t_s = V_1 \cdot \frac{(d_1 + d_2)}{V_1 - V_2}$$

- d1, d2: Emniyet mesafesi(Takip aralığı)
- ts= Sollama süresi
- Ls= Geçiş uzunluğu(Sollama mesafesi)

Karşı yönden taşıt gelmesi halinde geçiş görüş uzunluğu hesabı:



Şekil 1.10: Karşı yönden taşıt gelmesi halinde geçiş görüş uzunluğu

- $d_3 = V_3 \cdot t_s$

- $L'_s = L_s + d_3$

$$L'_s = \frac{(d_1 + d_2)}{(V_1 - V_2)} + V_3 \cdot t_s$$

$$L'_s = V_1 \cdot \frac{d_1 + d_2}{V_1 - V_2} + V_3 \cdot \frac{d_1 + d_2}{V_1 - V_2}$$

$$L'_s = \frac{d_1 + d_2}{V_1 - V_2} \cdot (V_1 + V_3)$$

- **Örnek:** İki şeritli bir karayolunda 90 km/saat hızla seyreden bir otobüs, 70 km/st hızla giden bir kamyonu geçmek istemektedir. Bu manevranın güvenli bir şekilde gerçekleşmesi için gerekli sollama mesafesi ne olmalıdır? Karşı şeritten $V_3=80\text{km/st}$ hızla gelen bir taşıt olması halinde sollama mesafesi nedir?

■ $d_1 = 8 + 0,3 \cdot 90 = 35\text{m}$

■ $d_2 = 8 + 0,3 \cdot 70 = 29\text{m}$

$$L_s = V_1 \cdot \frac{(d_1 + d_2)}{V_1 - V_2} = 90 \cdot \frac{35 + 29}{90 - 70} = 288\text{m}$$

$$L'_s = \frac{d_1 + d_2}{V_1 - V_2} \cdot (V_1 + V_3) = \frac{35 + 29}{90 - 70} \cdot (90 + 80) = 544\text{m}$$

1.3 KARAYOLU GEOMETRİK STANDARTLARININ SEÇİMİ

- Yol geometrik standartları
- Yol genişliği
- Yatay ve düşey kurp yarıçapları
- Yatay kurplarda deyer
- Enine ve boyuna eğim
- ...vb

gibi plan ve boykesitle ilgili değerlerdir.

Tablo 1.1: Karayolu geometrik standartları

KARAYOLU GEOMETRİK STANDARTLARI										KENT DIŞI İKİ ŞERİTLİ YOLLAR	S1
PROJE ELEMENLARI		BİRİNCİ SINIF			İKİNCİ SINIF			ÜÇÜNCÜ SINIF			
Hizmet Seviyesi	HS(A,B,C,D,E,F)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
Trafik*	Yıllık	12000	6500	4000	11000	5500	3000	8000	4500	2500	
	Proje Saatlik Trafik	1200	650	400	1100	550	300	800	450	250	
Topografik Model	TM(Dz,Dl,Dğ)	Düz	Dalgalı	Dağlık	Düz	Dalgalı	Dağlık	Düz	Dalgalı	Dağlık	
Proje Hızı	Vp (km/saat)	100	80	80	70	70	60	80	70	70	60
Minimum kurb yarıçapı	R(m)	400	250	250	200	200	150	250	200	200	150
Minimum klotit parametresi	A(-)	160	130	130	120	120	100	130	120	100	80
Maksimum boyuna eğim	m(%)	4	4	6	6	7	7	5	5	7	7
Düşey	kapalı kurb Kk (-)	107-56	44-26	44-26	29-20	29-20	17-15	44-26	29-20	29-20	17-15
katsayısı L=GK	açık kurb Ka (-)	51-35	30-23	30-23	22-19	22-19	16-15	20-23	22-19	22-19	16-15
Maksimum dever**	n (%)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Emniyetli duruş uzaklığı	Ld (m)	155	110	110	90	90	70	110	90	90	70
Emniyetli geçiş uzaklığı	Lg (m)	670	550	550	480	480	420	550	480	480	420
Şerit genişliği	L (m)	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,25	3,25	3,25	3,25
Banket genişliği***	b (m)	2,50	2,50	2,00	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Platform genişliği	PG (m)	12,00	12,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,50	9,50	9,50	8,00
Köprü genişliği	Kısa köprüler (0 - 45 m) Wk (m)										
	Uzun köprüler (45 m) Wu (m)										
Alt geçit (minimum h:5)	h (m)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gabari											
Kamulaştırma	Toplam genişlik	Normal 60.00 m. Projenin gerektirdiği kadar			Normal 40.00 m. Projenin gerektirdiği kadar			Normal 15.00 m. Projenin gerektirdiği kadar			
	Eksen uzaklığı	K0 23.00 E 37.00 K0			K0 20.00 E 20.00 K0			K0 7.50 E 7.50 K0			

- Yol geometrik standartlarının seçiminde etkili temel faktörler yolun sınıfı ve proje hızıdır.

Yolun sınıfı;

- Trafik miktarı(şerit sayısı, yol genişliği) ve trafiğin cinsi(şerit genişliği, boyuna eğim, üst yapı kalınlığı)
- Arazinin topoğrafik yapısı(düz, dalgalı, dağlık)
- Zemin durumu
- İklim koşulları
- Kırsal - kentiçi yollar
- Estetik görünüş
- Mali olanaklar

a göre belirlenir.

- **Proje hızı:** Başka taşıtların etkisi söz konusu olmadan, normal hava koşullarında yapılabilecek en yüksek hızdır. Yolun kırsal bölgeden veya kent içinden geçmesine, sınıfına, arazi topoğrafyasına, trafik karakteristiklerine ...vb. faktörlere bağlı olarak değişir.
- **Temel hız:** Proje hızına göre tasarlanan bir yolda trafik miktarının artmasıyla, sürücülerin güvenle yapabilecekleri hız azalmaktadır. Böylece uygulamada proje hızına ulaşma olasılığı düşmektedir. Bu sebeple, bazı ülkelerde son yıllarda grup halindeki taşıtların hareketini esas alan temel hız kullanılmaktadır. Bir yolda, küçük taşıtların trafiğin yoğun olduğu yüklü saatler dışında gidebileceği en büyük hız temel hızdır.

■ HİZMET DÜZEYİ

A, B,C, D, E ve F olmak üzere 6 türlü tanımlanan hizmet düzeyine etki eden faktörler:

- Hız
- Seyahat süresi
- Manevra serbestliği (şerit değiştirme ve geçme)
- Taşıt takip aralığı
- Trafikteki kavşak ve sinyalizasyon nedeniyle meydana gelen kesiklikler
- Güvenlik
- Kullanıcı konforu ve huzuru

- Nitelikle ilgili (Kalitatif) parametrelerin ölçülmesi zor olduğu için hizmet düzeyinin belirlenmesi için daha çok hız ve hizmet hacmi/teorik kapasite oranı (Kısaca hacim/kapasite oranı) esas alınır.
- A hizmet düzeyi, yolun işletme şartları bakımından en iyi durumunu, F hizmet düzeyi ise en olumsuz durumunu temsil eder. Yani A hizmet düzeyi serbest akıma, F hizmet düzeyi zorlamalı akıma karşılık gelir.

(hizmet düzeyi konusu slaytlarda son kısımda)

1.4 PROJE TRAFİĞİ

- **Proje trafiği:** Bir yolun Projelendirilmesinde esas alınan proje ömrü sonundaki trafik hacmidir. Yol proje standartlarının seçiminde proje trafiği en önemli parametrelerdendir. Bir yol belli bir hizmet ömrü sonundaki trafiğe göre projelendirilir. Yoldan beklenen faydanın süresini belirleyen zaman dilimine proje ömrü veya hizmet ömrü denir.

Bu süre genellikle 15-20 yıldır.

Hizmet ömrünün 10 seneden daha düşük alınması durumunda yol kısa zamanda tıkanıklık sebebiyle hizmet veremeyecek duruma gelebilir.

25 seneden daha büyük alınması durumunda ise sosyo-ekonomik değişimlerle, nüfus, istihdam ve arazi kullanımı gibi parametrelere ait değişimlerin sağlıklı bir şekilde tahmin edilememesi riski vardır.

Bir yolun projelendirilmesinde dikkate alınacak çeşitli trafik değerleri vardır:

1.4.1 Yıllık Ortalama Günlük Trafik(YOGT)

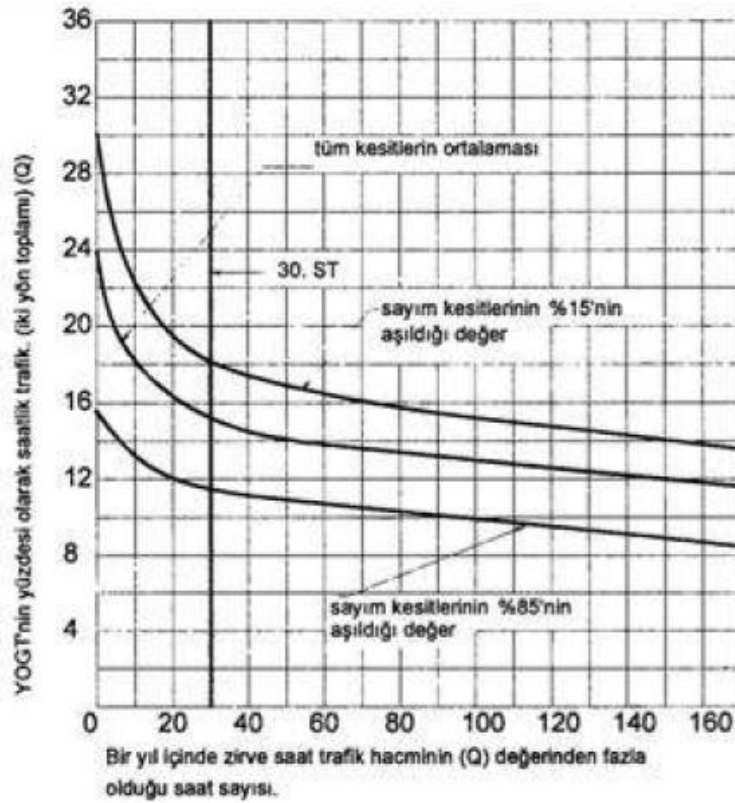
- Bir karayolu kesiminden bir günde ortalama olarak geçen taşıt sayısıdır.
- Trafik etüdü için ay, yıl gibi zaman dilimleri seçilerek, bu sürede geçen toplam trafik belirlenip, gün sayısına bölünerek elde edilir.
- Bu süre yıl olarak alınır ve toplam trafik 365'e (1 yıldaki gün sayısına) bölünerek bulunan trafiğe **yıllık ortalama günlük trafik (YOGT)** adı verilir.
- YOGT, doğrudan proje trafiği olarak, genelde kullanılmaz. YOGT değeri bir yoldaki trafik hakkında bir fikir vermekle beraber daha küçük periyotlardaki değişimleri yansıtmaktan uzaktır. Ancak önemli değişimlerin gözlenmediği ve düşük trafik bulunan tali yollar için uygundur. Bu sebeple gün içindeki değişimlerin takip edilebildiği saatlik trafiği hesap etmek gerekir.

1.4.2 PROJE SAATLİK TRAFİĞİ

(30. Saatlik Trafik)

- Yol proje standartlarının seçiminde dikkate alınacak saatlik proje trafiğinin nasıl belirleneceği önemlidir. Çünkü, proje standartları, gözlenen en büyük saatlik trafiğe göre seçilirse gereğinden büyük yol tasarlanır ve yıl içinde trafiğin en büyük olduğu saatler dışında yol âtıl kalır. Ayrıca fazladan yatırım yapıldığı için de ekonomik olmayan bir çözüm söz konusu olur.
- Ortalama saatlik trafiğe göre proje standartları seçilir ise; yıl içindeki pek çok saatte, ortalamanın üzerinde bir trafik oluşacağı için tıkanmalar meydana gelecektir.
- Bu durumu gidermek için yapılan araştırmalarda, hesaplanan YOGT değeri ile gözlenen saatlik trafikler arasında bir ilişki olduğu gözlenmiştir.
- Bu ilişkiyi belirlemek için, bir yol kesiminde 1 sene boyunca yapılan gözlemler sonucunda YOGT ile YOGT içindeki saatlik trafik değerleri bulunmuş; bulunan trafik değerleri de YOGT'nin yüzdesi cinsinden hesaplanmıştır.
- Elde edilen sonuçlar büyükten küçüğe doğru sıralanmış; her bir saatlik trafiğin kendisinden büyük olan değerlerinin sayısı belirlenmiştir.

- Yatay ekseninde bir sene içindeki saatlik trafik sayıları; dikey ekseninde ise bu saatlik trafik hacimlerinin YOGT'nin yüzdesi cinsinden değerlerini ifade eden eğriler grafikte çizilmiştir.



Şekil 1.11: Şehir Dışı Yollarda Zirve Saat Trafiği ile YOGT Arasındaki İlişki

- Eğrilerde 30. saatlik trafiğin kritik bir değer olduğu; bu değer solunda eğrinin birden dikleştiği sağında ise yatıklaştığı belirlenmiştir.
- Bu durum şu anlama gelmektedir: 1 sene içinde yoldaki trafik 29 defa 30. saatlik trafikten büyük olacak; çok defa da 30. saatlik trafikten küçük olacaktır.
- Yani, trafikte tıkanma sayısı az olurken trafiğin açık olduğu saat sayısı çok daha fazladır.
- YOGT'nin yüzdesi olarak ortalama bir hesap faktörü, K belirlenirse; şehir dışı yollarda $K=1/6$, şehir içi yollarda $K=1/8$ kullanılabilir.
- Şehir dışı yollarda, kırsal bölgelerde veya YOGT'nin küçük olduğu yerlerde K faktörü büyük değerler alır.
- YOGT'nin yüzdesi cinsinden bulunan bu trafik, kullanılabilir maksimum değer olarak kabul edilerek, **proje saatlik trafiği (PST)** olarak kullanılmaktadır. Projelendirmeye esas alınan bu trafik şu şekilde hesaplanır:

$$PST = (YOGT) \cdot K$$

Trafik Tahmini(Beklenen Trafik)

- YOGT ve 30.ST değerlerinin hizmet ömrü sonundaki trafiğe ait değerler olması gerekir. Bu değerlerin bulunabilmesi için mevcut trafiğin ne şekilde arttığının bilinmesi gerekir. Bu artış şekli biliniyorsa belirli bir süre sonrası için beklenen trafiğin hesabı yapılabilir. Göz önüne alınan bir süre sonrası için (proje ömrü veya hizmet ömrü sonu) ortaya çıkacağı beklenen trafiğin hesabına **trafik tahmini** ya da **trafik projeksiyonu** denir. Belli bir süre sonrası için bir yoldan beklenen trafik artışı şöyle formüle edilir.
- Beklene trafik = Mevcut trafik + Trafik artışı
 - Doğal trafik artışı
 - Saptırılan trafik
 - Doğan trafik
 - Gelişme trafiği
- Trafik tahmini; nüfus değişim, sosyo-ekonomik yapıdaki değişim, ulaşım teknolojilerindeki gelişmeler ve bunlara paralel olarak kişilerin ulaşım sistemindeki davranışlarının değişimi gibi etkilere bağlı olarak değiştiği için anlaşılması, değerlendirilmesi ve sonuç çıkarılması zor bir konudur. Geliştirilmiş bir çok matematik model ve yöntem yardımıyla gerçeğe oldukça yakın tahminler yapılabilmektedir
- **Mevcut Trafik:** Yolu bugünkü koşulları ile kullanmakta olan trafiktir
- **Trafik artışı:** Mevcut trafiğin zaman içinde doğal olarak artışı ile standartları yükseltilecek veya yeniden inşa olunacak yolun getireceği ve daha önceden bulunmayan ulaşım ile ilgili olanaklar sonucu ortaya çıkacak olan trafik olmak üzere iki ayrı kısımda toplanabilir.
- **Doğal trafik artışı:** Ülkedeki nüfus ve taşıt sayısında görülen artışlar ile kişilerin taşıt kullanımındaki artış sonucu oluşur. Aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$T_n = T_0 \cdot (1 + a)^n$$

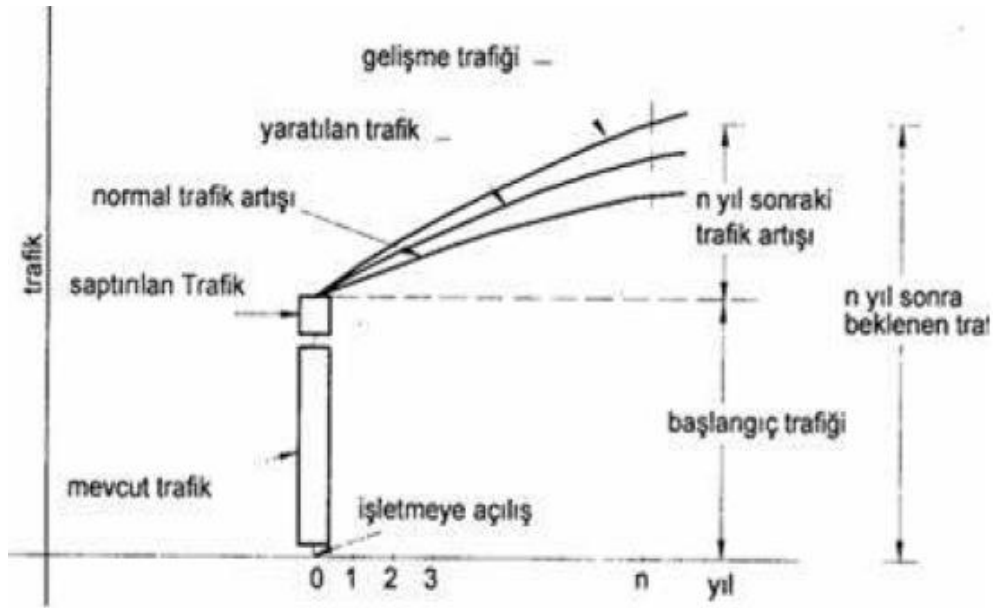
T_n =n yıl sonraki trafik

T_0 =Hesap yılındaki trafik

a=Trafiğin yıllık ortalama artış yüzdesi

- **Saptırılan trafik:** Diğer karayollarından ve diğer tür ulaştırma sistemlerinden gelen trafik.
- **Doğan trafik:** Daha önce mevcut değilken, yeni yolun açılması ile ortaya çıkan olanaklar ve taşıma maliyetindeki azalma sonucu oluşan trafik

- **Gelişme trafiği:** Arazi kullanımındaki değişme sonucu oluşan trafik.



Şekil 1.12: Beklenen trafiğin bileşenleri

- Başlangıçtaki trafiğin alt bileşenleri mevcut trafik ve saptırılan trafiktir.
- Artan trafiğin bileşenleri ise normal artan trafik, yaratılan (doğan) trafik ve gelişme trafiğidir.
- **Mevcut Trafik:** Yol yapılacak iki merkez arasında, eski yol varsa buradan etüd ve sayımlar yardımıyla bulunan trafiktir. İki merkez arasında yol yoksa, başlangıç-son etüdları yapılarak, belirlenen trafik mevcut trafik olarak kabul edilir.
- Geleceğe ait herhangi bir yıldaki trafiğin şimdiki trafiğe oranıdır. (T_n/T_0)

K = Trafik artış Faktörü

$$K = \frac{T_n}{T_0}$$

$$K = (1 + a)^n$$

- Projelendirme aşamasında esas alınacak trafik (30.ST)

$$P_T = 30.ST = \frac{1}{6} . K.YOGT$$

$$\text{Şeritsayısı} = \frac{P_T}{P_K}$$

- P_K =Pratik kapasite:1 şeritten geçen trafik hacmi=1000taşıtl/saat/şerit

Örnek: Yeni inşa edilmekte olan karayolunun işletmeye açılışı ile ilk yılda 910000 taşıtlın geçeceği ve yıllık trafik artış yüzdesinin %11 olacağı tahmin ediliyor. Yolun hizmet ömrü 20 yıl olacağına göre proje trafiğini hesaplayınız ve tip enkesitini çiziniz. (P_K =1000taşıtl/saat/şerit)

$$K = (1 + a)^n$$

$$K = (1 + 0,11)^{20} = 8,062$$

$$P_T = 30.ST = \frac{1}{6} . K.YOGT = \frac{1}{6} . 8,062 . \frac{910000}{365} = 3349 \text{ taşıtl/saat}$$

$$\text{Şeritsayısı} = \frac{P_T}{P_K} = \frac{3349}{1000} = 3,349 \rightarrow 4 \text{ şeritli yol}$$

(4 şeritli bir yol için istenilen standart da bir tip enkesit çizilebilir.)

- **Örnek:** Planlanan bir yol için trafik miktarı 399025'tir. Saptırılacak ve doğacak trafik 70000 olarak tahmin ediliyor. Trafik artış yüzdesi %9 ve hizmet yılı 20 yıl sonunda dikkate alınacak proje trafiği nedir?

$$K = (1 + a)^n$$

$$K = (1 + 0,09)^{20} = 5,6044$$

$$YOGT = \frac{399025 + 70000}{365} = 1285$$

$$P_T = 30.ST = \frac{1}{6} . K.YOGT = \frac{1}{6} . 5,6044 . 1285 = 1200 \text{ taşıtl/saat}$$

- K artış faktörü gelişmiş ülkelerde 2-3 iken, gelişmekte olan ülkelerde bu oran daha yüksek değer alır.

Kaynaklar

- İlıcalı, M., Ulaştırma II Ders Notları, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul
- Seçkin, N., Ulaşım 1 Ders Notları, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Soycan, A., Kara yolu proje elemanlarının yapım maliyetine etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006
- Yayla, N., Karayolu Mühendisliği, İstanbul-2013