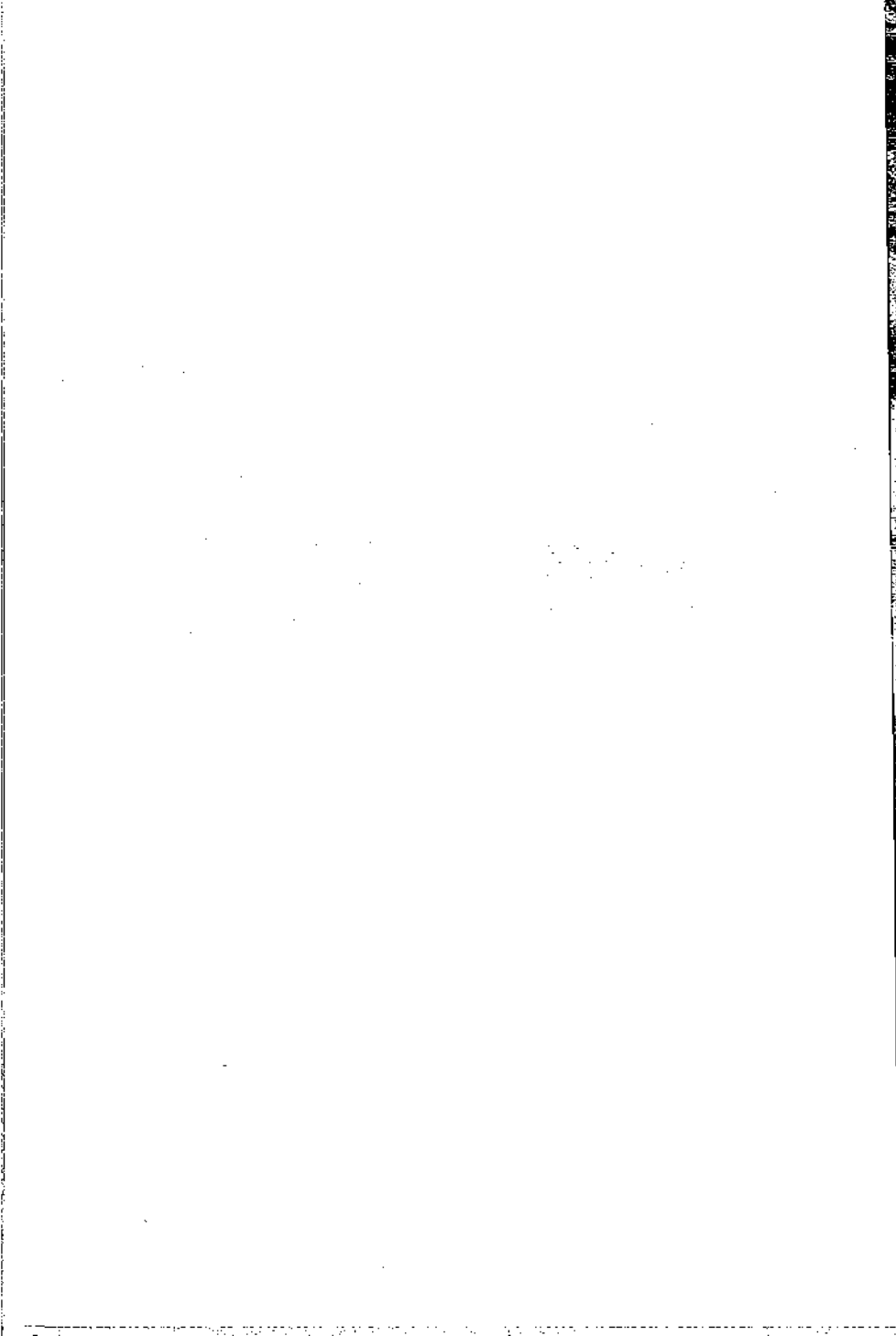


ULAŞIM



ULAŞIM

A. GİRİŞ

1. Tanımlar

Ada: Yayaların geçme ve durmalarına, taşıtlardan inip binmelerine yarayan, trafik akımlarını düzenleme ve trafik güvenliğini sağlamak amacıyla yapılmış olan araçların bulunamayacağı, koruyucu tertibatla belirlenmiş bölüm ve alanlardır.

Ana Yol: Ana trafiğe açık olan ve bunu kesen karayolundaki trafiğin, bu yolu geçerken veya bu yola girerken, ilk geçiş hakkını vermesi gerektiği işaretlerle belirlenmiş bölümdür.

Ariyet: Yarmadan çıkan malzemenin dolgu için yeterli miktarda veya uygun nitelikte olmaması halinde uygun bir malzeme ocağından alınan malzemedir.

Aliyman: Yolun proje yatay hattındaki doğrusal kısmıdır.

Alt geçit: Karayolunun diğer bir karayolu veya demir yolunu alttan geçmesini sağlayan yapıdır.

Aplikasyon: Yol ekseninin araziye uygulanmasıdır.

Ayrırcı (Ayırtman): Taşıt yollarını veya yol bölümlerini birbirinden ayıran, bir taraftaki taşıtların diğer tarafa geçmesini yasaklayan, engelleyen veya zorlaştıran karayolu yapısı, trafik tertibatı veya gerecidir.

Ayrılma şeridi (Yavaşlama şeridi): Bir platformdan ayrılacak olan bir taşıtın hızlı trafik akımından ayrıldıktan sonra ilerideki kurbaya güvenle girmek için yavaşlamasını sağlayan bir hız değiştirme şerididir.

Banket: Yaya yolu ayrılmamış karayolunda, taşıt yolu kenarı ile şev başı veya hendek iç üst kenar arasında kalan ve olağan olarak yayaların ve hayvanların kullanacağı, zorunlu hallerde de araçların faydalanabileceği kısımdır.

Bombe (Yol Çatı Eğimi): Yol platformundaki suların yüzeysel drenajını sağlamak amacıyla yol enkesitinde eksenden iki kenara doğru uygulanan negatif eğimdir.

Bordür: Kaplama ile trotuar veya refüj arasındaki kot farkını sağlamak için yapılmış ayırıcı elemanlardır.

Bölünmüş Yol: Bir yöndeki trafiğe ait taşıt yolunun bir ayırıcı ile belirli şekilde diğer taşıt yolundan ayrılması ile meydana gelen karayoludur.

Boykesit (Profil): Yol ekseninin düşey düzlemdeki iz düşümü veya kotlu yol eksenidir.

Brükner: Yarmadan dolguya veya ariyetten dolguya ve yarmadan depoya yapılacak en ekonomik taşımaların ve bunların mesafelerinin grafik bir gösterimidir.

Çok şeritli yollar (Kent dışı): Herbir yöndeki trafik için en az iki şeridi bulunan ve 3 km'den daha kısa olmamak koşulu ile trafiğin periyodik olarak kesintiye uğratılabileceği erişim kontrolsüz veya yarı kontrollü karayollarıdır.

Çevre yolu: Transit trafiğin kent merkezine girmeksizin geçişini sağlamak amacıyla yapılan ve kenti kuşaklayan karayoludur.

Dayanma Yapıları: Yol platformunun tasarım standartlarına uygun olarak yerleştirilebilmeleri için her iki tarafında yeryüzü kotlarında fark yaratmak üzere hazırlanan destek yapıları olup, köprü kanat duvarları, kazılara destek, doğal topografyaya dolgu şevinin paralel gitmesi veya kamulaştırma nedeniyle şevi sınırlandırmak amacıyla tasarlanan destek yapılarıdır. (Beton, betonarme, harç taş istinat ve iksa duvarları, donatılı toprak duvarlar, gabion duvarlar, zemin çivili duvarlar, bulonlu duvarlar, kazıklı perde duvarlar, kazıklı ankraj duvarlar, vb.)

Debuşe: Köprü ve menfezlerde suyun geçişine ayrılan kesittir.

Depo (D): Yarma fazlası veya niteliksiz kazı malzemesinin hacmidir.

Dever: Yatay kurplarda merkezkaç kuvveti nedeniyle taşıtların dışarıya savrulmalarını önlemek için yol platformuna uygulanan enine eğimdir.

Drenaj: Yeraltı ve yüzeysel suların yol gövdesine zarar vermeden uzaklaştırılmasıdır.

Drenaj alanı: Topoğrafik olarak sınırları belli ve içindeki bütün yüzey sularını belirli bir yönde boşaltan arazi parçasıdır.

Dolgu: Yol gabarisinin proje düşey hat (Kırmızı hat) kotlarına uygun olarak teşkil edilebilmesi amacıyla yapılan ve doğal zemin ile yol üstyapısı arasında kalan kısımdır.

Duruş görüş mesafesi (DGM): Sürücülerin bir tehlikeyi fark edip durabilmeleri için gerekli mesafedir.

Düşey kurp: Birbirini izleyen farklı eğimlerdeki proje düşey hatlarını birleştiren parabolik veya dairesel düşey yol kesimidir.

Düzeltilmiş proje (As-Built, Uygulanmış Proje): Kesin ve uygulama (tatbikat) projelerine göre yapım çalışmaları sonucunda oluşan değişiklikleri de içine alan ve en son durumu yansıtan projelerdir.

Ekonomik Fizibite: Bir yatırımın pozitif ve negatif değerlerinin karşılaştırılarak, ekonomik açıdan yapılabilir olup olmadığının araştırılmasıdır.

Enkesit: Yol gövdesi tabakaları ve elemanlarının yeterli genişlikte bir arazi kullanımını da kapsayacak şekilde eksene dik düşey düzlem ile arakesitidir.

Erişme kontrollü karayolu (Otoyol): 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 karayoludur.

Eşitlik: Ripaj, varyant veya ölçüm farklılıkları nedeni ile kotta veya kilometrede yapılan değişikliklerin geri (G) ve ileri (İ) olarak belirtilmesidir. (Örneğin 6+845.12G/6+840.33İ gibi)

Etüt paftası: Yol projesi yapımında kullanılmak üzere gerekli görülen genişlikte ve güzergah boyunca değişik ölçeklerde hazırlanmış olan haritalardır. (1/2000 veya 1/1000 ölçekli gibi).

Fotoğrametri: Objelerin boyut, şekil, konum gibi başlıca geometrik özelliklerinin fotoğraflar yardımıyla belirlenmesidir.

Geçiş eğrisi: Kurplarda merkezkaç kuvvetinin taşıta olan etkisine karşı ani olmayan düzenli bir geçiş sağlamak amacıyla alinyman ile kurp arasına yerleştirilen eğri parçasıdır.

Geometrik standart:Yolun; genişlik, eğim, karp yarıçapları, proje hızı ve trafik sayısı gibi ölçüleridir.

Görüş mesafesi: Karayolu güvenliği açısından sürücülerin, kendi şeridinde seyir halinde iken ilerisinde beklemedik bir objeyle karşılaştıklarında kontrollü manevra yapabilmelerini sağlayacak mesafedir.

Geçiş görüş mesafesi: İki şeritli yollarda bir taşıtın diğer bir taşıtı güvenli bir şekilde geçebilmesi için zıt yönde seyreden taşıtlar arasındaki emniyetli mesafedir.

Güzergah (Geçki): Karayolunun harita üzerinde takip etmiş olduğu yatay hatır.

Halihazır harita: Yerleşme alanlarının mevcut yapı ve arazi kullanım durumlarını gösteren eşyüksekti eğrili, kot ve koordinatlı, detaylı ve farklı ölçekli haritalardır.

Hendek: Karayolunda platformdan veya şevlerinden gelen yüzeysel suları toplayıp uygun yerlere deşarj eden yüzeysel drenaj yapısıdır.

Hizmet Seviyesi: Bir trafik akımının genellikle yoğunluk, hız ve seyahat süresi, manevra serbestliği, trafik kesilmeleri ile konfor ve uygunluk açılarından işletme koşullarını tanımlayan bir kalite ölçüsüdür. Hizmet seviyesi A ile F arasında 6 farklı seviyede tanımlanmaktadır. A hizmet seviyesi en iyi işletme koşullarını F hizmet seviyesi ise en kötü işletme koşullarını belirtmektedir.

İmar planı: Halkın sağlığını korumak, sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını, iyi yaşama düzenini ve çalışma şartlarını ve güvenliğini sağlamak amacıyla, yörede yaşayanların oturma, çalışma, dinlenme ve ulaşım gibi sosyal ihtiyaç ve fonksiyonlarını sağlayabilecek, kadastro durumu da işlenmiş onaylı haritaların üzerine nazım ve uygulama planı olarak düzenlenerek onaylanmış planlardır.

İntikal ve reaksiyon mesafesi: Sürücünün gördüğü engeli algılaması, tanınması ve alınacak önlemleri tasarlaması ile fren uygulaması için gerekli zaman süresinde taşıtın almış olduğu mesafedir.

İşletme hızı: Serbest akım koşullarında sürücülerin yaptıkları hızlardır. Gözlemlenen hızların dağılımının %85'lik hızı ise, geometrik ve diğer bazı standart ve parametrelerin belirlenmesinde çok kullanılan bir ölçüttür.

Kademeli hendekler: Kafa ve topuk hendeklerini arazi eğimine uydurma zorunluluğu nedeniyle çoğunlukla eğimin %25'i aştığı durumlarda, suyun enerjisinin kırılarak taşınmasını sağlamak amacı ile yapılan basamaklı bir akış çizgisine sahip beton kaplamalı hendeklerdir.

Kafa hendeği: Yarma kesimlerinde yüzeysel suların yarma şevlerine ve yol gövdesine zarar vermesini önlemek amacıyla yarma şevi ile doğal topografyanın kesişme çizgisinden (şev kazığı çizgisi) yamaç yukarı tarafta açılan drenaj yapısıdır.

Karayolu Kapasitesi: Mevcut yol, trafik ve kontrol koşulları altında verilen bir zaman süresinde, bir şerit veya bir platformun belli bir kesiminden kabul edilebilir ölçüler içinde geçmesi beklenen maksimum taşıt sayısıdır.

Karayolu yapı yaklaşma mesafesi: Karayolu kenarında yapılacak tesislerin nitelik ve niceliklerine göre değişen karayolu sınır çizgisine yaklaşabileceği en kısa mesafedir.

Kanalize etme: Taşıtların veya yayaların düzenli ve güvenli hareketlerini sağlamak üzere birbirleri ile kesişen hareketlerin yardımcı şeritler, yükseltilmiş adalar, tarama, çizgi ve diğer trafik işaretleri gibi elemanlar ile yönlendirilmesi ve düzenlenmesidir.

Katılma şeridi (Hızlanma şeridi): Bir platforma giren bir taşıtın üzerinde seyredeceği ve hızını, transit trafiğe daha güvenle katılacak düzeye çıkarmasına olanak vermek, gerekli katılma mesafesini sağlamak ve nihayet ana platformdaki trafiğe de gerekli olabilecek manevra ve davranışları yapabilmek için gerekli zaman ve mesafeyi bırakmak amacıyla tesis edilmiş şerittir.

Kavşak: İki veya daha fazla karayolunun kesişmesi veya birleşmesi ile oluşan ortak alandır.

Kamulaştırma: Bir karayolu için gerekli belirli genişlikteki şeritsel bir koridorun içerisinde arazi parça ve bölümlerinin sahiplerinden satın alınarak kamu hizmetine tahsisidir.

Kaplama: Yol üstyapısının kaymaya, trafiğin aşındırmasına ve iklim koşullarının ayrıştırma etkisine karşı koyarken aynı zamanda yük taşıyan en üst tabakasıdır. (Asfalt, beton, parke vb.)

Kent (Şehir): Nüfus yoğunluğunun ticaret, sanayi veya yönetimle ilgili işlerle uğraştığı, tarımsal etkinliklerin olmadığı yerleşim alanıdır. Nüfusu 5000' den büyük yerler kentsel alan olarak kabul edilecektir.

Kilometre: Yol üzerinde herhangi bir noktanın proje başlangıcına olan uzaklığının kilometre (+) metre olarak ifadesidir (15+225.05 gibi).

Koridor: Planlanan veya mevcut bir yolun başlangıç ve bitim mahallerini kapsayan, topoğrafik sınırlamalara göre değişken genişlikte olabilen ve şeritsel olarak nitelenebilecek bir alandır.

Kot: Herhangi bir noktanın belirli bir düzleme göre alçaklık veya yüksekliğidir.

Köprülülük kavşak: İki veya daha fazla yolun hareket halindeki trafiği etkilemeden farklı düzlemde kavşak köprüsü ile meydana getirilmiş bağlantı yolu sistemidir.

Köprü: Hesap açıklığı 10m'den büyük (10m dahil) akarsu, vadi, karayolu, demiryolu gibi engelleri geçmek amacıyla kullanılan karayolu yapısıdır.

Kurp (Yatay ve düşey kurp): Proje yatay ve düşey hattındaki doğrusal kesimleri birleştiren eğrisel veya dairesel karayolu kesimidir.

Lase: Kısa mesafede yükselmek gerektiğinde birbirini kısa aralıklarla izleyen çok sayıdaki küçük yatay kurplar ile oluşturulan yol kesimidir.

Menfez: İnşaatı yapılacak yol yapısı ile akım çizgileri kesilen mecrâ, dere ve akarsulardaki akışı uygun şekilde devam ettirmek ve mücavir alanlardan yola gelecek her türlü suyu, yolun işletme süresi boyunca yerine getireceği fonksiyonu zedelemeyecek şekilde yoldan geçirerek uzaklaştırmak için yol gövdesi altında inşa edilen ve açıklığı 10 metreye kadar olan sanat yapısıdır.

Mücavir alan: İmar mevzuatına göre belediyelerin kontrol ve sorumluluğu altındaki alandır.

Nivelman: Noktalar arasındaki yükseklik farkının belirlenmesidir.

Ortalama seyahat hızı: Belirli bir yol kesimi uzunluğunun, o kesimde seyahat eden taşıtların tüm durma ve duraklama süreleri dahil edilerek, belirlenen ortalama seyahat süresine bölünmesi ile bulunan hızdır.

Ortalama seyir hızı: Belirli bir yol kesimi uzunluğunun, bu kesimden geçen taşıtların ortalama seyir süresine bölünmesiyle bulunan hızdır. Seyir süresi bir taşıtın bir seyahat boyunca hareket halinde bulunduğu zaman dilimlerinin toplamıdır.

Ön Etüt (İstikşaf): Başlangıç ve sonu tespit edilen iki nokta arasında göreceği hizmet bakımından uzunluk, toprak işleri, drenaj, jeolojik ve topoğrafik yapı ile trafik ve gelişme faktörleri gibi hususlar gözönünde tutularak, karayolu geometrik standartları ile trafik güvenliğini teknik ve ekonomik olarak karşılayacak yol güzergahının veya güzergahlarının haritalar üzerinde veya arazide araştırılmasıdır.

Örülme: Aynı yönde hareket eden trafik akımlarının katılma ve ayrılma sureti ile kesişmeleridir.

Palye hendekleri: Palyeli olarak yapılan yarma ve dolgularda şeve ve palyeye gelen yüzeysel sularının toplamı deşarj edildiği drenaj yapısıdır.

Peyzaj: Karayolunun doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirebilmek, şev stabilizasyonuna katkıda bulunmak, gürültü ve egzoz gazlarına karşı engel oluşturmak, yolun monotonluğunu kırmak ve yola estetik bir görünüm kazandırmak amacıyla yapılan tasarım ve uygulama çalışmalarıdır.

Proje gabarisi: Araçların yüklü veya yüksüz olarak karayolunda güvenli seyirlerini temin amacıyla karayolu yapılarının (köprü, tünel vb.) uzunluk, genişlik ve yüksekliklerini belirleyen ölçülerdir.

Platform: Karayolunun, taşıt yolu (kaplama) ile yaya yolu (kaldırım) veya banketinden oluşan kısmıdır.

Plankote: Herhangi bir kavşak, tesis veya sanat yapısının yapılacağı arazi bölümünün kotlu, tesviye eğrili ve detaylı planının çıkarılmasıdır.

Proje yatay hattı: Planda yolun doğru parçaları (aliyman), daire yayları (kurp) ve/veya geçiş eğrilerinden oluşan yol şeridinin harita üzerinde takip ettiği izdir.

Proje düşey hattı: Yolun boyuna kesiti (profil) üzerinde yolun bitmiş haline ait kotları belirleyen düşey eksen çizgisidir.

Proje hızı (Tasarım hızı): Yol tasarımı yapılırken taşıtların güvenli ve konforlu hareketlerini sağlayan (kurp yarıçapı, eğim, dever, vb. gibi)

karakteristikleri belirlemek için önceden kabul edilmiş olan teorik hız değeridir.

Rakım: Herhangi bir noktanın deniz seviyesine göre yüksekliğidir.

Rakortman: Yön veya eğim değişikliklerini güvenlik ve konfor gereksinimlerine uygun bir süreklilik ve hızda gerçekleştirmek amacıyla kullanılan eğridir.

Rampa: Farklı düzeydeki iki platformu birbirine bağlayan yol kesimidir.

Refüj: Bölünmüş bir yolda zıt yönlerde hareket eden trafiği birbirinden ayıran kısımdır.

Refüj hendekleri: Bölünmüş yolların deverli kesimlerinde refüje doğru akan platform yüzey suyu ile kendi yüzey suyunu toplamak amacıyla refüjde teşkil edilmiş olan hendeklerdir.

Ripaj: Yapı ve toprak işlerini azaltmak amacı ile yol ekseninin enine kesit içinde sağa veya sola kaydırılmasıdır.

Rögar: Yol yüzey sularının yer yer ana drenaj kanahna deşarj etmek için bordür kenarına yapılan tesisdir.

Röper: Yol boyunca en fazla 500m'de bir düzenlenen ve gidiş-dönüş nivelmanı ile koordinatları belirlenmiş sabit noktalar.

Sağa dönüş şeridi: Bir kavşakta sağa dönüş yapan taşıtlara ayrılmış, platformun normal kaplanmış genişliği içindeki bir trafik şeridi veya transit trafik şeritlerinin sağında ve onlara bitişik yardımcı bir şerittir.

Sanat yapıları: Köprü, tünel, menfez, istinat/iksa duvarı, tahkimat vb. mühendislik yapılarıdır.

Sayısal arazi modeli: Arazi yüzeyinin X,Y, Z koordinatları ile sayısal olarak temsil edilmesidir.

Serbest akım hızı: Düşük yoğunluklu bir yol kesiminde herhangi bir kontrol gecikmesi olmaksızın sürücülerin istedikleri hızda seyrettikleri hızların ortalamasıdır.

Seyir hızı: Belirli bir yol kesimi uzunluğunun, taşıtın bu kesimdeki seyir zamanına bölünmesiyle bulunan hızdır. Seyir zamanı taşıtın hareket halinde olduğu süredir.

Some noktası: Aliymanların kesişme noktasıdır.

Şerit: Taşıtların bir dizi halinde güvenli seyredebilmeleri için taşıt yolunun ayrılmış bölümüdür.

Şev: Yarma ve dolgularda, platform kenarının doğal zeminle bağlantısını sağlamak amacıyla oluşturulan eğimli zemindir.

Şev değeri: Şevlerin yatayla yapmış olduğu eğimin açı, yatay-düşey oranı veya yüzde olarak ifadesidir.

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

Taşıt Yolu: Kaplamalı veya kaplamasız banketler arasında kalan ve taşıtların güven ve konforla hareket etmesini sağlayan yol kesimidir.

Tırmanma şeridi: Karayolunda eğimin yüksek olduğu kesimlerin çıkış yönünde kapasite ve trafik güvenliğini artırmak amacıyla ağır taşıtların kullanmaları için yapılmış olan ilave şerittir.

Topuk (Dolgu şev dibi) hendekleri: Yolun dolguda teşkil edildiği kesimlerde kenar hendeklerinden, palye hendeklerinden, kafa hendeklerinden, refüj hendeklerinden, dren boruları ve kollektörlerin enine deşarjından, bordür düşüm oluklarından, dolgu şevinden ve arazi eğiminin dolguya doğru olduğu kesimlerde araziden gelen suları toplayarak menfezlere veya derelere boşaltan drenaj yapısıdır.

Toplayıcı yol: Karayolunda daha düzenli ve güvenli bir trafik akışının sağlanması amacıyla, yol kenarındaki mülklerden karayoluna çok sık geçiş ve müdehale yerine, belirli uzunluklarda ve topluca katılma veya ayrılma olanağı tanımak üzere, karayolunun bir veya her iki tarafında, tek veya iki yönlü olarak ve genellikle karayoluna paralel konumda yerleştirilen yollardır.

Üst geçit: Karayolunun diğer bir karayolu veya demiryolunu üstten geçmesini sağlayan yapıdır.

Varyant: Yolun bir kısmının veya tamamının çeşitli nedenler ile değiştirilmiş kısmıdır.

Yağış alanı: Köprü ve menfezlere gelen suları toplayan alandır.

Yarma: Üstyapı alt kotunun üzerinde kalan kazı hacmidir.

Yarma hendeği: Yarmalarda platform ve şevlerden gelen suları toplayıp uygun yerlere boşaltan yapılardır.

Yatay kurp: Yolun aliymanları birleştiren eğrisel kısımdır.

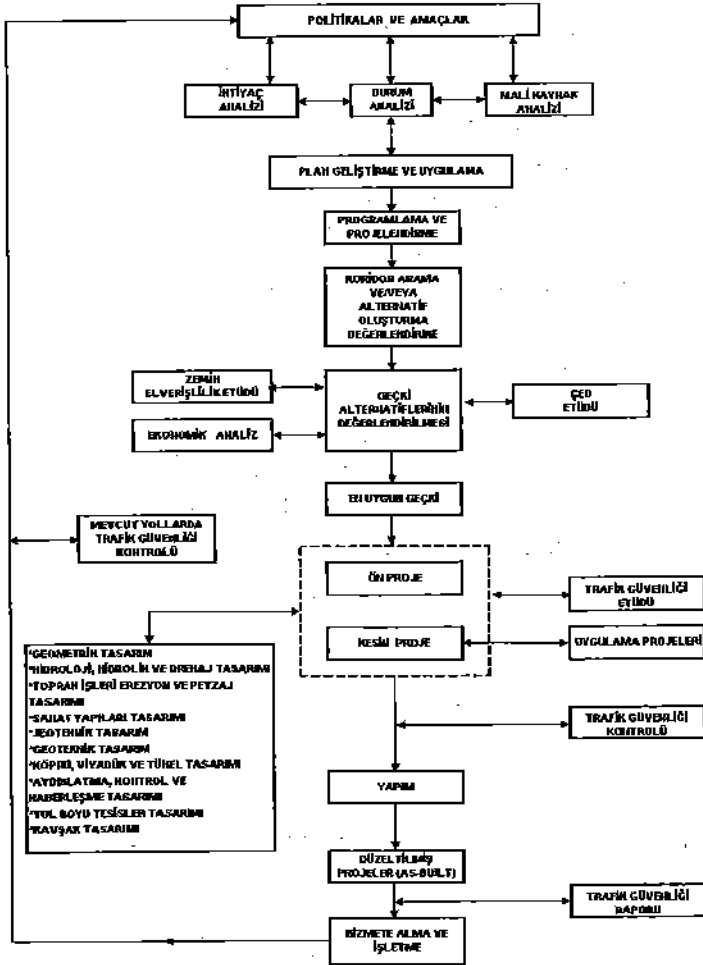
Yaya kaldırımı: Karayolunun taşıt yolu kenarı ile gerçek ve tüzel kişilere ait mülkler arasında kalan ve yalnız yayaların kullanımına ayrılmış olan kısımdır.

Yıllık ortalama günlük trafik (YOGT): Bir yıl boyunca, yolun bir noktasından veya kesiminden her iki yönde geçen toplam trafiğin gün sayısına bölünmesiyle elde edilen trafik hacmidir.

Zorunlu (Mücbir) nokta: Geçilmesi ve uğranılması zorunlu olan noktadır.

2. Karayolu Tasarım Aşamaları

Yeni yapılacak yol veya mevcut yolun ıslahı için Şekil 1-1'de görülen akış diyagramı kullanılır.



Şekil 1-1

B. TASARIM KRİTERLERİ

1. Birinci Öncelikli Tasarım Kriterleri

Karayolları Sınıflandırması

- **Otoyollar:** Üzerinde erişme kontrolünün uygulandığı devlet yollarıdır. Genel olarak otoyollar ücretlidir. Erişme kontrollü karayolu, özellikle transit trafiğe tahsis edilen, belirli yerler ve şartlar dışında giriş ve çıkışın yasaklandığı, yaya, hayvan ve motorsuz taşıt ve araçların giremediği ancak izin verilen motorlu taşıtların yararlandığı ve trafiğin özel kontrole tabi tutulduğu karayoludur.
- **Devlet yolları:** Önemli bölge ve il merkezlerini deniz, hava ve demiryolu istasyon, iskele, liman ve alanlarını birbirine bağlayan birinci derecede ana yollardır.
- **İl yolları:** Bir il sınırı içinde ikinci derece öneme haiz olan ve şehir, kasaba, ilçe ve bucak gibi belli başlı merkezleri birbirlerine ve il merkezine ve komşu illerdeki yakın ilçe merkezlerine, devlet yollarına, demiryolu istasyonlarına, limanlara, hava alanlarına ve kamu ihtiyacının gerektirdiği diğer yerlere bağlayan yollardır.

Tablo 1 - Karayolu Geometrik Sınıflaması

KENT DIŞI YOLLAR			
	Otoyollar		
	Çok Şeritli Yollar		
	İki Şeritli Yollar		
		1.Sınıf Yollar	
		2.Sınıf Yollar	
		3.Sınıf Yollar	
4.Sınıf Yollar			
KENTSEL YOLLAR (KENT GEÇİŞLERİ)			
	Çevre Yolları		
		Çok Şeritli Yollar	
		İki Şeritli Yollar	
	Kent İçinden Geçen Yollar		
		Çok Şeritli Yollar	
		İki Şeritli Yollar	

Çok şeritli yollar, her bir yöndeki trafik için en az iki şeridi bulunan, 3 km'den daha kısa olmamak koşulu ile trafiğin periyodik olarak kesintiye uğratılabileceği erişim kontrolsüz veya yarı erişim kontrollü karayollarıdır. Çok şeritli bölünmüş veya çok şeritli bölünmemiş (fiziki ayırıcı olmayıp çizgi ile bölünen) yollar olarak iki grupta ele alınacaktır.

İki şeritli yollar, her bir şeridin farklı yönlerdeki trafik akımı için tahsis edildiği, görüş mesafesi elverdiği ölçüde yavaş giden aracı geçmek için karşı şeridin kullanıldığı karayollarıdır. Geçmişte yapılan çalışmalar ve ülkemiz şartlarına uygunluğu dikkate alınarak karayolları ağının önemli bir bölümünü oluşturan iki şeritli kent dışı yollar, kendi içinde 4 sınıfta ele alınmıştır. Genel bir ilke olarak Devlet yollarının en az 1. ve 2. Sınıf, İl yollarının ise en az 3. ve 4. Sınıf yol standardında olması önerilmektedir.

Çevre yolları ve kent içinden geçen yollar yine çok şeritli yollar ve iki şeritli yollar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Çevre yolları transit trafiğin kent içinden geçme zorunluluğu ya da ihtiyacını kaldırmak amacıyla yapılan ve kenti kuşaklayan karayollarıdır. Nüfusun çoğunun ticaret, sanayi ve yönetimle ilgili işlerle uğraşan tarımsal etkinliklerin olmadığı ve nüfusu 5000'den büyük yerler kentsel alan olarak kabul edilmiştir.

Trafik Akımının Temel Özellikleri

Hacim-Akım Oranı

Hacim ve akım oranı belli bir zaman periyodu içinde yolun belli bir kesiminden veya noktasından geçen trafik miktarının ölçümüdür.

Hacim: Verilen bir süre içerisinde belirlenen bir yol kesiminden veya noktasından geçen toplam taşıt sayısıdır. Yıllık, günlük, saatlik veya 15 dakikalık periyotlarla ifade edilebilir.

Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT): Toplam yıllık trafik hacminin bir yıldaki gün sayısına bölünmesiyle elde edilir. Ancak, bütün yol kesimlerinde sürekli sayım imkanı olmadığından YOGT değeri mevsimlik sayımlardan ve örtü sayımlarından belli bir hata oranı kabul edilerek hesaplanmaktadır.

Akım Oranı: Belirli bir yol kesiminden veya noktasından bir saatten daha kısa süre içinde (genellikle 15 dakika) geçen taşıt sayısının saatlik olarak ifadesidir. Hacim ve akım oranı arasındaki fark önemlidir. Hacim belirlenen bir zaman aralığında gözlenen veya tahmin edilen gerçek taşıt sayısıdır. Akım oranı ise bir saatten daha az bir zaman aralığında o noktadan geçen taşıt sayısının saatlik eşdeğeri olarak ifade edilir.

Zirve Saat Faktörü: En yüksek saatlik trafik hacminin aynı saat içinde verilen bir zaman periyodundaki maksimum akım değerine oranıdır.

K-Faktörü: Yıl içinde gözlemlenen en yüksek saatlik trafik hacminin (10.,20.,30.,50., veya 100.saat) yıllık ortalama günlük trafiğe göre değişimi k-faktörü olarak ifade edilir. Genel olarak 30. en yüksek saat trafiği, zirve saat olarak kabul edilir. YOGT artarken K-Faktörü genellikle azalmaktadır. En yüksek K-faktörü genellikle rekreasyon alanlarındaki yollarda meydana gelir. Bunu kırsal, kent girişi (banliyö) ve kentsel yollar takip eder. K-Faktörü sınır değerleri Tablo 2 de verilmektedir.

Tablo 2 – K-Faktörü Sınır Değerleri

Yol Tipi	K Faktörü
Kent dışı	0,12 - 0,25
Kent girişi (geçişi)	0,10 - 0,13
Kent içi	0,07 - 0,10

Trafik Kompozisyonu: Ağır taşıtlar daha yüksek fiziki ağırlıklarının yanı sıra otomobillerden daha yavaş hareket edip daha fazla yer işgal ederler. İşletme özelliklerinin aynı birimle ifade edilebilmesi için ağır taşıtlar binek otomobil eşdeğeri cinsinden dikkate alınır. Eşdeğer binek otomobil sayısı, eğime ve geçiş görüş uzaklığına bağlı olarak değişir. Bu nedenle toplam trafik içindeki ağır taşıt oranı, yolun kapasitesinin belirlenmesinde önemli bir faktördür.

Trafik Tahminleri: Mevcut trafik hacminin yanında projenin ömrü boyunca taşıyabileceği trafiğin tahmin edilmesi esastır. Proje ömrü genellikle 20 yıl olarak kabul edilir.

Hız: Kamu tarafından kullanılacak herhangi bir mühendislik yapısının tasarımından beklenen hizmet, güvenli ve ekonomik bir şekilde karşılanmalıdır. Bu nedenle karayolunun tasarım hızı sürücülerin çoğunluğunun talebine cevap vermelidir. Tasarımın düşük oranda aşırı hız yapan sürücülerini dikkate alarak yapılması ekonomik değildir. Bu amaçla herhangi bir yoldaki tasarım hızı belirlenirken o yola veya benzer yola ait işletme hızları, %85'lik hızlar ve seyahat hızlarının belirlenmesi önem taşımaktadır.

Yoğunluk: Belli bir anda belirli bir yol veya şerit uzunluğunu işgal eden taşıt sayısıdır. Yoğunluk bir aracın diğerine olan yakınlığını belirtir ve trafik akışı içinde manevra yapma serbestliğini ifade eder. Bu özellikleri ile yoğunluk çok şeritli yollardaki hizmet seviyesini tayin eden belli başlı kriter durumundadır.

2. İkinci Öncelikli Tasarım Kriterleri

Tasarım Hızı

% 85'lik hız, yolun belirli bir noktasında veya kesiminde seyir eden araçların % 85'inden daha azının sürüş hız dağılımlarının maksimum değeridir. Yoldan çıkma türü kazaların yoğun olduğu yatay kurplarda kaza riskini azaltmak amacıyla minimum yatay karp yarıçapının ve duruş görüş mesafesinin hesaplanmasında aşağıda belirtilen V_{85} hızları kullanılır.

$$V_{85} = V_t + 10 \text{ km/s} \quad V_t \geq 100 \text{ km/s}$$

$$V_{85} = V_t + 20 \text{ km/s} \quad V_t < 100 \text{ km/s}$$

$$V_t = \text{tasarım hızı (km/s)}$$

Tablo 3 - Tasarım Hızları

Karayolu Geometrik Sınıflaması			Tasarım Hızları (km/saat)					
			Düz		Dalgalı		Dağlık	
Kent Dışı Yollar	Çok Şeritli Yollar		100	90	90	80	80	60
	İki Şeritli Yollar	1. sınıf	100	80	80	70	70	60
		2. sınıf	80	70	70	60	60	40
		3. sınıf	70	60	60	50	50	30
		4. sınıf	50	40	40	30	30	20
Kentsel Yollar (Kent Geçişleri)	Çevre Yolları	Çok Şeritli	100	60	80	60	80	60
		İki Şeritli	90	60	80	60	60	50
	Kent İçinden Geçen Yollar	Çok Şeritli	80	60	70	50	60	40
		İki Şeritli	70	50	60	30	60	30

Trafikte hakim taşıt tipinin yol ile uygunluğunu sağlamak amacıyla taşıtların boyutları, ağırlıkları, işletme özellikleri ve trafikteki yoğunluğu dikkate alınarak belirlenen tasarım taşıtı, tasarım kriterlerinden birisidir. Karayolları tasarımına etki eden en önemli taşıt özellikleri ön-dış tekerin minimum dönüş yörüngesi, iç-arka tekerin çizdiği yörünge ve dingil mesafesidir.

Kapasite ve Hizmet Seviyesi

Karayollarının planlama, tasarım ve işletilmesinde araç trafiği ile uyum sağlanması en önemli gereksinim ve kılavuzdur. Kapasite hakim yol ve trafik koşulları altında belirli bir zaman içinde belirli bir şerit veya yol kesiminden geçebilen maksimum saatlik trafik hacmidir.

Hizmet Seviyesi

6 farklı seviyede tanımlanmaktadır. A hizmet seviyesi en iyi işletme koşullarını F hizmet seviyesi ise en kötü işletme koşullarını göstermektedir.

Çok şeritli karayolları'nın hizmet kalitesinin ölçülebilmesi için yoğunluk, hız ve hacim/kapasite oranı olmak üzere üç adet performans kriteri mevcuttur. Bu üç kriter birbiri ile bağlantılı olup, herbir şerit için kilometreye düşen otomobil sayısı olarak tanımlanan yoğunluk en önemli performans kriteridir.

- Minimum şerit genişliği 3.60 m.'dir
- Seyehat yönündeki iç ve dış banket toplamı minimum 3.60 m.'dir. İç ve dış banketin 1.80 m.'den büyük olması durumunda bu genişlik 1.80 m. olarak alınır.
- Trafik akımı sadece otomobillerden oluşmaktadır.
- Yol platformu boyunca direkt erişim noktaları bulunmamaktadır.
- Bölünmüş bir yol niteliği vardır.
- Serbest akım hızı 100 km/saat' ten daha fazladır.

İki şeritli karayollarında ideal şartlar;

- Şerit genişliği 3.60 m. veya daha fazla,
- Banketler 1.80 m.ye eşit veya daha fazla, görüş açık ve temiz (herhangi bir fiziksel engel yok),
- Geçiş yapılamayan bölge olmamalı,
- Taşıtlar tümüyle otomobillerden oluşmalı,
- Arazi tümüyle düz,
- Düz giden trafiği engelleyecek trafik kontrolü veya dönen trafik gibi birtakım engellerin olmadığı gözönüne alınacaktır.

İki yönlü akımın analizi için yoldaki trafiğin 50/50 oranında her iki yöne dağıldığı temel koşul olarak kabul edilir. Kırsal iki şeritli karayollarındaki yönsel dağılımın tamamı 50/50'den 70/30'a kadar dağılım gösterebilir. Rekreasyon alanlarındaki yollarda yönsel dağılım, zirve zamanları veya tatil dönemlerinde 80/20 oranına veya daha yüksek oranlara kadar çıkabilir.

Tablo 5 - İki Şeritli Yollarda Hizmet Seviyesi Özellikleri

Hizmet Seviyesi	Ortalama Hız km/sa	Takip Geçen Zaman Yüzdesi	Maksimum Akım Oranı oto/sa	Trafik özellikleri
A En Yüksek	90 ve üstü	35-40	490	Trafik Yoğunluğu az dolayısıyla serbest akım hali vardır. Diğer Taşıtların varlığından dolayı manevra imkanlarında kısıtlama yok denemek kadar azdır.
B Yüksek	80	50-55	780	Trafik akımı kararlı akım görünümündedir. Hız, sollama vb. hususlarda sürücü davranışlarındaki serbestlik makul bir ölçüdedir.
C Orta	70	65-70	1190	Kararlı akım olmakla beraber hız ve manevra imkanları trafik yoğunluğundan daha çok etkilenir. Sürücülerin kendi hızlarını seçmede veya öndeki taşıtı geçmedeki serbestlikleri kısıtlanmıştır.
D Düşük	60	80-85	1830	Trafik akımı kararsız akıma yakındır. Sürücülerin manevra serbestlikleri az, konfor düşük fakat kısa mesafeler için kabul edilebilir ölçülerdedir.
E En Düşük	<=60	>=85	3200	Trafik akımında kararsızlık vardır ve kısa süreli duraksamalar görülebilir. Yol kapasitesinde veya kapasiteye yakın hacimde çalışır.
F Yetersiz	Yolun Kapasitesi dolmuştur.			Trafik hacmi yolun kapasitesini aşmıştır ve zorlamalı akım söz konusudur. Sık sık kısa ve uzun süreli duraksamalar görülebilir.

Kaynak: (Highway Capacity Manual 2000)

Tablo 2.6- Çok Şeritli Karayolları İçin Hizmet Seviyesi Özelemleri

Serbest Akım Hız SAH	Kriterler	A	B	C	D	E
100 km/saat	Max. Yoğunluk (oto./km/serit)	7	11	16	22	25
	Ort.hız(km/saat)	100.0	100.0	98.4	91.5	88
	Max. (v/c)	0.32	0.50	0.72	0.92	88.0
	Max.servis akım oranı (oto./saat/serit)	700	1100	1575	2015	2200
	Max.Yoğunluk (oto./km/serit)	7	11	16	22	25
90 km/saat	Ort.hız(km/saat)	90.0	90.0	89.8	84.7	80.8
	Max. (v/c)	0.30	0.47	0.68	0.89	1.00
	Max.servis akım oranı (oto./saat/serit)	630	990	1435	1860	2100
	Max.Yoğunluk (oto./km/serit)	7	11	16	22	25
	Ort.hız(km/saat)	80.0	80.0	80.0	77.6	74.1
80 km/saat	Max. (v/c)	0.28	0.44	0.64	0.85	1.00
	Max.servis akım oranı (oto./saat/serit)	560	880	1280	1705	2000
	Max.Yoğunluk (oto./km/serit)	7	11	16	22	25
	Ort.hız(km/saat)	70.0	70.0	70.0	69.6	67.9
	Max. (v/c)	0.26	0.41	0.59	0.81	1.00
70 km/saat	Max.servis akım oranı (oto./saat/serit)	490	770	1120	1530	1900

e) Yıvrulanlık değerleri kullanıldığında HS oranında her zaman yoğunluk ve (v/c) oranında izin maksimumları bir üste alınmalıdır. Yoğunluk, HS' nin birinci beşliyle alınmalıdır. F Hizmet Seviyesi, yüksek bakım ve değişim bir akım alınmalıdır. Diğer bir akım oranı, yoğunluk ve hız oranından kesinlikle F-HS' de olmalıdır.

Bakım seviyesi:

A - HS: Tamamen serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

B - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

C - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

D - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

E - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

F - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

G - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

H - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

I - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

J - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

K - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

L - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

M - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

N - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

O - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

P - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

Q - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

R - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

S - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

T - HS: Diğer şartların serbest akım koşullarında inşaat eder. Taahhüt edilmiş her türlü inşaatın bir maddesi ve işletme şartları karayollarının geliştirilmesi yapısı ve alt yapıları ile ilgili olarak.

Yol sınıflarına ve arazi durumuna göre hizmet seviyeleri kent dışı ve kent-
sel (kent geçişi) yollar için Tab. 6 ve Tab. 7'de verilmektedir.

Tablo 6 – Kent Dışı Yollar Öneri Tasarım Hizmet Seviyeleri

Yol Sınıfları	Arazi Durumu		
	Düz	Dalgıç	Dağlık
Çok Şeritli Yollar	B	B	B - C
İki Şeritli Yollar			
1.Sınıf Yollar	D	D - C	C
2.Sınıf Yollar	C	C - D	D
3.Sınıf Yollar	C	D	D
4.Sınıf Yollar	D	D	D

Tablo 7- Kentisel Yollar (Kent Geçişleri) Öneri Tasarım Hizmet Seviyeleri

Yol Sınıfları	Arazi Durumu		
	Düz	Dalgıç	Dağlık
Çevre Yolları			
Çok Şeritli Yollar	C	C	C
İki Şeritli Yollar	C	C	C
Kent İçinden Geçen Yollar			
Çok Şeritli Yollar	C	C	C
İki Şeritli Yollar	C - D	C - D	C - D

Not: E Hizmet Seviyesi çok kısıtlı durumlarda kabul edilebilir.

Hizmet Hacmi

Herhangi iki şeritli karayolundan hakim yol ve trafik koşulları altında ara-
zi durumuna göre seçilen bir hizmet seviyesinin altına düşmeden geçirile-
bilecek maksimum saatlik trafik sayısı hizmet hacmi olarak tanımlanmak-
tadır.

Tablo 8 – İki Şeritli Kent Dışı Yollarda Hizmet Hacı

Anazi Tipi	Ağır Taşıt Yüzdesi (%)	HİZMET SEVİYELERİ									
		A		B		C		D		E	
		Taşı/Usaat	YOGT	Taşı/Usaat	YOGT	Taşı/Usaat	YOGT	Taşı/Usaat	YOGT	Taşı/Usaat	YOGT
Düz	5	275	2115	504	3877	905	5852	1520	11692	2590	18923
	10	274	2108	502	3862	902	5823	1520	11692	2590	18948
	15	273	2100	499	3838	895	5885	1520	11692	2565	19731
	20	271	2085	497	3823	890	5848	1520	11692	2555	18664
	25	270	2077	494	3800	885	5809	1519	11685	2545	18577
	30	269	2069	491	3777	880	5769	1519	11685	2520	18385
Dalgalı	35	267	2054	488	3752	875	5731	1519	11685	2520	18385
	40	266	2046	487	3746	870	5692	1519	11685	2510	18308
	5	205	1577	373	2869	820	5308	1519	11685	2500	18231
	10	199	1531	362	2785	795	5115	1518	11685	2450	18848
	15	192	1477	355	2754	763	5075	1519	11685	2400	18462
	20	186	1431	339	2608	744	5723	1519	11685	2350	18077
Dağlık	25	179	1377	327	2515	712	5523	1519	11685	2300	17692
	30	172	1323	316	2431	693	5331	1518	11677	2250	17308
	35	166	1277	315	2423	657	5131	1518	11677	2200	16923
	40	160	1231	296	2277	640	4923	1518	11677	2145	16500
	5	44	338	155	1277	310	2385	1518	11677	1355	10423
	10	42	323	168	1277	310	2385	600	4515	1355	10423
	15	42	323	164	1262	305	2346	600	4515	1350	10385
	20	42	323	164	1262	305	2346	590	4538	1350	10385
	25	42	323	160	1231	305	2346	590	4538	1350	10385
	30	42	323	160	1231	305	2346	590	4538	1350	10385
	35	40	308	160	1231	305	2346	580	4462	1350	10385
	40	40	308	160	1231	305	2346	580	4462	1350	10385

Yönsele değişim 60/40, Zirve Saat Farkı 0.92, K-faktörü 0.13, serbest akım hızı 100 km/sa, enişim noktası 5, kaplama genişliği 7 metre, banket genişliği 2.5 metre olup 1. sınıf yol olarak kabul edilmiştir.

Tablo 9 – Çok Şeritli (2X2) Yollarda Hizmet Hacmi

Arazi Tipi	Ağır Taşı Yüzdesi (%)	HİZMET SEVİYELERİ														
		A			B			C			D			E		
		V	YOGT	V	(taşı/saat)	YOGT	V	(taşı/saat)	YOGT	V	(taşı/saat)	YOGT	V	(taşı/saat)	YOGT	
		(taşı/saat)														
DÜZ	5	2262	17398	3554	27341	39630	5152	39630	6812	52400	7834	60260	7834	60260		
	10	2208	16984	3470	26690	38687	4912	37787	6528	50212	7507	59002	7507	59002		
	15	2157	16559	3389	26069	38838	4812	37787	6528	50212	7507	57744	7507	57744		
	20	2108	16212	3312	25476	38838	4801	38838	6385	49118	7343	56486	7343	56486		
	25	2061	15852	3238	24970	38838	4894	38838	6243	48024	7180	55228	7180	55228		
	30	2016	15507	3168	24369	38838	4592	35323	6101	46930	7018	53970	7018	53970		
	35	1973	15177	3101	23850	38838	4494	34571	5959	46936	6852	52711	6852	52711		
	40	1932	14881	3036	23353	38838	4401	33851	5816	44742	6689	51453	6689	51453		
	5	2157	16588	3408	26200	39000	4940	39000	6500	50000	7475	57900	7475	57900		
	10	2016	15507	3249	24994	4702	36171	6184	47643	7123	54789	7123	54789			
DALGALI	15	1893	14558	3092	23788	4454	34342	5887	45288	6770	52079	6770	52079			
	20	1783	13718	2936	22582	4227	32513	5581	42929	6418	48368	6418	48368			
	25	1696	12970	2779	21376	3989	30684	5274	40572	6068	46658	6068	46658			
	30	1599	12293	2622	20170	3751	28455	4968	38215	5713	43947	5713	43947			
	35	1520	11694	2465	18984	3513	27026	4662	35858	5361	41237	5361	41237			
	40	1449	11146	2309	17758	3276	25197	4355	33501	5008	38526	5008	38526			
	5	1973	15177	3120	24000	4472	34400	5980	46000	6877	52900	6877	52900			
	10	1717	13210	2852	22243	4146	31893	5540	42614	6371	48006	6371	48006			
	15	1520	11694	2693	20486	3820	29386	5100	39234	5865	45119	5865	45119			
	20	1364	10490	2435	18729	3484	26879	4661	35854	5360	41232	5360	41232			
DAĞLIK	25	1236	9511	2208	16972	3168	24372	4222	32474	4855	37345	4855	37345			
	30	1131	8699	1978	15215	2842	21865	3782	29094	4350	33456	4350	33456			
	35	1042	8015	1750	13458	2517	19358	3343	25714	3844	29571	3844	29571			
	40	966	7430	1521	11701	2191	16851	2903	22334	3339	26684	3339	26684			

Serbest Akım Hızı 100 km/saat, $PHF=0.82$, $K=0.13$, yolisel dağılım 50/50, enliğin noktası 5 adet/km, şerit genişliği 3,5 m, benzetim gen. ± 1 ad olarak alınmıştır.

3. KARAYOLU GEOMETRİK ELEMANLARININ TASARIMI

1. Görüş Mesafesi

Duruş Görüş Mesafesi (DGM)

Yol güvenliğini sağlamak amacıyla sürücünün bir tehlikeyi fark edip durabilmesi için belirli bir süre ve bu sürede hıza bağlı olarak katetmesi zorunlu olan mesafeye duruş görüş mesafesi (DGM) denilmektedir. Reaksiyon süresi ile frenleme süresinin toplamı olan Minimum (veya emniyetli) duruş görüş mesafesinin hesaplanmasında göz yüksekliği 1.08 m ve obje yüksekliği 0.20 m alınmaktadır.

$$DGM = 0,278V_t t + 0,039 \frac{V_t^2}{a} \quad (3.1)$$

DGM : Minimum duruş görüş mesafesi, m

V_t : Tasarım hızı, km/sa

t : Reaksiyon süresi, 2 san

a : Frenleme ivnesi, 3,4 m/san²

Eğimli yollarda düz yollara göre frenleme mesafesi artacağından veya azalacağından DGM For. 3.1'den farklı olarak eğimi de gözönünde bulunduran For. 3.2 ile hesaplanmaktadır.

$$DGM = 0,278V_t t + \frac{V_t^2}{254[(a/9,81) \pm g]} \quad (3.2)$$

Yolun eğimi g , ondalıklı sayı olarak çıkış eğimi için (+), iniş eğimi için (-) alınır. Kaplamanın yaş olmasına göre hesaplanan DGM'leri Tab. 1'de verilmektedir.

Tablo 1- Minimum Duruş Görüş Mesafesi

Tasarım Hızı (km/sa)	Eğimsiz (m)	Aşağı Eğim, m			Yukarı Eğim, m		
		%3	%6	%9	%3	%6	%9
20	20	17	17	18	16	15	15
30	30	28	30	31	27	26	25
40	50	42	45	47	39	38	37
50	65	59	63	67	54	52	51
60	80	79	83	89	71	69	66
70	100	100	107	115	91	87	84
80	125	125	133	143	112	107	103
90	150	151	162	175	135	129	124
100	180	180	193	210	161	153	146
110	210	212	228	247	188	179	171
120	240	246	265	288	218	207	197
130	270	283	305	332	249	236	225

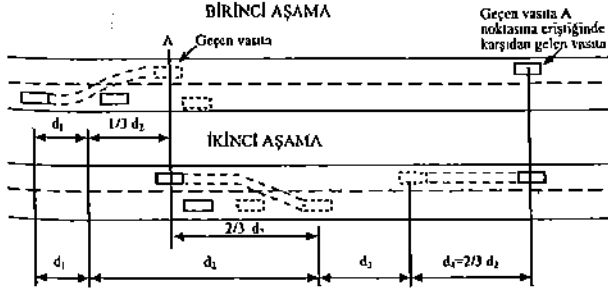
Kaynak: AASHTO, 2001

Geçiş Görüş Mesafesi (GGM)

İki şeritli karayollarında bir taşıtın diğer taşıtı güvenli bir şekilde geçebilmesi için gerekli olan minimum mesafe "Geçiş Görüş Mesafe"sidir. Minimum GGM'nin belirlenişi Şekil 1'de şematize edilmiş olup, sürücü davranışları ile ilişkili olarak aşağıdaki kabüller yapılmıştır.

- 1 - Geçilen taşıt sabit hızı sahiptir.
- 2 - Geçme hareketine başlamadan önce, geçen taşıt düşük hızda öndeki aracı takip etmektedir.
- 3 - Geçme kesimine ulaşıldığında, sürücünün geçme manevrasına başlamadan önce karşı şeridin trafikten arındırılmış olduğunu anlayabilmesi için kısa bir zaman sürecine ihtiyacı vardır.
- 4 - Geçme işlemi aniden başlayarak, geçen taşıtın karşı şeride gelmesi ile devam etmekte olup geçmeyi gerçekleştiren taşıtın hızı karşı şeridi kullandığı zaman içinde giderek artış göstermektedir. Geçen taşıtın hızı bu süre içinde geçilen taşıtın hızına göre 15 km/saat daha fazladır.

5 - Geçen taşıt, geçme işlemini tamamlayıp kendi şeridine geçtiğinde, karşı şeritten gelen taşıtla aralarında belli bir açıklık olmalıdır (d3).



Şekil 1- Geçiş Görüş Mesafesinin Tayini

İki şeritli karayolları minimum GGM Şekil 1'de görüldüğü gibi, aşağıda tanımlanan dört ayrı uzunluktan oluşmaktadır:

d_1 : İlk geçiş uzunluğu, itikâl ve reaksiyon zamanı ile sürücünün öndeki aracı geçmeyi başlatacağı pozisyona

getirmesine kadar geçen toplam şeride gidilen mesafedir,

d_2 : Geçen taşıtın sol şeridi işgal ettiği şeride aldığı mesafedir,

d_3 : Geçiş eylemi sonunda geçen taşıt ile karşıdan gelen taşıt arasındaki mesafedir,

$d_4 (= 2/3 d_2)$: Geçen taşıtın sol şeritte bulunduğu sürenin $2/3$ 'ü kadar şeride karşıdan gelen taşıtın kalacağı mesafedir.

$$d_1 = 0,278 t_1 \left((V_p - m) + \frac{at_1}{2} \right) \quad (3.3)$$

$$d_2 = 0,278 V_p t_2 \quad (3.4)$$

$$d_3 = 30 - 90 \text{ m}$$

$$d_4 = 2/3 d_2 = 0,185 V_p t_2 \quad (3.5)$$

t_1 : İlk geçiş zamanı, san

t_2 : Geçen taşıtın sol şeridi kullandığı süre, san

V_p : Geçen taşıtın ortalama hızı, km/sa

m : Geçen taşıt ile geçilen taşıt arasındaki hız farkı, km/sa

a : Ortalama hızlanma ivmesi, km/sa²/san

Tasarım hızlarına bağlı olarak hesaplanan emniyetli geçiş görüş mesafeleri Tab. 3.2'de verilmektedir.

Tablo 2- İki Şeritli Karayollarında Minimum Geçiş Görüş Mesafesi

Tasarım Hızı (km/sa)	Kabul Edilen Hızlar (km/sa)		GGM (m)	
	Geçilen Vasıta	Geçen Vasıta	Hesaplanan	Yuvarlatılmış
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Kaynak: AASHTO,2001

2. Yatay Eksen

Yatay eksen tasarımında güvenlik, seyahat süresi ve kapasite (veya trafik kalitesi) etkin kriterlerden olup tasarım hızı (V_d) ile (V_{85}), topografik yapı ve arazi şartlarına (dere, demiryolu, kanal, vadi, geçit, vb.) uyum ve ekonomi gözönünde bulundurulmalıdır. Yatay eksen elemanları aliyman, karp, geçiş eğrisi ve dever olarak ele alınacaktır.

Aliyman Tasarımı

Aliyman yatay eksen elemanı olup karayolun doğrusal kesimlerini oluşturmaktadır.

Aliyman, uzunluğunun fazla olması durumunda aşağıdaki olumsuzluklara neden olabilmektedir:

- Sürücülerin aşırı hız yapmasına olanak tanımaktadır.
- Karşıdan gelen veya takip eden taşıtların hız ve mesafelerinin tayin edilmesi zorlaşmaktadır.
- Gece seyahatlerinde karşıdan gelen taşıt farları sürüş konfor ve güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir.
- Doğu-Batı yönünde sabah güneş doğarken ve akşam güneş batarken sürücü güneş ışığından etkilenmektedir.
- Monoton sürüş şartları sürücüde dikkat dağılımı ve yorgunluğa neden olabilmektedir.

Aliyman uzunluğunun az olması durumunda ise aşağıdaki olumsuzluklar söz konusudur:

- Yeterli geçiş görüş mesafesinin sağlanması güçleşmektedir.
- Aliyman - karp - aliyman ilişkisinde bağımsız aliyman uzunluğu sağlanamamaktadır.
- Hız azalmakta dolayısıyla seyahat süresi artmaktadır.
- Kapasite azalmaktadır.

Aliymanlar, aliyman ve kurplardaki işletme hızı (V85) farkı 20 km/saat'ten fazla ise bağımsız aliyman (kurbun varlığının aliymandaki işletme hızını etkilemediği), 20 km/saat'ten az ise bağımlı aliyman (kurbun varlığının aliymandaki işletme hızını etkilediği) olarak nitelenebilir.

Tablo 3- Birbirini Takip Eden Kurplar Arasında Minimum Aliyman Uzunluğu

Kurpta V_{85} (km/sa)	Aliymanda V_{85} (km/sa)											
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
50	110	140	175	215	255	295	340	390	434	485	540	
55		120	155	190	230	270	315	365	410	465	515	
60			125	165	205	245	290	340	385	440	490	
65				135	175	220	260	310	360	410	460	
70					145	185	235	280	325	380	430	
75						155	200	245	295	345	400	
80							165	210	260	310	365	
85								170	220	270	325	
90									180	235	285	
95										190	245	
100											200	

Not 1. Kurpta işlevdeki rakamlar bağımsız aliyman olarak göz önüne alınışında minimum uzunluk veya kurplar arasında tavsiye edilen minimum uzunluk, m.

2. V_{85} hızı kurbun eğriyi derəcəne bağlı olarak ayarlanabilir.

3. Aliymandaki $V_{85} = 100$ km/sa ve $V_{85} = 120$ km/sa kofonandaki rakamlar uzun aliyman taşıyıcı olarak alınabilir.

4. Bağımsız bir aliymanda kurptaki ve aliymandaki hız farkının 20 km/sa olacağı kabul edilmemiştir.

Kaynak: Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook, 1999

Yatay eksen tasarımında bağımsız aliymanların oluşturulmasına özen gösterilmeli, aynı yönde birbirini takip eden kurpların konulmasından kaçınılmalı, konulması gerekli ise aynı yöndeki kurplar arasındaki aliyman uzunluğunun (m.cinsinden) tasarım hızının 6 katı olmasına çalışılmalıdır. Gece sürüş şartlarında far ışıklarından sürücülerin etkilenmemesi için sabit eğimli aliymanların uzunluğunun tasarım hızının 20 katını geçmemesine gayret edilmelidir.

Dever Tasarımı

Yatay kurpta hareket eden taşıtlar merkezkaç kuvvetinin etkisi ile dış doğru savrulmaya zorlandıklarından, yapılacak uygun dever tasarımı ile savrulmanın güvenlik ve konfor üzerindeki olumsuz etkileri giderilmelidir.

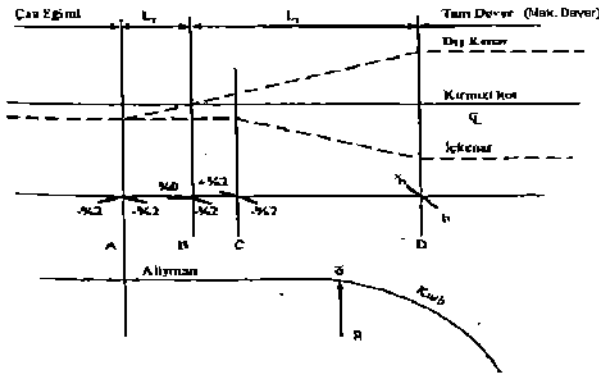
Maksimum Dever

Yatay kurptaki maksimum dever miktarı yol platformunun maksimum yanal eğimi olup, Devlet yolları için kabul edilebilir maksimum dever % 8

olarak alınacaktır. Kar ve don'un etkili olduğu bölgelerde maksimum dever % 6 alınabilir. Ayrıca, maksimum dever miktarının çok şeritli yollar için % 2,5'dan ve iki şeritli yollar için % 2'den daha az olması durumunda çatı eğimi dikkate alınacaktır.

Rakordman Boyu

Kurpta dever uygulamasının konfor, güvenlik, drenaj ve estetik ihtiyaçlara cevap verebilmesi için alıymanda çatı eğimi ile başlayıp kurpun içinde belirli bir noktada maksimum devere ulaşacak şekilde aşamalı bir geçiş yapılmalıdır. Bu geçişin yapıldığı mesafe dever rakortman boyu olarak tanımlanmaktadır. Rakortman boyu Şekil 2'de görüldüğü gibi L_1 ve L_2 mesafelerinin toplamıdır.



Şekil 2- Dever Uygulaması ve Rakortman Boyu

Devlet ve İl yollarında kullanılacak dever oranları ile dever rakortman boyları (L_r) tasarım hızı (V_f) ve kurp yarıçapına (R) bağlı olarak Tablo 4, 5 ve 6'da verilmektedir.

Tablo 4- Tasarım hızı ve karp yarıçaplarına bağlı olarak uygulanacak rakortman boyları (L_T) ve deyer oranları ($e_{max}:4\%$)

R (m)	V=20 km/sa				V=30 km/sa				V=40 km/sa				V=50 km/sa				V=60 km/sa				V=70 km/sa				V=80 km/sa				V=90 km/sa				V=100 km/sa			
	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4	%	2	4
7000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
6000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
5000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
4000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
3000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
2500	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
2000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
1500	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
1400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
1300	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
1200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
1000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
900	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
700	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
500	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
300	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
250	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
175	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0
160	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
140	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
130	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
120	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
110	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
100	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
90	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
80	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
70	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
60	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
50	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
40	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
30	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39
20	TE	9	14	2,6	12	16	3,1	15	24	3,7	18	29	3,5	21	32	3,8	22	33	4,0	24	34	4,2	25	35	4,4	26	36	4,6	27	37	4,8	28	38	5,0	29	39

$e_{max} = 4\%$
 R_k = Karp yarıçapı (m)
 V_i = Tasarım hızı (km/sa)
 e = Değer oranı
 L_T = %'den asarım devayine ulaşarak için gerekli mesafe (m)
 CE = Çat eğilimi (%)
 TE = Çat eğiliminin yak yönü deyer durumu (%)
 $R_{max} = 100$
 $R_{max} = 280$
 $R_{max} = 213$
 $R_{max} = 150$
 $R_{max} = 100$
 $R_{max} = 65$
 $R_{max} = 37,5$
 $R_{max} = 49$

Tasarım Hızı ve Yarıçapa Bağlı Olarak Uygulanacak Değer Oranları

Tablo 5- Tasarım hızı ve karp yarıçaplarına bağlı olarak uygulanacak rakortman boyları (L_T) ve dever oranları ($\epsilon_{max}=6\%$)

V=20 km/sa		V=30 km/sa		V=40 km/sa		V=50 km/sa		V=60 km/sa		V=70 km/sa		V=80 km/sa		V=90 km/sa		V=100 km/sa		V=120 km/sa		V=150 km/sa	
R	L _T (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
7000 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6000 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5000 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4000 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3000 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1500 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
700 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
600 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$R_{min}=15$

20	0.5	25	37	$R_{min}=30$		
30	4.7	21	32	6.0	23	43
40	4.2	19	30	5.3	28	42
50	3.8	17	28	5.4	26	39
60	3.3	16	24	5.0	24	36
70	3.2	14	22	4.7	23	34
80	3.2	14	22	4.7	23	34
90	3.2	14	22	4.7	23	34
100	3.2	14	22	4.7	23	34
110	3.2	14	22	4.7	23	34
120	3.2	14	22	4.7	23	34
130	3.2	14	22	4.7	23	34
140	3.2	14	22	4.7	23	34
150	3.2	14	22	4.7	23	34
160	3.2	14	22	4.7	23	34
170	3.2	14	22	4.7	23	34
180	3.2	14	22	4.7	23	34
190	3.2	14	22	4.7	23	34
200	3.2	14	22	4.7	23	34
210	3.2	14	22	4.7	23	34
220	3.2	14	22	4.7	23	34
230	3.2	14	22	4.7	23	34
240	3.2	14	22	4.7	23	34
250	3.2	14	22	4.7	23	34

$R_{min}=15$

20	0.5	25	37	$R_{min}=30$		
30	4.7	21	32	6.0	23	43
40	4.2	19	30	5.3	28	42
50	3.8	17	28	5.4	26	39
60	3.3	16	24	5.0	24	36
70	3.2	14	22	4.7	23	34
80	3.2	14	22	4.7	23	34
90	3.2	14	22	4.7	23	34
100	3.2	14	22	4.7	23	34
110	3.2	14	22	4.7	23	34
120	3.2	14	22	4.7	23	34
130	3.2	14	22	4.7	23	34
140	3.2	14	22	4.7	23	34
150	3.2	14	22	4.7	23	34
160	3.2	14	22	4.7	23	34
170	3.2	14	22	4.7	23	34
180	3.2	14	22	4.7	23	34
190	3.2	14	22	4.7	23	34
200	3.2	14	22	4.7	23	34
210	3.2	14	22	4.7	23	34
220	3.2	14	22	4.7	23	34
230	3.2	14	22	4.7	23	34
240	3.2	14	22	4.7	23	34
250	3.2	14	22	4.7	23	34

$R_{min}=15$

20	0.5	25	37	$R_{min}=30$		
30	4.7	21	32	6.0	23	43
40	4.2	19	30	5.3	28	42
50	3.8	17	28	5.4	26	39
60	3.3	16	24	5.0	24	36
70	3.2	14	22	4.7	23	34
80	3.2	14	22	4.7	23	34
90	3.2	14	22	4.7	23	34
100	3.2	14	22	4.7	23	34
110	3.2	14	22	4.7	23	34
120	3.2	14	22	4.7	23	34
130	3.2	14	22	4.7	23	34
140	3.2	14	22	4.7	23	34
150	3.2	14	22	4.7	23	34
160	3.2	14	22	4.7	23	34
170	3.2	14	22	4.7	23	34
180	3.2	14	22	4.7	23	34
190	3.2	14	22	4.7	23	34
200	3.2	14	22	4.7	23	34
210	3.2	14	22	4.7	23	34
220	3.2	14	22	4.7	23	34
230	3.2	14	22	4.7	23	34
240	3.2	14	22	4.7	23	34
250	3.2	14	22	4.7	23	34

$R_{min}=15$

20	0.5	25	37	$R_{min}=30$		
30	4.7	21	32	6.0	23	43
40	4.2	19	30	5.3	28	42
50	3.8	17	28	5.4	26	39
60	3.3	16	24	5.0	24	36
70	3.2	14	22	4.7	23	34
80	3.2	14	22	4.7	23	34
90	3.2	14	22	4.7	23	34
100	3.2	14	22	4.7	23	34
110	3.2	14	22	4.7	23	34
120	3.2	14	22	4.7	23	34
130	3.2	14	22	4.7	23	34
140	3.2	14	22	4.7	23	34
150	3.2	14	22	4.7	23	34
160	3.2	14	22	4.7	23	34
170	3.2	14	22	4.7	23	34
180	3.2	14	22	4.7	23	34
190	3.2	14	22	4.7	23	34
200	3.2	14	22	4.7	23	34
210	3.2	14	22	4.7	23	34
220	3.2	14	22	4.7	23	34
230	3.2	14	22	4.7	23	34
240	3.2	14	22	4.7	23	34
250	3.2	14	22	4.7	23	34

$R_{min}=15$

20	0.5	25	37	$R_{min}=30$		
30	4.7	21	32	6.0	23	43
40	4.2	19	30	5.3	28	42
50	3.8	17	28	5.4	26	39
60	3.3	16	24	5.0	24	36
70	3.2	14	22	4.7	23	34
80	3.2	14	22	4.7	23	34
90	3.2	14	22	4.7	23	34
100	3.2	14	22	4.7	23	34
110	3.2	14	22	4.7	23	34
120	3.2	14	22	4.7	23	34
130	3.2	14	22	4.7	23	34
140	3.2	14	22	4.7	23	34
150	3.2	14	22	4.7	23	34
160	3.2	14	22	4.7	23	34
170	3.2	14	22	4.7	23	34
180	3.2	14	22	4.7	23	34
190	3.2	14	22	4.7	23	34
200	3.2	14	22	4.7	23	34
210	3.2	14	22	4.7	23	34
220	3.2	14	22	4.7	23	34
230	3.2	14	22	4.7	23	34
240	3.2	14	22	4.7	23	34
250	3.2	14	22	4.7	23	34

$R_{min}=15$

20	0.5	25	37	$R_{min}=30$		
30	4.7	21	32	6.0	23	43
40	4.2	19	30	5.3	28	42
50	3.8	17	28	5.4	26	39
60	3.3	16	24	5.0	24	36
70	3.2	14	22	4.7	23	34
80	3.2	14	22	4.7	23	34
90	3.2	14	22	4.7	23	34
100	3.2	14	22	4.7	23	34
110	3.2	14	22	4.7	23	34
120	3.2	14	22	4.7	23	34
130	3.2	14	22	4.7	23	34
140	3.2	14	22	4.7	23	34
150	3.2	14	22	4.7	23	34
160	3.2					

Tablo 6- Tasarım hızı ve karp yarıçaplarına bağlı olarak uygulanacak rakortman boyları (L_r) ve dever oranları (emax:8%)

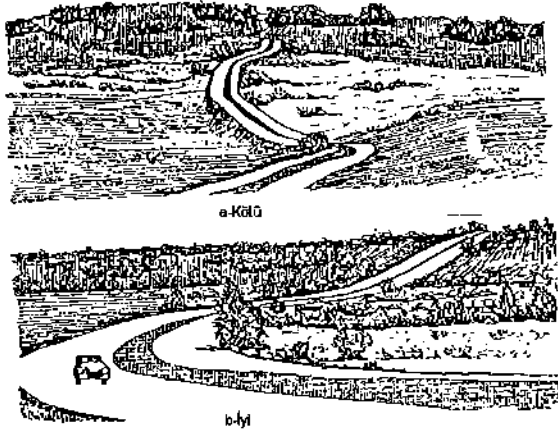
Tasarım Hızına ve Yançapı Bağlı Olarak Uygulanacak Değer Oranları

	V=20 km/sa				V=30 km/sa				V=40 km/sa				V=50 km/sa				V=70 km/sa				V=80 km/sa				V=100 km/sa				V=130 km/sa				
R	L ₁ (m)		L ₂ (m)		L ₁ (m)		L ₂ (m)		L ₁ (m)		L ₂ (m)		L ₁ (m)		L ₂ (m)		L ₁ (m)		L ₂ (m)		L ₁ (m)		L ₂ (m)		L ₁ (m)		L ₂ (m)		L ₁ (m)		L ₂ (m)		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
7600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
8000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
8400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
8800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
9200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
9600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
10000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
10400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
10800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
11200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
11600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
12000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
12400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
12800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
13200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
13600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
14000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
14400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
14800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
15200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
15600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
16000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
16400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
16800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
17200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
17600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
18000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
18400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
18800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
19200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
19600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
20000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
20400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
20800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
21200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
21600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
22000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
22400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
22800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
23200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
23600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
24000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
24400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
24800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
25200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
25600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
26000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
26400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
26800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
27200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
27600	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
28000	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
28400	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
28800	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0
29200	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE	0	0	CE	0	0	CE	0	CE</																

Yatay Eksen Tasarımı için Genel Kurallar

Yatay eksen tasarımında aşağıda belirlenen hususlara dikkat edilmelidir:

1. Güzergah topoğrafyaya uyma koşuluyla mümkün olduğunca ana istikamette olmalıdır. Şek. 3'de görüldüğü gibi yolun yapımı ve bakımı kadar, estetik açıdan da arazinin topoğrafyasına uyup kıvrılarak devam eden bir güzergah, ilke olarak arazinin doğal durumunu bozarak devam eden uzun aliymanlara tercih edilmelidir. Genellikle kısa kurp sayısı minimumda tutulmalıdır. Çok sayıda kısa kurplarla dalgalı bir şekil almış bir güzergahta sağlıklı trafik akışını sağlamak daha güçtür.

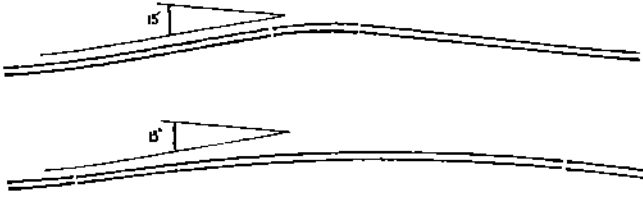


Şekil 3

2. Seçilen proje hızına bağlı olarak tespit edilen minimum kurp yarıçapı ancak şartların zorladığı durumlarda kullanılmalıdır. Şartlar elverdiği sürece büyük yarıçaplı kurplar her zaman tercih edilmelidir.
3. Uzun aliymanların sonuna küçük yarıçaplı kurpların konulmasından kesinlikle kaçınılmalıdır. Aksi taktirde uzun aliymanda iyice hızlanma eğilimindeki taşıtın küçük yarıçaplı kurpta yoldan çıkma ve devrilme riski ortaya çıkacaktır.
4. Keskin yatay kurpların olmaması için yatay eksenlerin sapma açıları ola-bildiğince küçük tutulmaya çalışılmalıdır. Sapma açılarının küçültülmesi

mümkün değilse kurbun yarıçapı büyük seçilerek bu olumsuzluk bir ölçüde giderilmeye çalışılmalıdır.

5. Küçük sapma açılı kurplarda güzergahın kırık bir görünüş vermemesi için karp boyları yeterli uzunlukta olmalıdır. Sapma açısı 5 derece olan yatay kurbun uzunluğu minimum 150 metre olmalı ve her 1 derece azalma için minimum karp uzunluğu 30 metre artırılmalıdır. (Şekil 4)



Şekil 4

6. Genel bir kural olarak, yatay kurbun minimum uzunluğu devlet yollarında tasarım hızının 3 katı olmalıdır. Estetik kaygıların daha belirgin ve daha büyük yarıçaplı kurpların kullanıldığı yüksek standartlı yollarda arzu edilen minimum karp uzunluğu tasarım hızının 6 katı kadardır.

7. Yatay kurplar arasında çok uzun ve çok kısa aliymanların konulmasından kaçınılmalıdır. Genel bir kural olarak tasarım hızının 20 katından daha fazla uzunluğa sahip aliymanlar uzun ve 6 katından daha az olan aliymanlar ise kısa olarak kabul edilmektedir. Uzun aliymanlarda sürücülerin hızlarını artırması ve kısa aliymanlarda ise geçiş olanaklarının kısıtlanması nedenleriyle kaza riski yükselmektedir.

8. Büyük yarıçaplı kurplardan küçük yarıçaplı kurplara aniden geçilmemelidir. Küçük yarıçaplı karp konulacak yere ulaşılmadan önce karp yarıçapları aşamalı olarak azaltılmalıdır. Bu şekilde sürücü hızını aniden değiştirme zorunda kalmayacak ve kaza riski azalacaktır.

9. Uzun ve özellikle yüksek dolgu kesimlerinde keskin kurplar kullanılmamalıdır. Bu kesimlerde yol kenarında yarım şevi, ağaç, çalılık, vb belirleyici nesneler olmadığından, sürücünün keskin kurbu algılaması zorlaşmaktadır. Böyle kesimlerde keskin kurbun yapılması kaçınılmaz ise birtakım

güvenlik önlemlerinin (otokorkuluk, uyarı ve keskin viraj işareti, hız azaltma kasisi, vb.) alınması uygun olacaktır.

10. Birbirini izleyen aynı yönde yatay kurp uygulamasından olabildiğince kaçınılmalıdır. Sürücülerin büyük çoğunluğu tarafından bir kurptan çıkıldığında takip eden ikinci kurbun da aynı yönde olması beklenmediğinden, kaza olasılığı artmaktadır. Şek. 3.11'de görülen bu olumsuz durum aynı yönde iki kurp yerine büyük yarıçaplı tek kurp konularak giderilmeye çalışılmalıdır.



Şekil 5

11. Birbirini izleyen geçiş eğrisiz ve özellikle ters kurplar arasında kısa aliyman boylarının kullanılması dever uygulamasını çok güçleştireceğinden böyle bir uygulamadan olabildiğince kaçınılmalıdır.

12. Kombine (farklı yarıçaplı) kurpların kullanımında dikkatli olunmalıdır. Topoğrafya ve kamulaştırma nedeniyle kombine kurp kullanımı gerekli görüldüğünde büyük dairesel kurbun yarıçapı (R_1) küçük dairesel kurp yarıçapının (R_2) %50'nden daha büyük olmamalıdır. ($R_1, 1.5 R_2$ 'yi geçmemelidir).

13. Doğu-Batı yönünde çok uzun yatay aliymanların yapımından kaçınılmalıdır. Aksi taktirde güneş batışı ve doğuşu sırasında sürücünün gözü güneş ışığının etkisinde kalarak sürüş konforunu azaltarak tehlike yaratabilecektir.

3 Düşey Eksen

Karayolunda düşey eksen (veya profil), ekonomi, güvenlik, drenaj, konfor ve estetik gibi faktörler ile birlikte yatay eksenle olan ilişkileri de gözönüne alınarak oluşturulmalıdır. Bu eksen ile sabit eğimli düşey alıman ve bunlar arasındaki düşey karp kesimleri belirlenerek istenilen her yerde taşıtların üzerinde seyir ettiği kaplama ve diğer üst yapı tabakalarının kotları tayin edilmiş olacaktır. Düşey eksen'in geçirilmesi sırasında gözönünde tutulması gereken en önemli kontrol kriterleri, eğim ve düşey karp eğrilik yarıçapı olup, gözetilmesi gerekli diğer bazı önemli hususlar aşağıda verilmektedir:

- Yarma ve dolgu hacimleri dengeli olmalıdır.
- Yeralı su seviyesi dikkate alınarak düşey hat yeterince yüksek teşkil edilmelidir.
- Yol kotları menfez ve/veya su kabarma seviyelerinin yeterince üzerinde olmalıdır.
- Düşey eksen çizgisi yan yol, kavşak, vb. bağlantı noktalarının kotu ile uyumlu olmalıdır.

Eğim

Karayolu tasarımının amacı, taşıtların hızlı, konforlu ve güvenli olarak hareket etmeleri kadar yol boyunca uygun işletme koşullarının da sağlanması olmalıdır. Eğimli yol kesimlerinin uzunluğunun artmasıyla özellikle ağır taşıtların hızları önemli oranda düşmekte, buna paralel olarak da trafik akımı olumsuz yönde etkilenmektedir. Otomobillerin hızı %4 - %5 eğime kadar pek etkilenmemekte ancak, kamyonların hızı %3 ve hatta %2'den daha fazla eğimlerde azalmaktadır. Ağır taşıtlarda gözlenen bu hız azalımı artan ağırlık-güç oranı ile birlikte iyice belirginleşmektedir. Bir karayolunda seyreden taşıtların hızları arasındaki önemli farklılık ve değişimler diğer taraftan,

- Yolun kapasitesini düşürmekte,
- Seyahat süresini ve taşıt işletim giderlerini artırmakta,

- o Hatalı sollama potansiyelinin artması sonucu yol güvenliğini azaltmakta,
- o Üstyapı ve kaplamanın daha çabuk bozulmasına neden olup, sürücü yorgunluğunu da artırmaktadır.

Bu nedenlerle, eğim ve eğim uzunluğu düşey eksen tasarımında her zaman dikkat ve önemle göz önünde bulundurulmalıdır.

Tasarım için Kritik Eğimler

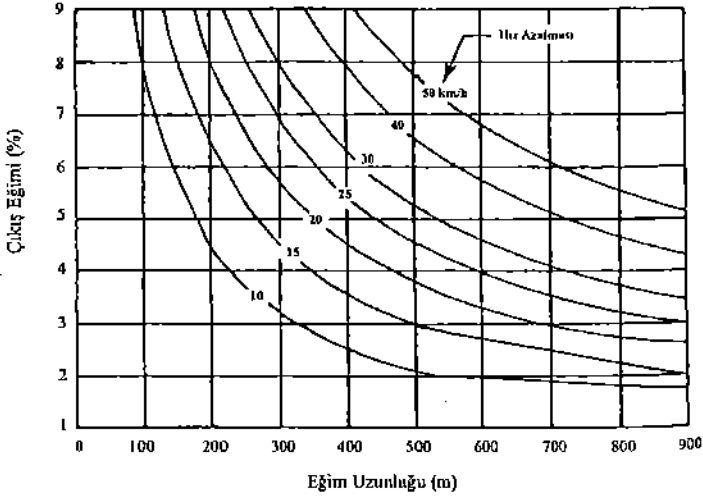
Bir tasarım kriteri olarak maksimum eğim, yol güvenliğini, kapasitesini ve taşıt işletme giderlerini önemli oranda etkilemektedir. Bu nedenle yol sınıfı ve topoğrafik yapıya göre belirlenerek Tab. 3.17'de verilen maksimum eğimler düşey hat tasarımı sırasında dikkate alınmalıdır.

Tablo 3.17 – Maksimum Boyuna Eğim

Karayolları Geometrik Sınıfları		Boyuna Eğim (%)		
		Düz	Dalgalı	Dağlık
Çok Şeritli Karayolları		4	5	6
İki Şeritli Karayolları	1. Sınıf	4	6	7
	2. Sınıf	5	7	8
	3. Sınıf	6	8	9
	4. Sınıf	10	12	16
Çevre Yolları	Çok Şeritli	4	5	6
	İki Şeritli	4	6	7
Kentsel Yollar	Çok Şeritli	4	5	6
	İki Şeritli	4	6	7

Tasarım için Kritik Eğim Boyu

İşletme açısından eğimin büyüklüğü kadar eğimin uzunluğu da önem taşımaktadır. Bu nedenle eğimin kritik uzunluğu, ağır taşıtların müsaade edilebilir hız kaybına uğradığı maksimum eğim uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Eğimin kritik uzunluğunun belirlenmesi için Şekil 3.12'de verilen abak kullanılabilir.



Kaynak: AASHTO, 2001

Şekil 3.12 - Kritik Eğim Uzunluğu Abağı

Tırmanma Şeritleri

İki şeritli karayollarında, trafik akımının serbest ve emniyetli işletilmesi açısından, eğimden dolayı ağır taşıtların hız kaybının fazla olmaması için eğimin kritik uzunluğundan daha uzun düşey eksenler yapılmamalıdır. Aksi halde aşırı hız kaybeden ağır taşıtların arkasındaki araçların yavaşlaması sonucunda gecikmeler artacak, işletme hızı düşecek ve hatalı sollama potansiyeli nedeniyle yol güvenliği azalacaktır. Ancak, özellikle dağlık arazi sınıfında yer alan güzergahlarda, kritik eğim boyu limiti içinde kalmak her zaman mümkün olmayıp, böyle durumlarda aşağıdaki üç şartın sağlanması için tırmanma şeridi yapılmalıdır:

- Tırmanan trafik hacmi > 200 araç/sa,
- Tırmanan ağır taşıt trafik hacmi > 20 kamyon/sa,
- Aşağıdaki şartlardan birinin mevcut olması
 - Kamyonun hız azalması ≥ 15 km/sa

- Hizmet seviyesinin E veya F olması
- Eğitim öncesindeki hizmet seviyesinin eğimli kesimde iki veya daha fazla kademe düşmesi

Bir tırmanma şeridinin yolun ilk hizmete açılışında yapılması ekonomik olmayabilir. Ancak artan trafik hacmi ile tırmanma şeridi ihtiyacı doğabilir. Bu durumda tasarımcı hangi yılda tırmanma şeridinin yapılmasının gerektiğini belirleyecek ve başlangıçta tırmanma şeridi için alınabilecek önlemleri (örneğin; kamulaştırma, sadece ilave platform oluşturma, ilave platformda dinlenme parkı-trafik kontrol alanı oluşturma, vb.) tespit edecektir. Tırmanma şeridi uygulamasında aşağıdaki kriterlere uyulmalıdır:

- Tırmanma şeridinin uzunluğu 500 m.'den daha kısa olmamalıdır.
- Birbirine takip eden tırmanma şeritleri arasındaki mesafe 800 m.'den daha az olmamalıdır.
- Rakortman boyunun belirlenmesinde aşağıda verilen formül esas alınmalıdır.

$$L = 0.60 \times V \times W$$

$$L = \text{Rakortman boyu (m)}$$

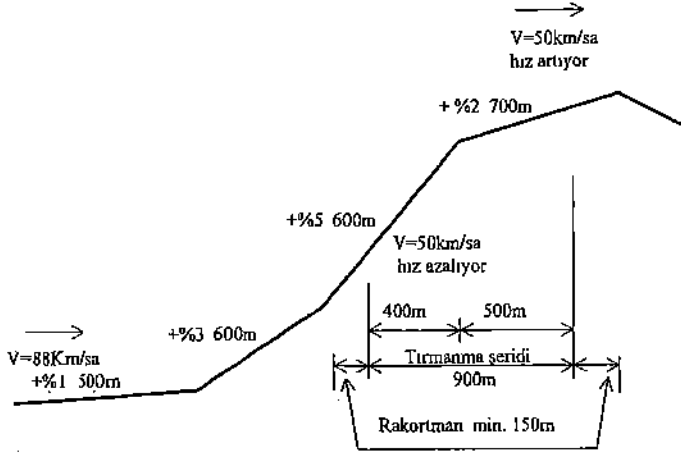
$$V = \text{Proje hızı (km/saat)}$$

$$W = \text{Tırmanma şerit genişliği (m)}$$
- Tırmanma şeridi genişliği 3 m., tırmanma şeridine bitişik banket genişliği ise yolun sınıfına göre 1-1,5 m. olmalıdır.
- Arazi enine eğimin fazla olduğu kısımlarda banket ve hendek genişliği, trafik güvenliği, drenaj, toprak hareketleri göz önüne alınarak azaltılabilir.

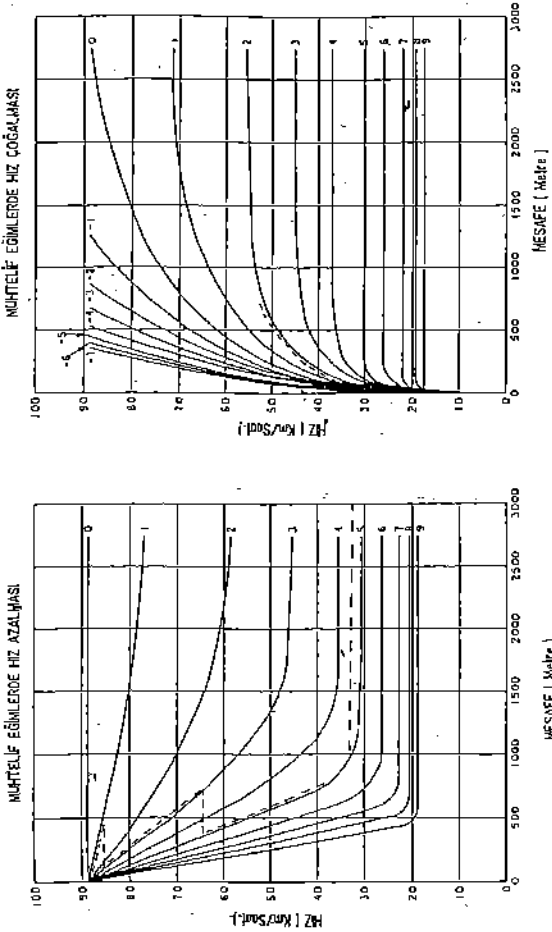
Tırmanma şeritleri Şek. 3.14'da verilen abak yardımı ile belirlenir. Şekil 3.13'de görülen boykesit için tırmanma şeridinin tasarımı aşağıdaki şekilde yapılmalıdır:

- Şek. 3.14'da hız-mesafe abağındaki kesik çizgi ile gösterilen hat, yol profilinde yapılacak tırmanma şeridinin başlangıç ve bitiş km.'lerinin tespiti için izlenen yolu göstermektedir.

- Ağır taşıtların maksimum hızının 88 km/sa'den daha düşük hızlarda hareket ettikleri kabul edilmektedir.
- Düşey kurplardaki eğim değişimleri dikkate alınmamaktadır.

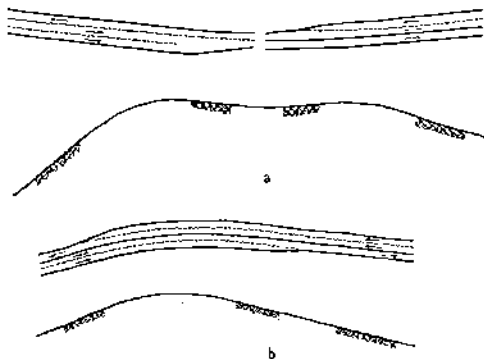


Şekil 3.13 - Tırmanma Şeridi Tasarımı



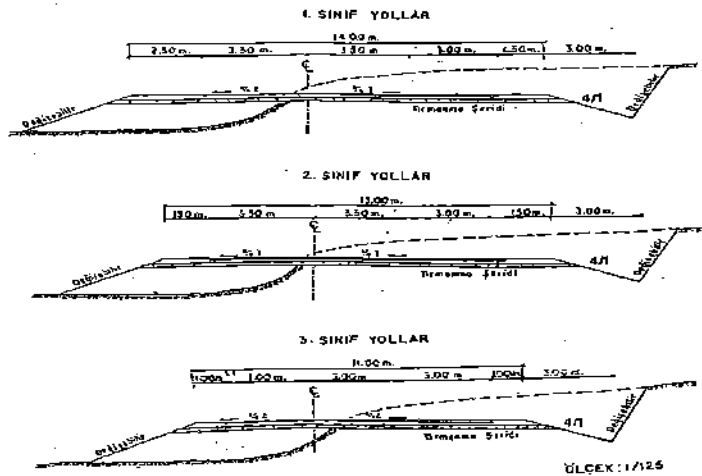
Şekil 3.14 - Müteelif Eğimli Yollarda Tipik Ağır Taşıt için Hız - Mesafe Abakları
Kaynak: AASHTO, 1994

İki şeritli karayollarında Tırmanma Şeritleri Şekil 3-15'de görüldüğü gibi uygulanmaktadır. Tırmanma şeritleri her bir yön için birbirinden bağımsız olarak tasarlanır. Ancak profile bağlı olarak, tepe düşey kurplarda iki yöndeki tırmanma şeritleri Şekil 3.15 (a)'da görüldüğü üzere ayrı kalabilecekleri gibi, üst üste de binebilir Şekil 3.15 (b).



Şekil 3.15- İki Şeritli Yollarda Tırmanma Şeritleri

Tırmanma Şeritlerinin enkesitleri yolun sınıfına bağlı olarak Şekil 3.16'deki gibi olacaktır.

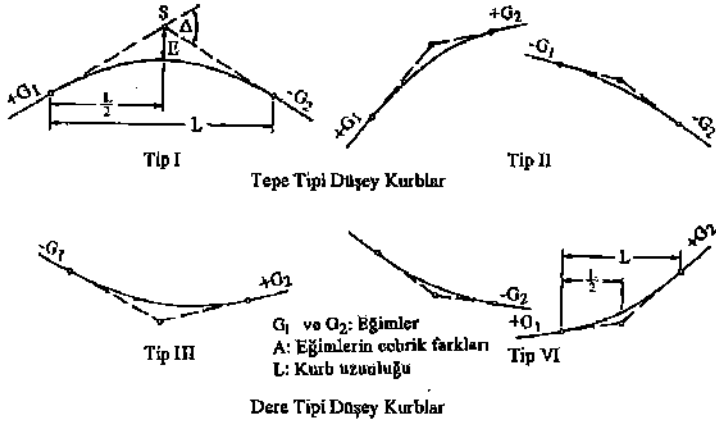


Şekil 3.16- Yol Sınıfına göre Uygulanacak Tırmanma Şeritli Enkesit Tipleri

Düşey Kurplar

Düşey kurplar, birleştirildikleri düşey alıyman kesimlerinin eğimlerinin cebirsel farkına bağlı olarak Şekil 3.19'da gösterildiği gibi, dere düşey karp (açık düşey karp) ve tepe düşey karp (kapalı düşey karp) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Duruş veya geçiş görüş mesafesi (tepe düşey karp için),
- Drenaj,
- Far ışığı görüş mesafesi (dere düşey karp uzunluğu için).



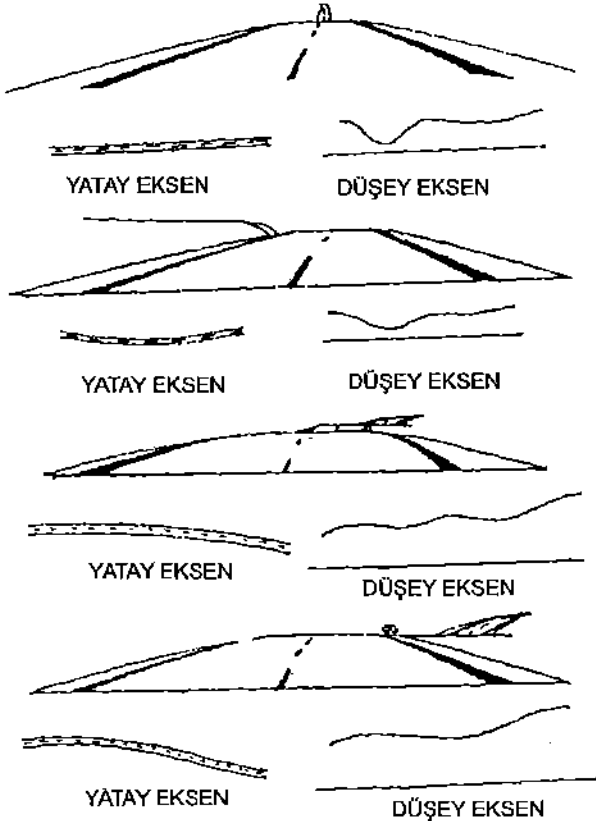
Şekil 3.19 - Düşey Karp Tipleri

3.3.6. Düşey Eksen Tasarımı için Genel Kurallar

1- Sık sık değişen ve kısa uzunluktaki eğimler yerine arazi topoğrafyasına uyumlu eğimler tercih edilerek yol güvenliği açısından mümkün olduğunca düşük eğim kullanılmasına çalışılmalıdır.

2- "Gizlenmiş İniş" tip profillerden kaçınılmalıdır. Genellikle bu tip profillere, uzun yatay alıymanlarda, düşey eksenin dalgalı doğal arazi çizgisini yakından takip etmesi durumunda rastlanmaktadır. Şek. 3.25'de görülen boykesitler estetik açıdan ve sürüş zorluğu yaratması bakımından

istenmeyen durumlardır. Öndeki taşıdı geçmek isteyen sürücü iniş ötesinde karşı şeridinin boş olduğunu görerek yanılabilir. Sürücü tepenin ötesinde gizlenmiş olarak gelen bir taşıtın varlığından habersizdir. Bu tip profiller, yatay kurplarla veya yüksek dolgu ve yarmalar kullanılarak yavaş yavaş değişen eğimlerin uygulanması ile düzeltilebilir.



Şekil 3.25 Gizlenmiş - İniş Şeklindeki Boykesitler

3-Uzun iniş eğimli boykesitlerden kaçınılmalıdır. Çok uzun inişin sonunda bir çıkış eğimi yoksa özellikle ağır taşıtların aşırı hızlanmaları trafikte tehlike yaratacaktır.

4-Uzun çıkış eğimli boykesitlerde daha dik eğimlerin alt tarafa konulmasına ve tırmanın sonuna yaklaşırken eğimin azaltılmasına veya sürekli tırmanan eğim yerine kısa mesafeli yatık eğimlerle sürekliliği kesilmiş düşey eksen tasarlanmasına çalışılmalıdır.

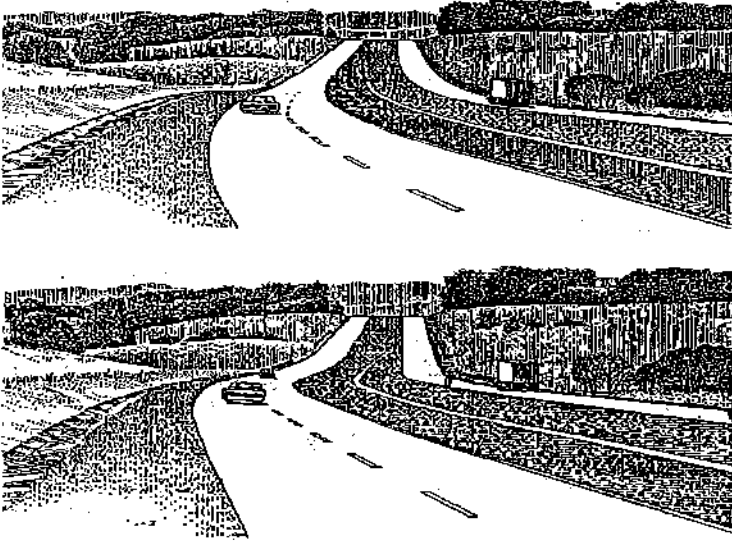
5-Yarmalarda, yeterli drenajın sağlanamadığı yerlerde dere tipi düşey kurplardan olabildiğince kaçınılmalıdır.

6-Yetersiz drenaj nedeni ile hidroplan ve sürtünme direnci gibi problemler ile kaza riski artacağından bordürlü yollarda yolun boyuna eğimi % 0,5'den daha az olmamalıdır.

3.4. Yatay ve Düşey Eksen Uyumu

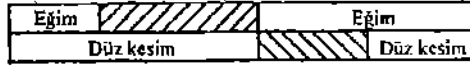
Yatay ve düşey eksenlerin uyumunda gözönüne alınması gereken hususlar aşağıda belirtilmektedir.

1. Aliyman veya büyük yarıçaplı yatay eksen ile dik veya uzun eğimler, yatık boyuna eğimlerle küçük yarıçaplı yatay kurpların birleşiminden kaçınılmalıdır.
2. Çeşitli örtüşme ve/veya çakışma kombinasyonları Şekil 3.29'de gösterilmiştir.
3. Yatay kurpların içinde düşey kurp uygulaması gerektiğinde, yol güvenliğe olan etkisinin incelenmesi koşuluyla, düşey ve yatay kurpların çakıştırılması genellikle daha iyi görünüm sağlamaktadır. Şek.3.30'da görüldüğü gibi uzun yatay kurbun sonuna kısa düşey kurbun konulması yola kırık bir görüntü vermektedir. Bu istenmeyen durum düşey kurp boyunun uzatılması ile giderilebilmektedir.



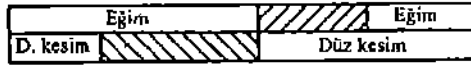
Şekil 3.30- Uzun Düşey Kurbun Sonuna Kısa Düşey Kurp Etkisi

Düşey
Yatay



a- Yatay kurbun başlangıcında düşey bir kurb olması

Düşey
Yatay



b- Yatay kurbun bitiminde düşey bir kurb olması

Düşey
Yatay



c- Yatay kurbun başlangıcında düşey bir kurbun çakışması

Düşey
Yatay



d- Yatay kurbun içinde düşey bir kurbun olması

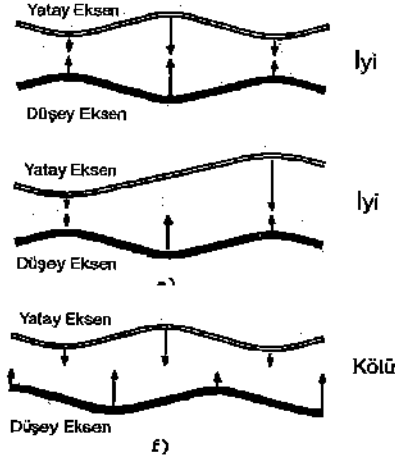
Düşey
Yatay



e- Yatay ve düşey kurbun çakışması

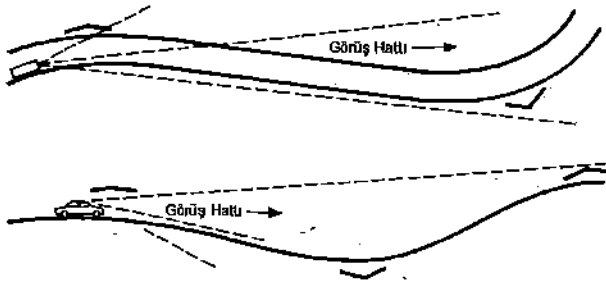
Şekil 3.29 Yatay ve Düşey Kurpların Koordinasyonu

4. Birbirini takip eden yatay kurplar ile düşey kurpların iyi ve kötü birleşimi Şekil 3.31'de görülmektedir.



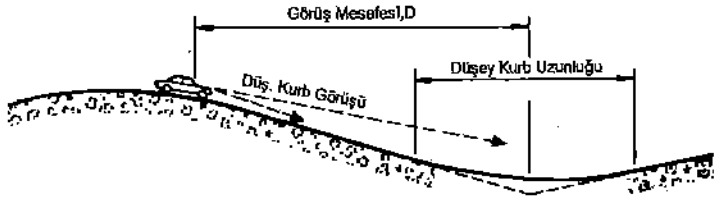
Şekil 3.31 - Yatay/Düşey Kurp İlişkisi

5. Yolun görünür uzunluğu Şekil. 3.32'de görüldüğü gibi, yeterli görüş mesafesi sağlanması koşulu ile yatay eksen en fazla iki, düşey eksen en fazla üç kurp kullanılarak tasarlanmalıdır.



Şekil 3.32- Yatay ve Düşey Eksende Maksimum Kırıklık Sayısı

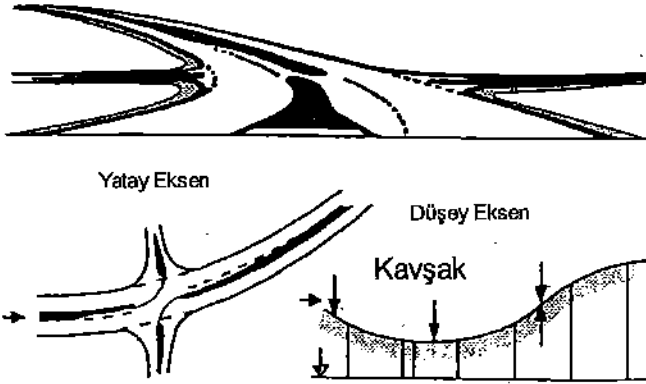
6. Özellikle gece sürüşlerinde yol güvenliği açısından Şekil 3.33'de görüldüğü gibi far aydınlatma mesafesi içinde yatay ve düşey kurpların görünürlüğü sağlanmalıdır. Dere tipi düşey kurbun görünürlüğü sağlanması için düşey karp boyunun, görüş mesafesine eşit veya en azından görüş mesafesinin 0.6 katı olması gerekmektedir. Yatay karp boyu (m cinsinden) tasarım hızının üç katı tercihen bu uzunluğun iki katı olmalıdır. Tablo 3.13'deki değerler performans ve güvenlik açısından yeterli sonuç sağlayan minimum karp boylarını verirken, görünürlük kriteri bazı şartlarda daha büyük standartlara gereksinim duymaktadır.



Şekil 3.33- Dere Düşey Kurplarda Görünürlük

7. Kavşak yaklaşımlarında araçların yavaşlama ve durma ihtiyaçları için yatay ve düşey kurplar mümkün olduğunca büyük yarıçaplı olmalı ve gerekli görüş mesafesi sağlanmalıdır.

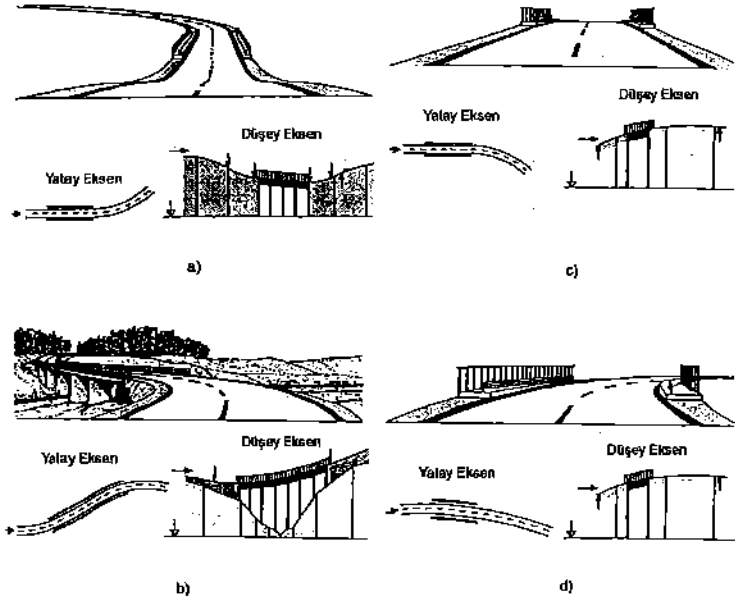
8. Kavşaklar görünürlükleri açısından mümkün ise dere tipi düşey kurpta düzenlenmelidir. Şekil 3.34'deki kavşağın görünürlüğü bitkilendirme, aydınlatma ve trafik işaretleri gibi uygun önlemler ile artırılabilir. Kavşaklarda gerekli görüş mesafesi önemle dikkate alınmalıdır.



Şekil 3.34- Kavşak Görünürlüğünün Sağlanması

9. Köprü geçişlerinde, yatay ve dikey eksen uyumları yol güvenliği açısından büyük önem taşıması nedeniyle aşağıdaki hususlar gözönünde tutulmalıdır.

- Köprüler gibi mühendislik yapılarının tasarımları, Şekil 3.35.b'de görüldüğü gibi yatay ve dikey eksen ile uyumlu olmalıdır. Ayrıca Şekil 3.35.a'da görülen düz ve basık yerleşimlerden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.
- Sürücünün yanal rüzgar etkisi, kaygan kaplama gibi hüküm süren şartları önceden fark edip kendini değişen şartlara uyarlayabilmesi için büyük köprülerin görünür olması gerekmektedir.
- Dikey tepe kurplarda yapılacak köprü yerleşimlerinde, köprü çıkışındaki yatay kurbun görünmesini engelleyen tasarımlardan kaçınılmalıdır (Şekil 3.35.c). Bu şartlarda, görüşü sağlamak amacıyla köprü yerleşiminin karp içine alınması uygun olacaktır (Şekil 3.35.d).



Şekil 3.35 Köprü Yerleşimi

4. ENKESİT ELEMANLARININ TASARIMI

Karayolu Üstyapısı

Üstyapı, trafik ve çevre etkilerine karşı koyan ve trafik yüklerini altyapıya (taban zeminine) ileten tabakalı (kaplama, temel, alttemel) bir yapıdır. Trafik yüklerini taban zeminine iletme kabiliyetleri her bir tabakanın yük dağıtma özelliğine bağlıdır. Üstyapılar, trafik hacmi, trafik kompozisyonu, taban zemini özellikleri, iklim-çevre koşulları, kullanılan malzemenin cinsi ve bulunabilirliği, enerji tasarrufu, yapım ve bakım maliyetleri gibi kriterlere bağlı olarak farklı tipte yapılabilmektedir.

Üstyapı Tipleri

Üstyapılar, kullanılan malzemelerin niteliklerine göre esnek veya rijit olmak üzere iki ana kategoriye ayrılırlar.

Üstyapı kalınlıklarını belirleyen en önemli faktörlerden biri trafik yüküdür. Bu amaçla trafik yükü, karayolu üzerinden geçecek çeşitli dingil yüklerinin 8.2 ton eşdeğer standart dingil yüküne çevrilmesiyle, toplam tekerrür sayısı cinsinden ifade edilir. Esnek üstyapılar hesaplanan trafik yüküne bağlı olarak, sathi kaplama veya beton asfalt (BSK) olarak projelendirilir.

Enine Eğim

Yolun enine eğimi çok şeritli yollarda %2.5, iki şeritli yollarda ise (çatı eğimi veya bombe) deverli kesimler hariç, her iki tarafa %2 olacaktır. Ancak, iki şeritli yollarda yolun boyuna eğiminin az olduğu durumlarda, kaplamadaki yüzey suyunu daha çabuk ve etkin biçimde uzaklaştırarak kayma direncini azaltmak ve hidroplan (su yatağı), vb olumsuzlukları önlemek amacıyla enine eğim %2.5 alınabilir. Boyuna eğimin kritik değeri genel olarak %0.50 kabul edilmektedir.

Şerit Genişliği

İdeal şerit genişliği olan 3.50 m, yolun sınıfına bağlı olarak 2.50m'ye kadar azaltılabilmektedir.

Banketler

Banketler, karayolu platformunun, duran veya arızalanan taşıtların acil park şeridi olarak kullandıkları, temele, alttemele ve kaplamaya yanal destek sağlayan, taşıma yoluna bitişik bölümüdür. Buna ek olarak banketlerin trafik işaretleri ve otokorkuluk için yanal açıklık ile kar kürüme ve depolama gibi bakım işleri için yer sağlamak, yarma kesitlerde görüş mesafesini açarak güvenliği artırmak, otobüsler için durak, yaya ve bisikletliler için de kullanım alanı sağlamak gibi yararları bulunmaktadır.

Çok şeritli ve iki şeritli yollarda ideal banket genişliği 3.00m olmakla birlikte ekonomik ve topoğrafik nedenler ile tırlar için düşük olan yollarda 0.50m'ye kadar düşürülebilmektedir. Ancak, otokorkuluk kullanılması durumunda standart banket genişlikleri, kullanılan otokorkuluk sisteminin gerektirdiği kadar artırılır.

Banketler; yol güvenliği, drenaj, yapım, bakım ve ekonomik kriterlere bağlı olarak kaplamalı veya kaplamasız olabilmekte ve genel olarak yol platformu ile aynı eğimde teşkil edilmektedir.

Tablo 4.1- İki Şeritli Karayollarında Şerit ve Banket Genişlikleri

	İki Şeritli Yollar													
	1. Sınıf				2. Sınıf				3. Sınıf				4. Sınıf	
	Düz	Dalgali	Değişik	Düz	Düz	Dalgali	Değişik	Düz	Düz	Dalgali	Değişik	Düz	Düz	Değişik
Tasarım Hızı	100	90	80	80	100	80	70	60	70	60	50	30	40	30
Şerit Genişliği	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.25	3.25	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.75	2.50
Banket Genişliği	2.5	2.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5

Dolgu ve Yarma Şevleri, Drenaj Hendekleri

Dolgu Şevleri

Zemin açısından kritik olan kesimler hariç dolgu şev eğimleri aşağıdaki gibi olacaktır.

- Nihai dolgu şev oranı, üst yapı ve yol gövdesinde aynı olacak, farklı değerler kullanılmayacaktır.
- Konfor ve trafik güvenliği açısından, yol enkesit tiplerinde dolgu şev eğimlerinin (h) dolgu yüksekliğine göre değerleri aşağıda verilmektedir.

$0 < h < 1.50\text{m.}$	için 4:1	(4 yatay :1 düşey)
$1.50\text{m.} < h < 2.00\text{m}$	için 3:1	(3 yatay :1 düşey)
$2.00\text{m.} < h < 5.00\text{m}$	için 2:1	(2 yatay :1 düşey)

$h > 5.00\text{m}$ için uygulanacak şev eğimleri, dolgunun teşkil edileceği malzemenin cinsine göre belirlenecektir. Ayrıca $h > 8.00\text{m}$ için dolgu şevlerinin stabilite analizleri yapılacaktır.

- Dolgu yüksekliğinin $h > 10.00\text{m}$ olması halinde şev eğimi ve palye durumu ayrıca belirtilecektir.
- Dolgu şev eğiminin tespitinde tüm dolgu boyunca en yüksek dolgu yüksekliği esas alınacak ve bu yüksekliğe göre verilen şev eğimi tüm dolgu boyunca kullanılacaktır. Ancak tasarımcı kısa aralıklı şev oranı değişikliklerini, şev uyumlarını ve trafik güvenliğini sağlayacak şev düzenlemelerini yapacaktır.
- Enkesit tasarımında, yamaçlarda ve karışık (miks) kesitlerde dolgu teşkilinde dolgu şevi ile yamaç şevi arasında yatay mesafenin 2.50m ve daha az bulunduğu kısımlarda dolgu şevinden min 2.50m uzaklaşmayı temin edecek şekilde proje düşey hattına paralel 0.40-0.80m. yüksekliğinde sıkıştırılmış kademelerin teşkil edilebilmesi için gerekli dış kazıları öngörülmektedir. Yamaç şevi ile dolgu şevi arasındaki mesafenin 2.50m den fazla olduğu yerlerde ise 0.80-1.00m genişliğinde dış açılacaktır. Bu kademeler yamaç şevinin 1:5 den daha dik olduğu yerlerde teşkil edilecektir.

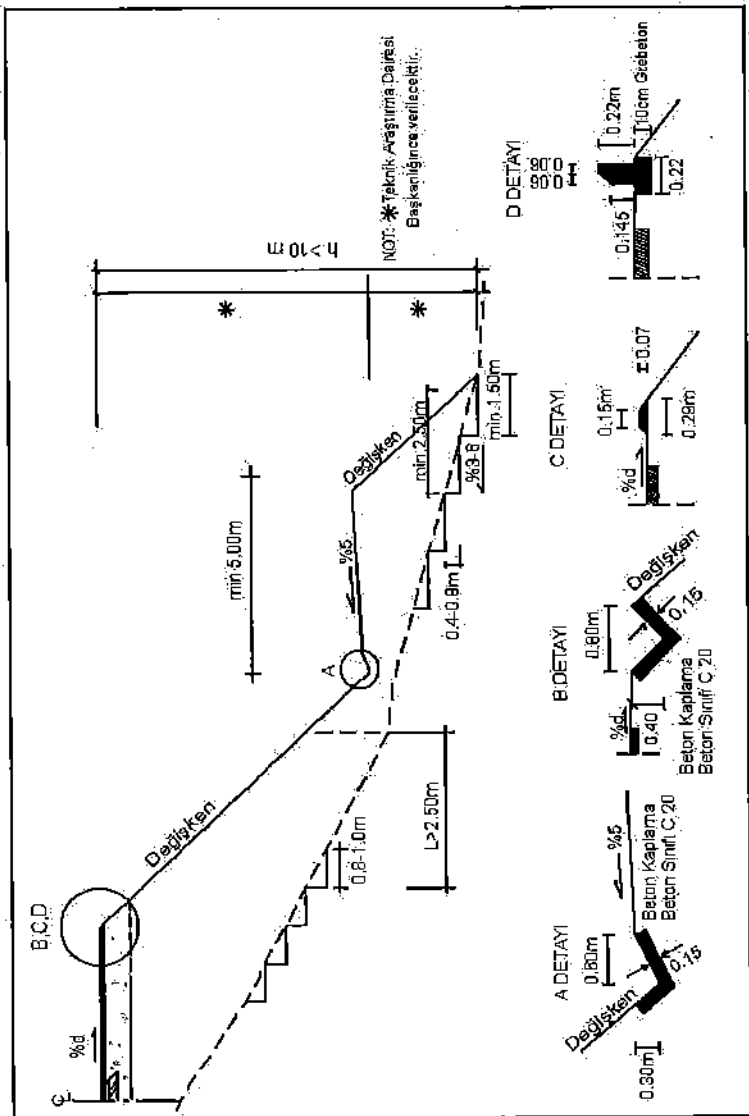
- Dolgu sevi yüzeylerinden yağış etkisi ile meydana gelen erozyon ve bozulmaların önlenmesi için, suyun banket kenarında toplanarak boyuna yönde taşındıktan sonra uygun yerlerde kontrollü bir şekilde deşarjını sağlayan (örneğin düşüm olukları yardımıyla), beton ve asfalt bordür veya uygun kanal kesiti tasarlanmalıdır.
- Dolgu üzerindeki otokorkuluk tarafında platform genişliği min.1.00m arttırılmalıdır.
- Palyeli dolgu enkesit tipi Şekil 4.1'de verilmektedir.

Yarma Şevleri

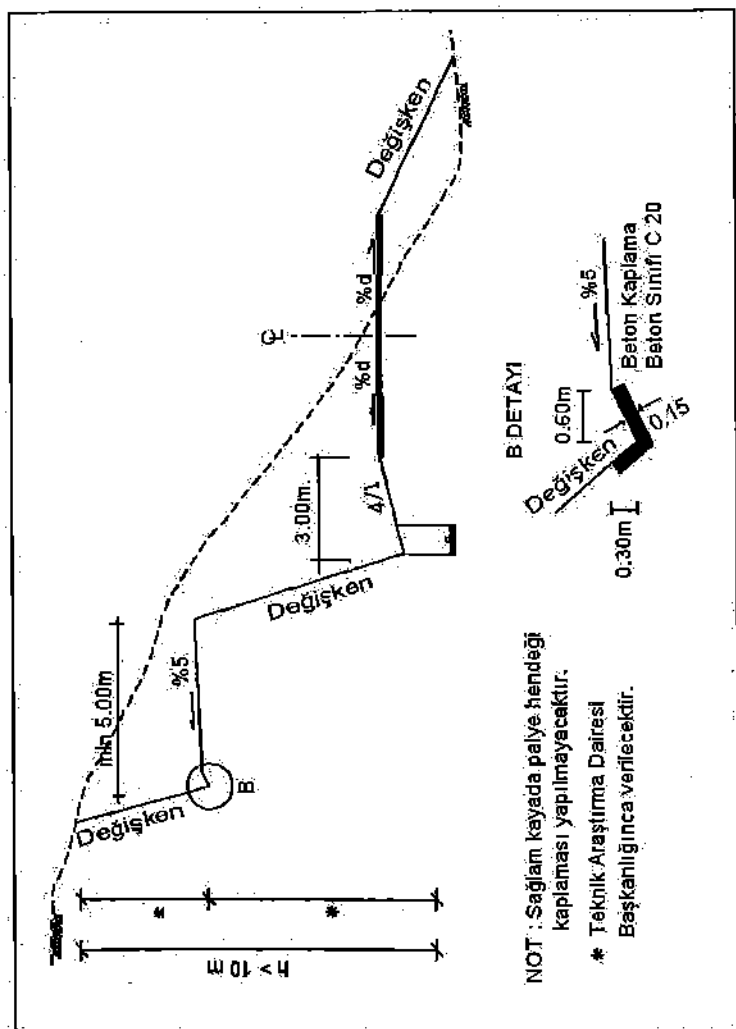
- Yarma şev oranları ve palye gereksinimi zemin araştırma raporunda belirtilecektir.
- Yarma sevi eğiminin verilmesinde 1:5 şev eğimi kesinlikle kullanılmayacak ve şev 1:4 eğimi ise ancak sağlam yapıdaki iyi kalite kaya formasyonlarında açılan sığ yarmalarda verilebilecektir.
- Toprak zeminlerde açılan yarmalarda minimum yarma sevi 3:2 olacaktır.
- Yüksek yarma ve dolgularda palye teşkiline ait detaylara uyulacaktır.
- Yarma sevi zeminlerin ve kayaların jeolojik koşullarına bağlı olarak değişebilir.
- Gerektiğinde yüksek yarmalarda yarma tepesinde yarma boyunca koruyucu engel yapılarak can ve mal güvenliği sağlanmalıdır.

Yarma Şevi Hendekleri

- Hendeklerde luz belirli bir değerden fazla olursa oyulma, az olursa çökelme olacağından boyuna eğimin 0 ile 0.005 arasında kalması veya 0.04'ü aşması halinde kaplama uygulanacaktır.
- Kaplamalı hendeklerde beton kalınlığı 15 cm, sınıfı ise C 20 olacaktır.
- Platform kenarından itibaren enine bir metrelik alanda bitkisel bant (yeşil bant) oluşturulur. Ancak yarma şevlerinden teressubat gelmesi durumunda bitkisel bant yerine beton kaplama yapılarak üstyapının korunması sağlanır.



Şekil 4.1. Dolguda Palyeli Enkesit Tipi



Şekil 4.2. Yarmada palyeli Enkesit Tipi



Ayrıca, orta refüjler; şehiriçi kesimlerinde yeşil alan düzenlenmesi, geniş yollarda yaya geçişlerinin kolaylaştırılması ve kavşak bölgelerindeki trafik çatışma alanlarının kontrol edilmesi gibi ek işlev ve avantajlara da sahiptir. Orta refüj genişliği, kamulaştırma durumuna, trafik hacmine, döñüş yapacak araçların cinsine, yolun sınıfına, konumuna, yapım ve bakım maliyetine bağılı olarak 1.2m ile 24 m arasında değışmektedir. Yeterli genişlikte yapılan refüjler kamulaştırma, yapım ve bakım maliyetlerinde artışa neden olmasına karşın, kapasite, konfor ve trafik güvenliğine sağladığı önemli iyileştirmeler nedeniyle çoğı zaman ekonomi sağlayan bir enkesit elemanıdır.

Orta refüj tipleri:

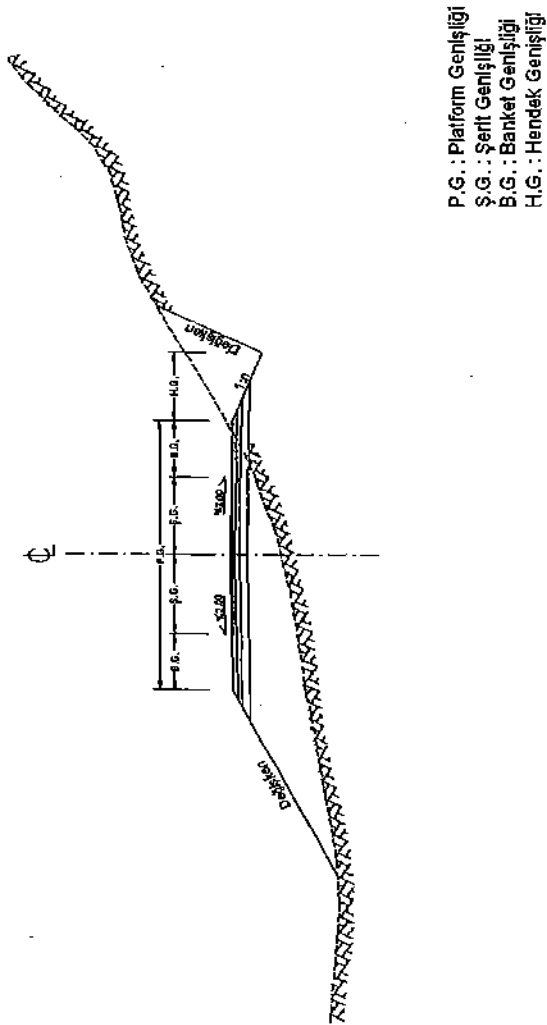
- Hendek kaplamalı
- Bordür taşı ile yükseltilmiş
- Otokorkuluk kullanılarak sınırlandırılmış

Orta refüj genişliği, karayolunun kent dışı ve kavşak kesimlerinde mümkün olduğunca geniş tutulmalıdır (min. 4.00m). Yapım ve bakım maliyetlerinin yüksek olduğu dağlık bölgeler ile kamulaştırma ve imar sınırının sorunlu olduğu kentiçi kesimlerinde daraltılmış orta refüj uygulanabilmektedir.

Yoldan çıkan araçların devrilme riskini azaltmak amacı ile orta refüj hendek sevi 1:4 olmalıdır. Orta refüj hendeklerinin beton kaplaması 15 cm kalınlıkta ve C 20 beton sınıfında yapılacaktır. Ayrıca iç banket kenarı (iç aydınlık kenarı) ile hendek kaplama kenarı arasında bitkisel bant (yeşil bant) oluşturulacaktır. Şekil 4.5.a ve b'de orta refüj hendek detayları verilmektedir.



4.7. Tipik Yol Enkesitleri



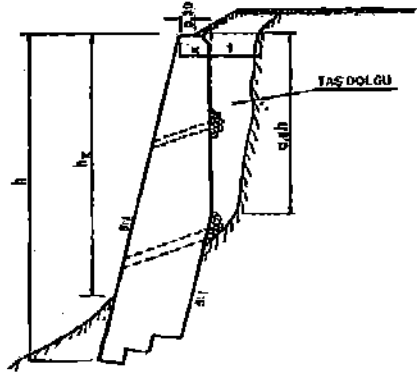
Şekil 4.7.a İki Şeritli Karayolu Enkesit Tipi

Şekil 4.7.b Bölünmüş Karayolu Enkesit Tipi

Dayanma Yapıları (Duvarlar)

Kayalık zeminlerde rastlanılan hallerde alt harçlı istinat duvarı cervellerinde yapılacak değişiklikler.

Kayalık zeminlerde şekilde görülen vaziyetlerde, harçlı istinat duvarı ebatları için duvar üst seviyesinde kayanın duvar arka yüzüne olan 1 mesafesine bağlı olarak aşağıdaki cenvide gösterilen ebatlar alınacaktır. Bu cenvide boş bırakılmış haneler ve bu cenvide yerin dışında kalan haller için de Tablo kullanılacaktır.



Duvar kalınlığı (K) cm.

Kaya Mesafesi 1 m.	h _k Yüksekliği (m.)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
1.00				70	70	75	80	85	85	85	85	85
1.50						95	110	120	125	125	125	125
2.00						110	125	140	150	155	155	160
2.50										165	190	195

Şekil 4.14. Kayalık Zeminlerde Yapılacak Harçlı İstinat Duvarı

KARAYOLLARI GEOMETRİK STANDARTLARI (ÖZET TABLO - I)

TOPOĞRAFİK YAKINLIK	TASARIM ELEMANLARI		KARAYOLU GEOMETRİK SINIFLARI															
			KENT DIŞI YOLLAR															
			ÇOK ŞENİTLİ YOLLAR (2002)	İKİ ŞENİTLİ YOLLAR														
DÖZ		Kırsal		1. SINIF				2. SINIF				3. SINIF				4. SINIF		
			100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0	0	0		
DÖZ	Tasarım Hızı	km/saat	A,B,C,D,E,F	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0	0		
	Hizmet Seviyesi		A,B,C,D,E,F	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
	Min DGM	m		180	150	125	100	80	65	50	40	30	20	10	0	0		
	Min GGM	m		670	615	540	485	430	375	320	265	210	155	100	45	20		
	Max Döner	%		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
	Enine Eğim	%		2,5	2,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	Max Boyuna Eğim	%		4	4	4	4	5	5	6	8	10	10	10	10	10		
	Min Karp Yarıçapı	m		385	305	230	175	125	80	50	30	15	10	10	10	10		
	Min Dış Karp Yarıçapı	m		4400	3900	3400	2900	2400	1900	1400	900	600	400	300	200	100		
	Min Dış Karp Yarıçapı	m		7400	5100	3700	2300	1500	900	500	300	150	100	50	30	20		
	İsa	m		0,12	0,13	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17		
	Şerit Genişliği	m		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3	3	3	3	3		
	Banket Genişliği	çm		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	K. Katsayısı			2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
DALGA	UGM (çm)	çm		44	35	28	22	22	16	16	13	9	4	4	4	4		
	Orta Refüj Genişliği	m		75	51	35	23	23	14	14	10	6	4	2	2	2		
	Platform Genişliği	m		26*	26*	12	12	10	10	8	6	4	3	3	3	3		
	Kıvrımlar (H ₁ , S ₁)	çm		26*	26*	12	12	10	10	8	6	4	3	3	3	3		
	Kamulaştırma	m		Köprülerde gabari platform genişliği kadar olacaktır. Kamulaştırma genişliği projenin gerektirdiği kadar olacaktır.														
	Tasarım Hızı	km/saat	A,B,C,D,E,F	80	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0	0	0		
	Hizmet Seviyesi		A,B,C,D,E,F	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
	Min DGM	m		150	125	100	80	65	50	40	30	20	10	0	0	0		
	Min GGM	m		615	540	485	430	375	320	265	210	155	100	45	20	10		
	Max Döner	%		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
	Enine Eğim	%		2,5	2,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	Max Boyuna Eğim	%		5	5	6	7	7	8	10	12	12	12	12	12	12		
	Min Karp Yarıçapı	m		305	230	175	125	80	50	30	15	10	10	10	10	10		
	Min Dış Karp Yarıçapı	m		3500	2800	2200	1600	1200	900	600	400	300	200	100	50	30		
Min Dış Karp Yarıçapı	m		5100	3500	2300	1500	900	500	300	150	100	50	30	20	10			
DAŞLIK	İsa	m		0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17		
	Şerit Genişliği	m		3,5	3,5	3,5	3,5	3,25	3,25	3	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		
	Banket Genişliği	çm		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	K. Katsayısı			2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
	UGM (çm)	çm		35	28	22	22	16	16	13	9	4	4	4	4	4		
	Orta Refüj Genişliği	m		51	35	23	23	14	14	10	6	4	2	2	2	2		
	Platform Genişliği	m		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	Kıvrımlar (H ₁ , S ₁)	çm		26*	26*	12	12	9,5	9,5	8	6	4	3	3	3	3		
	Kamulaştırma	m		Köprülerde gabari platform genişliği kadar olacaktır. Kamulaştırma genişliği projenin gerektirdiği kadar olacaktır.														
	Tasarım Hızı	km/saat	A,B,C,D,E,F	80	80	70	60	50	40	30	20	10	0	0	0	0		
	Hizmet Seviyesi		A,B,C,D,E,F	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
	Min DGM	m		125	100	80	65	50	40	30	20	10	0	0	0	0		
	Min GGM	m		540	485	430	375	320	265	210	155	100	45	20	10	5		
	Max Döner	%		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
Enine Eğim	%		2,5	2,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Max Boyuna Eğim	%		6	6	7	7	8	10	12	12	12	12	12	12	12			
Min Karp Yarıçapı	m		230	175	125	80	50	30	15	10	10	10	10	10	10			
Min Dış Karp Yarıçapı	m		2800	1600	1200	900	600	400	300	200	100	50	30	20	10			
Min Dış Karp Yarıçapı	m		3500	2300	1500	900	500	300	150	100	50	30	20	10	5			
DAŞLIK	İsa	m		0,14	0,15	0,14	0,16	0,15	0,17	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
	Şerit Genişliği	m		3,5	3,5	3,5	3,5	3,25	3,25	3	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		
	Banket Genişliği	çm		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	K. Katsayısı			2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
	UGM (çm)	çm		28	16	22	16	16	9	13	4	4	4	4	4	4		
	Orta Refüj Genişliği	m		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	Platform Genişliği	m		23	23	12	12	9,5	9,5	8	6	4	3	3	3	3		
	Kıvrımlar (H ₁ , S ₁)	çm		23	23	12	12	9,5	9,5	8	6	4	3	3	3	3		
	Kamulaştırma	m		Köprülerde gabari platform genişliği kadar olacaktır. Kamulaştırma genişliği projenin gerektirdiği kadar olacaktır.														

*Çok şeritli yollarda otokorkuluk ve drenaj ızgara payı gözönüne alınarak PG açığı ve sokla 0,5m geniş tutulmuştur.

		KARAYOLLARI GEOMETRİK STANDARTLARI (ÖZET TABLO - II)									
TOPOGRAFIK YARI	TASARIM ELEMANLARI	KARAYOLU GEOMETRİK SINIFLARI									
		KENTSEL YOLLAR (KENT GEÇİŞLERİ)									
		ÇEVRE YOLLARI					KENT İÇİNDEN GEÇEN YOLLAR				
		ÇOK ŞERİTLİ		İki ŞERİTLİ			ÇOK ŞERİTLİ		İki ŞERİTLİ		
DİZ	Tasarım Hızı	km/saat	100	80	90	60	80	60	70	50	
	Hizmet Seviyesi	A,B,C,D,E,F	C	C	C	C	C	C	C-D	C-D	
	Min DGM	m	180	80	150	80	125	80	100	85	
	Min DGM	m	670	410	615	410	540	410	485	345	
	Max Deyeri	%	8	8	8	8	4	4	4	4	
	Enine Eğim	%	2,5	2,5	2	2	2,5	2,5	2	2	
	Max Boyuna Eğim	%	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Min Kurp Yarıçapı	m	395	125	305	125	280	150	215	100	
	Min Düşey Kurp	Açık	4400	1600	3500	1500	2900	1500	2200	1300	
	Yançapı	Kapalı	7400	1500	5100	1500	3500	1500	2300	1000	
	L _{min}	m	0,12	0,15	0,13	0,15	0,14	0,15	0,14	0,16	
	Şerit Geniliği	m	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
	Banket Geniliği	İç	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Dış	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
DALGALI	K. Katsayısı (BGM için)	Açık	44	18	35	16	28	16	22	13	
		Kapalı	73	14	51	14	35	14	23	10	
	Orta Refli Geniliği	m	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Platform Geniliği	m	26*	26*	12	12	26*	26*	12	12	
	Köprüler (H ₀ S ₂₄)	ton	Köprülerde gabari platform genişliği kadar olacaktır.								
	Kamulaştırma	m	Kamulaştırma genişliği projenin gerektirdiği kadar olacaktır.								
	Tasarım Hızı	km/saat	80	60	80	60	70	50	60	30	
	Hizmet Seviyesi	A,B,C,D,E,F	C	C	C	C	C	C	C-D	C-D	
	Min DGM	m	125	80	125	80	100	85	80	30	
	Min DGM	m	540	410	540	410	485	345	410	200	
	Max Deyeri	%	8	8	8	8	4	4	4	4	
	Enine Eğim	%	2,5	2,5	2	2	2,5	2,5	2	2	
	Max Boyuna Eğim	%	5	5	6	6	5	5	6	5	
	Min Kurp Yarıçapı	Açık	230	125	230	125	215	100	150	35	
	Min Düşey Kurp	Kapalı	2800	1600	2800	1600	2200	1300	1600	800	
DAĞLIK	Yançapı	m	3500	1500	3500	1500	2300	1000	1500	600	
	L _{min}	m	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14	0,16	0,15	0,17	
	Şerit Geniliği	m	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
	Banket Geniliği	İç	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Dış	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
	K. Katsayısı (BGM için)	Açık	28	16	28	16	22	13	16	4	
		Kapalı	35	14	35	14	23	10	14	2	
	Orta Refli Geniliği	m	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Platform Geniliği	m	26*	26*	12	12	26*	26*	12	12	
	Köprüler (H ₀ S ₂₄)	ton	Köprülerde gabari platform genişliği kadar olacaktır.								
	Kamulaştırma	m	Kamulaştırma genişliği projenin gerektirdiği kadar olacaktır.								
	Tasarım Hızı	km/saat	80	60	60	50	60	40	60	30	
	Hizmet Seviyesi	A,B,C,D,E,F	C	C	C	C	C	C	C-D	C-D	
	Min DGM	m	125	80	80	65	80	50	80	30	
	Min DGM	m	540	410	410	345	410	270	410	200	
	Max Deyeri	%	8	8	8	8	4	4	4	4	
	Enine Eğim	%	2,5	2,5	2	2	2,5	2,5	2	2	
	Max Boyuna Eğim	%	6	6	7	7	6	6	7	7	
	Min Kurp Yarıçapı	m	230	125	125	80	150	80	150	35	
	Min Düşey Kurp	Açık	2800	1600	1600	1300	1600	900	1600	800	
	Yançapı	Kapalı	3500	1500	1500	1000	1500	600	1500	600	
	L _{min}	m	0,14	0,15	0,15	0,16	0,15	0,17	0,15	0,17	
	Şerit Geniliği	m	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
	Banket Geniliği	İç	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Dış	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
	K. Katsayısı (BGM için)	Açık	28	16	16	13	16	9	16	4	
		Kapalı	35	14	14	10	14	5	14	2	
	Orta Refli Geniliği	m	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Platform Geniliği	m	23	23	12	12	23	23	12	12	
	Köprüler (H ₀ S ₂₄)	ton	Köprülerde gabari platform genişliği kadar olacaktır.								
	Kamulaştırma	m	Kamulaştırma genişliği projenin gerektirdiği kadar olacaktır.								

*Yüksek şeritli yollarda otokalkülük ve drenaj zemin payı güzergahı alınarak PG sağla ve solda 0,5m geniş tutulmuştur.

5. KAVŞAKLAR

5.1. GİRİŞ

Kavşaklar karayolunun önemli bir unsurudur. Yolun performansı, güvenlik, hız, işletme maliyeti ve kapasite gibi özellikleri, kavşakların tasarımına bağlıdır. Kavşaklar iki veya daha çok karayolundaki doğrusal veya kesişen trafik akışlarını kapsadığı gibi, bu yollar arasındaki dönüş hareketlerini de içerir. Bu hareketler, kavşak tipine bağlı olarak, çeşitli geometrik tasarımlar ve trafik kontrolü ile sağlanır. Kavşaklar genellikle üç veya dört kollu olup, dörtten fazla kollu olması arzu edilmez. Kesişen karayolları üç genel tip oluşturur. Bunlar; eşdüzey kavşaklar, farklı düzeyli kavşaklar ve seviye ayrımlı (rampasız) geçişlerdir.

5.1.1. Kavşak Düzenlemelerinin Amacı

- sürekliliğinin sağlanması
- güvenliğin artırılması
- hızın kontrol altına alınması
- yavaşlama ve durmalar nedeniyle oluşan gecikmelerin azaltılması
- yeterli hizmet seviyesinin sağlanması
- taşıt işletme maliyetlerinin azaltılması

5.1.2. Kavşak Tasarımını Etkileyen Faktörler

İnsan Faktörü

- Sürücü alışkanlığı
- Sürücünün karar verme kabiliyeti ve beklentileri
- Karar ve reaksiyon süresi
- Hareket yörüngesine uyum
- Yaya alışkanlıkları ve kavşağı kullanım sıklığı

Trafik Faktörü

- Mevcut ve tasarım kapasitesi
- Dönüş trafiklerini de içeren trafik hacim değerleri (taşıt sınıflarına göre saatlik, günlük
- Zirve saat değerleri
- Taşıt boyutları ve nitelikleri
- Taşıt hareketlerinin dağılımı (ayrılma, katılma, örülme kesişme)
- Taşıt hızları
- Trafik kazalarının sayısı ve analizi
- Yaya hareketleri

Fiziksel Faktörler

- Kavşak alanının geometrik özellikleri
- Çevresel faktörler
- Mülkiyet ve imar durumu
- Güvenlik kriterleri
- Trafik işaretlemeleri ve aydınlatma ekipmanları
- Yaya geçitleri

Ekonomik Faktörler

- Yapım maliyeti
- İmar ve kamulaştırma kısıtlamaları ve maliyetleri
- Bakım-işletme maliyeti

Sosyal Faktörler

- Demografik yapı
- Kamuoyu

Fonksiyonel Kavşak Alanı

- Bir kavşak fiziksel ve fonksiyonel alanlarıyla tanımlanır. Kesişen yolların çakıştığı bölge fiziksel alanı oluşturur. Fonksiyonel alan ise, fiziksel alanı da içine alan, yol platformunun kavşak nedeniyle değişim gösterdiği, kavşak giriş ve çıkışı arasında kalan tüm bölgeyi (yardımcı şeritler, adalar, vs.) kapsamaktadır. Kavşak yaklaşımındaki fonksiyonel alan üç ana bölümden oluşur.
 - Algılama-reaksiyon mesafesi
 - Manevra mesafesi
 - Depolama mesafesi

5.1.3. Kavşak Tasarımı İçin Gerekli Veriler**Bölgesel Veriler**

- Kavşak bölgesinin topoğrafik durumu, haritası ve plankotesi
- Kesişen yolların yatay ve düşey geometrileri, enkesit tipleri ve kaplama durumları
- Kavşak bölgesi için kültürel, tarihi, fiziksel ve hukuki sınırlamalar getirecek durumlar
- Mevcut zemin ve drenaj sistemi
- Kavşak bölgesinde bulunan yerel, imar yolları, mevcut veya planlanmış kavşakların kategori ve tipleri
- Mevcut imar koridoru ve kamulaştırma sınırları

- İlgili yerel yönetim, idare ve kurumların ihtiyaçları
- Özellik taşıyan tesis ve kurumların konumu

Trafik Verileri

- Anayol ve tali yolların bütün yönlerdeki trafik sayımları (taşıt sınıfına göre ve saat, gün, YOGT)
- Zirve saat değerleri
- Taşıt karakteristikleri ve cinsleri
- Bütün kesişen yollar için taşıt hızları
- Yaya trafik sayımları ve hareketleri (özellikle kent geçişlerinde)
- Kaza raporları, analizleri ve istatistikleri
- Mevcut kavşakların kapasite analizleri (güncelleştirilmiş yöntemlerle)
- Planlanan kavşakların kapasite analizleri (güncelleştirilmiş yöntemlerle)

5.2. EŞDÜZEY KAVŞAKLAR

İki veya daha fazla karayolunun aynı düzlemde kesişmesi sonucunda oluşan kavşaklardır. Kavşağa giren ve çıkan kollarındaki trafik hacmi, arazi şartları, yaya ve taşıt güvenliği kriterlerine göre öncelikli olarak ele alınırlar. Tasarımda, kapasite analiz sonuçları ve 5.1.2.'de belirtilen faktörler dikkate alınmalıdır.

5.2.1. Eşdüzey Kavşak Tipleri

Kavşak tipleri; faaliyet alanı, şekil ve kanalize durumuna bağlı olarak değişkenlik gösterir.

Eşdüzey kavşaklar, kol sayısına göre üç ana tipte gruplandırılır.

- Üç kollu kavşaklar (T veya Y kavşaklar)
- Dört kollu kavşaklar
- Çok kollu kavşaklar

Trafik kontrol sistemine göre ise;

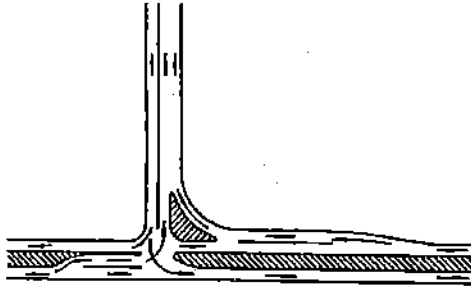
- Sinyalize kavşaklar
- Sinyalize olmayan kavşaklar

Ayrıca, kapasiteyi artırmak amacıyla, işaretleme veya adalar ile yapılan yönlendirmeye göre

- Kanalize edilmiş kavşaklar
 - Kanalize edilmemiş kavşaklar
- olarak sınıflandırılır.

5.2.1.1. Üç Kollu Eşdüzey Kavşaklar

Bu grupta yer alan T kavşaklarda tali yolun anayol ile kesişme açısı 60° ile 120° arasında olmalıdır. Kanalize edilmeden, düşük trafik hacimli 2×1 şeritli kırsal yollarda kullanılabildiği gibi, şehir içlerinde 2×2 şeritli yollarda da uygulanabilir. Daha yüksek trafik hacimli anayol - tali yol kesişmelerinde, dönen trafiği kontrol altına almak ve yeterli dönüş yarıçaplarını sağlamak amacıyla kanalize edilerek uygulanır.



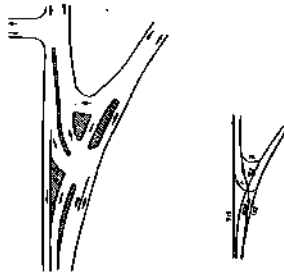
Şekil 5.4-3 Kollu Kanalize T Kavşak

Kanalize edilmiş kavşaklarda adalar, fonksiyonel olabilmeleri için yeterli kesit alanına sahip olmalıdır. Özellikle, dönüş hareketlerini kanalize ederek ayıran adaların alanı en az $5m^2$ tasarlanmalıdır.

Kanalize edilmiş kavşaklar, kapasite analizi sonuçlarına göre gerekli görüldüğünde, özellikle şehir geçişlerinde, sinyalizasyonla uygulanır.

Y tipi kavşaklar ise, anayol - tali yol kesişmesinin dar açılı olduğu, tali yolda dik veya dike yakın eksen düzenlemesinin imar, kamulaştırma, vb. nedenlerle yapılamadığı durumlarda tasarlanırlar. Anayoldan sol dönüş yapacak taşıtlar ile karşı yönden direkt gelen taşıtların çakışma noktasında (trafik hacminin artması söz konusu olduğunda) ışıklı ikaz sisteminin uygulanması gerekir.

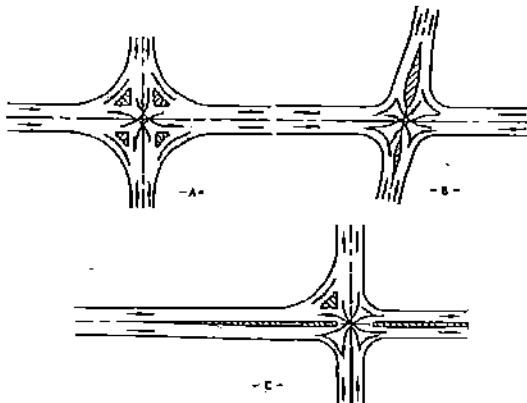
Kollardaki U-dönüşü için orta ada genişliği, dönüş yapacak taşıtların minimum dönüş yarıçapına göre düzenlenmelidir.



Şekil 5.5-3 Kollu Kanalize Y Kavşak

5.2.1.2. Dört Kollu Eşdüzey Kavşaklar

Üç kollu eşdüzey kavşaklarda olduğu gibi, dört kollu eşdüzey kavşaklarda da anayol - tali yol kesişme açısı 60° ile 120° arasında olmalıdır. Dar açılı kesişmelerde tali yol eksenlerinin yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu kavşaklarda, anayolda kesintisiz trafik akış kapasitesini sağlamak amacıyla hız değiştirme şeritleri tasarlanır. Bu şeritlerin paralel bölümleri anayoldan ayrılmalarda minimum 45m, anayola katılmalarda ise minimum 60m uygulanmalıdır. Anayola katılmalarda hızlanma şeritleri yeterli mesafede (min.50m.) kama olarak tasarlanabilir. Kavşak köşelerindeki yarıçaplar büyük taşıtların dönüşlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.



Şekil 5.6-4 Kollu Kanalize Kavşaklar

Şekil 5.6 a'da, dört kolda sağ dönüşün kanalize edildiği kavşak konfigürasyonu görülmektedir. Dönüş trafiğinin yüksek olduğu, yeterli kesit alanının sağlandığı ve yaya trafiğinin mevcut olduğu yerlerde uygun tasarım tipidir. Bununla beraber, kesişen kolların iki şerit olduğu yollarda genellikle uygulanmaz.

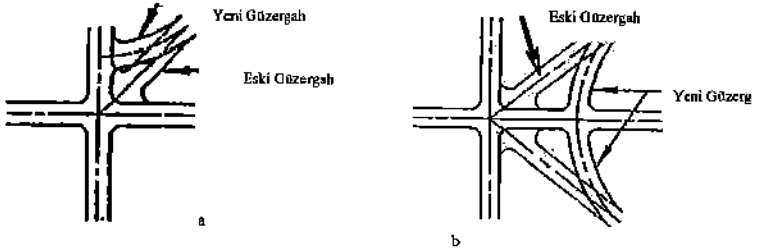
Şekil 5.6 b'de, karşılıklı tali yolların damla adalarla oluşturulduğu kavşak tipi görülmektedir. Tasarımın basitliği, Şekila'daki uygulamaya göre tercih edilmesini sağlar.

Şekil 5.6.c ise, yüksek hızlı, tam kapasite ile çalışan 2x1 şeritli anayol için uygun konfigürasyondur.

Anayolda, sol dönüş trafiğinin yüksek olduğu durumlarda, orta refüjde dönüş cebi tasarlanır. Sağ dönüş trafiğinin fazla olduğu durumlarda ise, üçgen adalar ile katılma ve ayırma şeritleri oluşturulur. Sol ve sağ dönüş trafik hacimlerindeki artışa bağlı olarak yardımcı (ilave) şeritlerin sayısı artırılabilir.

5.2.1.3. Çok Kollu Eşdüzey Kavşaklar

Beş veya daha fazla kollu kavşakların, bir veya daha fazla kol eksenlerinin tekrar düzenlenerek oluşturulacak ikinci bir kavşakla kesişmeler azaltılabilir. Bazı durumlarda ise bir veya daha fazla kolu tek yönlü çalıştırmak uygun çözüm olabilir.



Şekil 5.7 Çok Kollu Kavşakların Yeniden Düzenlenmesi

Şekil 5.7 a'da, beş kollu kavşağın yeniden düzenlenmesi gösterilmektedir. Diagonal kol eksenini, ana kavşaktan yeterli bir mesafede yeni bir kavşak olarak tali yola birleştirilir ve yeniden düzenlenir.

Şekil 5.7 b'de ise, altı kollu kavşakta, ana kavşağın sağında uygun bir mesafede yeni bir dört kollu kavşak oluşturacak şekilde, iki kolun yeniden düzenlenmesi gösterilmektedir. Buradaki tasarım, yukarı-aşağı yöndeki kolların daha önemli yollar (anayol) olarak kabul edilmesine göre yapılmıştır. Sol-sağ yöndeki kolların daha önemli olması durumunda ise, diagonal kollar yukarı ve aşağıdaki kollara (tali yola) bağlanacağı için tali yolda üç ayrı kavşak oluşacaktır. Diagonal kolların daha düşük trafik hacmi olan yola (tali yola) birleştirilecek şekilde düzenlenmesi daha uygun olacaktır.

5.2.1.4. Dönel Kavşaklar

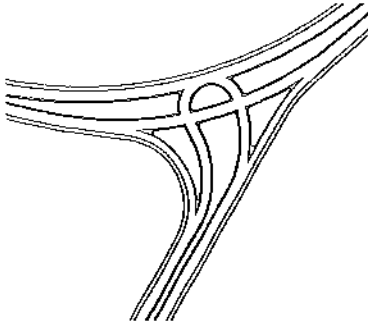
Daire veya elips adalı eşdüzey dönel kavşaklar kol sayısına göre,

- Yarım dönel (üç kollu kavşaklar)
- Mini dönel (üç veya daha fazla kollu kavşaklar)
- Modern dönel (üç veya daha fazla kollu kavşaklar)

olarak gruplandırılır. Mini ve modern dönel kavşakların dörtten fazla kollu tasarımları arzu edilmez.

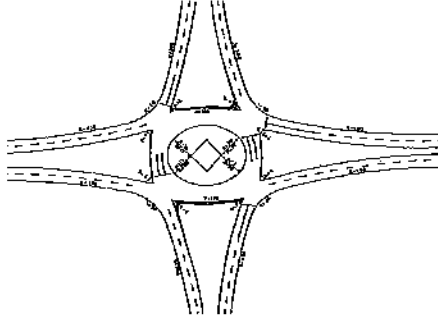
Ada yarıçapı mini dönel kavşaklarda en az 8m, modern dönel kavşaklarda ise minimum 20-25m olarak tasarlanmalıdır. Dörtten fazla girişi olan modern dönel kavşakların yarıçapı 60m'ye kadar tasarlanabilir.

Üç kollu kavşaklarda yarım dönel ada, sol dönüşü uygun olup, U-dönüşü için kullanılamaz.



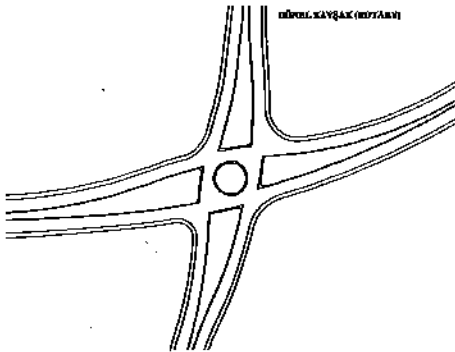
Şekil 5.8-3 Kollu Yarım Dönel Kavşak

Dört kollu kavşaklarda mini dönel ada, anayol ve tali yol trafik hacimlerinin birbirine yakın olduğu durumlarda daire, birbirinden farklı olduğu durumlarda elips olarak tasarlanmalıdır.

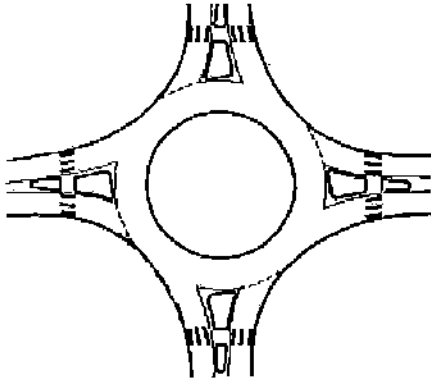


Şekil 5.9-4 Kollu Eliptik Dönel Kavşak

Transit trafiğin dönüş trafik hacmine göre daha az olduğu ve yaya hareketleri ile ağır taşıt oranının fazla olduğu kavşaklarda, kavşak giriş-çıkışı ve kavşak içindeki taşıt hızını düşürerek trafik güvenliğini artırmak amacıyla, modern dönel kavşakların tasarlanması uygun olacaktır. Bu durumda, taşıt hızlarının düşmesiyle kavşak kapasitesi azalacaktır. Ancak burada kapasite ve trafik güvenliğini optimize edecek tedbirlerle istenen kapasite standartlarına ulaşmak mümkün olabilmektedir.



Şekil 5.10- 4 Kollu Mini Dönel Kavşak



Şekil 5.11 Modern Dönel Kavşak

5.2.2. Kavşak Kapasite Analizleri

Kavşak kapasite analizleri iki durumda yapılır:

- Mevcut bir kavşağın kollarında ve tüm kavşaktaki hizmet seviyesini belirleyerek halihazırdaki kavşak kapasitesinin mevcut ve/veya gelecekteki trafik hacmine cevap verip vermediğini belirlemek ve eğer istenen hizmet seviyesi sağlanamıyorsa, kapasiteyi artırabilecek çözümler ortaya koymak için,
- Yapılması planlanan bir kavşağın hizmete açılması düşünülen tarih esas alınarak, oluşması muhtemel trafik talepleri çerçevesinde kolları

ve tüm kavşaktaki kapasitesinin belirlenerek, istenen hizmet seviyesi sağlanamamışsa yeni çözüm önerileri sunmak için.

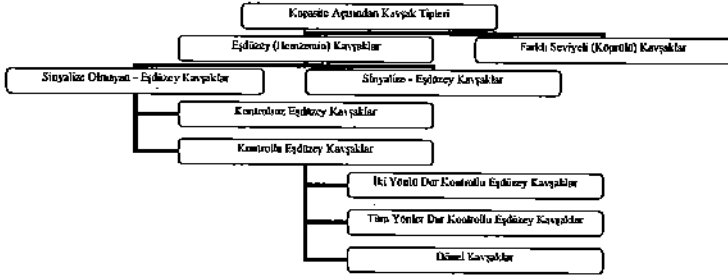
5.2.2.1. Mevcut Kavşaklarda Kapasite Analizi Yapmak İçin Gerekli Trafik Verileri

- Kavşak kollarına ait sola, sağa dönüş ve direkt giden trafik hacim değerleri (Taşıt sınıflarına göre YOGT cinsinden)
- Kavşağı kullanan yaya ve bisiklet hacim değerleri
- Kavşak kollarının geometrik özellikleri ve trafik düzenlemeleri (kolların % eğimi, sola dönüş ceplerinin varlığı, sağa dönüşler için genişletmenin varlığı, kollardaki şerit sayısı, ana ve tali yol işaretlemelerinin varlığı)

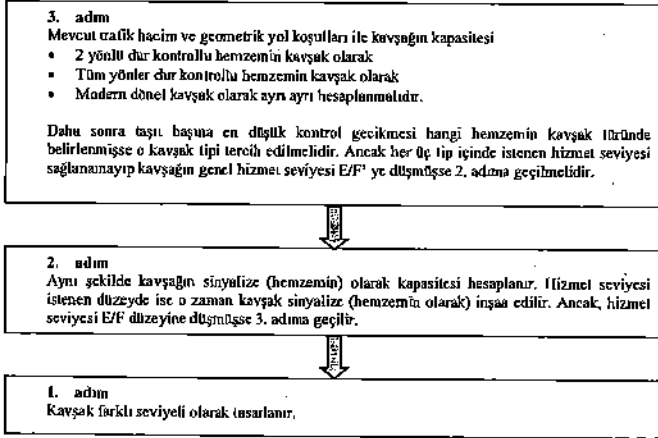
5.2.2.2. Planlanan Kavşaklarda Kapasite Açısından Kavşak Tipini Belirlemek İçin Yapılacak Çalışmalar

Hali hazırda mevcut olmayan ve gelecek yıllarda yapılması planlanan bir kavşağın tipine karar verebilmek için öncelikle yapılması gereken çalışma, Başlangıç-Son (O-D) etütleridir. Böylece oluşması muhtemel trafik talepleri bu çalışma sonucunda belirlenerek, elde edilen trafik hacimleriyle gerçekleştirilecek kapasite analizleri sonucunda, istenen hizmet seviyesini sağlayan kavşak tipi tespit edilmektedir. Diğer taraftan kavşak tipinin tespitinde yegane unsur kapasite değildir. Trafik güvenliği, arazi topografyası, maliyet, imar planları ve kamulaştırma problemleri, yerel talepler, kavşak yapılması düşünülen yörenin tarihi, kültürel ve turistik nitelikleri, kamunun gereksinimleri vb. hususlar da kavşak tipine karar verilirken gerektiğinde yerinde yapılacak incelemelerle tespit edilerek değerlendirilmesi gereken etkenlerdir.

5.2.2.3. Kapasite Açısından Kavşak Tipleri

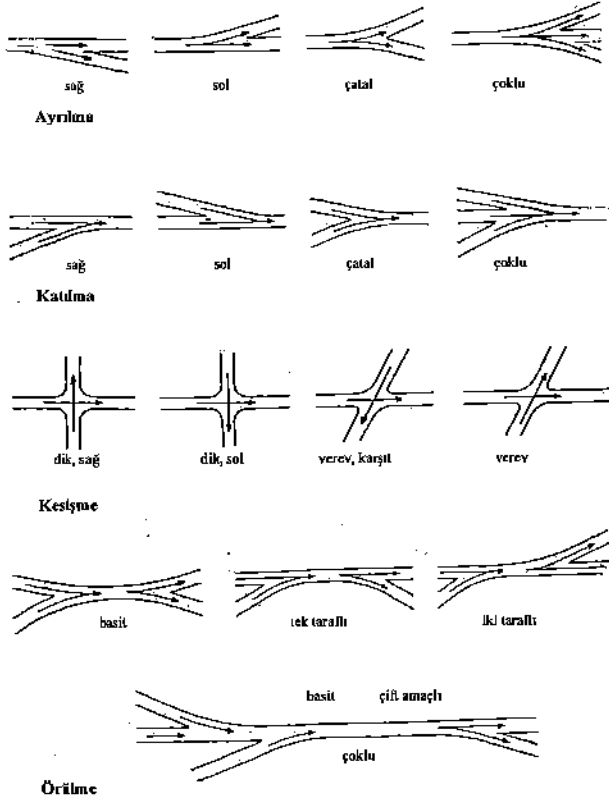


Kapasite Açısından Kavşak Tipine Karar Verme Aşamaları



5.2.3. Eşdüzey Kavşaklarda Trafik Hareketleri

- Bir eşdüzey kavşakta dört çeşit olası trafik hareketi vardır:
Ayrılma, anayol trafiğinde aynı yöndeki taşıtların anayoldan tali yola geçişleridir. *Katılma*, tali yoldaki taşıtların aynı yöndeki anayol trafiğine geçişleridir. Ayrılma ve katılmalar sağa, sola, çatal veya çoklu şekilde olabilir. *Kesişme*, farklı yöndeki trafik akımlarının bir noktada çakışmasıdır. Kesişmeler dik veya verevdir. Örülme ise, aynı yöndeki ayrılma ve katılma hareketlerinin kesişmesi veya çakışması ile oluşur.



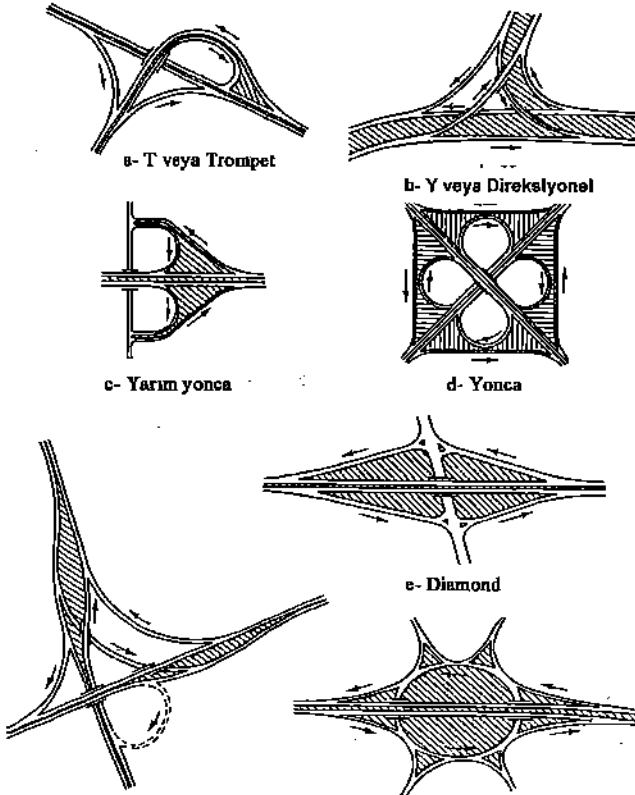
Şekil 5.12 - Eşdüzey kavşaklarda trafik hareketleri

Eşdüzey kavşaklardaki çakışmalar (ayrılma, katılma ve kesen trafiğin karşılaştığı noktalar) ayrılma, katılma, doğrusal geçişler, dönüşler olmak üzere dört çeşittir. Kavşaklardaki çakışmaların sayısı;

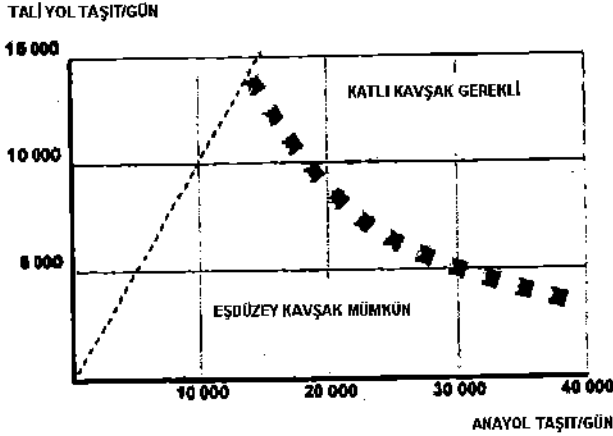
- Kavşağa yaklaşan tek yön veya iki yönlü yolların sayısına
- Her bir yaklaşımdaki taşıt sayısına
- Sinyalizasyona
- Trafik hacmine
- Sol ve sağ dönüş trafik oranına bağlıdır.

5.3. FARKLI DÜZEYLİ KAVŞAKLAR

Farklı seviyeli kavşaklar, karşılıklı geçişlerdeki çakışmaları tamamıyla ortadan kaldırmak ve dönüşlerdeki çakışmaları da en aza indirmek amacıyla düzenlenir. Trafik hacmi tek şeritte 1800 taşıt/saat'ten daha fazla olması veya transit trafik hacminin %20'den veya 400 taşıt/saat'ten daha fazlasının sol dönüş yapması durumunda gerekmektedir. Eşdüzey kavşakların yetersiz kaldığı yüksek trafik hacimlerinde, farklı seviyeli kavşakların gerekliliği trafik hacmine bağlı olarak Şekil 5.78'e göre belirlenir.



Şekil 5.77 -Farklı düzeyli kavşaklar



Şekil 5.78 - Trafik hacmine göre farklı seviyeli kavşak gereksinimi

Farklı seviyeli kavşakların tasarımında en önemli husus kavşak tipinin seçimidir. Bu tip kesişmelerde dönen trafiği düzenlemek için birkaç temel köprülü kavşak tipi vardır. Tasarımcının kavşak tipinin seçimi ve konfigürasyon üzerinde önemli rolü olduğu unutulmamalıdır. İşaretleme ve işletmenin köprülü kavşak tasarımında büyük önemi vardır.

Farklı seviyeli kavşakların tasarımında dikkat edilecek genel hususlar aşağıda verilmektedir.

- Bütün trafik akımlarının güvenli olarak hareketi sağlanmalıdır
- Sürücüler tarafından kolay algılanabilir olmalı, sürücüyü tereddütte bırakarak güvensiz davranışlarına sebep olacak tasarımlardan kaçınılmalı, gidiş yönlerini kolay ve doğru olarak seçebilmeleri sağlanmalıdır.
- Sürücünün karar verme noktaları arasında yeterli zaman ve mesafe bulunmalıdır.
- Kavşak alanı görülebilir olmalı, giriş ve çıkışlar için yeterli görüş mesafesi ve yanıl görüş açısı bulunmalıdır.
- Kavşağa giriş ve çıkışların çok özel durumlar dışında sağdan yapılmasına çalışılmalıdır.
- Kavşağın zamanında ve kolayca tanımlanabilmesi için, özellikle giriş ve çıkış noktalarının açık olarak trafik işaretlemesi ile belirlenmesi gereklidir.

- Kavşak bölgesinde anayoldaki hız prensip olarak değişmemelidir. Ancak bazı hallerde, yüksek trafik hacimli ayrılma, katılma ve örülme kesimlerinde güvenlik ve kapasitenin sağlanması için hız sınırlaması gerekebilir. Rampaların proje elemanlarının seçiminde anayola göre daha küçük proje hızları esas alınır (Anayol ve rampa proje hızları Tablo 5.27'de belirtilmiştir.)
- Genel bir kural olarak köprülülük kavşaklar arasındaki mesafenin şehir geçişlerinde 1.5km'den, kırsal kesimlerde ise 3km'den daha az olmamasına özen gösterilmelidir. Şehir içlerinde mesafenin 1.5km'nin altında olduğu hallerde, kamulaştırma durumu uygun ise kavşağa toplayıcı yollar ilave edilebilir.

5.3.2. Tasarım Kriterleri

Farklı seviyeli kavşakların tasarımı, kavşağın kapasitesi, güvenliği ve konforunu artırmak amacıyla geometrik yerleşim ve boyutlandırma için yapılan çalışmaları kapsar. Tasarım aşamaları; kavşak yerleşimi, enkesit tiplerinin ve şerit sayılarının belirlenmesi, yardımcı şerit gereksinimi, rampa ve rampa terminallerinin tasarlanması olup, bu çalışmalar esnasında Tablo 5.25'deki kriterlerin ve aşağıdaki hususların dikkate alınması gerekmektedir.

- Kesişen yolların sınıfı ve kapasitesi
- Transit ve sağ/sol dönüş trafik hacmi, taşıt kompozisyonu
- Tasarım hızı (anayol, tali yol ve kollar için)
- Topografya, zemin koşulları ve kavşağın konumu
- Mevcut ve gelecekteki arazi kullanım durumu ve nüfus yoğunluğu
- Kamulaştırma durumu ve maliyeti
- Yapım maliyeti
- Komşu kavşaklar ile ilişkisi ve mesafesi

Tablo 5.25 - Farklı Seviyeli Kavşaklarda Tasarım Elemanları

FARKLI SEVİYELİ KAVŞAKLARDA TASARIM ELEMANLARI								
Proje Elemanı			Vt	(km/sa) proje hızı için değerler				
			30	40	50	60	70	80
Kurp Yarıçapı		R (m)	25	50	80	130	190	280
Ortalama Boyuna Eğim	Çıkış	-g (%)	5					
	İniş	-g (%)	6					
Minimum Kapalı Düşey Kurp Yarıçapı		Rk (m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Minimum Açık Düşey Kurp Yarıçapı		Ra (m)	250	500	750	1000	1400	2000
Minimum Enine Eğim		s (%)	2.0 - 2.5					
Maksimum Değer		Smax (%)	6					
Minimum Relatif Eğim		ΔG (%)	0.1xa a = Yol kenarının dönme eksenine olan uzaklığı (m)					
Minimum Duruş Görüş Mesafesi		Sh (m)	25	30	40	60	85	115

1. Ağır taşıt yüzdesinin fazla olduğu kesimlerde tasarım hızı yüksek ise, boyuna eğim için minimum değerler alınacaktır.
2. Otoyollarda minimum enine eğim %2.5 uygulanacaktır.
Straßenbau (AZ) RAL-K

6. DRENAJ

Yüzeysel yağmur sularının yola verdiği hasarlar aşağıda belirtilmektedir;

- Yüzeysel yağmur sularının kaplama üzerinden drene edilmediği takdirde trafiğin yavaşlamasına, hidroplan etkisi ile trafik kazalarının artmasına ve su sıçratma ile görüş kaybına,
- Yüzeysel yağmur sularının yol gövdesine girmesi önlenemediği takdirde temel/altemel tabakaları ile dolguların kayma mukavemetinin azalmasına ve kaplamanın daha çabuk bozulmasına,
- Yüzeysel yağmur sularının dolgu kesimlerinde dere yataklarındaki suyun engellenmesi halinde suyun yol gövdesinden aşmasına veya yolun kapanmasına neden olmaktadır.

Yolun yanal eğimi ile yüzeysel sular yol dışına dren edilebilse de yollarda boyuna eğimin minimum % 0,30 ila %0,50 olmasına çalışılarak teker izi oluklarında biriken suların dren edilmesi sağlanmalıdır. Yüzeysel yağmur sularının yol gövdesine girmesi veya uzaklaştırılması yol hendekleri ile, dere yataklarından gelen suların yol gövdesinin altından geçirilmesi ise menfezler ile sağlanmalıdır. Yağmur sularının yola zarar vermeden uzaklaştırılması için gerekli yerlerde ve boyutlarda yüzeysel drenaj yapıları tasarlanmalıdır.

YÜZEYSEL DRENAJ TASARIMININ ESASLARI

Aşağıda belirtilen drenaj yapıları tasarlanmaktadır.

- Dren hendekleri
- Menfezler
- Bordür ve düşüm olukları
- Kollektörler.

$$P = 1 - (1 - 1/T)^N \quad (6.1)$$

P : T yıllık frekans periyodunda n yıllık yağış şiddetinin (I_n) N yılda aşılma olasılığı veya taşkın riski

T : Frekans periyodu veya ortalama tekerrür aralığı, (yıl)

N : Gözönüne alınan yıl veya risk aralığı yada yapının ekonomik ömrü, (yıl)

1/T : T yıllık frekans periyodunda tahmin edilen yağış şiddetinin aşılma riski

1-1/T : T yıllık frekans periyodunda tahmin edilen yağış şiddetinin aşılmama riski

Tablo 6.1 – Tasarım Ömrü İçinde Taşkın Olma Olasılığı

Ortalama Tekerrür Sırası (T)	Her Yıl İçin Ortalama Frekans (1/T)	N Yılda Bir Taşkın Olasılığı, 1- (1-1/T) ^N							
		N=100	N=75	N=50	N=25	N=10	N=5	N=2	N=1
100	0,01	0,63	0,53	0,40	0,22	0,09	0,05	0,02	0,01
75	0,013	0,74	0,63	0,49	0,29	0,13	0,06	0,03	0,01
50	0,02	0,87	0,78	0,64	0,41	0,18	0,09	0,04	0,02
25	0,04	0,98	0,95	0,87	0,64	0,34	0,18	0,08	0,04
10	0,10	1,00	1,00	0,99	0,93	0,64	0,41	0,19	0,10
5	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89	0,67	0,36	0,20

Tablo 6.1'e göre ekonomik ömrü 75 yıl olan bir yolun n yıllık yağış şiddetinden daha fazla taşkın olma olasılığı aşağıdaki gibi bulunur.

I_{100} 'den daha fazla taşkın olasılığı	$P_{100} = 0,53$ veya %53
I_{75} 'den daha fazla taşkın olasılığı	$P_{75} = 0,63$ veya %63
I_{50} 'den daha fazla taşkın olasılığı	$P_{50} = 0,78$ veya %78
I_{25} 'den daha fazla taşkın olasılığı	$P_{25} = 0,95$ veya %95
I_{10} 'den daha fazla taşkın olasılığı	$P_{10} = 1,00$ veya %100

Tablo 6.2 – Drenaj Elemanlarının Taşkın Tekerrür Aralıkları

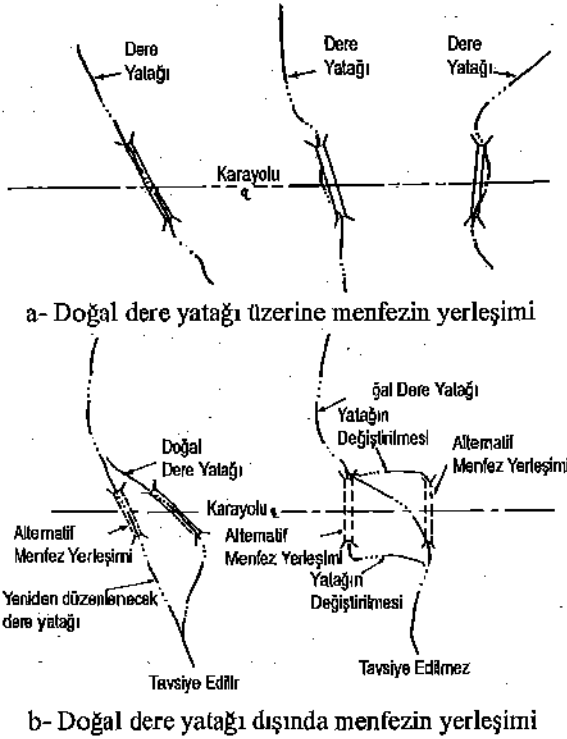
Drenaj Elemanı	Taşkın Tekerrür Aralığı
Reftij, Kenar, Kafa, Topuk Hendekleri	10 Yıl
Palıye Hendekleri	10 Yıl
Kademeli Hendekler	10 Yıl
Özel Hendekler	10-25 Yıl
Toplayıcı Borular (Kolektörler)	2-10 Yıl
Enine Deşarj Yapıları	2-10 Yıl
Asfalt Bordür ve Düşük Olukları	10 Yıl
Şütler (Kolektöre Deşarj Durumunda)	10 Yıl
Şütler (Menfeze Deşarj Durumunda)	10 Yıl
Menfezler (Projelendirme için)	Önemine Göre Seçilecek
Menfezler (Kontrol için)	10 Yıl
Menfezler (Taşkın Alanının Önemine göre)	100 Yıl
Menfez Giriş ve Çıkış Yapıları	10 Yıl
Köprüler-	100 Yıl - 500 yıl

Not : Taşkın debisinin tayininde belirtilen T süreleri gerektiğinde mühendis tarafından değiştirilebilecektir.

I_n yağış şiddetinde, yolun geçtiği en yakın meteoroloji istasyonunun verilerine dayalı olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Frekans-Yağış Süresi-Yağış Frekansı abaklarının en son baskısı esas alınacaktır.

MENFEZ TASARIMI

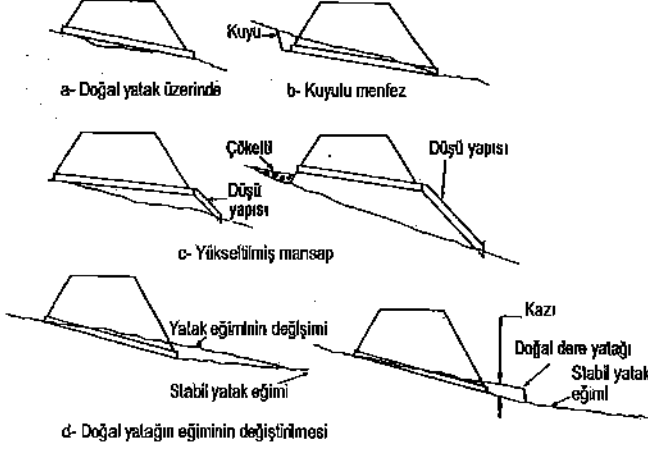
Yağışla akışa geçen doğal dere yataklarının (kuru derelerin) yolu kesmesi durumunda, yağıştan dolayı yüzeysel akışa geçen yağmur sularının yola zarar vermeden yolun altından geçirilmesi amacıyla yapılan drenaj yapılarına menfez denilmektedir.



Şekil 6.1 – Menfezlerin Yatay Yerleşimi

Şekil 6.1a'da görüldüğü gibi menfez doğal dere yatağı üzerine yerleştirildiğinde, doğal dere akışı menfezin girişinde ve çıkışında bozulmayacağından, çökelti, su kabarması, vb. gibi sorunlar oluşmayacaktır. Doğal dere yatağı üzerine menfezin yerleştirilmesi sırasında çok uzun bir menfezin yapılması gerekli ise menfezin yol eksenini ile yaptığı açı yani çarpıklık Şekil 6.1b'de görüldüğü gibi, azaltılarak menfez boyu kısaltılacaktır. Ancak dere yatağının eğimi çok fazla değiştirilirse çökelti, oyulma, su birikmesi, vb. sorunların oluşacağı gözönünde tutulmalıdır. Ayrıca, doğal dere yatağının çok keskin dönüşler yaptığı yerlerde, yol gövdesinin erozyonuna neden olacağı ve çökelti potansiyelinin artabileceği gözönünde bulundurulmalıdır.

Menfezlerin düşey yerleşiminde Şekil 6.2'de görüldüğü gibi, doğal dere yatağının sahip olduğu düşey eksen üzerinde yapılmasına gayret edilmelidir. Menfez tabanını doğal dere yatağı üzerine yerleştirmeye çalışılmalıdır. Aksi takdirde çökelti, oyulma, vb. sorunların giderilmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır.



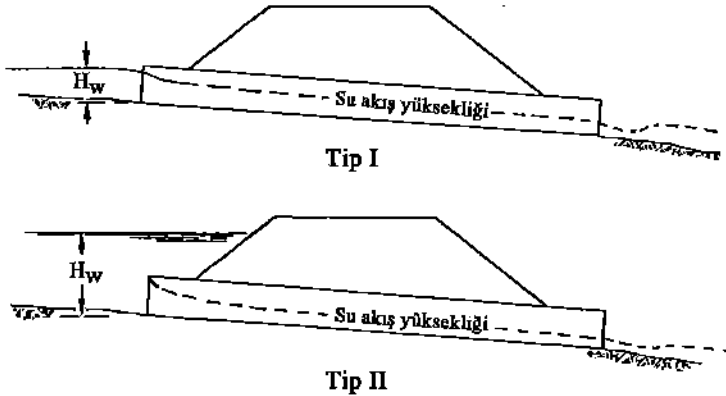
Şekil 6.2 – Menfezlerin Düşey Yerleşimi

Doğal dere yatağı çok fazla eğimli ($\geq 10\%$) ise suyun akış hızının artması nedeniyle menfez tabanının aşınması gözönünde tutulmalıdır. Bu durumda

menfez tabanı dayanıklı yapılmalı ve memba kısmındaki dere yatağında dinlendirme çukuru, enerji kırıcı, vb. önlemler ile suyun akış hızının azaltılmasına çalışılmalıdır. Doğal dere yatağı eğiminin azaltılması gerekli ise menfezin mansabında dolgunun erezyona uğramaması için beton deşarj kanalları yapılmalıdır. Menfezin menba ve mansabında veya çok eğimli menfez tabanında alınacak ek önlemler detaylı bir şekilde etüt edilerek belirlenmelidir.

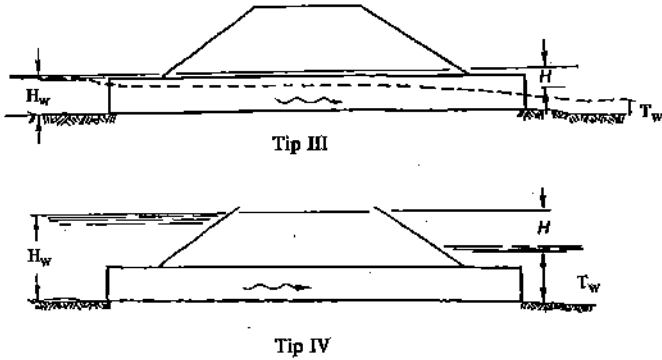
Menfezin boyutunu ve menfezdeki suyun akış hızını tespit etmek için öncelikle menfez işletme koşulunu belirlemek gerekmektedir. Menfez işletme koşulu aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

- Menfez girişinde su kabarması (veya giriş kontrolü)
- Menfez çıkışında su kabarması (veya çıkış kontrolü)



Şekil 6.3 – Giriş Kontrollü Menfez İşletme Şartları

Menfez çıkışında su kabarmasına izin verilmesi halinde Şekil 6.4'de görüldüğü gibi, iki tip olarak menfez debi ve su akış hız hesabı yapılacaktır.



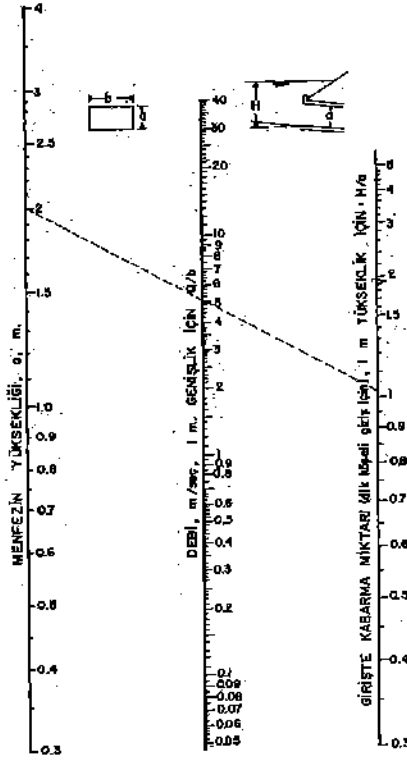
Şekil 6.4 – Çıkış Kontrollü Menfez İşletme Şartları

Şekil 6.3 ve 6.4'de görüldüğü gibi menfezde akan suyun yüksekliği değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik giriş suyu yüksekliği (H_w), çıkış suyu yüksekliği (T_w) ve akımın kritik yüksekliği (D_K) tarafından belirlenecektir. Ayrıca menfezin debisine ve akış hızına bağlı olarak sabit akış su yüksekliğine karşılık gelen normal su yüksekliği (D_n) belirlenecektir. Menfez hidroliğine göre kritik kesitteki hız (V_K) maksimum debide oluşmaktadır. Başlıca menfez işletme şartları aşağıda verilmektedir.

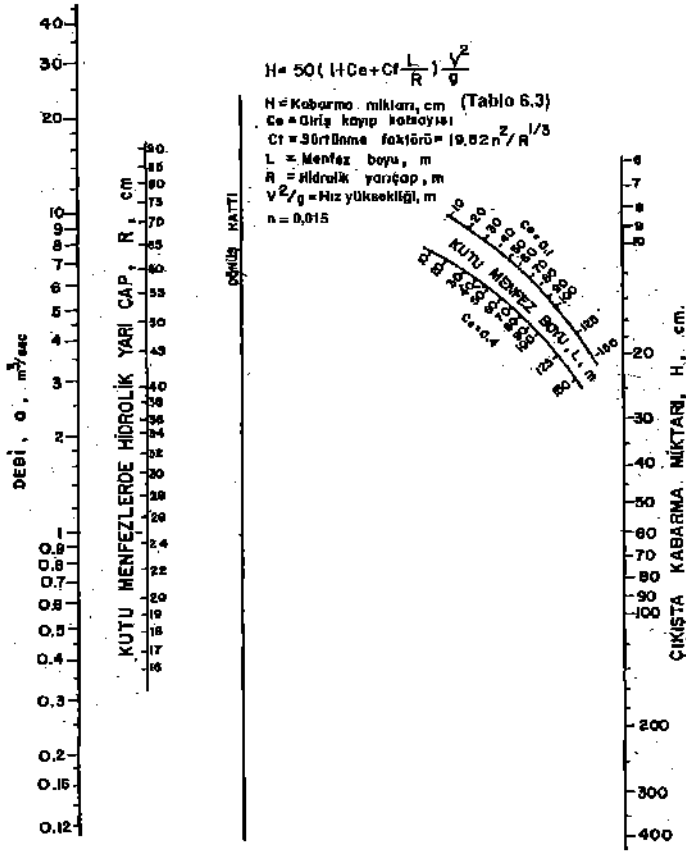
- **Tip I**
 - $H_w \leq 1,2$ a olduğundan dolayı girişte kabarma yok veya az (a = menfez yüksekliği)
 - Doğal dere yatağının nispeten az eğimli ve geniş olduğu durumlardaki menfez akımı
 - Girişteki kabarma miktarı Şekil 6.5 ile bulunur
 - Kritik hız menfez çıkışında
- **Tip II**
 - $H_w > 1,2$ a olduğundan girişte kabarma var
 - Girişteki kabarma miktarı Şekil 6.5 ile bulunur
- **Tip III**
 - $H_w \leq 1,2$ a olduğundan girişte kabarma yok veya az
 - Dağlık ve dalgalı arazide karşılaşılan akım şekli
 - Girişteki kabarma miktarı Şekil 6.5 ile bulunur

• **Tip IV**

- $H_w > 1,2$ a olduğundan dolayı girişte kabarma var
- $T_w > a$ olduğundan dolayı çıkışta kabarma var
- Bu şartlar altında menfez tam dolu akmakta
- Çıkıştaki kabarma miktarı Şekil 6.6 ile bulunur
- Betonarme kutu menfezlerde Giriş Kaybı Katsayıları Tablo 6.3 de verilmiştir.



Şekil 6.5 – Giriş Kontrollü Menfezlerde Kabarma Tayini



Şekil 6.6 – Çıkış Kontrollü Menfezlerde Kabarma Tayini

Kutu menfezlerin boyutlandırılması için Şekil 6.7(A-E)'de verilen abaklar kullanılacaktır. Abaktan menfezin geçireceği debi miktarından dik çıkılıp kritik eğimi kestiği noktadan sola gidildiğinde kritik hız (V_k) bulunacaktır. Aynı şekilde debi miktarından dik çıkılıp menfez eğimi kestirildiğinde akımın normal derinliği (D_n) ve sola gidildiğinde ise akımın normal

derinlikteki normal hızı (V_n) bulunacaktır. Ayrıca menfez yüksekliği ve akım hızının hesabı için Manning formülü $Q=A \cdot v = A \cdot (R^{2/3} \cdot m^{1/2} / n)$ kullanılabilir.

Kritik akım yüksekliği Formül 6.2 kullanılarak bulunur.

$$D_k = \sqrt[3]{((Q/B)^2 / g} \quad (6.2)$$

D_k : Kritik yükseklik, m

B : Akış genişliği, m.

Q : Yüzeysel akış debisi, m^3/san

Akımın normal derinliği kritik derinlikten küçük ise ($d_n < d_k$) menfez girişinde kabarma kontrolü gerekir. Akımın normal derinliği kritik derinlikten büyük ise ($d_n > d_k$) menfez çıkışında da kabarma kontrolü yapılması gerekmektedir.

Menfez eğiminin, minimum akım hızlarını gerçekleştirebilmesi için en az % 0.5 eğimde olması gerekir. Aşırı akım hızlarına neden olmamak için maksimum menfez eğimi normal koşullarda % 10 olmalıdır.

Tablo 6.3 – Betonarme Kutu Menfezlerde Giriş Kaybı Katsayıları

Drenaj Yapısı	Giriş Kaybı Katsayısı
Dolguya Paralel Kafs Duvarı (Kanat duvarsız)	
3 Kenarı dik köşeli	0,5
Yarıçapı gövde boyutunun 1/12'si kadar olacak biçimde yuvarlanacak veya 3 kenarı pahlı olacak	0,2
Gövdeye 30°'den 75°'ye kadar açı yapan kanal duvarları	0,4
Tepe noktası dik köşeli	0,2
Tepe kenarı yarıçap gövde boyutunun 1/12'si kadar olacak biçimde yuvarlanacak veya üst kenar pahlı olacak	
Gövdeye 10°'den 25°'ye kadar açı yapan kanat duvarları	0,5
Tepe noktasına dik köşeli	
Kanat duvarları paralel (Kenarların uzaması)	0,7
Tepe noktası dik köşeli	0,2
Kenar veya sevi daralan giriş	

6.2.1 RASYONEL METOT

Menfez tasarımı deşarj edilecek suyun miktarına bağlıdır. Deşarj edilecek suyun miktarı (yağıştan dolayı dere yatağında akışa geçen yüzeysel yağmur suları) Rasyonel Metot ile tayin edilecektir. Rasyonel metotta menfezin boyutlandırılması için gerekli yüzeysel akış debisi Formül 6.3 ile hesaplanacaktır.

$$Q = C \cdot I \cdot A / 3.6 \quad (6.3)$$

Q : Yüzeysel akış debisi, m³/san

C : Yüzeysel akış katsayısı (Tablo 6.4'den)

I : Yağış şiddeti, mm/saat

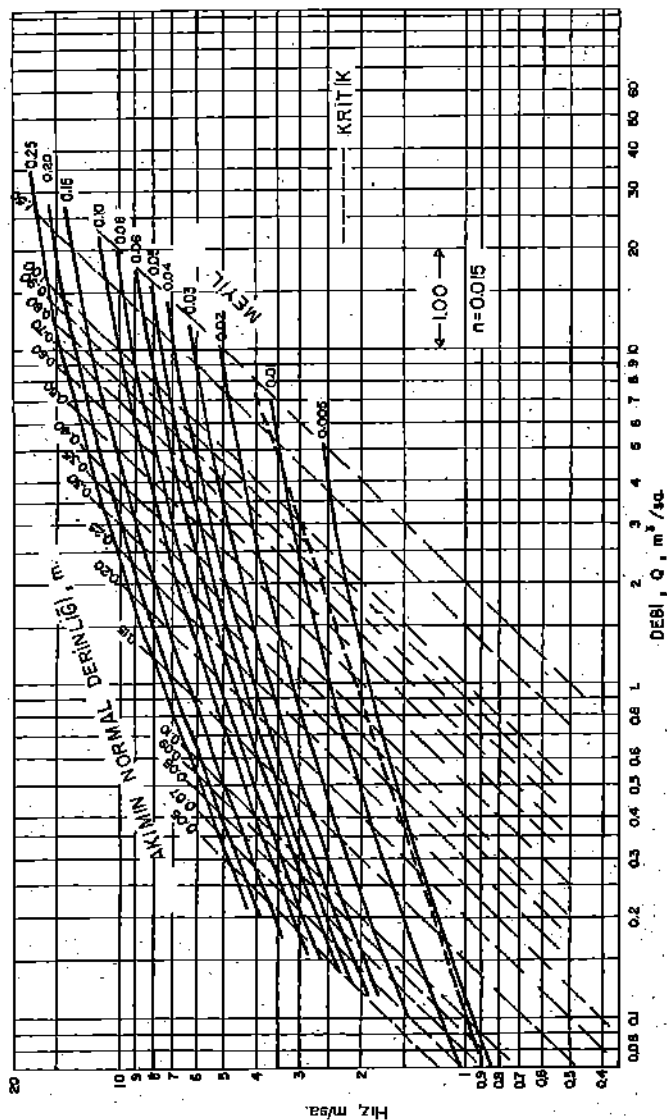
A : Yağış sahası, km²

Rasyonel metot ile yapılan menfez tasarımında, belirli bir yağış havzası (yani yağmur sularının toplandığı alan) için yüzeysel akışa geçen yağmur suları gözönüne alındığından yağışın meydana getirdiği yüzeysel akış miktarının belirlenmesi gereklidir. Yüzeysel akış miktarı yağış şiddetine bağlıdır. Yağış şiddeti aşağıda belirtilen nedenlerle artmaktadır.

- Frekansın (tekerrür süresi) artmasıyla
- Yağış süresinin kısalmasıyla
- Yağış alanının küçülmesiyle

Konsantrasyon süresi, yağış havzasının en uç noktasına düşen bir yağmur damlasının menfeze ulaşması için geçen süre olup, bu sürenin sonunda yüzeysel akış debisi maksimum değere ulaşmaktadır. Menfezin boyutu maksimum yüzeysel akış debisine göre belirlendiğinde, yağış havzasında biriken yağmur suları emniyetle deşarj edilmiş olacaktır. Konsantrasyon süresi

- Ana dere yatağındaki akış süresi
- Arazi üstü (yani dere yatağının başlangıcı ile yağış havzasının en uç ve/veya en yüksek noktası arasında kalan mesafe) akış süresi toplamına eşit olacağından ayrı ayrı hesaplanacaktır.

Şekil 6.7A - Kutlu Menfez ($b=1,00m$)

Arazi üstü akış süresi Formül 6.4 ile bulunacaktır.

$$t_1 = L_1 / (V_1 * 60) \quad (6.4)$$

t_1 : Arazi üstü akış süresi, dakika

L_1 : Arazi üstü akış uzunluğu, m

V_1 : Arazi üstü akış hızı, m/san

Arazi üstü akış hızı, V_1 ,

- Arazi üstü eğimi < %2 ise 0,08-0,15m/san
- %2 < Arazi üstü eğimi < %4 ise 0,15-0,21m/san
- Arazi üstü eğimi > %4 ise 0,21-0,30m/san

olarak alınabilecektir.

Ana dere yatağındaki mecrâ akış süresi Formül 6.5 ile bulunacaktır.

$$t_2 = 0,0195 * (L_2^3 / H_2)^{0,385} \quad (6.5)$$

t_2 : Dere yatağındaki akış süreleri, dakika

L_2 : Dere yatağı uzunluğu, m

H_2 : Dere yatağındaki kot farkı, m

Konsantrasyon süresi Formül 6.6 ile bulunacaktır.

$$t_c = t_1 + t_2 \quad (6.6)$$

t_c : Konsantrasyon süresi, dakika

t_1 : Arazi üstü akış süresi, dakika

t_2 : Ana dere yatağındaki akış süresi, dakika

Belirlenen konsantrasyon süresi ile tasarımı yapılacak menfezin en yakınındaki meteoroloji istasyonuna ait Frekans-Yağış Süresi-Yağış Şiddeti abağından I_n değeri mm/saat olarak tespit edilecektir.

Yağış havzasına düşen yağmur suları zeminin yapısı ile eğimine bağlı olarak bir kısmı zemine sızarken bir kısmında yüzeysel akışa geçmektedir. Yüzeysel akış katsayısı (C), yağış havzasına düşen yağmur sularının yüzde kaçının yüzeysel akışa geçtiğini ifade eden bir katsayıdır.

Yüzeysel akış katsayısı

- Arazinin eğimi arttıkça
- Arazinin bitki örtüsü azaldıkça

artış göstermektedir.

Yüzeysel akış sırasında yağmur sularının zemine sızma miktarı aşağıda verilmektedir.

- Kumlu zemin, yüksek permabiliteli : 10 – 25 mm/saat
- Lbm (kum + kil + silt) : 3 – 10 mm/saat
- Killi zemin, düşük permabiliteli : 0,3 – 3 mm/saat
- Kayalık veya sızdırmaz zemin : 0,1 – 0,3 mm/saat

Çeşitli arazi şartlarında yüzeysel akış katsayıları Tablo 6.4'den alınacaktır.

Yağış havzası (veya drenaj sahası) büyük ve farklı zemin yapısına sahip ise yüzeysel akış katsayısı Formül 6.7 ile hesaplanacaktır.

$$C_0 = (C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n) / (A_1 + A_2 + \dots + A_n) \quad (6.7)$$

C_0 : Yüzeysel akış katsayısının ağırlıklı ortalaması

C_i : Drenaj sahasındaki farklı yüzeysel akış katsayıları

A_i : Drenaj sahasındaki farklı yüzeysel akış katsayısına sahip alanlar

Tablo 6.4 – Yüzeysel Akış Katsayıları

Yol Platformu için	C Akış Katsayıları
Yol Platformu ve Kaplanmış Alanlar	0,9
Yüksek Eğimli Yarma veya Dolgu Şevleri ($\alpha > 45^\circ$)	0,8
Düşük Eğimli Yarma veya Dolgu Şevleri ($\alpha \leq 45^\circ$)	0,5 ^c
Düzenlenmiş Düşük Eğimli Alanlar (Refüj vs.)	0,3
Kırsal Havzalar için	
Geçirimsiz	0,90 – 0,95
Düz-Çıplak	0,80 – 0,90
Dalgali-Çıplak	0,60 – 0,80
Yumuşak-Çıplak	0,50 – 0,70
Dalgali-Çayırılık	0,40 – 0,65
Yaprakları Dökülen Orman	0,35 – 0,60
Çam Ormanı	0,25 – 0,50
Meyve Ağaçlıklı	0,15 – 0,40
Ziraat Arazisi	0,15 – 0,40
Kentsel Havzalar için	
Yoğun ve Kesintisiz Biçimde Yapılaşmış Kentsel Alan	0,80 – 0,90
Ticari/Kentsel Alan, Yakın Yapılaşma	0,70 – 0,85
Kentsel Konut Alanı, Sınırlı Bahçeler	0,45 – 0,75
Banliyöde Bahçeli Konut Alanı	0,35 – 0,65
Kum Tabakası Üzerinde Bütünüyle Yapılaşmış Banliyo	0,25 – 0,55
Park Bahçe ve Çayırılar	0,15 – 0,45

Yukarıda belirtildiği gibi

- I_{10} ve I_n ,
- C veya C_0

hesaplanan değerler ile Q_{10} ve Q_n değerleri Formül 6.3 ile belirlenecek ve deneme-yanılma ile menfez kesiti tespit edilecektir.

Seçilen menfez kesiti için Q_{10} esas alınarak belirlenen menfezdeki su kabarma miktarı, menfez yüksekliğinden en fazla 20cm ise seçilen menfez kesitinin Q_{10} için uygun olduğuna karar verilecektir.

Seçilen menfez kesiti için Q_n esas alınarak belirlenen menfezdeki su kabarma miktarı, kırmızı kotun yaklaşık 1,25 m altında ve menfez yüksekliğinin en fazla 3 katı kadar ise seçilen menfez kesitinin Q_n için uygun olduğuna karar verilecektir. Seçilen menfez kesiti Q_{10} ve Q_n için istenilen şartları sağlıyor ise uygun olduğuna karar verilecek aksi halde daha büyük kesit seçilerek işlem tekrar edilecektir.

Yağış havza alanı 10 – 15 km²'ye kadar olan alanlar için Rasyonel metot kullanılacaktır. Daha büyük alanlar için ise McMath metodu ve Sentetik Metot kullanılacaktır. Ancak McMath metodu genellikle her büyüklükteki düz arazide özellikle yüzeysel drenaj kanallarının kapasitelerinin bulunmasında iyi sonuç vermektedir. Dik eğimli yamaçlardan beslenen yan derelere uygulanmamalıdır.

6.2.2 MCMATH METODU

McMath metodu ile yağıştan dolayı doğal dere yatağındaki akış debisi Formül 6.8 ile bulunacaktır.

$$Q = 0,0023 C I A^{4/5} S^{1/5} \quad (6.8)$$

Q : Doğal dere yatağının debisi, m³/san

C : Yüzeysel akış katsayısı

I : Yağış şiddeti, mm/saat

A : Yağış havzası, hektar (=10 000m²)

S : Doğal dere yatağı eğimi, m/km veya eğimin 1000 katı

Yüzeysel akış katsayısı Formül 6.9 ile bulunacaktır.

$$C = C_0 + C_z + C_T \quad (6.9)$$

- C : Yüzeysel akış katsayısı
 C_B : Biriki örtüsüne bağlı katsayı
 C_Z : Zemin cinsine bağlı katsayı
 C_T : Topografik yapıya bağlı katsayı
 C_D , C_Z ve C_T katsayıları Tablo 6.5'den alınacaktır.

Tablo 6.5 – Yüzeysel Akış Katsayısı (McMath Metodu)

Akım Şartları	C_B		C_Z		C_T	
Düşük	Çok iyi örtülü	0,08	Kumlu	0,08	Düz	0,04
Düşük-Orta	İyi örtülü	0,12	Hafif	0,12	Hafif eğimli	0,06
Orta	Oldukça örtülü	0,16	Orta	0,16	Dalgah	0,08
Yüksek	Seyrek örtülü	0,22	Ağır	0,22	Çok dalgah	0,11
Çok yüksek	Çıplak	0,30	Kaya	0,30	Dik	0,15

Yağış şiddetinin tespiti için doğrudan For. 6.5 ile bulunan konsantrasyon süresi esas alınacak ve tasarımı yapılan menfeze en yakın meteoroloji istasyonuna ait Frekans-Yağış Süresi-Yağış Şiddeti abağından I_{10} ve I_n yağış şiddeti belirlenecektir.

Yatak eğimi (S) doğal dere yatağı eğiminin 1000 katı veya yatağın 1 km'sindeki m cinsinden kot farkı (veya düşü miktarı) olarak alınacaktır. Ancak dere yatağının harmonik eğimi (yani aynı akış süresi ve uzunluğuna eşdeğer olan akış eğimi) esas alınacak ve Formül 6.10 ile hesaplanacaktır.

$$S_h = (10 / (\sum 1 / \sqrt{S_i}))^2 \quad (6.10)$$

S_h : Dere yatağının harmonik eğimi, m/km

S_i : Doğal dere yatak uzunluğunu 10 eşit parçaya bölündükten sonra her bir parçasının ayrı ayrı eğimi

Formül 6.8 ile Q_{10} ve Q_n ayrı ayrı hesaplanıp Rasyonel metotta olduğu gibi menfez boyutları belirlenecektir.

6.2.3 SENTETİK METOT

Sentetik metot ile yağıştan dolayı doğal dere yatağındaki akış debisi Formül 6.11 ile hesaplanacaktır.

$$Q = A \cdot q_p \cdot h_a \cdot 10^{-3} \quad (6.11)$$

Q : Yağış havzasının maksimum taşkın debisi, m³/sn

A : Yağış havza alanı, km²

q_p : 1 mm'lik akışa neden olan izafi debi, lt/sn / km²/mm

h_a : Yağışın akışa geçen miktarı, mm

Sentetik metot ile taşkın debisi hesabı yapılırken aşağıdaki hususlar göz önüne alınacaktır.

- Yağışın şiddeti ve süresi
- Yağış havzasının bitki örtüsüne bağlı olarak yağışın akışa geçebilen miktarı
- Yağış havzasının topografyası

Birim hidrograf kaidesine göre akışa geçen yağmur sularının akış yüksekliğinin (h_a) sebep olacağı debi 1 mm'lik akıştan bulunan debinin h_a katı olduğundan "A q_p h_a" değeri maksimum taşkın debisini verecektir.

Yağış havza alanları 10-15 km²'den 1000 km²'ye kadar olan büyük alanların taşkın tahmin hesaplarının bu metotla yapılması uygundur. En uzun akarsu boyu L olmak üzere, drenaj alanı ağırlık merkezinin bu dere üzerindeki izdüşümü mesafesinden mansaba kadar olan mesafe L_c harita üzerinde tespit edilir. Akarsu menbasından başlamak üzere toplam mesafe 10 eşit parçaya bölünerek sırasıyla si, √si, 1/√si ve ∑1/√si değerleri hesaplanır. Daha sonra S ve √S hesapla bulunur.

$$\sqrt{S} = [10 / (\sum 1/\sqrt{s_i})]$$

q_p = 414 / [A^{0.225} × (L_c / S)^{0.5} × 0.16] formülü ile veya Yağış havza alanı (A) ve L_c / √S bağlı olarak ile Şekil 6.8'den elde edilecektir. Buradaki değişkenler

L : Doğal dere yatağının uzunluğu, km

L_c : Yağış havza alanının ağırlık merkezinin dere yatağına olan izdüşümü ile menfez arasındaki mesafe, km

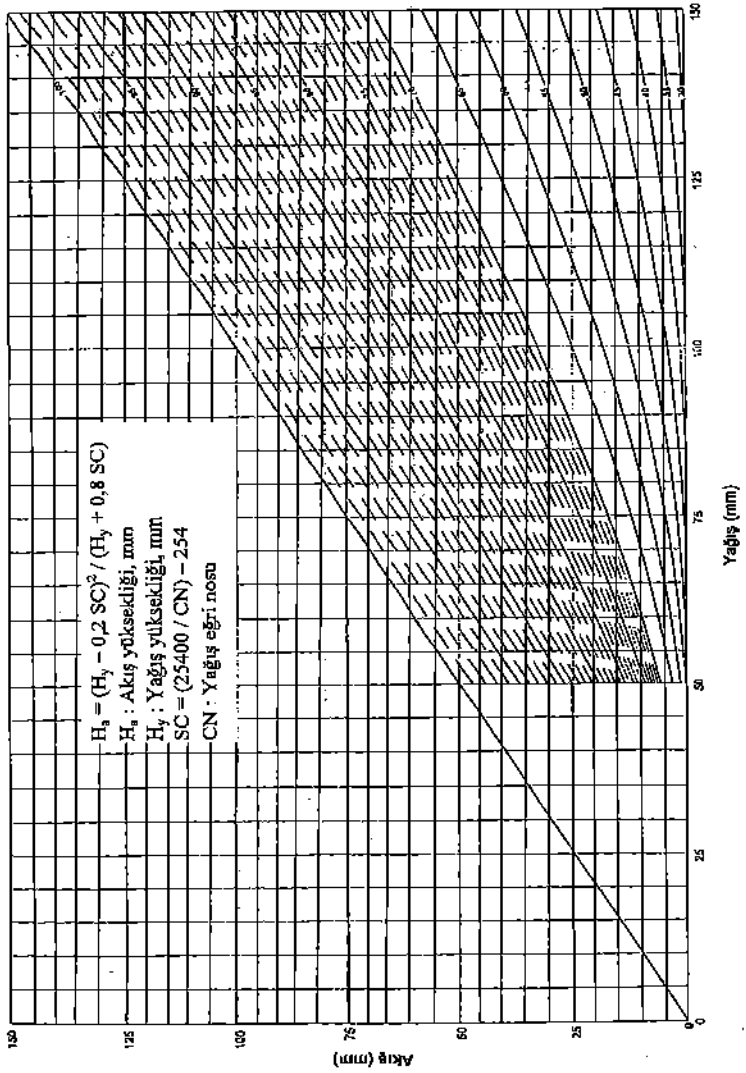
S : Doğal dere yatağının harmonik eğimi, % ve m/100m

si : Kısmi eğim

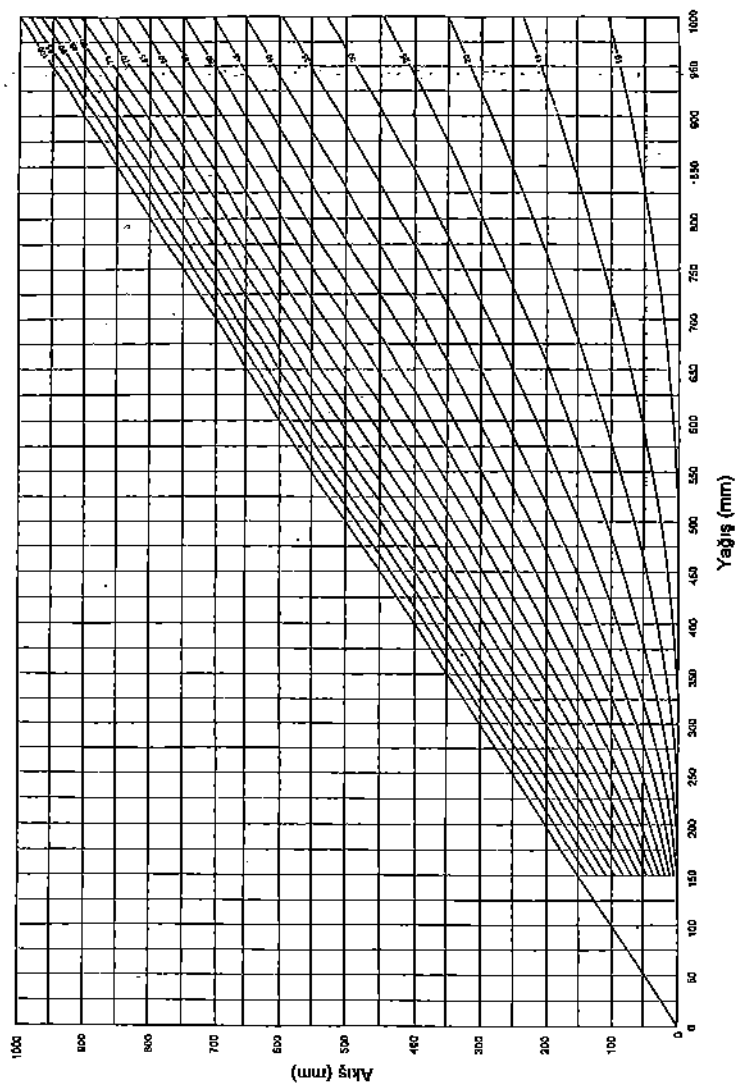
A : Yağış havza alanı, km²

1 mm. akış için

$$Q_p = A \times q_p \times 10^{-3} \times 1 \text{ mm, m}^3/\text{sn.}$$



Şekil 6.9 – Yağış Akış İlişkisi



Şekil 6.10 – Yağış Akış İlişkisi

Yağış sağanak süresinin belirlenmesi:

1 mm akış için:

a) Birim hacim (m^3) $V = A \times h_a \times 1000 = A \times 1000$

b) Hidrografın devam süresi (saat) $T = 3.65 \times V / Q_p$

c) Hidrografın yükseltme zamanı (saat) $T_p = T/5$

d) Konsantrasyon süresi (saat), Formül 6.5 $T_c = 0,0195 \times (L_i^3 / H_i)^{0,385}$

e) $D = 2 \times \sqrt{T_c}$

f) Şekil 6.11'deki kritik yağış haritasından yağış süresi belirlenir

g) Burada T_p , T_c , D ve kritik yağış sürelerinden en uzun olanı yağış sağanak süresi olarak kabul edilir.

h) Tablo 6.6 yardımıyla Sentetik metot boyutsuz birim hidrograf koordinatları yardımıyla birim hidrograf koordinatları hesaplanır ve birim hidrograf çizilir.

Akış yüksekliğinin bulunması:

h_y = yağış sağanak süresi x yağış şiddeti

Yağış sağanak süresinde belirlenen zaman toplam zaman olarak kabul edilir. Daha sonra ikişer saat arayla, zamanın toplam zamana oranına bağlı olarak Şekil 6.12'den yağışın toplam yağışa oranları (dağılım oranları) bulunur. Dağılım oranları tespit edilirken yağış sağanak süresi aralıkları eşit olacak şekilde 2, 3 veya 4'e bölünür. Daha sonra bulunan rakamın katları şeklinde olmak üzere her bir durum için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Örnek olarak yağış sağanak süresi 12 saat ise bu 3'e bölümlüğümüzde 4 çıkacaktır. Bu durumda 4, 8 ve 12 saat için ayrı ayrı ikişer saat arayla zamanın toplam zamana oranı hesaplanacak ve yağışın toplam yağışa oranı bulunacaktır. Bulunan dağılım oranlarının yağış (h_y) değeriyle çarpılması sonucu drenaj alanı yağışı hesaplanmış olur. Tablo 6.7'den seçilen eğri no'ya bağlı olarak akış miktarları Şekil 6.9 ve 6.10'dan akış değerleri ve bu akışlara bağlı olarak artım akışlar bulunur.

Akış yüksekliği aşağıdaki formülle de hesaplanabilir

$$H_a = (H_y - 0,2 \times SC)^2 / (H_y + 0,8 \times SC)$$

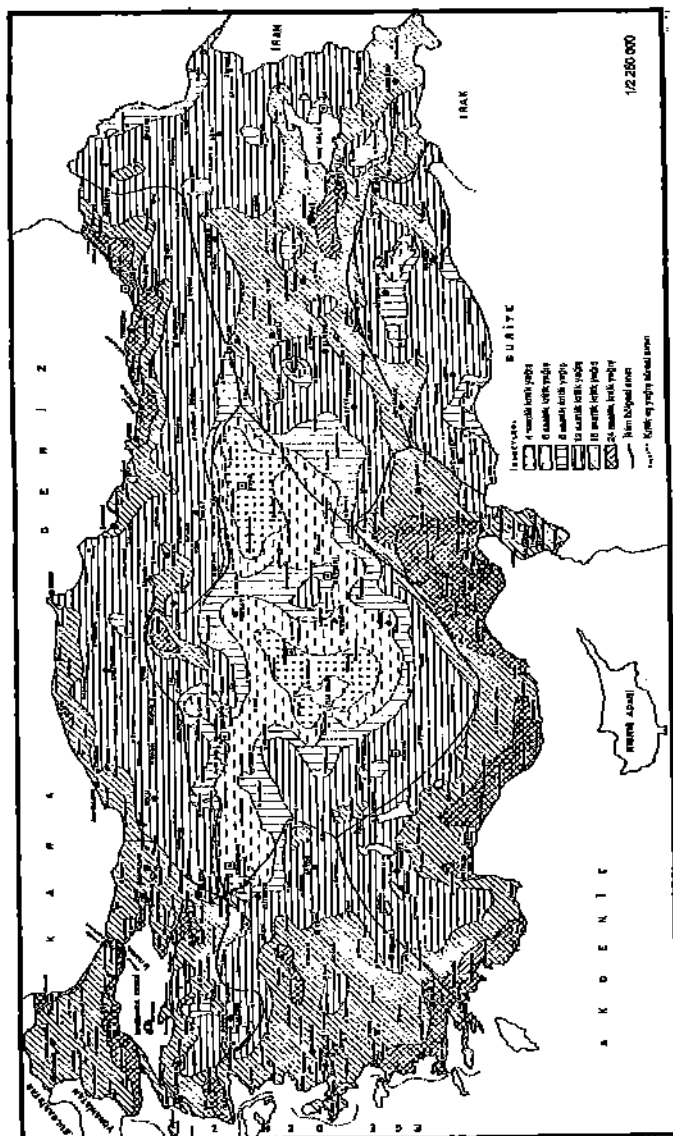
$$SC = (25400 / CN) - 254$$

H_a = Akış Yüksekliği , mm.
 H_y = Yağış Yüksekliği , mm.
 CN = Yağış Eğri No.
 SC = Ara Değer

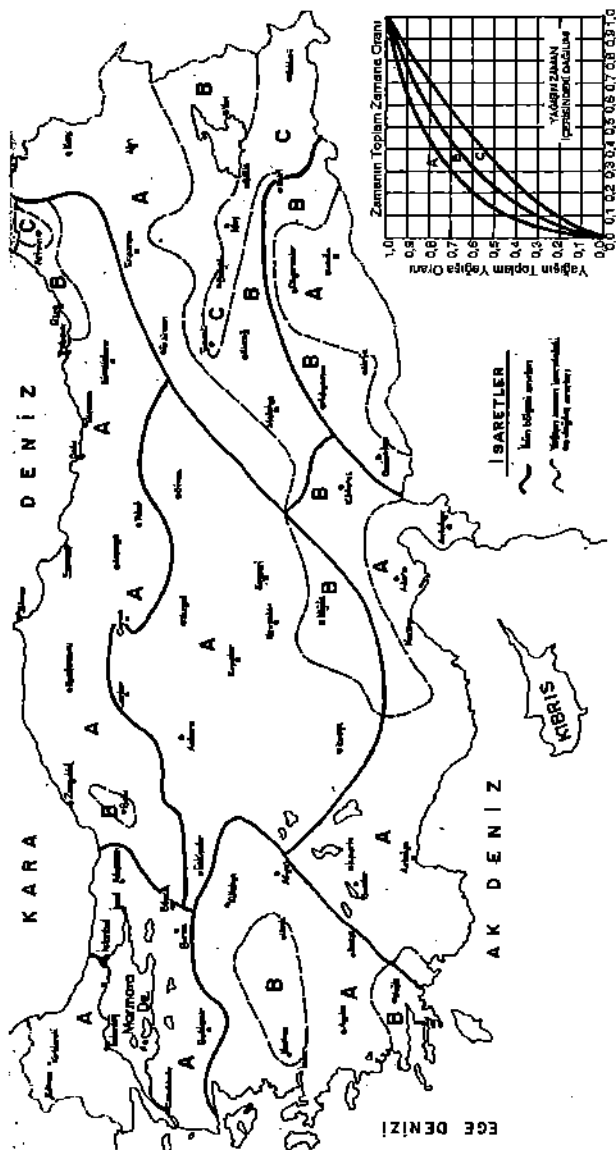
Debilerin tespiti için aşağıdaki işlemler yapılacaktır.

- Birim hidrograf koordinatları (1'er saat arayla okunarak) sol kenara, artım akışlar ise üstte yazılır.
- Birim hidrograf süresince ikişer saat kaydırılarak süperpoze edilir
- Her sağanak süresi (4, 8, 12) için Q_{10} ve Q_n tasarım debileri hesap edilir
- Burada her proje tekrerrür süresi için maksimum olan debi değerleri hesap debisi olarak alınır

Menfezlerin boyutlandırılması Rasyonel metotda olduğu gibi yapılacaktır.



Şekil 6.1.1 – Türkiye’deki Kritik Yağış Süreleri



Şekil 6.12 – Türkiye’de Yağışın İçerisindeki Dağılımı

7. YOL GÜVENLİĞİ

Karayolu tasarımında yol güvenliğinin sağlanabilmesi için, aşağıda belirtilen olumsuzluklardan kaçınılmalıdır.

- Proje hızında ani değişikliklerden
- Farklı yol kesit tipleri arasındaki kısa geçişlerden
- Büyük yarıçaplı kurplar serisi veya uzun bir alinyman sonunda küçük yarıçaplı bir karp konulmasından
- Tam erişim kontrolünden kısmi erişim kontrolüne geçişlerden
- Dar köprüler veya diğer dar yapılardan
- Yetersiz görüş mesafesine sahip yol ve kavşaklardan
- Yol tasarımındaki diğer tutarsızlıklardan

YOLKENARI ELEMANLARININ TASARIM ESASLARI

Affedebilen yolkenarı; taşıtın yoldan ayrılma nedenini düşünmeksizin, yol kenarının kapsadığı alanın, çarpışmaya neden olacak sabit nesnelerden arınmış ve devrilmeye neden olmayacak, düze yakın bir eğimde olmasını amaçlar. Taşıtların yoldan çıkmasına izin verebildiği gibi, böyle bir durumun yaratacağı ciddi sonuçları da azaltacak bir yol kenarı tasarımını destekler. Tasarım seçenekleri aşağıda verilmektedir:

- Engeli tanımlayarak ortadan kaldır
- Engeli güvenli geçilebilir şekilde tekrar tasarla
- Engeli güvenlik açısından daha uygun pozisyonunda bulunacağı bir noktaya taşıyarak yerleştir
- Uygun bir oynak-kırlabilir sistem kullanarak çarpma şiddetini düşür
- Çarpan taşıtları tekrar yola yönlendirmek için tasarlanmış otokorkuluk veya çarpma yastıkları ile engeli siperle
- Yukarıdaki alternatiflerin uygulanmadığı durumlarda engel hakkında sürücülere uyar.

MEVCUT YOL GEOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Mevcut yolların iyileştirilmesi veya yeniden yapımı sırasında yol güvenliğinin artırılması amacıyla aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Yol geometrik elemanlarının iyileştirilmesi
- Minimum şerit ve platform genişliği
- Yatay karp ve dever
- Düşey karp ve görüş mesafesi
- Köprü genişliği
- Dolgu şevi ve engelsiz bölge
- Banket tipi
- Kavşaklar ve katılmalar
- Yerleşim yerlerinde bölünmüş veya çevre yollarının yapımı
- Tırmanma şeritlerinin yapımı
- Kavşakların veya katılmaların düzenlenmesi veya iyileştirilmesi
- Kaplamanın iyileştirilmesi

Tepe düşey kurlarda

- Kavşak, keskin yatay karp, dar köprü, vb. varsa,
- YOGT > 1500 araç/gün olması durumunda,
- Taşıtların işletme hızının tasarım hızından 30 km/sa daha fazla olması halinde

duruş görüş mesafesini sağlamak amacıyla tepe düşey kurb uzunluğu artırılmalıdır.

Mevcut köprü genişliğinin yaklaşım şeritleri genişliğinden (banketler dahil) daha az olması durumunda güvenlik açısından köprü yerinin değiştirilmesi veya genişletilmesi düşünülmelidir.

Köprü yerinin değiştirilmesi veya genişletmesi mümkün olamıyorsa

- Köprü yaklaşım otokorkuluklarının yapılması
- Köprü korkuluklarının yenilenmesi veya ıslahı
- Uyarı işaretlerinin yapılması
- Hız azaltma tedbirlerinin alınması

gibi ilave güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

Mevcut yatay kurp üzerindeki işletme hızı tasarım hızından fazla ise, mevcut dever miktarı yeterli olmayacağından dolayı yol güvenliği açısından deverin artırılması gerekli olabilir. Ancak,

- $YOGT > 750$ araç/gün
- Mevcut kurp tasarım hızı kurba yaklaşan taşıtların işletme hızından veya yeni tasarım hızından 25 km/sa daha az

ise deverin artırılması yerine kurb yarıçapının büyütülmesinin daha etkin olacağı dikkate alınmalıdır.

Mevcut kurbun büyütülmesi birtakım nedenlerden dolayı mümkün olamıyorsa

- Şerit ve banket genişletmesi
- Banketlerin kaplanması
- Otokorkuluk yapımı
- Keskin viraj uyarı trafik işareti konulması
- Yolkenarı engellerinin kaldırılması
- Yatay kurba yaklaşan düşey eksen eğimlerinin azaltılması

gibi birtakım yol güvenlik tedbirlerinin alınmasına çalışılmalıdır.

Yol güvenliği açısından yolkenarı özelliklerinin de iyileştirilmesine çalışılmalıdır. Bu amaçla

- Keskin kurların dış kenarından yoldan çıkma türü kazaların çok sık tekrarlanması halinde dolgu şev eğiminin 3:1 eğimle düzenlenmeli
- Yolkenarı engellerinin uzaklaştırılması veya bunun mümkün olmadığı hallerde engeller otokorkuluk ile siperlenmelidir.

Mevcut kavşakların iyileştirilmesi için yeni yapılacak kavşakların tasarım kriterleri gözönünde bulundurulmalıdır. Ayrıca kavşaklardaki kaza etütleri dikkate alınarak kaza oluşum nedenleri saptanarak, buna göre gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Mevcut kavşaklarda

- Görüş mesafesinin sağlanması
 - Hızlanma-yavaşlama, sağ-sol dönüş, vb. ilave şeritlerin yapımı
 - Bölünmüş yola dönüştürülmesi
 - Yönlendirme adalarının tasarlanması
 - Trafik işaretlerinin konulması
- gibi güvenlik tedbirleri alınmalıdır.