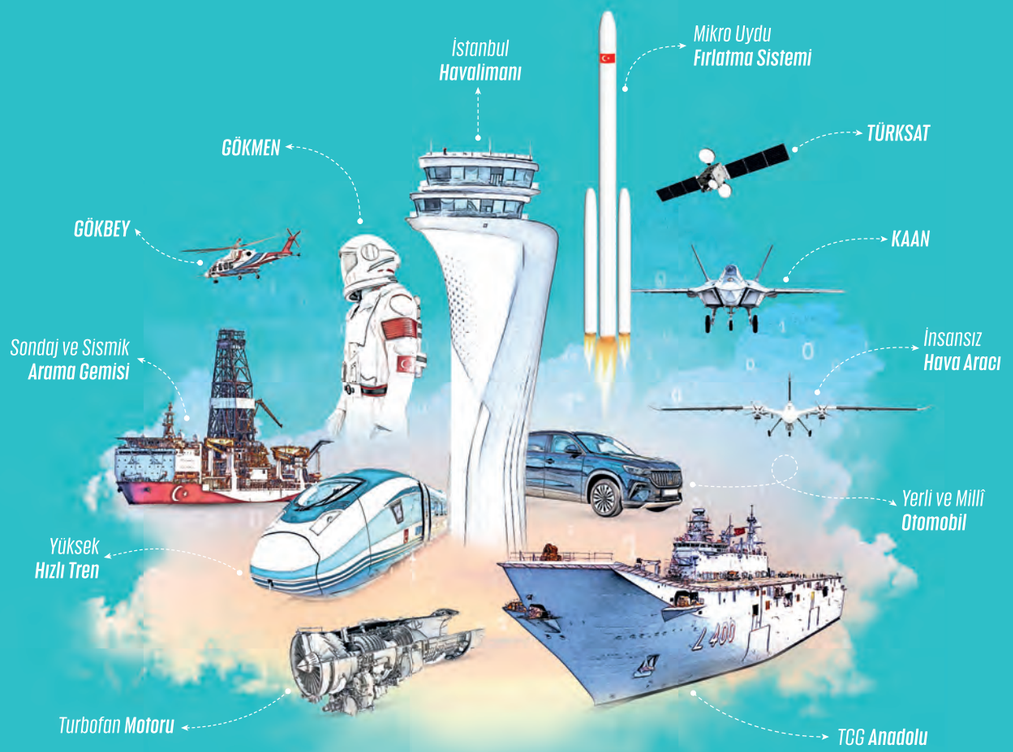
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-6284-7

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ ALANI

KARAYOLLARI VE TRAFİK

10 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ ALANI

KARAYOLLARI VE TRAFİK



10 DERS MATERYALİ

MEB___209950 KOD_KARAYOLLARI VE TRAFIK 10___ 166 ADET

MEB___209950 KOD_KARAYOLLARI VE TRAFIK 10___ 166 ADET

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ ALANI

KARAYOLLARI VE TRAFİK

10

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Fatih YILDIRIM
Murat ARIK
Seydi Ahmet GÖKTAŞ
Suat ARIK

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI 7981
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ 1909

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI:	Koray GÜNGÖR
PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI :	Ergül SIRKINTI
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI:	Filiz İSNAÇ
REHBERLİK UZMANI:	Elif YAZICI
GRAFİK TASARIM UZMANI:	Özlem AKALIN

ISBN: 978-975-11-6284-7

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

BASKI
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

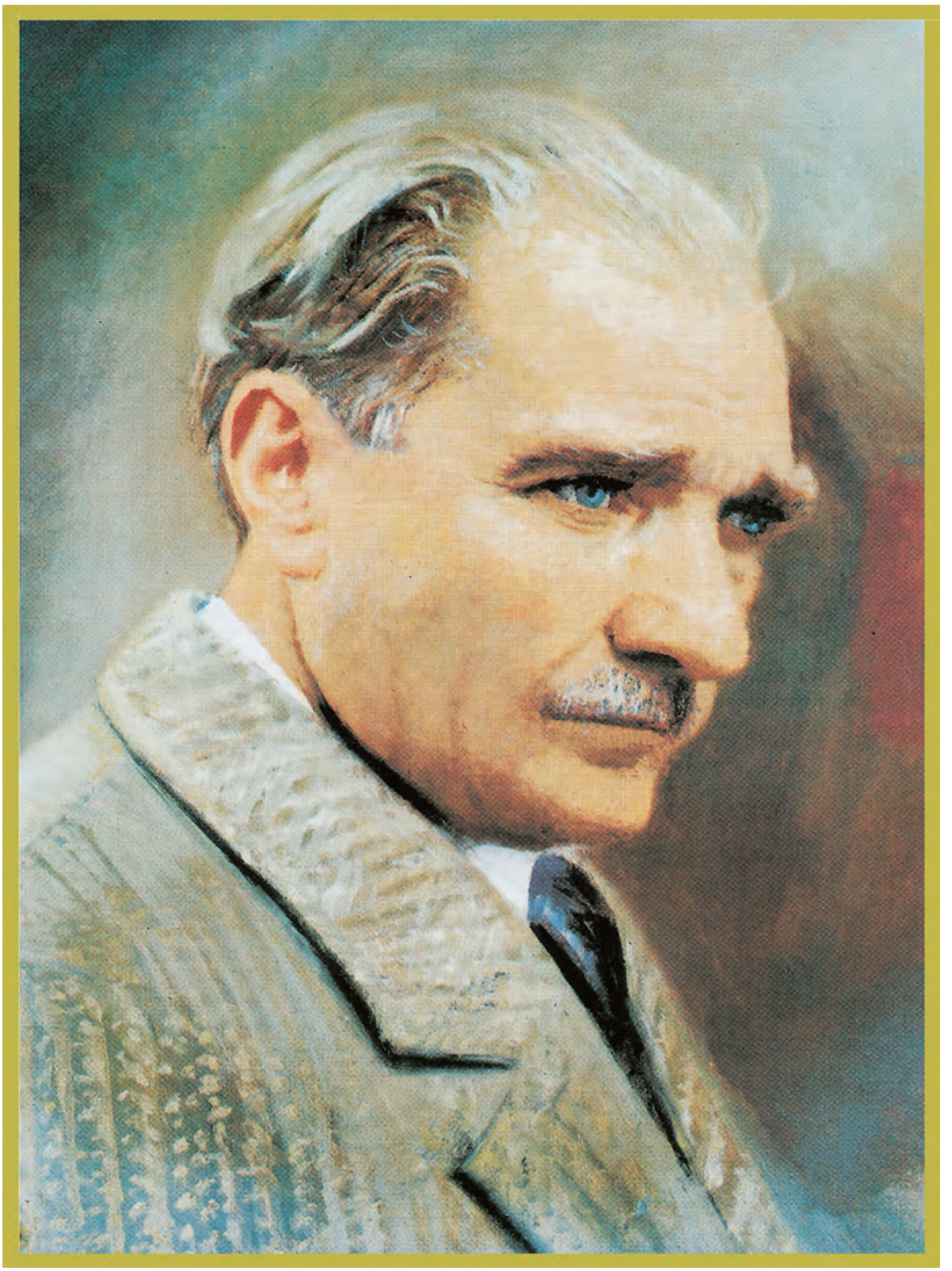
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İçindekiler

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 12



I. ÖĞRENME BİRİMİ-KARAYOLLARINDA SINIFLANDIRMA 14
1.1. KARAYOLU VE TERİMLERİ 16
1.1.1. Karayolu Temel Kavramları, Yol Yardımcı ve Projelendirme Elemanları 17
1.1.2. Karayolu Güzergâh (Geçki) Belirleme İlkeleri ve Aşamaları 22
1.1.2.1. Karayolu Güzergâh Araştırmasında Dikkat Edilecek Hususlar 23
1.1.2.2. Karayolu Güzergâh Araştırmasının Amaçları 24
1.2. KARAYOLLARINDA SINIFLANDIRMA 30
1.2.1. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) Karayolu İdari Sınıflandırması 30
1.2.2. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) Karayolu Geometrik Sınıflandırması 31
1.2.3. Yolların Sınıflandırılması 33
1.3. KARAYOLLARINDA SIKIŞTIRMA VE KURALLARI 35
1.3.1. Karayollarında Sıkıştırma 35
1.3.2. Karayolu Yapımında Kullanılan Sıkıştırma Kavramları ve Makineleri 35
1.3.3. Karayolu Zeminlerinde Sıkıştırma Faktörleri ve Dikkat Edilecek Hususlar 40
1.3.4. Karayolu Alt Temel Tabakasında Sıkıştırma 41
1.3.5. Karayolu Temel Tabakası ve Temel Tabakalarında Sıkıştırma 42
1.3.5.1. Granüler Temel Tabakasında Sıkıştırma 42
1.3.5.2. Plentmiks Temel Tabakasında Sıkıştırma 42
1.3.5.3. Bitümlü Temel Tabakasında Sıkıştırma 42
1.4. KARAYOLLARINDA ULAŞTIRMA SİSTEMLERİ 44
1.5. KARAYOLLARINDA YOL SANAT YAPILARI 45
1.5.1. Köprüler ve Viyadükler 45
1.5.2. Menfezler 51
1.5.3. Tüneller 53
1.5.4. İstinad Duvarları 58
1.5.5. UYGULAMA: BETONARME TEK GÖZLÜ KUTU MENFEZ KROKİSİ 63
1.5.6. UYGULAMA: BETONARME İSTİNAD DUVARI KROKİSİ OLUŞTURMA 66
1.5.7. UYGULAMA: ULAŞTIRMA SİSTEMİ İLKELERİ TESPİTİ 69

II. ÖĞRENME BİRİMİ-KARAYOLU TRAFİK VE KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ 74
2.1. KARAYOLU GEOMETRİK STANDARTLARI VE PROJE TERİMLERİ 76
2.1.1. Karayolu Geometrik Standartları 76
2.1.2. Karayolu Proje Terimleri 76
2.2. TRAFİK HACMİ VE TRAFİK HACMİ ÖLÇME YÖNTEMLERİ 80
2.2.1. Trafik Hacmi Ölçme Yöntemleri 80
2.2.2. Trafik Tahminleri 82
2.3. YILLIK ORTALAMA GÜNLÜK TRAFİK (YOGT) KAPASİTESİ 82
2.3.1. Yol Trafik Kapasiteleri 83
2.3.2. Yol Hâkim Şartları 83
2.3.3. Yol Hizmet Seviyeleri 83
2.3.4. Trafik Kapasitesini ve Hizmet Hacmini Etkileyen Faktörler 87
2.3.4.1. Platform Faktörleri 87
2.3.4.2. Trafik Faktörleri 88
2.4. TAŞIT FARLARI AYDINLATMA MESAFESİNİN HESAPLANMASI 88
2.4.1. Taşıt Farları Aydınlatma Mesafesinin Hesaplanması Çözümlü Problemler 88
2.4.2. UYGULAMA: YILLIK ORTALAMA GÜNLÜK TRAFİK KAPASİTESİ VE TAŞIT SAYIM VERİLERİ 91
2.5. TRAFİK KOMPOZİSYONU VE KAVRAMLAR 94
2.5.1. Trafik Kompozisyonu Planlama İlkeleri 94
2.5.2. Kavşak ve Bağlantı Yolları Planlaması 94
2.5.2.1. Hemzemin Kavşaklar 95
2.5.2.2. Köprülü Kavşaklar 103
2.5.2.3. Kavşak Trafiğinde Araçların İlk Geçiş ve Geçiş Üstünlüğü Hakkı 106
2.5.3. Alt ve Üst Geçit Yerleri ve Planlaması 107
2.5.4. Yol Sanat Yapılarının Yerleri ve Boyutları Planlaması 108
2.5.5. UYGULAMA: YOL PROJELERİNDE TRAFİK KOMPOZİSYONU BELİRLEME 111

KARAYOLU TRAFİK VE KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ
2. öğrenme Birimi

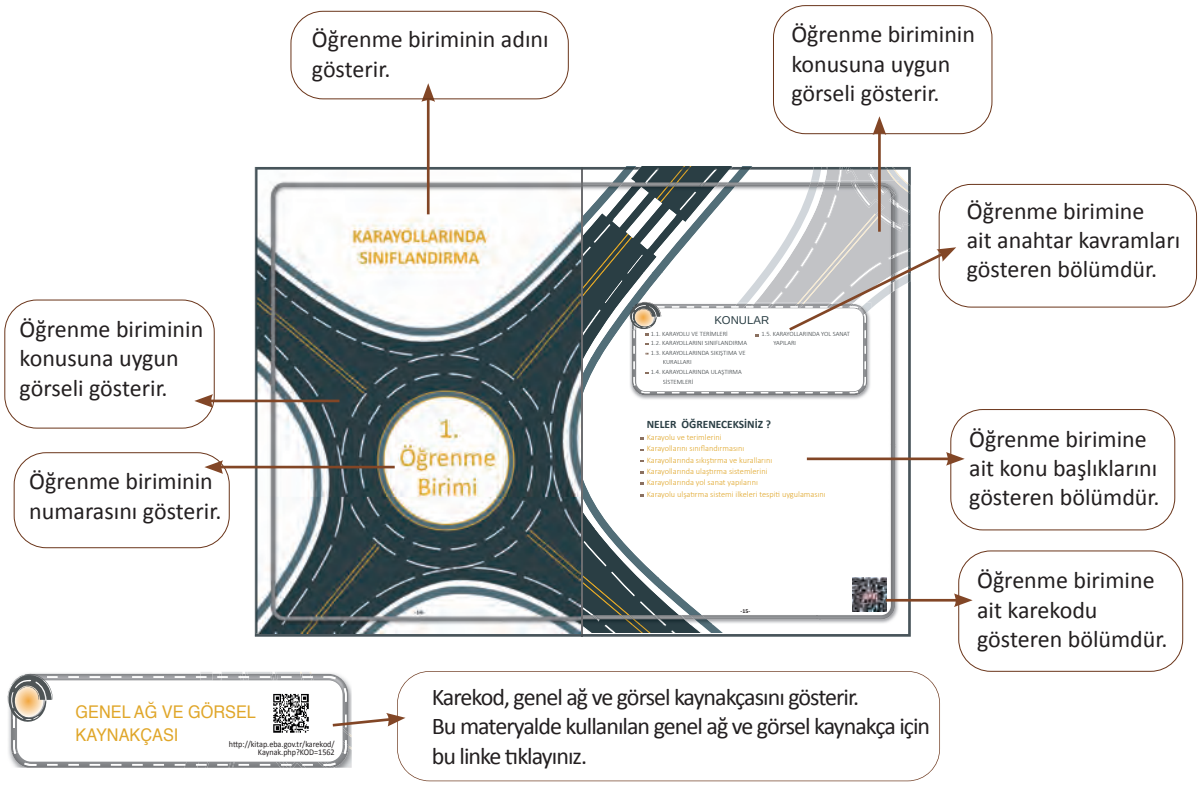
III. ÖĞRENME BİRİMİ-YOL GEOMETRİK KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE HESAPLANMASI 114
3.1. KARAYOLU GEOMETRİSİ TESPİTİ, KARAYOLUNDA YATAY GÜZERGÂH TESPİTİ VE YATAY KURP HESABI 116
3.1.1. Karayolu Geometrisi Tespiti 117
3.1.1.1. Karayolu Güzergâhı Arazi Eğimi ve Arazi Tipi Tespiti 117
3.1.1.2. Karayollarında Görüş Mesafesi 117
3.1.1.3. İki Şeritli Karayollarında Öndeki Taşıtı Emniyetle Geçme Mesafesi (Görüş Mesafesi) Tespiti 118

YOL GEOMETRİK KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE HESAPLANMASI
3. öğrenme Birimi

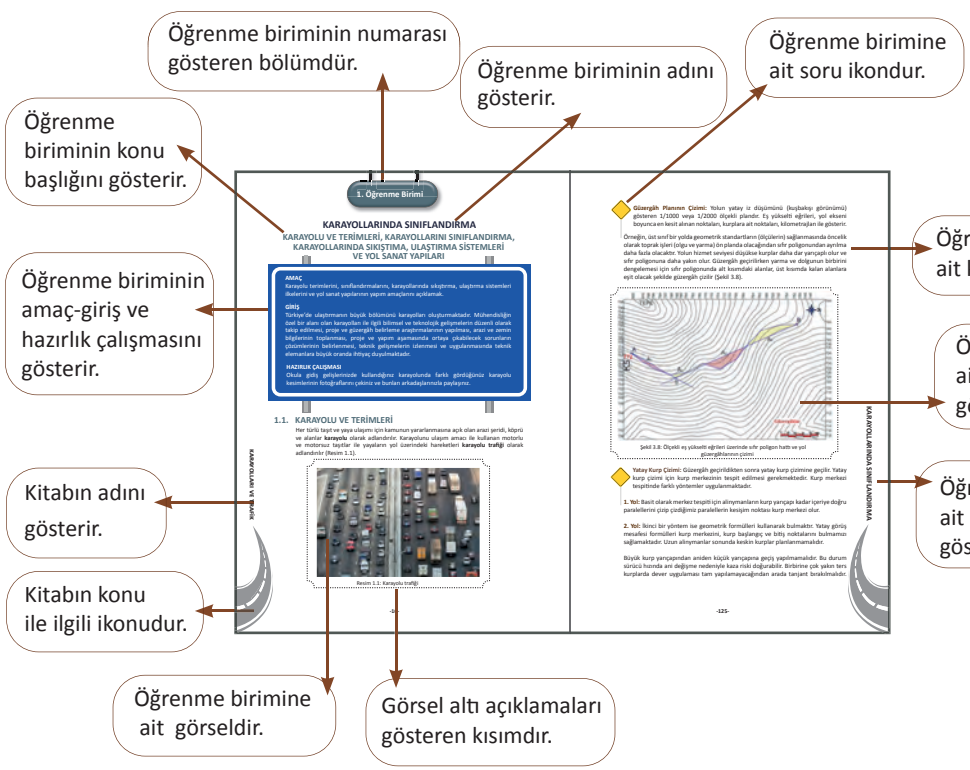
3.1.1.4. Karayolu Yatay Konum Geometrisinin Projelendirilmesinde Temel Kriterler 120
3.1.1.5. Düşey Konum Geometrisinin Projelendirilmesinde Temel Kriterler 120
3.1.1.6. Yatay ve Düşey Konum Geometrilerinin Birlikte Projelendirilmesinde Temel Kriterler 121
3.1.2. Karayolu Yatay Güzergâh Tespiti 123
3.2. YATAY KURP HESAPLARI 133
3.2.1. Basit Dairesel Yatay Kurplar, Parametreleri ve Bağıntıları 133
3.2.2. Birleşik Dairesel Yatay Kurplar, Parametreleri ve Bağıntıları 134
3.2.3. Ters Yerleştirilmiş Dairesel Yatay Kurplar, Parametreleri ve Bağıntıları 134
3.2.4. Dairesel Yatay Kurplarda Görüş Mesafesi 135
3.2.5. Yatay Kurpların Piketajı 135
3.2.6. KARAYOLU GEOMETRİSİ TESPİTİ, YATAY GÜZERGÂH TESPİTİ VE YATAY KURP HESAPLARI UYGULAMASI 139
3.2.7. UYGULAMA: YATAY GÜZERGÂH TESPİTİ VE YATAY KURP HESAPLARI 143
3.3. DÜŞEY KURP VE DEVER HESAPLARI 146
3.3.1. Düşey Kurp Hesapları 147
3.3.1.1. Düşey Kurp Tipi Tespiti 147
3.3.1.2. Düşey Kurp Parametreleri 149
3.3.1.3. Düşey Kurplarda Görüş Mesafesi 150
3.3.2. Dever Hesapları 152
3.3.3. UYGULAMA: DÜŞEY KURP VE DEVER HESAPLARI 155
3.4. DOLGU VE YARMA ALAN, HACİM HESAPLARI 159
3.4.1. Klasik Cross Metodu ile Dolgu ve Yarma Alanı Hesabı 159
3.4.2. Basit Cross Metodu ile Dolgu ve Yarma Alanı Hesabı 161
3.4.3. Aynı Cinsten En Kesitler Arasındaki Hacim Hesabı 164
3.4.4. İki Farklı Cinsten En Kesit Arasındaki Hacim Hesabı 164
3.4.5. UYGULAMA: KLASİK CROSS METODU DOLGU, YARMA ALAN VE HACİM HESAPLARI 165
3.4.6. UYGULAMA: BASİT CROSS METODU DOLGU, YARMA ALAN VE HACİM HESAPLARI 167
3.4.7. UYGULAMA: DOLGU ALAN VE HACİM HESAPLARI 171

KAYNAKÇA 174
GENEL AĞ VE GÖRSEL KAYNAKÇASI 174

DERS MATERYALİNİN TANITIMI



Karekod, genel ağ ve görsel kaynakçasını gösterir. Bu materyalde kullanılan genel ağ ve görsel kaynakça için bu linke tıklayınız.



* Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Uygulamaya ait video karekod okutma alanını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösteren bölümdür.

Öğrenme birimine ait uygulama kontrolünün verildiği bölümü gösterir.

Öğrenme birimine ait uygulama yaprağını gösteren bölümdür.

Karekodu tarayacak cihazınız yoksa uygulama yaprağındaki linki goggle 'a ekleyerek videoya ulaşabilirsiniz. http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26160

Uygulama faaliyetine ait değerlendirme çalışmasını gösterir.

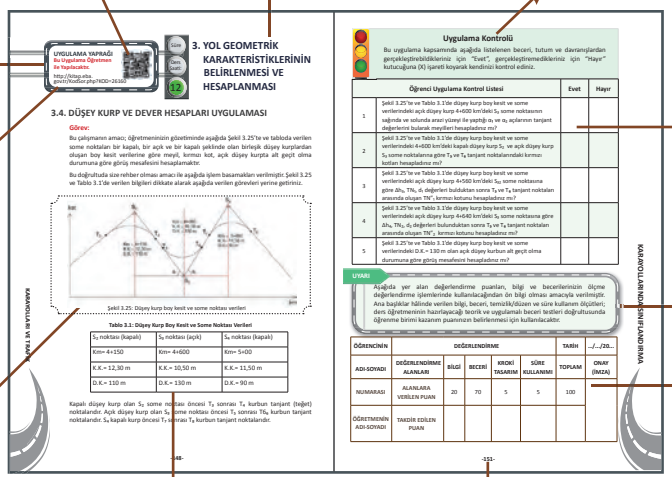
Uygulamaya ait uyarıyı gösterir.

Uygulamaya ait değerlendirme tablosunu gösterir.

Öğrenme birimine ait teknik çizimi gösterir.

Öğrenme birimi ile ilgili tabloyu gösterir.

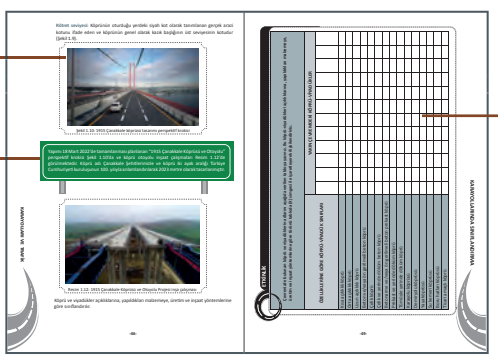
Sayfa Sayısını gösterir.



Öğrenme birimine ait görseli gösterir.

Öğrenme birimine ait bilgi tablosunu gösterir.

Öğrenme birimine ait etkinlik tablo sorusunu gösterir.



Öğrenme birimine ait sıra sizde çalışmasını gösterir.

öğrenme birimine ait hazırlık çalışmasını gösterir.

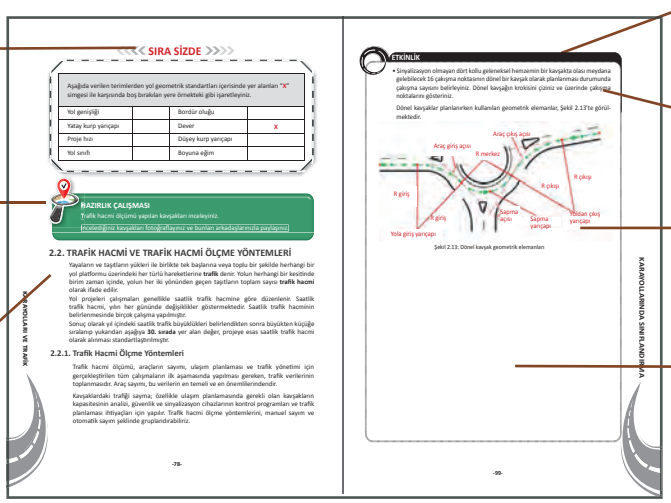
Öğrenme birimine ait konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme birimine ait etkinlik faaliyetini gösterir.

Öğrenme birimine ait etkinlik sorusunu gösterir.

Öğrenme birimine ait etkinlik çizimini gösterir.

Öğrenme birimine ait etkinlik çizimi için boş alanı gösterir.



KARAYOLLARINDA SINIFLANDIRMA

KARAYOLLARINDA SINIFLANDIRMA

1. Öğrenme Birimi

KONULAR

- 1.1. KARAYOLU VE TERİMLERİ
- 1.2. KARAYOLLARINI SINIFLANDIRMA
- 1.3. KARAYOLLARINDA SIKIŞTIMA VE KURALLARI
- 1.4. KARAYOLLARINDA ULAŞTIRMA SİSTEMLERİ
- 1.5. KARAYOLLARINDA YOL SANAT YAPILARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Karayolu ve terimlerini
- Karayollarını sınıflandırmasını
- Karayollarında sıkıştırma ve kurallarını
- Karayollarında ulaştırma sistemlerini
- Karayollarında yol sanat yapılarını
- Karayolu ulaştırma sistemi ilkeleri tespiti uygulamasını

1. Öğrenme Birimi

1.1. KARAYOLU VE TERİMLERİ

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Okula gidiş gelişlerinizde kullandığınız karayolunda farklı gördüğünüz karayolu kesimlerinin fotoğraflarını çekiniz ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.

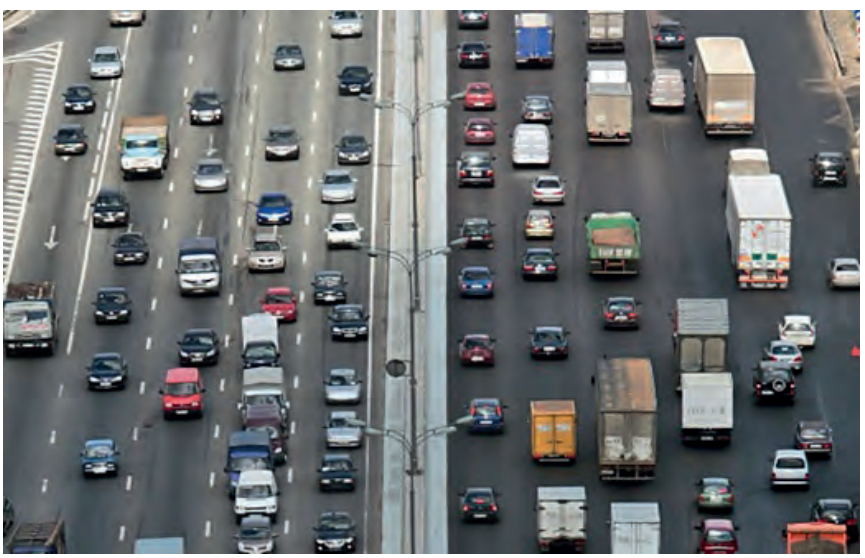
AMAÇ

Karayolu terimlerini, sınıflandırmalarını, karayollarında sıkıştırma, ulaştırma sistemleri ilkelerini ve yol sanat yapılarının yapım amaçlarını açıklamak.

GİRİŞ

Türkiye'de ulaştırmanın büyük bölümünü karayolları oluşturmaktadır. Mühendisliğin özel bir alanı olan karayolları ile ilgili bilimsel ve teknolojik gelişmelerin düzenli olarak takip edilmesi, proje ve güzergâh belirleme araştırmalarının yapılması, arazi ve zemin bilgilerinin toplanması, proje ve yapım aşamasında ortaya çıkabilecek sorunların çözümlerinin belirlenmesi, teknik gelişmelerin izlenmesi ve uygulanmasında teknik elemanlara büyük oranda ihtiyaç duyulmaktadır.

Her türlü taşıt ve yaya ulaşımı için kamunun yararlanmasına açık olan arazi şeridi, köprü ve alanlar **karayolu** olarak adlandırılır. Karayolunu ulaşım amacı ile kullanan motorlu ve motorsuz taşıtlar ile yayaların yol üzerindeki hareketleri **karayolu trafiği** olarak adlandırılır (Resim 1.1).



Resim 1.1: Karayolu trafiği

Yol şeridinin harita üzerinde takip ettiği doğrultuya güzergâh denir. Karayolu trafik kapasiteleri ve yol geometrik karakteristiklerinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken husus yolun geçtiği güzergâhtır. En uygun maliyetle, en kısa sürede ulaşımı sağlayabilecek bir yol güzergâhı belirlemek dikkat edilmesi gereken noktaların başında gelir (Resim 1.2).



Resim 1.2: Yapımı tamamlanan yol güzergâhının bir bölümü

1.1.1. Karayolu Temel Kavramları, Yol Yardımcı ve Projelendirme Elemanları

Her türlü taşıt ve yaya ulaşımı için kamunun yararlanmasına açık olan arazi şeridi, köprü ve alanlar **karayolu** olarak adlandırılır. Karayolunu ulaşım amacı ile kullanan motorlu ve motorsuz taşıtlar ile yayaların yol üzerindeki hareketleri **karayolu trafiği** olarak adlandırılır (Resim 1.1).

İstikşaf: Mevcut şart ve istekler dikkate alınarak yolun geçebileceği bölgelerin harita ve arazi üzerinde tespitidir.

Etüt: İstikşaf sonucu yolun yapılması kararlaştırılan bölgenin şerit hâlinde tesviye eğrili haritasının çıkartılmasıdır.

Aplikasyon: Yol güzergâhına ait planın arazide uygulanmasıdır.

Etüt Aplikasyonu: Etüt paftasına çizilen yol güzergâhının arazide uygulanmasıdır.

Direkt Aplikasyon: Yol ekseninin etüt yapılmadan arazide uygulanmasıdır.

Plankote: Tesis ve sanat yapısının yapılacağı arazi bölümünün kotlu tesviye eğrili ve detaylı planının çıkarılmasıdır.

Poligon: Kırık çizgilerden meydana gelen hattır.

Boy Kesit: Yol güzergâhının boylu boyunca geçirilen dikey düzlemdeki iz düşümüdür (Şekil 1.1, Şekil 1.2).

En Kesit: Yol güzergâhı üzerindeki noktaların enine dikey düzlemdeki iz düşümüdür.

Yatay Kurp: Alinymanları birleştiren yolun eğri olan kısımlarıdır.

Düşey Kurp: Değişik eğimlerdeki iki kırmızı hattı birleştiren eğridir (Şekil 1.1, Şekil 1.2).



Şekil 1.1: Boy kesitte yol güzergâhı düşey kurp, siyah ve kırmızı hat gösterimi

Kazı (Yarma): Zeminin kırmızı hat üzerinde kalan ve platformu teşkil etmek için kazılan kısmıdır.

Dolgu (İmla): Zeminin kırmızı hatta kadar doldurulan kısmıdır.



Şekil 1.2: Boy kesitte yol güzergâhı düşey kurp, siyah ve kırmızı kot gösterimi

Ariyet: Yarmadan çıkan malzemenin imlayı dolduramaması hâlinde yol haricinden alınan kısımdır.

Depo: Yarmadan çıkan malzemenin imladan artan yol dışına atılan kısmıdır.

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

Piketaj: Yol ekseninin kazık çakılarak arazide belirtilmesidir.

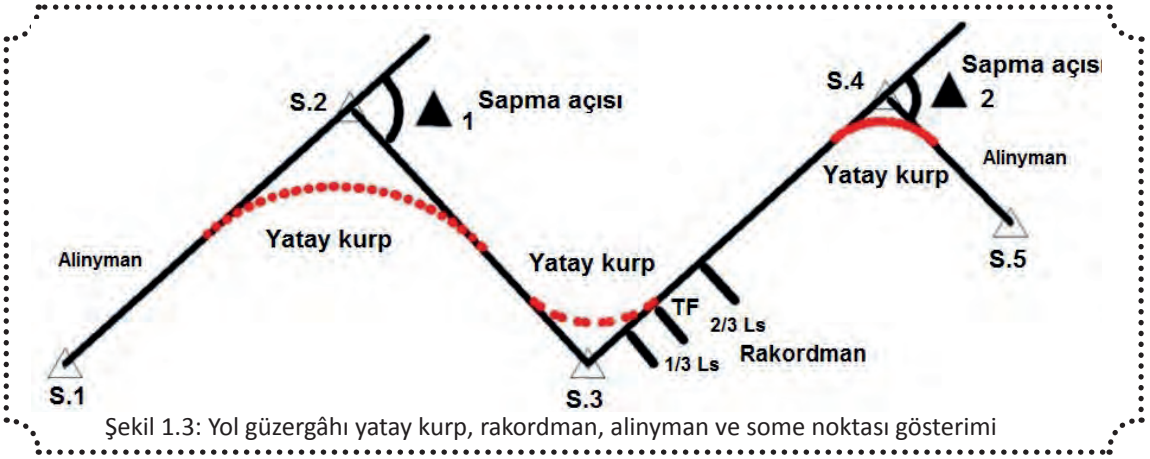
Röper: Yol boyunca azami 500 m'de bir alınan ve gidiş dönüş nivelmanı ile kotlandırılan sabit noktalardır.

Eşitlik: Varyant ve ripaj dolayısıyla kotta ve km'de geri ve ileri değerlerin belirtilmesidir.

Some Noktası: Etüt ve aplikasyondaki doğru parçalarının kesişme noktasıdır (Şekil 1.3).

Rakordman: Kurplarla alinymanları birleştiren yolun eğri kısımlarıdır (Şekil 1.3).

Alinyman: Yolun doğru olan kısımlarıdır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Yol güzergâhı yatay kurp, rakordman, alinyman ve some noktası gösterimi

Kilometre: Yolun başlangıcından itibaren yol üzerinde herhangi bir noktanın km+m olarak ifade edilmesidir (16+375 gibi).

Ara Kontrol Noktaları: Bir yolun başlangıç ve bitiş noktaları ile aradaki büyük yerleşim merkezleri gibi geçmesi zorunlu olan yerlerdir.

Varyant: Yolun çeşitli nedenlerle değiştirilmiş kısımlarıdır.

Sigorta: Zemine çakılan kazıkların kaybolmaması için bağlanan sabit noktadır.

İksa: Şev ve yol kenarlarının su vb. etkilerden korunması için yapılan yapılardır.

Meyil: Kırmızı hattın yatayla yaptığı açının tanjant değerinin % olarak ifadesidir.

Şev: Kot farkı bulunan iki yüzeyi birleştirmek amacıyla tesviye edilmiş meyilli kısımlardır.

Dever: Kurplarda içe doğru verilen eğim veya yatay kurplarda merkezkaç kuvveti nedeniyle taşıtların dışarıya savrulmalarını önlemek için yol platformuna uygulanan enine eğim olarak tanımlanır.

Sanat Yapısı: Yol üzerinde inşa edilen köprü, menfez, tünel, istinad duvarı, tahkimat vb. yapılardır.

Refüj (Emniyet Odası): Aksi yönlere ayrılan şeritleri sınırlandıran kısımdır.

Kaplama (Döşeme): Banketler arasında trafiğin emniyetle seyredebilmesi için temel tabakası üzerine asfalt, beton, taş, parke vb. malzemelerle yapılan kısımdır (Şekil 1.4).

Banket (Akotman): Yol kaplamasının her iki yanında, yaya ve diğer araçların geçişi için ayrılan kısımdır (Şekil 1.4).

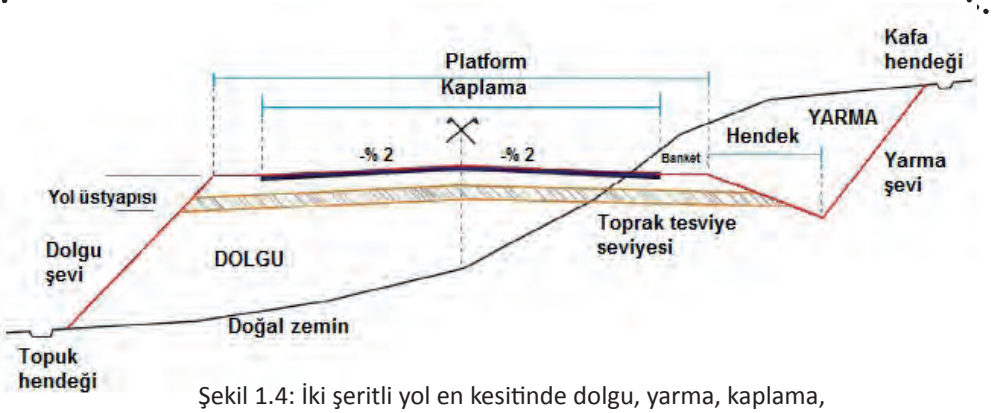
Platform: Banketlerin dış kenarları arasında kalan kısımdır (Şekil 1.4).

Bombe (Enine Eğim): Platforma düşen suyu iki yana akıtmak için yola verilen enine eğimdir (Şekil 1.4).

Hendek: Yarmalarda platform ve şevlere düşen suları toplayıp gerekli yerlere akıtan kısımdır (Şekil 1.4).

Kafa Hendeği: Yolun yarmada olan kısımlarında yamaçlardan gelen yağış sularının yol gövdesinden uzaklaştırılması için yarma şevinin tepesine yapılan yamuk kesitli hendektir (Şekil 1.4).

Topuk Hendeği: Yolun dolguda olan kısımlarında kenar, palye, kafa ve 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 hendeğidir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: İki şeritli yol en kesitinde dolgu, yarma, kaplama, platform, banket, hendek ve eğim gösterimi

Temel Altı: Toprak seviyesi üzerine, yolun temelini oluşturacak malzeme serilmeden önce, genellikle kum ve taş kırıklarından oluşturulan tabakadır.

Temel Tabakası: Yoldaki araçların yükünü temel altı tabakasına ileten kısımdır. Kil, çakıl, kum karışımı veya betondan yapılır.

Yol Altyapısı: Yoldaki toprak işlerini (kazı, dolgu, ariyet, depo) ve sanat yapılarını kapsayan kısımdır.

Yol Üstyapısı: Yoldaki kaplama, temel ve alt temel tabakalarını kapsayan kısımdır (Şekil 1.4).

Bordür: Tretuvar ile kaplama arasındaki kot farkını temin için taş veya betondan yapılan kısımdır.

Rögar: Bordür kenarında toplanan suları yer yer drenaj ve kanalizasyona akıtan tesistir.

Debuşe: Su ve su ile beraber sürüklenen maddelerin geçişi için tahsis edilen kesittir.

Kohezyon: Tanelerin birbirini çekme durumu, yapışma hâlidir.

Permeabilite: Zeminin suya olan mukavemeti, geçirgenliğidir.

Kavşak: İki ya da daha fazla yolun kesişmesiyle meydana gelen kritik alandır.

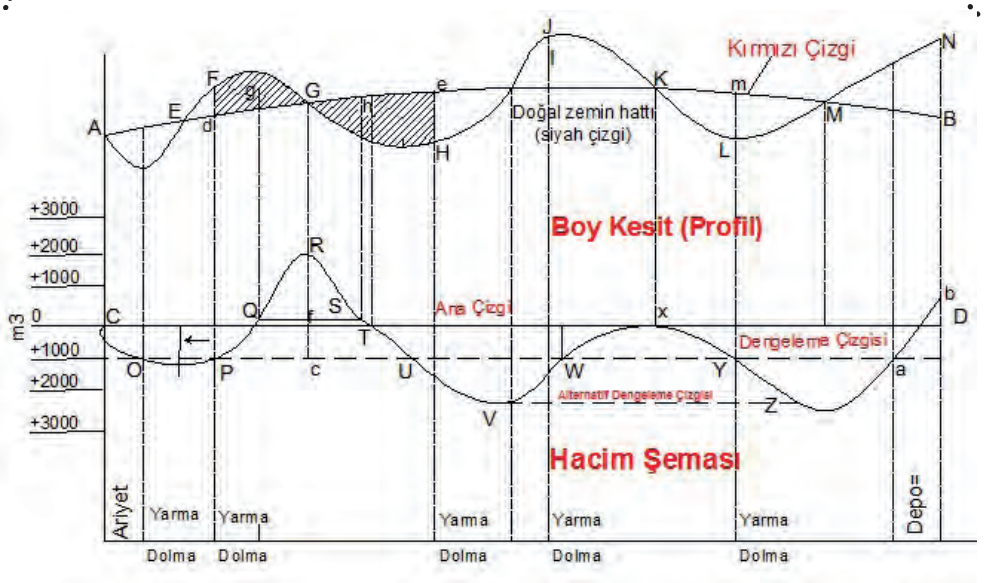
Hemzemin Kavşak: Seviye farkı olmadan kesişen kavşaklardır.

Alt Geçit Kavşak: Trafiğe hâkim olan anayolun alt geçitle geçildiği kavşaktır.

Üst Geçit Kavşak: Trafiğe hâkim olan anayolun üst geçitle geçildiği kavşaktır.

Kübaj: Sıkıştırma, kabarma, ariyet ve depo işlemleri göz önünde tutularak yapılan toprak hacim hesaplarıdır (Şekil 1.5).

Brükner Eğrisi (Hacim Şeması): En ekonomik şekilde toprak dağıtımının grafikle gösterilmesidir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5: Yol boy kesiti ve hacim şeması ilişkisi (Brükner Eğrisi)

Erişme Kontrolü: Yola komşu arazi sahiplerinin, yolu kullananların veya başka kimselerin giriş, ışık, hava veya manzara kullanma haklarının kısmen ya da tamamen bir kamu kuruluşu tarafından kontrol edilmesi hâlidir.

Tam Erişme Kontrolü: Sadece seçilen bazı yollara giriş çıkış sağlayarak eş düşey kesişmeleri veya özel giriş yolu bağlantılarını yasaklayarak transit trafiğe öncelik vermek amacıyla yetkililerin erişme kontrolünü uygulamasıdır.

Sınırlı Erişme Kontrolü: Seçilen belli yollara sağlanan giriş-çıkış bağlantılarına, aynı zamanda transit trafiğe öncelik vermek amacıyla izin verilebilen bazı eş düzey kesişmelere ve bazı özel giriş-çıkış yollarına yetkililerin erişme kontrolünü uygulamasıdır.

Kontrolsüz Erişme: Yol veya cadde üzerine yetkililerin, yolu veya caddeyi kullananların emniyeti için lüzumlu bağlantıların yerleştirilmesi ve geometrilerinin kontrolü dışında giriş ve çıkış noktalarının sayısının sınırlandırılmasıdır.

Ana Karayolu: Transit trafiğe tahsis edilen yoldur.

Ekspres Yol: Tam sınırlı erişme kontrolü ve önemli kesişme noktalarında köprülü kavşak teşkil edilen gidiş ve gelişi ayrılmış karayoludur.

Otoyol: Tam erişme kontrolü sağlanan ekspres yoldur.

Mahallî Yol: Oturma yeri, iş yeri veya diğer komşu araziye erişme sağlanan yoldur.

Toplayıcı Yol: Ekspres yol, otoyol, transit caddeye bitişik yol ve genellikle bu yollara paralel olan; yollardaki trafiğe katılmak, trafikten ayrılmak ya da karşıya geçmek isteyen

trafiği tutan, toplayan, dağıtan, komşu araziye erişme sağlayacak şekilde projelendirilen yoldur.

Şerit: Tek sıra vasıtaların hareketi için (yol en kesitinde) yeterli genişlikteki kısımdır.

Hızlanma Şeridi: Ana trafiğe katılmak isteyen bir taşıtın hızının trafiğin hızına ulaşmasını temin etmek, gerekli katılım mesafesini sağlamak, ana platformdaki trafiğe gerekli zaman ve mesafe ayarlamalarını yapabilmek için inşa edilmiş olan hız değiştirme şerididir.

Yavaşlama Şeridi: Bir platformdan ayrılan aracın hızlı trafik akımından ayrıldıktan sonra yavaşlayarak ilerideki sapacağı yola güvenle girmesini ve hız değiştirmesini sağlayan şerittir.

Park Şeridi: Taşıtların park etmesini sağlamak için inşa edilmiş yardımcı şerittir.

Bölünmüş Yol: Zıt yönlerde hareket eden trafiği birbirinden ayıran doğal veya yapısal bir ayırıcının bulunmadığı yoldur.

İki Şeritli Yol: Her iki zıt yöndeki trafik için birer şeridi bulunan yoldur.

Çok Şeritli Yol: Her iki yöndeki trafik için ikişer veya daha fazla trafik şeridi olan yoldur.

Üç Şeritli Yol: Birer şeridi genellikle her iki yönde trafik için kullanılan ve üçüncü (orta) şeridin genel olarak her iki yöndeki trafik tarafından öndeki taşıtı geçmek için kullanıldığı bölünmemiş iki yönlü yoldur. Özel hâllerde orta şerit bazen bir yön için kullanılabilir veya sadece sola dönüşlere ayrılabilir.

Tırmanma Şeridi: Kapasite ve işletme serbestliğini muhafaza etmek için öncelikle yavaş giden taşıtların kullanmaları amacıyla eğim yukarı (çıkış) yöndeki yardımcı şerittir.

Mücbir Nokta: Geçilmesi veya uğranılması zorunlu olan noktadır.

1.1.2. Karayolu Güzergâh (Geçki) Belirleme İlkeleri ve Aşamaları

Yeryüzü üzerindeki iki noktayı bağlayacak olan yol, doğru parçalarından ve geçiş eğrilerinden oluşur. Güzergâhın en uygun seçimi arazi topoğrafyası ile kısıtlamalardan dolayı fazla seçenek bulunmaz. En uygun güzergâhın araştırılması işlemleri güzergâh araştırması olarak nitelendirilir. Başka bir ifadeyle güzergâh yol şeridinin arazi (ve harita) üzerinde takip ettiği iz olarak tanımlanır.

Yol güzergâhı boyunca istenilen ölçekte harita yoksa şeritvari olarak isimlendirilen türden, güzergâh çevresinde belirli bir genişlikteki bölgenin topografik durumunu gösteren güzergâh haritaları yapılır. Yol güzergâhının harita düzlemi üzerindeki iz düşümü plan olarak isimlendirilir. Geleceğe ait proje trafiğinin tahmini ve trafiğin özellikleri de dikkate alınarak yol sınıfı ve geometrik standartları belirlendikten sonra bu standartlara uygun bir yol güzergâhı belirlenmelidir.

Beklenen trafiği, hizmet ömrü boyunca öngörülen hizmet düzeyinde, işletme yönünden güvenli ve ekonomik bir şekilde geçirilebilmelidir. Toprak işi mümkün olduğunca az, ortalama taşıma mesafesi küçük ve kazı ile dolgunun birbirini dengeleyebileceği yerlerden geçmelidir. Normalin üzerinde yer altı suyu veya yüzey suyu etkisinde kalan yollarda bozulma olacağından güzergâh belirlenirken güzergâhın yer altı ve yüzeysel sularına karşı doğal drenaj imkânı en iyi olan yerlerden geçirilmesi tercih edilmelidir.

Özellikle kent merkezinde ve yakın civardaki kamulaştırma bedelleri, toplam maliyet içinde önemli bir yer tutacağından, maliyet açısından uygun yerlerden güzergâh geçirilmelidir. Kırsal yollarda ise tarım yönünden elverişli olan arazilerden geçilmemesine dikkat edilmelidir.

Zorunlu olmadıkça inişten çıkışa ve çıkıştan inişe geçiş yapılmamalıdır. Kent merkezindeki yollar, önemli terminal ve büyük otoparkların yakınlarından geçmeli; buna karşılık okul, hastane ve ibadet yerlerinin uzağından geçilmelidir.

Güzergâh, mevcut önemli yollar ve demiryolları ile tehlikeye sebep olabilecek kesişmelere izin vermemelidir. Yol altyapısı, üstyapısı, her çeşit sanat yapısına ilişkin ana yapım gereçlerinin (kum, çakıl, taş, su) temini kolay ve ekonomik olanı tercih edilmelidir. Yol güzergâhı kullanım amacına uygun olarak planlanmalıdır.

Bir yol güzergâhı çok sayıda yerleşim merkezinden geçirilerek aşağıda verilen amaçlara hizmet etmelidir. Bu amaçlar:

- Bölgenin sosyal ve ekonomik gelişimini hızlandırmaya,
- Turistik potansiyeli harekete geçirmeye,
- Trafik kazası sayısını azaltmaya hizmet etmelidir.

Güzergâh, jeolojik oluşum yönünden kararlı ve daha az kalınlıkta üstyapıya olanak verecek taşıma gücü yüksek, sağlam zeminli yerlerden geçmelidir. Yolların her iki tarafındaki imar durumu, trafiğin farklı ulaşım modlarına göre düzenlenme şekli, yol en kesitinde altyapı tesislerinin konumlandırılmasında dikkate alınır.

Güzergâh araştırmasında yatay eksen oluşturulurken dikkate alınması gereken önemli etmenler şu şekilde sıralanabilir.

- Yol geometrik standartları göz önüne alınmalıdır. İstenilen stadartlara göre bir güzergâhın tespiti hâlinde bu standartların sağlanması daha kolay olacaktır. Aksi durumda maliyetlerin yükselmesi sonucuyla karşılaşılabilir.
- Meteorolojik koşullar dikkate alınmalıdır. (karlanma, buzlanma, yağış, vb.)
- Zeminin jeolojik yapısı dikkate alınmalıdır.
- Toprak işi olabildiğince düşük tutulmalıdır. Ekonomi önemli bir seçim parametresidir.
- Güzergâh mümkün olduğunca ana yönde olmalıdır. Olabildiğince az kurp kullanmalı, çevresel etkiler minimize edilmelidir.
- Kurp yarıçapının geniş tutulabilmesi faydalıdır. Keskin kapalı düşey kurbun bitiminde keskin yatay kurptan kaçınılmalıdır.

1.1.2.1. Karayolu Güzergâh Araştırmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Karayolu güzergâhı ana kontrol noktalarını birbirine bağlamalıdır. Bu ana kontrol noktaları:

- Seçilen yol sınıfının gerektirdiği standartlara uygun olmalıdır.
- Yoldan geçmesi beklenen trafiğe proje ömrü boyunca hizmet edecek nitelikte olmalıdır.

- Yolun ana kullanım amacına uygun olmalıdır.
- Sosyal, ekonomik, endüstriyel, ticari, turistik konularda istenen amacı yerine getirmelidir.
- Jeolojik açıdan uygun yerlerden geçmelidir.
- Toprak işi maliyetlerini düşürücü şekilde olmalıdır.
- Drenaj açısından problem olmayan yerlerden geçmelidir.
- Akarsu geçişlerinde köprü maliyeti açısından dik olmalıdır.
- Malzeme temini kolay yerlerden geçmelidir.
- Kamulaştırma, maliyeti yüksek olmayan yerlerden geçmelidir.
- Bakım maliyeti yüksek olmayan yerlerden geçmelidir. (kuzey-güney farkı)

Güzergâhın sıralanan şartların hepsini aynı anda sağlaması zordur. Bu şartlar çatışabilir. Önemli olan yukarıda verilen şartları içeren mevcut seçeneklerden en uygunlarını bulmaktır.

1.1.2.2. Karayolu Güzergâh Araştırmasının Amaçları

- İstikşaf
- Etüt ve ekonomik karşılaştırma

Ön İnceleme (İstikşaf)

Olası güzergâhları belirlemek için yapılan ilk çalışmadır. 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar ile 1/10.000 ölçekli jeolojik haritalardan yararlanılabilir. Haritalar üzerindeki ilk çalışmadan sonra mümkün güzergâhlar araziye çıkılarak da incelenir. Ön incelemede güzergâh ve plan seçimindeki özelliklere uymayan seçeneklerin belirlenmesine çalışılır. Ön incelemenin önemli bir parçasını sıfır poligonunun geçirilmesi oluşturur.

Planlama sürecinde yolun geçeceği bölgenin harita ve arazi üzerinde incelenmesidir. Yolun geçeceği bölgenin genel olarak incelenmesiyle ilk anda mümkün görünen seçeneklerin ortaya çıkarılması işine istikşaf denir. Bunun için 1/25.000'lik eşyükselti eğrili harita ve 1/100.000'lik jeolojik haritalardan yararlanılır.

Haritalar üzerinde uygun görülen seçenekler araziye çıkılarak topoğrafik, jeolojik ve geoteknik açılardan yerinde incelenir. Bunlara göre ilk elemeler yapılır. Toprak işi ve sanat yapısı açısından maliyeti arttıran, jeolojik açıdan mümkün olmayan ve topoğrafik açıdan yüksek yapım ve bakım maliyetli seçenekler elenir. İstikşafın hassasiyeti yolun sınıfına göre değişir. Çalışma sonunda elde kalan her seçenek için bir rapor hazırlanır.

İstikşaf Raporunda;

- Bölgenin topografik durumu,
- Güzergâh boyunca jeolojik oluşum, geoteknik yapı, heyelan durumu,
- Yer altı ve yüzeysel suların durumu ve drenaj imkânları,
- Yolda kullanılması muhtemel malzeme ocaklarının durumu,
- Muhtemel yol sanat yapılarının yeri, cinsi, yaklaşık boyutları ve maliyetleri,
- Güzergâh uzunluğu,
- Kamulaştırma durumu,

- Kabaca metraj ve genel bir maliyet analizi yer alır.

Etüt ve Ekonomik Analiz

Ön incelemeden sonra mevcut alternatifli güzergâh seçenekleri arasından en uygun olanı belirlenmeye çalışılır. Bu aşamada daha büyük ölçekli haritalara ve geoteknik incelemelere (zemin araştırması) gereksinim vardır. Zemin değerlendirmesi ve ayrıntılı harita yardımıyla güzergâh seçenekleri azaltılır. Son olarak ekonomik analiz aşamasına geçilir. Amaç en uygun seçeneğe ulaşmaktır. Fayda maliyet analizleri sonucunda seçilecek güzergâh üzerinde yapılacak değişikliklerle kesin güzergâh denilen hat kabul edilir.

Ön inceleme sonunda amaca uygun görülen güzergâhların daha ayrıntılı incelenmesi işi, etüt aşamasını oluşturur. Bu aşamada genel olarak topografik etüt ve zemin etütleri yapılır. 1/25.000 ölçekli haritalarla uygulama projesi ve güzergâhın yerinin belirlenmesi işi için yeterli hassasiyet yoktur. İstikşaf sonunda elde edilen güzergâh seçeneklerine ait daha büyük ölçekte topografik haritaların üretilmesi gereklidir.

Yolun önem derecesine göre şehir dışı yollarda 1/5.000 veya 1/2.000 ölçekli olarak 100-300 m'lik güzergâh şeritleri için eşyükselti eğrili haritalar hazırlanır. Otoyollarda ölçek 1/1.000 alınır. İstikşaf aşamasındaki güzergâhlar gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra hazırlanan yeni haritalara aktarılır. Haritalar üzerinde her güzergâh seçeneği için plan, boy kesit ve en kesitler hazırlanır. Bu iş sonunda, bir nevi avan (ön) proje elde edilir. Bu haritalar üzerinde sanat yapıları, diğer yollarla kesişmeler, malzeme temin yerleri, yolla ilişkisi olan sabit tesisler ve özel mülkler de gösterilmelidir.

Zemin etütleri konusu da etüt aşamasında önemli bir yer tutar. Her güzergâh seçeneği için ayrıntılı jeolojik ve geoteknik etüt yapılır. Etütler sırasında belirlenen yerlerde ve aralıklarda sondaj kuyuları açılır. Alınan örnekler incelenmek üzere laboratuvara gönderilir. Bu işlemler yapılırken aynı zamanda yer altı su seviyesinin de incelenmesi gerekir.

Ayrıca yüzeysel suların durumu hakkında bilgi edinmek üzere 5, 10, 50, 100 yıllık hidrolojik kayıtlara göre yağış ve akış rejimi belirlenir. Sonuçların değerlendirildiği ayrıntılı raporlar her seçenek için hazırlanır.

Etüt aşaması sonunda derlenen verilere göre seçenekler arasında karşılaştırma ve gerekiyorsa da ikinci bir eleme yapılır. Böylelikle ekonomik karşılaştırma aşaması için üzerinde durulacak seçenekler de kesinleştirilmiş olur.

Karayolunun ekonomik karşılaştırmasında en büyük fayda/maliyet oranını veren seçenek tercih edilir. Normal şartlarda bu oranın 1'den büyük çıkması istenir. Tercih 1'den büyük değerler arasındaki en büyük değeri veren seçenek yönünde kullanılır. Ancak bazı durumlarda bölgenin gelişimi için veya stratejik gerekçelerle fayda/maliyet oranının 1'den küçük çıktığı yatırım programlarının da uygulanması durumları olabilmektedir.

Ülkemizde özellikle gelişmekte olan bölgeler için yatırım programına alınan

karayollarında bu durumla karşılaşılmaktadır. Ekonomik karşılaştırmada en çok dikkate alınan değerlendirme dönemi 20 yıldır. Hizmet ömrü yolun istenen şartları sağlanarak en kötü ihtimalle bu dönemin sonunda ekonomik ömrünün tamamlaması istenir. Ekonomik ömrünü tamamlayan karayolu hizmet etmeye devam eder.

UYARI

Karayolu güzergâh, yol altyapısı ve üst yapısını oluşturan elemanların projelendirilmesinde, yol yapım çalışmalarında yol altyapısı ve üstyapısı elemanlarının ölçü ve malzeme özellikleri hususlarında dikkatli ve titiz olunmalıdır. Bu durum yolun kullanım ömrünün projesinde belirtilen süre boyunca hizmet verebilmesi açısından önem arz eder. Yolun proje ömrüne uygun imal edilen yolların ülke ekonomisine katkı sunacağının bilincinde olmalısınız.

SIRA SİZDE

- **Karayolu güzergâh araştırmasında dikkat edilecek hususları yazınız.**

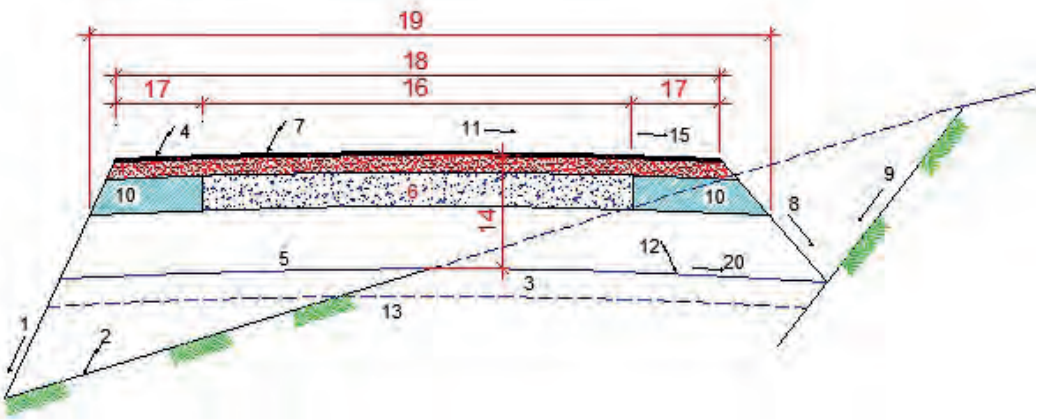
SIRA SİZDE

- **Karayolu projelendirilmesi ile ilgili aşağıda verilen terim ve kavramları araştırarak bunların tanımlarını yazınız.**

AASHTO	
Ada	
Brükner	
Ekonomik fizibilite	
Geometrik standart	
Lase	
Palye	
Proje gabarisi	
Rakım	
Mücavir alan	
Nivelman	
Seyir hızı	
Toplayıcı yol	

ETKİNLİK

- **Aşağıda Şekil 1.6'da verilen tipik karayolu altyapı ve üstyapı elemanlarını gösteren en kesit krokisini serbest el ile çiziniz ve elemanlarını üzerinde gösteriniz.**



1-Dolgu Şevi	6-Temel Tabakası	11- Yolun Enine Eğimi	16- Trafik Şeritleri Genişliği
2-Doğal Zemin	7- Kaplama Tabakası	12- Tesviye Yüzeyi	17- Banket Genişliği
3-Üstyapı Tabanı	8- Hendek Şevi	13- Yol Gövdesi taban Zemini	18- Yol (platform) Genişliği
4- Banket Kaplaması	9- Yarma Şevi	14- Üstyapı Proje Kalınlığı	19- Üstyapı Tabanı Genişliği
5- Alttemel Tabakası	10- Banket Temeli	15- Banket Eğimi	20- Taban Yüzeyine Enine Eğim

Şekil 1.6: Karayolu altyapı, üstyapı en kesiti ve elemanları

ETKİNLİK

Aşağıdaki tabloda verilen Karayolu ile ilgili kavramları tanımlarıyla örnekteki gibi eşleştiriniz.

Şev	Yol güzargâhına ait planın arazide uygulanmasıdır.
Alinyman	Kırık çizgilerden meydana gelen hattır.
Platform	Yolun doğru olan kısmıdır.
Piketaj	Yol ekseninin kazık çakılarak arazide belirtilmesidir.
Hendek	Aliymanları birleştiren yolun eğri olan kısımlarıdır.
Yatay kurp	Yolun çeşitli nedenlerle değiştirilmiş kısımlarıdır.
Bordür	Zemine çakılan kazıkların kaybolmaması için bağlanan sabit noktadır.
Aplikasyon	Kot farkı bulunan iki yüzeyi birleştirmek amacıyla tesviye edilmiş meyilli kısımlardır.
Otoyol	Zeminin kırmızı hat üzerinde kalan ve platformu teşkil etmek için kazılan kısımdır.
Kazı (yarma)	Yatmadan çıkan malzemenin imladan artan yol dışında atılan kısmıdır.
Ana karayolu	Banketlerin dış kenarları arasından kalan kısımdır.
Varyant	Yarmalarda platform ve şevlere düşen suları toplayıp gerekli yerlere akıtan kısımdır.
Mücbir nokta	Zeminin suya olan mukameveti, geçirgenliğidir.
Poligon	Tretuvar ile kaplama arasındaki kot farkını temin için taş veya betondan yapılan kısımdır.
Depo	Su ve su ile beraber sürüklenen maddelerin geçişi için tahsis edilen kesittir.
Permeabilite	Transit trafiğe tahsis edilen yoldur.
Debuşe	Tam erişme kontrolü sağlanan express yoldur.
Sigorta	Geçilmesi veya uğranılması zorunlu olan noktadır.

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Karayolu geometrik sınıflandırmasını araştırınız ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.2. KARAYOLLARINDA SINIFLANDIRMA

5539 sayılı Karayolları Genel Müdürlüğü'nün Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanunun 15. Maddesine göre Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait yollar; otoyollar, devlet yolları ve il yolları olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Ülkemizdeki karayollarının planlanması, projelendirilmesi, yapımı, bakımı ve işletilmesinden sorumlu olan kurum Karayolları Genel Müdürlüğü'dür.

1.2.1. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) Karayolu İdari Sınıflandırması



Şekil 1.7: Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) Karayolu İdari 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 anayollardır.

İl Yolları: Bir il sınırı içinde ikinci derece öneme sahip olan; şehir, kasaba, ilçe ve bucak gibi belli başlı merkezleri birbirlerine, il merkezine, komşu illerdeki yakın ilçe merkezlerine, devlet yollarına, demiryolu istasyonlarına, limanlara, hava alanlarına ve kamu ihtiyacının gerektirdiği diğer yerlere bağlayan yollardır.

Bu üç sınıfa ait yol ağları kamu yararı, Milli Savunma ihtiyaçları ve bu ağların gelişmesine tesir eden ekonomik durumlar göz önünde tutularak Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından tespit ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu tarafından incelendikten sonra, Çevre ve Şehircilik Bakanı'nın onayı hâlinde uygulanır.

Düzeltmeler, değiştirmeler ve eklemeler de aynı usule bağlı olarak yapılır. Bu tanımlama idari bir sınıflandırma olup çok genel olarak yolun işlevini de belirtmektedir. Karayolu işlevsel sınıflandırması, karayolu ağı üzerindeki tüm yolların verdiği hizmet karakterine göre gruplandırılmasıdır. Söz konusu sınıflandırma sistemine göre karayolları standartları ve hizmet seviyeleri, inceleme altına alınan karayolunun işlevine veya trafik hacmine göre değişiklik göstermektedir.

Uygulamada yol sınıfının seçiminde başlangıç ve ekonomik ömrü sonundaki trafik hacmi en belirleyici unsur olarak göz önüne alınsa da yolun karayolu ağı üzerindeki konumu da önemlidir. İşlevsel sınıflandırma karayollarını hareketlilik ve erişebilirlik kriterlerine göre arterler, toplayıcı yollar ve bölgesel yollar olarak gruplandırmaktadır.

Bu kapsamda arter olarak belirlenen yollarda hareket kabiliyeti arttıkça daha yüksek trafik hacmine ve yüksek standartlara ulaşılacak, buna karşılık düşük trafik hacmine sahip bölgesel yollarda ise erişebilirliğe olanak sağlayan sosyal nitelikli düşük standartlara ihtiyaç duyulacaktır.

1.2.2. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) Karayolu Geometrik Sınıflandırması

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundaki yolların geometrik sınıflaması kent dışı ve kentsel (kent geçişleri) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

Kent Dışı Yollar

- Otoyollar
- Çok şeritli yollar (Resim 1.3)
- İki şeritli yollar
  - 1. Sınıf yollar
  - 2. Sınıf yollar
  - 3. Sınıf yollar
  - 4. Sınıf yollar



Resim 1.3: Çok şeritli karayolu

Kentsel Yollar (Kent Geçişleri)

- Çevre yolları
  - o Çok şeritli yollar (Resim 1.4)
  - o İki şeritli yollar



Resim 1.4: Çok şeritli karayolu

- Kent içinden geçen yollar
  - o Çok şeritli yollar
  - o 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 (Resim 1.3, Resim 1.4).

SIRA SİZDE

- **Karayolları Genel Müdürlüğü karayolu idari sınıflandırmasına göre yol sınıflarını yazınız.**

1.2.3. Yolların Sınıflandırılması

- Yolu kullanan taşıt cinsine göre: oto yolu, yaya yolu, bisiklet yolu, otobüs yolu,
- Yol platformunun durumuna göre: bölünmüş yol, bölünmemiş yol,
- Trafik değeri ve geometrisine göre: anayol, tali yol (yan yol),
- Trafiğin türüne göre: konut yolu, gezi yolu, iş-ticaret yolu,
- Trafiğin akış yönüne göre: tek yönlü yol, çift yönlü yol,
- Kaplama durumuna göre: asfalt yol, beton yol, stabilize yol, toprak yol, parke yollar olarak sınıflandırılır.

Devlet yolları önemine göre bölünmüş ve bölünmemiş yol olabilir. Devlet yolları da kendi içinde birinci, ikinci ve üçüncü sınıf yol olarak ayrılır. Büyük trafik hacmine, yüksek hızla seyir imkânı vermek için yapılan otoyollar, her iki yönde ikişer şerit olmak üzere minimum dört şeritli ve refüj ile bölünmüş olarak inşa edilir.

Belirli bir hizmet standardını sağlamak üzere tam erişme kontrolü uygulanır. Böylelikle otoyolda eş düzey kesişmeler, yaya, bisiklet ve hayvan girişleri bulunmaz. Erişme kontrolünü sağlamak için yol boyunca her iki yana engeller konulur. Kesişme ve girişlere izin verilen bazı ekspres yollar ise kısmi erişme kontrollü yollar olarak anılır.

ETKİNLİK

A	Yolu kullanan taşıt cinsine göre yollar	E	Kaplama durumuna göre yollar
B	Yol platformunun durumuna göre yollar	F	Trafiğin türüne göre yollar
C	Trafik değeri ve geometrisine göre yollar	G	Trafiğin akış yönüne göre yollar
D	(KGM) Karayolu İdari Sınıflandırmasına göre yollar	H	(KGM) Karayolu Geometrik Sınıflandırmasına göre yollar

Yukarıda verilen yol sınıflarını aşağıda verilen yol türleri ile örnekteki gibi eşleştiriniz.

ÖRNEK							
D							
Otoyollar	Tek yönlü yol	Oto yolu	Konut yolu,	**Kent Dışı Yollar**	Asfalt yollar	Bölünmüş yol	Anayol
Devlet yolları	Çift yönlü yol	Yaya yolu	Gezi yolu,	Otoyollar	Beton yollar	Bölünmemiş yol	Tali yol
İl yolları		Bisiklet yolu Otobüs yolu	İş-ticaret yolu	Çok şeritli yollar İki şeritli yollar **Kentsel Yollar** Çevre yolları Kent içinden geçen yollar	Stabilize yollar Toprak yol Parke yollar		

SIRA SİZDE

- **Kentsel yolların sınıflarını yazınız.**

ETKİNLİK



1.	**Karayolu sınıflandırması konusundan öğrendiğiniz bilgiler doğrultusunda yukarıdaki haritada yer alan yol sınıflarını yazınız?**
2.	**Yaşadığınız şehire ait haritayı sınıfta inceleyiniz. Haritada yer alan yolların sınıflarını yazınız?**

1.3. KARAYOLLARINDA SIKIŞTIRMA VE KURALLARI

Sıkıştırma işlemi; mekanik bir şekilde, karayolu tabakaları içerisindeki havanın dışarıya çıkarılıp tanelerin birbirlerine daha yakın konuma getirilmesidir. Sıkıştırma ile boşluk oranı ve porozitenin (gözenekliliğin) azalması sağlanır.

1.3.1. Karayollarında Sıkıştırma

Karayolu, altyapı ve üstyapı olmak üzere iki farklı kısımdan oluşmaktadır. Altyapı; yol gövdesinin kaplama, temel ve temel altı tabakalarından oluşan üstyapısının oturduğu kısımdır. Üstyapı ise trafik yüklerini altyapının taşıyabileceği değere indirmek, altyapıyı korumak ve düzgün bir yuvarlanma yüzeyi sağlamak amacıyla altyapı üzerine inşa edilen alt temel, temel ve kaplamadan oluşan tabakalı yol yapısıdır. Sıkıştırma yapılırken yol altyapısı ve üstyapısı birlikte ele alınmalıdır. Kullanılacak sıkıştırma yöntemi ve makinelerinin seçimi en iyi sıkıştırmayı yapabilecek şekilde tespit edilmelidir. Sıkıştırma yapılarak karayolu tabakalarının kayma direnci dolayısıyla taşıma gücü arttırılır, geçirgenliği ve su emme kabiliyeti düşürülür.

Sıkıştırma ile karayolunun kullanım sırasında oluşabilecek oturma miktarı azaltılarak tabakalar istenilen şekilde iyileştirilir. Yeterli sıkıştırmanın sağlanması; hava şartları, kullanılan sıkıştırma enerjisi, sıkıştırılacak malzemenin özellikleri gibi etkenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Sıkıştırma işleminin başarıyla uygulanabilmesi; yolu oluşturan tabakaların her biri için değişkenlerin etkileri belirlenerek gerekli sıkıştırma aleti, süresi ve yönteminin tespit edilmesine bağlıdır.

1.3.2. Karayolu Yapımında Kullanılan Sıkıştırma Kavramları ve Makineleri

Karayolu Sıkıştırma Kavramları

Kaba Agrega: Agrega karışımının 4,75 mm'lik (4 no.lu) elek üzerinde kalan kısmı olup kırma taş, kırma çakıl veya bunların karışımından oluşmalı, taneleri kübik ve keskin köşeli olmalı, fiziksel ve mekanik özellikleri sağlamalıdır.

Asfalt Betonu: Aşınma tabakasını, binder tabakasını veya bunların her ikisini birden kapsar. Kırılmış ve elenmiş kaba agrega, ince agrega ve mineral fillerin belirli gradasyon limitleri arasında iş yeri karışım esaslarına uygun olarak, bitümlü bağlayıcı ile bir plentte karıştırılarak temeller, diğer bitümlü kaplamalar üzerine bir veya birden fazla tabakalar hâlinde sıcak olarak projesinde belirtilen plan, profil ve en kesitlerine uygun yapılan kaplamadır.

Kaplama Agregası: Sericiyle bir bitüm tabakası üzerine döküldüğü kaplama agrega tanecikleri düzensiz bir pozisyonda bulunacak ve aralarında %20 oranında boşluk olacaktır. Sıkıştırma işlemi ile taneciklerin birbirlerine kenetlenmesi ve bu boşluk oranının %70 oranında (yaklaşık %6 boşluk) azaltılması sağlanır.

Altyapı: Yol gövdesinin kaplama, temel ve temel altı tabakalarından oluşan üstyapısının oturduğu kısımdır. Yolun yarma kesimlerinde altyapı, temel altı tabakasının altındaki doğal zemindir. Dolgularda ise altyapı, yarma kesimlerinden veya ödünç yerlerinden taşınan toprak ile doğal zemin üzerine inşa edilir. Yolun toprak işi sonunda, daha önceden

belirlenen kot ve en kesit şekline getirilmiş kısmına altyapı denir. Menfez, drenaj tesisleri ve istinad duvarı gibi sanat yapıları da altyapıdır.

Zemin Kompaksiyonu: Zeminlere sıkıştırma enerjisi uygulanarak zemin içerisindeki hava boşluklarını azaltmak, zeminin katı tanelerinin birbirleri içerisinde daha sıkı olacak şekilde yeniden yerleşmelerini sağlamak ve zeminin birim hacmini azaltmak yani yoğunluğunu arttırmak için yapılan işleme zemin kompaksiyonu denir.

Üstyapı: Trafik yüklerini altyapının taşıyabileceği değere indirmek, altyapıyı korumak ve düzgün bir yuvarlanma yüzeyi sağlamak amacıyla altyapı üzerine inşa edilen alt temel, temel ve kaplamadan oluşan tabakalı yol yapısıdır. Üstyapılar; kaplama tabakasında kullanılan malzemelerin türlerine, özelliklerine ve yapım yöntemlerine göre esnek ve rijit olarak iki ana gruba ayrılır.

- **Esnek üstyapılar:** Bitümlü veya granüler malzemeden oluşan temel, granüler malzemeden oluşan alt temel üzerine serilen bitümlü yüzey tabakasından oluşmaktadır. Asfalt betonu kaplamalar, bitümlü sıcak karışımlardan oluşur.

  Esnek Üstyapı Tabakaları
  - o Yüzey tabakası
  - o Temel tabakası
  - o Alt temel tabakası
  - o Taban zemini (doğal zemin)

- **Rijit üstyapılar:** Genel olarak granüler bir alt temel tabakası üzerine oturan Portland çimento betonu plaktan oluşan, çoğu zaman temel tabakasına ihtiyaç duyulmayan üstyapı tipidir. Portland çimento bağlayıcılı beton kaplamalar; çimento, agrega ve su karışımlarından oluşur.

  Rijit Üstyapı Tabakaları
  - o Yüzey tabakası-Portland çimentolu beton plak
  - o Temel tabakası-granüler
  - o Alt temel tabakası-granüler
  - o Taban zemini

- **Kompozit üstyapılar:** Bitümlü sıcak karışımlar ile beton kaplamaları içeren yol üstyapısı kompozit olarak adlandırılır.

Karayolu Sıkıştırma İşlemlerinde Kullanılan Makine ve Araçlar

Karayolu yapımında, yol altyapısı ve üstyapısı tabakalarının sıkıştırılmasında aşağıda belirtilen makine ve araçlar kullanılmakladır.

Demir Bandajlı Silindirler: Asfalt kaplama uygulamalarında ilk kullanılan silindirler olup statik etkiyle sıkıştırma yapar. İki akslı ve üç akslı tipleri olup 4-6 ton gibi hafif, 6-8 ton gibi orta ağırlıkta ve 8-12 ton ya da daha fazla ağırlıkta tipleri vardır (Resim 1.5).



Resim 1.5: Demir bandajlı silindir

Pnömatik Silindirler (Lastik Tekerlekli Silindirler): Birbirine yakın çok sayıda lastik tekerlekli ve ağır bir arabadan oluşmaktadır. Ön dizideki tekerlek sayısı, arka dizideki tekerlek sayısından bir eksik olup arka dizideki tekerlekler tarafından sıkıştırılacak olan şeritlerin aralarını sıkıştıracak şekilde yapılmıştır

Ağırlığın arttırılması için şaside su veya kum doldurulabilecek boşluklar bulunmakta ve şasi üzerine ek ağırlık da konulabilmektedir. Özellikle ilk geçişlerde zemine batmaması için lastik tekerlekler büyük çaplı ve düşük basınçlı kullanılır. Ağırlığın iki dizi üzerinde bulunan çok sayıdaki tekerleğe düzgün olarak dağıtılmasında ve ön diziye direksiyon doğrultusunun verilmesinde güçlük olması nedeniyle büyük tiplerin tekerlekleri tek dizi şeklindedir (Resim 1.6).



Resim 1.6: Pnömatik (lastik tekerlekli) silindir

Keçi Ayaklı Silindirler: Yolların istenilen şekilde sıkıştırılması önemli ölçüde silindirin ağırlığına ve metal ayakların temas alanına bağlıdır. Zeminle temas halindeki alan ne kadar

küçük olursa yüklenen gerilme de o kadar fazla olacağından bu tür silindirlerin en büyük özelliği serilen tabakaları aşağıdan yukarıya doğru sıkıştırmasıdır. Serilen gevşek zemin malzemesine silindirin ayakları batarak önce malzemenin altındaki tabakayı sıkıştırır. Her geçişte malzemenin sıkışması arttığından batma miktarı da giderek azalmakta ve tabaka kalınlığınca aşağıdan yukarıya doğru homojen bir sıkışma elde edilmektedir. Keçi ayaklı silindirler, özellikle kohezyonlu zeminlerin sıkıştırılmasında kullanılır (Resim 1.7).



Resim 1.7: Keçi ayaklı silindir

Küt ayaklı silindirler: Bu silindirler keçi ayaklı silindirlerin farklı bir türüdür. Çalışma prensipleri benzerlik gösterir. Keçi ayaklı silindirlerde olduğu gibi silindir kabuğu temas yüzeyine yüksek basınç sağlayan çıkıntılı ayaklardan oluşmaktadır. Ayakların etki alanı keçi ayaklı silindirlere göre daha fazla olmakla birlikte basınç etkisi yönünden keçi ayaklı silindirlerden daha azdır ve daha nemli zeminlerde kullanılır.

Izgaralı Silindirler: Izgaralı silindirler genellikle bir çekici tarafından çekilerek kullanılır. Silindirlerin çevresi ağır çelikle donatılmış ağ şeklinde bir yapıdan oluşmaktadır. Ağır çelik ağların altında kalan parçacıkları, yüksek gerilme etkisi altında parçalama özelliği nedeniyle genellikle yumuşak kayaçların bulunduğu sığ tabakaların sıkıştırılmasında kullanılır (Resim 1.8).



Resim 1.8: Izgaralı silindir

Vibrasyonlu Silindirler: Kohezyonsuz zeminlerin en iyi titreşimli yükler altında sıkıştırılma durumu test edilen silindirlerdir. Vibrasyonlu silindirlerin üzerine titreşim sağlayan makineler yerleştirerek basınç ve titreşim etkisinden birlikte yararlanılarak kullanılmaktadır.

Asfalt kaplamalarda, toprak zeminlerin aksine yüksek frekans-düşük genlik ile sıkıştırmada daha iyi sonuç vermektedir. Vibrasyonlu sıkıştırmada, demir bandajlılara göre daha homojen sıkışma elde edilir. Demir bandajlılarda kenar şeritler orta şeritlere göre daha az sıkışırken vibrasyonlu silindirde daha düzgün bir sıkışma elde edilir. Soğuk ve rüzgârlı havalarda daha az geçişe gereksinim duydukları için daha elverişlidir. Vibrasyonlu silindirler ek yerlerinde istenilen en iyi sıkıştırmayı sağlar (Resim 1.9).



Resim 1.9: Elle çekilir vibrasyonlu silindir

Kompaktörler: Büyük sıkıştırma makinelerinin giremediği yerlerde elle çalıştırılan titreşimli kompaktörler kullanılır. Motoru üzerine monte edilmiş bu kompaktörlerin taban plakası boyutları genellikle 25x25 cm ile 125x125 cm arasında değişmektedir (Resim 1.10).



Resim 1.10: Kompaktör

Tokmaklar: Dinamik (hareketli) kuvvetlerle yüzeysel sıkıştırma yapabilen araçlardır. Sıçrayan ve kren tokmakları olmak üzere ikiye ayrılır.

Sıçrayan Tokmaklar: Zemin sıkıştırmasında kullanılan bu tokmaklar zemin malzemesine doyurucu bir kuru birim hacim ağırlığına kadar sıkıştırma yapabilen tokmaklardır. Genellikle az miktarda ince daneli zemine sahip granüler zemin malzemeleri ve kaba daneli zeminlerin sıkıştırılmasında kullanılır (Resim 1.11).



Resim 1.11: Sıçrayan tokmak

Kren Tokmaklar: 1 ve 2 m yükseklikten düşüş yapabilen tokmak düşüş hızı 6-20 düşüş/dk ve vinç tokmakların taban alanı 0,5-2 m^2dir. Tokmak ağırlıkları 1,5 ton ile 4 ton arasında değişmektedir. Az miktarda ince daneli malzemeye sahip granüler malzemelerde ve kaba daneli zeminlerin sıkıştırılmasında kullanılır. Vinç yardımıyla tokmak belirli bir yüksekliğe kaldırılıp daha sonra düşürülerek sıkıştırma yapılır.

AMIR (HIPAC) Silindirleri: Yüzeysel sıkıştırma işlemi için kullanılan silindirlerdir. Bu silindirler, demir bandajlı silindirlere alternatif olarak çok ağır yük gerektiren durumlarda zeminde çatlak oluşmasını önlemek için kullanılır.

Sıkıştırıcı Finişer Tablası: Lastik tekerlekli silindirlerin en az düzeyde lastik izi bırakması ve bandajlı silindirlerin önünde sıcak karışımın yağlanmaması için arkasındaki sıkıştırmanın %90 oranında elde edilmesi için kullanılmaktadır.

SIRA SİZDE

- **Karayolu yapımında kullanılan sıkıştırma makine ve araçlarının adlarını yazınız.**

1.3.3. Karayolu Zeminlerinde Sıkıştırma Faktörleri ve Dikkat Edilecek Hususlar

Zeminlerin Sıkıştırılmasına Etki Eden Faktörler

- Zemin cinsinin, granülometrisinin (dane dağılımının) ve içerdiği maksimum tane boyutunun etkisi
- Sıkıştırma enerjisinin miktar, tip ve zemine veriliş şeklinin etkisi
- Karışımdaki kum ve çakıl tanelerinin biçim, yüzeysel yapı ve açısal durumunun etkisi
- Bağlayıcı ince zeminin etkisi

Zeminlerin Sıkıştırılması Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Sıkıştırılan tabaka kalınlığı arttıkça homojen bir sıkışma elde etmek güçleştiği gibi sıkışma miktarı da azalır.

Bu nedenle zemin cinsi, silindir tipi ve kapasitesine bağlı olarak kaynaklarda verilen pratik maksimum sıkışmış tabaka kalınlıkları bir rehber olarak göz önüne alınmalıdır. Eldeki mevcut silindirlerin zemin cinsine göre nasıl değerlendirileceği, tabaka kalınlıkları gibi hususlar bir deneme kesiminde test edildikten sonra belirlenmelidir. Test sonucuna göre sıkıştırılacak tabaka kalınlığı ve buna karşılık gelen serim kalınlığı, silindir hızı ve vibrasyon etki değerleri (frekans ve genlik) belirlenmelidir.

Sıkışma testleri orta şeritte yapılmalı ancak yan şeritler için de karşılaştırma yapılmalıdır. Elde edilen sıkışma yeterli değilse geçiş sayısını arttırmak, silindir hızını düşürmek veya tabaka kalınlığını azaltmak için yeni bir deneme kesiminde, tekrar test yaparak nihai karar verilmelidir.

Malzeme ocağındaki su içeriği çok yüksek ise uygun bir drenaj tekniği ile malzeme kurutulmalıdır. Su içeriği çok düşük ise greyder veya dozerler ile hendekler açılmalı ve hendekler su ile doldurulmalıdır. Daha sonra malzeme uygun kıvama geldiğinde, yerinde greyder veya dozerle homojen olarak karıştırılmalı ve dolgu sahasına sevk edilmelidir. Malzeme iri boyutlu taşlar ihtiva ediyorsa ayıklandıktan sonra dolguda kullanılmalıdır.

Maksimum tane boyutu sıkışmış tabaka kalınlığının 2/3'ünden daha fazla olmamalıdır. İyi bir sıkıştırma, sabit bir kalınlıkta serim yapıldığı takdirde sağlanır. Malzemenin serimi skreyper ile yapılıyorsa serim kalınlığı homojen olacak şekilde ayarlanmalıdır. Dolgu malzemesi kamyonlar ile taşınıyorsa malzeme dolgu yerinde uygun aralık ve miktarlarda boşaltılmalı ve dozerler ile sabit kalınlıkta serilip düzgün yüzeyler elde edilecek şekilde tabakalar oluşturulmalıdır.

Dolgularda yapılacak sıkıştırmalarda, dolgu sahasının en düşük kotundan başlayarak yatay tabakalar hâlinde serim ve sıkıştırma yapılmalıdır. Kesinlikle, arazinin doğal eğimine paralel eğimli tabakalar yapılmamalıdır. Aksi takdirde yeterli ve homojen bir sıkışma elde edilememektedir. Sıkışma kontrolü ile gerekli sıkışma sağlanmamışsa sıkışmamış tabaka ya kaldırılıp atılmalı ya da gevşetilip tekrar sıkıştırılmalı ve sıkışma yeniden kontrol edilmelidir.

1.3.4. Karayolu Alt Temel Tabakasında Sıkıştırma

Alt temel tabakasında sıkıştırma, sıkışmış tabaka kalınlığı 20 cm'yi geçmeyecek şekilde tabakalar hâlinde, statik çizgisel yükü 30 kg/cm2den büyük olan demir bandajlı vibrasyonlu silindirler veya lastik başına düşen yükü 3500 kg'dan az olmayan lastik tekerlekli silindirlerle yapılmaktadır.

Bordür, kalıplar ve duvar yanları gibi silindirin yanaşamayacağı yerlerde sıkıştırma, vibrasyonlu plakalı sıkıştırıcılar, vibrasyonlu tokmaklar veya elle çekilebilen küçük vibrasyonlu silindirlerle yapılmalıdır. Sıkıştırma, yolun eksenine paralel olarak yapılmalı, düşük kotlu kenardan başlanmalı ve eksene doğru kaymalıdır. Yatay kurplarda, kurbun içinden başlamalı ve dışına doğru devam edilmelidir. Her geçişte bir önceki geçişte sıkıştırılan kısma, silindir genişliğinin en az %10'u kadar bindirme yapılmalı ve şeritlerin tümünde ilk geçiş tamamlanmadan ikinci geçiş yapılmamalıdır.

1.3.5. Karayolu Temel Tabakası ve Temel Tabakalarında Sıkıştırma

Temel tabakası, alt temel ile kaplama tabakası arasına yerleştirilen ve granülometrisi ile diğer koşulları belirli olan doğal kum, doğal çakıl veya kırma taş ile az miktarda bağlayıcı ince malzemeden oluşan tabakadır. Bu tabakanın başlıca görevi kaplamadan gelen trafik yükünü taban üzerine yaymak, bu arada trafiğin darbe etkisini yok etmektir.

Bir veya birden fazla tabakalar hâlinde yapılan temel tabakaları; granüler temel, plentmiks temel, çimento bağlayıcılı granüler temel ve trafik yoğunluğu yüksek yollarda bitümlü temel olarak dört farklı tipte inşa edilmektedir. Sıcak bitümlü temel dışındaki diğer üç tip temel tabakasında kullanılacak agrega; çakıl, kırılmış çakıl, kırma taş, kum, cüruf veya benzeri malzemelerden hazırlanmalıdır.

1.3.5.1. Granüler Temel Tabakasında Sıkıştırma

Granüler temel tabakasında sıkıştırma, statik çizgisel yükü 30 kg/cm2den büyük olan demir bandajlı vibrasyonlu silindirler veya lastik başına düşen yükü en az 3500 kg olan lastik tekerlekli sıkıştırıcılarla yapılmalıdır. Bir defada serilip sıkıştırılan tabakanın sıkışmış kalınlığı 20 cm'yi geçmemelidir.

Bordür, kalıplar ve duvar yanları gibi silindirin yanaşamayacağı yerlerde sıkıştırma, vibrasyonlu plakalı sıkıştırıcılar, vibrasyonlu tokmaklar veya elle çekilebilen küçük vibrasyonlu silindirlerle yapılmalıdır. Sıkıştırma, yolun eksenine paralel olarak yapılmalı, düşük kotlu kenardan başlanmalı ve eksene doğru kaymalıdır. Yatay kurplarda, kurbun içinden başlamalı ve dışına doğru devam edilmelidir. Her geçişte bir önceki geçişte sıkıştırılan kısma, silindir genişliğinin en az %10'u kadar bindirme yapılmalı ve şeritlerin tümünde ilk geçiş tamamlanmadan ikinci geçiş yapılmamalıdır.

1.3.5.2. Plentmiks Temel Tabakasında Sıkıştırma

Karışım yola serildiği anda silindirlemeye başlanır. Sıkıştırma, statik çizgisel yükü 30 kg/cm2'den büyük olan demir bandajlı vibrasyonlu silindirler veya lastik başına düşen yükü en az 3500 kg olan lastik tekerlekli sıkıştırıcılarla yapılır.

Bir defada serilip sıkıştırılan tabakanın sıkışmış kalınlığı 20 cm'den fazla olmamalıdır. Bordür, kalıplar ve duvar yanları gibi silindirin yanaşamayacağı yerlerde sıkıştırma, vibrasyonlu plakalı sıkıştırıcılar, vibrasyonlu tokmaklar veya elle çekilebilen küçük vibrasyonlu silindirlerle yapılmalıdır. Sıkıştırma, yol eksenine paralel olarak yapılır, düşük kotlu kenardan başlanır ve eksene doğru ilerler. Yatay kurplarda kurbun içinden başlanır ve dışa doğru devam edilir. Her sıkıştırma geçişinde bir önceki geçişte sıkıştırılan kısma, silindir genişliğinin en az %10'u kadar bindirme yapılır. Şeritlerin tamamında ilk geçiş sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra ikinci geçişler yapılmalıdır.

1.3.5.3. Bitümlü Temel Tabakasında Sıkıştırma

Karışım yola serildikten hemen sonra sıkıştırma işlemine başlanmalıdır. Silindirlemeye başlandığında karışımın sıcaklığı 135 °C'nin altında olmamalı ve karışımın sıcaklığı 80 °C'nin altına düşmeden sıkıştırma işlemi tamamlanmış olmalıdır. Sıkıştırma işleminde statik ağırlığı 8-12 ton arasında demir bandajlı silindirler ile lastik basıncı ayarlanabilen en az 20 tonluk lastik tekerlekli silindirler kullanılır. Tek seferde serilip sıkıştırılmış

tabakanın kalınlığı, karışımın içindeki en büyük tane boyutunun 1,5 katından az, 3 katından fazla olmamalıdır.

Temel tabakası karışımı serildikten sonra varsa önce enine ve boyuna ek yerleri silindirle sıkıştırılır. Silindirleme, kaplamanın kenarından başlanır ve ortaya doğru devam edilir. Bir noktadan en az iki geçiş olacak şekilde uygulanır. Silindirleme sonunda yol yüzeyinde taş kırılmaları, kaymalar, çatlamalar ve yırtılmalar olmamasına dikkat edilmelidir.

İlk Silindirleme (Tespit Silindirlemesi): Karışım, yola serilir serilmez ilk silindirlemeye başlanmalıdır. İlk silindirleme statik ağırlıklı demir bandajlı silindirlerle yapılmalı ve silindirleme sırasında karışımın ötelenmesine engel olunmalıdır. Gerektiğinde lastik iç basıncı ayarlanabilen lastik tekerlekli silindirler de kullanılabilir.

Ara Silindirleme: İlk silindirleme; takiben demir bandajlı, lastik basıncı ayarlanabilen lastik tekerlekli veya vibrasyonlu silindirlerle yapılmalıdır. Malzemenin ötelenmesinden dolayı oluşacak ondülasyona, tekerlek izlerine engel olunmalı ve silindirlerin kompozisyonu buna göre belirlenmelidir.

Son Silindirleme: Demir bandajlı veya lastik basıncı ayarlanabilen lastik tekerlekli silindirlerle yapılmalı, son silindirleme tamamlandığında yüzeyde tekerlek izleri ve kılcal çatlaklar bulunmamalıdır.

Bitümlü Temel Tabakasının Sıkıştırılması Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Şeritlerin kenarlarının silindirlenmesinde, tekerlerin en az 10 cm dışarı taşması sağlanmalıdır.
- Silindirlemede ani duruş ve kalkışlar yapılmamalıdır.
- Silindirleme süresince, silindirlerin taze karışım üzerinde bekletilmelerine ve manevra yapmalarına izin verilmemelidir.
- Silindirlerin tekerleri karışımın yapışmasını önlemek için yeterli miktarda su ile ıslatılmalı bu işlem için sudan başka bir sıvı kullanılmamalıdır.
- Silindirleme sonunda yol yüzeyinde renk farkı, taş kırılmaları ve teker izleri bulunmamalıdır.
- Silindirler ile sıkıştırılamayan yerler an az 10 kg ağırlığındaki el tokmakları veya kompaktörler ile sıkıştırılmalıdır.
- Serme ve sıkıştırma süresince yolun serme yapılan şeridi trafiğe kapalı tutulmalı, son silindirlemeden sonra serilen tabaka çevre sıcaklığına erişinceye kadar üzerinden trafik geçirilmemelidir.

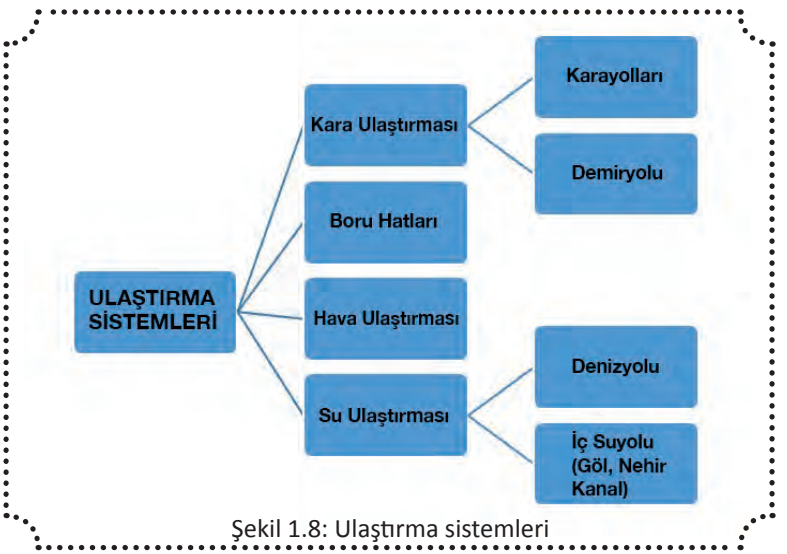


HAZIRLIK ÇALIŞMASI

- **Karayolu ulaştırma sistemlerini etkileyen faktörler hakkında araştırma yapınız ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1.4. KARAYOLLARINDA ULAŞTIRMA SİSTEMLERİ

Ulaştırma sisteminin temel işlevlerini; hareket, erişim ve yaşam oluşturur. Bir ülkenin kalkınmasında, iyi tasarlanmış ulaştırma sistemlerinin varlığı hayati öneme sahiptir. Ulaştırma sistemleri deyince aklımıza ilk gelen sistem elbette karayoludur. Ancak bunun dışında da çeşitli ulaştırma türleri bulunmaktadır. Ulaştırma türleri veya sistemleri genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılır (Şekil 1.8).



Şekil 1.8: Ulaştırma sistemleri

Ulaştırma sistemlerinin, ülke genelinde dengeli ve birbirini tamamlayacak şekilde yayılmış olması istenir. Ancak ülkemizde ve diğer pek çok ülkede, en büyük paya sahip olan ulaştırma şekli, karayolu ulaştırma sistemidir.

Kentler arası yolcu ve yük taşımacılığında diğer türlerle kıyaslanamayacak derecede yaygın kullanıma sahip olan karayolunun tercih edilmesinin en önemli sebebi, genellikle aktarmasız taşımaya olanak vermesi ve diğer türlere göre daha esnek olmasıdır. Ulaştırma sistemlerinde trafik, bilgi, yönetim, acil durum, destek, taşıma gibi işlerin yapılması için akıllı ulaşım sistemleri geliştirilmiştir. Ülkemizde kullanılan mevcut ulaşım sistemleri; otomobil, minibüs, otobüs, körüklü otobüs, metrobüs, hafif metro, metro, tramvay, tren ve hızlı tren olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ulaşım sistemleri için aşağıda verilen ulaştırma sistemleri geliştirilmiştir.

Akıllı Ulaşım Sistemleri

- Yolcu Bilgi Sistemleri
- Trafik Yönetim Sistemleri
- Toplu Taşıma Sistemleri
- Elektronik Ödeme Sistemleri
- Yük ve Filo Yönetim Sistemleri
- Sürücü Destek ve Güvenlik Sistemleri
- Kaza ve Acil Durum Sistemleri
- Demiryolları İşletim ve Yönetimi

Trafik güvenliğinin artırılmasında çok önemli role sahip olan Elektronik Denetleme Sistemleri (EDS) ülke genelinde kullanımının yaygınlaştırılması ve denetimlerin bu sistemler yardımıyla yapılarak kaza sayılarının azaltılması ile ilgili çalışmalar Emniyet Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde de son yıllarda sağlanan istikrar ile ulaşım sistemleri bir bütün olarak ele alınmakta, yapılan büyük yatırımlarla gerek karayolu ve demiryolu gerekse deniz ve havayolu ulaşımında önemli gelişmeler kaydedilmektedir.

Ağırlıklı olarak yolların geometrik ve fiziki standartları konusunda çalışmalar artarak devam etmektedir. Yapılan yolların akıllı ulaşım sistemleri ile yapılandırma çalışmalarının kararlılıkla sürdürüldüğü T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı planlama çalışmalarından görülmektedir.



HAZIRLIK ÇALIŞMASI

- **Karayollarında ihtiyaçlar doğrultusunda inşa edilen yol sanat yapıları planlaması hakkında araştırma yapınız ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1.5. KARAYOLLARINDA YOL SANAT YAPILARI

Karayollarında ana platforma yardımcı olmak, varlığına katkıda bulunmak ve ana platformun yaşamsal varlığını uzatmak için yapılan köprü, viyadük, menfez, tünel, istinad duvarı gibi yapılar sanat yapıları olarak adlandırılır.

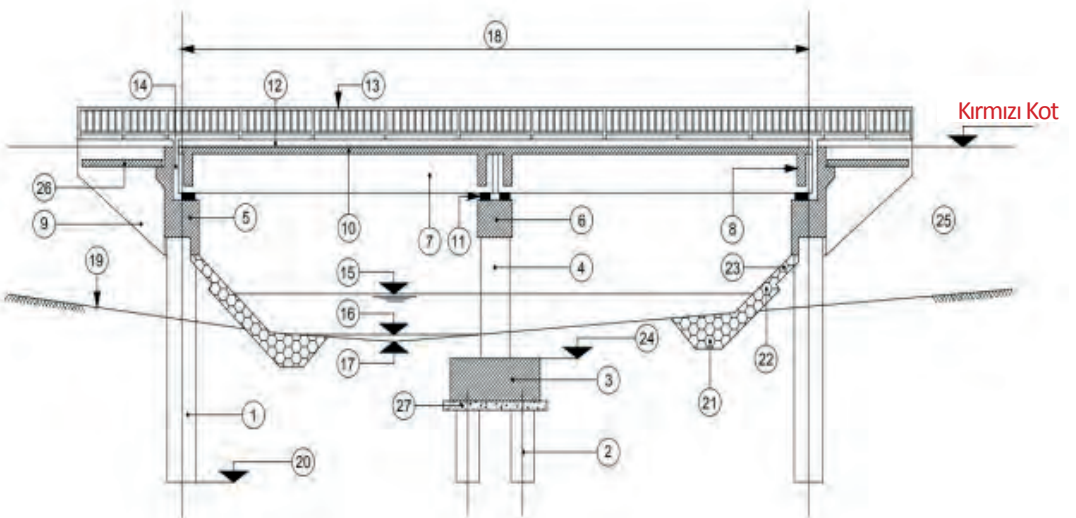
Karayollarında sanat yapılarına ihtiyaç duyulmasının başlıca sebeplerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Kazı yüksekliğinin fazla olması, zeminin zayıf olması veya şevlendirilecek yeterli alanın olmaması nedeniyle dayanma yapısına ihtiyaç duyulur.
- Yol projesinde fazla dolgu çıktığında, kavşak düzenlemelerinde, karayoludere geçişlerinde köprü yapılması gerekir.
- Kavşak düzenlemesi veya mevcut bir yolun böldüğü iki yerleşim arasında geçişi sağlamak için alt geçit yapılır.
- Su havzalarının üzerinden geçen yolun, altyapısının zarar görmemesi ve su akışının engellenmemesi için hidrolik sanat yapısı olarak nitelendirdiğimiz menfezlerin yapılması gerekir.
- Dağ veya tepe olarak nitelendirdiğimiz yüksekliklerden yol projemiz geçiyor ise tünel yapılması gerekecektir.

1.5.1. Köprüler ve Viyadükler

Köprüler; belli bir engeli aşmak için yapılan akarsu, yol, demiryolu gibi engellerin aşılması için üzerine dolgu gelmeyen ve mesnet eksenleri arasındaki açıklığı 10 m'den fazla olan sanat yapılarıdır. Bir vadinin, bir ırmağın üstünden bir karayolunun ya da demiryolunun

geçişini sağlayan, ayaklar üzerine oturtulmuş, yüksek ve uzun köprülere viyadük denir (Şekil 1.9, Resim 1.2, Resim 1.3).



1- Fore kazık	10- Döşeme	19- Tabii zemin
2- Temel alt kazığı	11- Elastomer mesnet	20- Kazık altı kotu
3- Kazık başlığı	12- Bordür	21- Adi anroşman
4- Kolon elevasyon	13- Korkuluk	22- Muntazam anroşman
5- Kenar ayak başlık kirişi	14- Dilatasyon	23- Pere
6- Orta ayak başlık kirişi	15- En yüksek su seviyesi	24- Rötret seviyesi
7- Ana kiriş	16- En düşük su seviyesi	25- Yaklaşım dolgusu
8- Enleme kirişi	17- Talveg	26- Yaklaşım plağı
9- Kulak	18- Köprü boyu	27- Grobeton

Şekil 1.9: Köprü en kesiti ve elemanları

Kolon elevasyon: Köprü ve viyadüklerde kolon ayaklarının yükseltilmesi için kullanılan genellikle çelik malzemeden yapılan elemandır (Şekil 1.9).

Elastomer mesnet: Köprü, viyadüklerde ayaklar üzerine ve bina temellerine yerleştirilen deprem, yer sarsıntıları, sismik ve akustik etkilerden korunmasını sağlayan kauçuk malzemeden yapılan kare, dikdörtgen veya silindir kesitli olan içerisinde metal plaka bulunan mesnetlerdir (Şekil 1.9).

Talveg: Akarsu yatağının en derin noktalarını birleştiren çizgidir (Şekil 1.9).

Anroşman: Kıyı yapılarına, köprü veya viyadük ayaklarına etki eden dalga enerjisinin etkisini önlemek için destek olarak kullanılan büyük kütleli taş bloklardır (Şekil 1.9).

Pere: Belirli, eşit kalınlıkta, düzgün geometride kesilmiş taşların dere, şev ve eğimli yan yüzeylerine kaplanarak kullanılması işlerine denir. Bu taşların en küçük kenar boyutu 15 cm ve ağırlıkları da 25 kg'dan az olmamalıdır (Şekil 1.9).

Rötret seviyesi: Köprünün oturduğu yerdeki siyah kot olarak tanımlanan gerçek arazi kotunu ifade eden ve köprünün genel olarak kazık başlığının üst seviyesinin kotudur (Şekil 1.9).



Şekil 1.10: 1915 Çanakkale köprüsü tasarımı perspektif krokisi

Yapımı 18 Mart 2022'de tamamlanan "1915 Çanakkale Köprüsü ve Otoyolu" perspektif krokisi Şekil 1.10'da ve köprü otoyolu inşaat çalışmaları Resim 1.12'de görülmektedir. Köprü adı Çanakkale Şehitlerimizle ve köprü iki ayak aralığı Türkiye Cumhuriyeti kuruluşunun 100. yılıyla anlamlandırılarak 2023 metre olarak tasarlanmıştır.



Resim 1.12: 1915 Çanakkale Köprüsü ve Otoyolu Projesi inşa çalışması

Köprü ve viyadükler açıklıklarına, yapıldıkları malzemeye, üretim ve inşaat yöntemlerine göre sınıflandırılır.

- **Açıklıklarına Göre Köprüler**
  - Kısa açıklıklı köprüler (30 m'ye kadar)
  - Orta açıklıklı köprüler (30-60 m) (Resim 1.13)
  - Uzun açıklıklı köprüler (60 m'den daha uzun) (Resim 1.14)



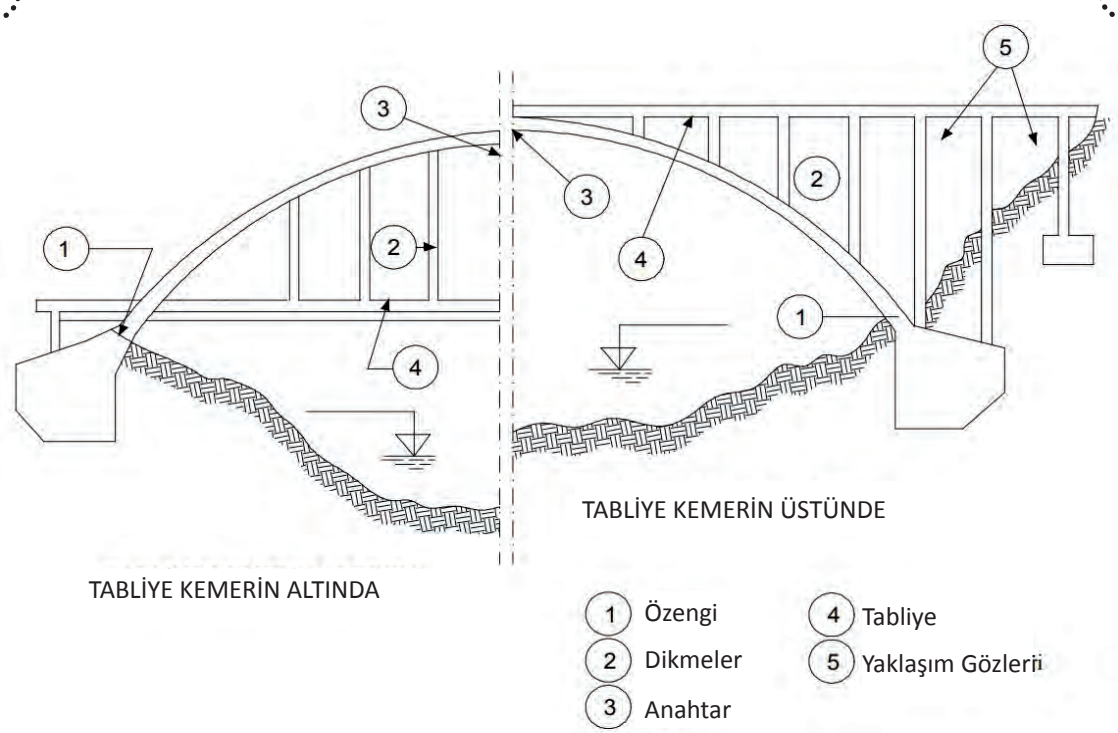
Resim 1.13: Karayolu orta açıklıklı köprü viyadük



Resim 1.14: Karayolu uzun açıklıklı köprü viyadük

- **Yapıldıkları Malzemeye Göre Köprüler**
  - Beton ve/veya ön gerilmeli beton köprüler
  - Çelik köprüler
  - Çelik ve yerinde döküm beton köprüler
- **Üretim ve İnşaat Yöntemlerine Göre Köprüler**
  - Betonarme ve/veya ön gerilmeli beton prekast köprüler
  - Prekast ve yerinde döküm köprüler
  - Tümüyle yerinde döküm köprüler

- **Kullanım Amaçlarına Göre Köprüler**
  - o Karayolu köprüleri
  - o Demiryolu köprüleri
  - o Yaya köprüleri
  - o Su kemeri köprüleri (Şekil 1.11)
  - o Boru hatları köprüsü
  - o Ticari amaçlı köprüler



Şekil 1.11: Tabliyeli su kemeri köprü en kesit ve elemanları

Özengi (Üzengi): Köprü kemerlerinin ayak kısmına yerleştirilen taşa özengi taşı denir. Köprü kemerlerinin tepesindeki taşa ise kilit taşı adı verilir (Şekil 1.11).

ETKİNLİK

Çevrenizde bulunan köprü ve viyadüklerin adlarını aşağıda verilen tabloya yazınız. Bu köprü-viyadükleri açıklıklarına, yapıldıkları malzemeye, üretim ve inşaat yöntemlerine göre türünü tabloda (X) simgesi ile işaretleyerek ilişkilendiriniz.

ÖZELLİKLERİNE GÖRE KÖPRÜ-VİYADÜK SINIFLARI	YAKIN ÇEVREMDEKİ KÖPRÜ-VİYADÜKLER											
Kısa açıklıklı köprü												
Orta açıklıklı köprü												
Uzun açıklıklı köprü												
Beton ve/veya ön gerilmeli beton köprü												
Çelik köprü												
Çelik ve yerinde döküm beton köprü												
Betonarme ve/veya ön gerilmeli beton prekast köprü												
Prekast ve yerinde döküm köprü												
Tümüyle yerinde döküm köprü												
Karayolu köprüsü												
Demiryolu köprüsü												
Yaya köprüsü												
Su kemeri köprüsü												
Boru hatları köprüsü												
Ticari amaçlı köprü												

UYARI

Etkinlikte belirlemiş olduğunuz çevrenizdeki köprü-viyadüklerin özelliklerini fotoğraf, şekil gibi görsellerle destekleyerek bir sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.5.2. Menfezler

Karayollarının veya demiryollarının altına, yağışla birlikte akışa geçen suyun yola zarar vermeden drenajının sağlanması, yol altından kablo, boru vb. malzemelerin geçirilmesi gibi amaçlarla inşa edilen sanat yapılarıdır. Kullanım amacına veya bulunduğu yere göre farklı türleri olan menfezlerin temel görevi yolun bir tarafından diğer tarafına geçişi sağlamaktır.

Menfezler; beton, çelik, kil veya diğer malzemelerden yapılır. Bir menfezin şekli dikdörtgen, dairesel veya başka şekillerde olabilir. Özellikle asfalt yol yapımı sırasında asfalt yol yapım aşamaları ve altyapı sistemi sanat yapıları olarak karşımıza çıkmaktadır. Menfezleri aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.

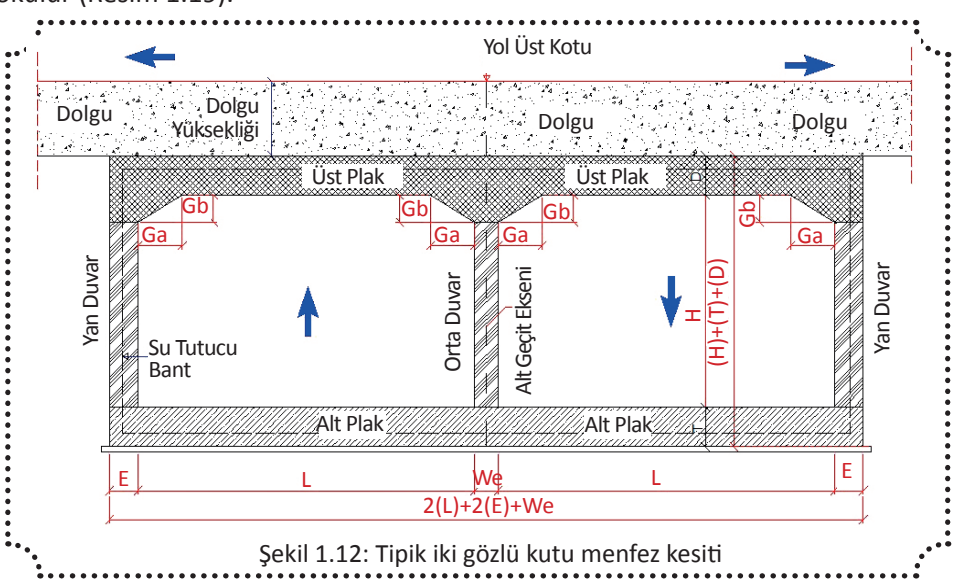
Köprü Menfezler: Açıklığı ne olursa olsun imla altındaki yapılar ile açıklığı 10 metre ve daha küçük olan sanat yapılarıdır.

Kutu Menfezler: Menba ve mansab tarafında kanat duvarları bulunan kutu kesitli betonarme menfezlerdir (Şekil 1.12, Resim 1.15, Resim 1.16, Resim 1.17).

Kemerli Menfezler: Yüksek dolgular altında kullanılan menfezlerdir. Bu menfezler kâgir veya beton kemerli olarak yapılmaktadır (Resim 1.18).

Tabliyeli Menfezler: Beton veya kâgir kenar ayaklar ve ricat duvarları ile üst tabliyeden oluşurlar. Bu menfezlerde iki kenar ayak ara mesafesi 10 metreden küçüktür.

Boru (Büz) Menfezler: Karayollarında daha çok sepetkulplu yerinde dökme büzler kullanılır. Daire kesitli olanlara göre daha yüksek dolgu taşıyabilen bu menfezler demirsiz olarak ve 250 dozlu betondan kullanılacakları yerde hazırlanan kalıplar yardımı ile dökülür (Resim 1.19).



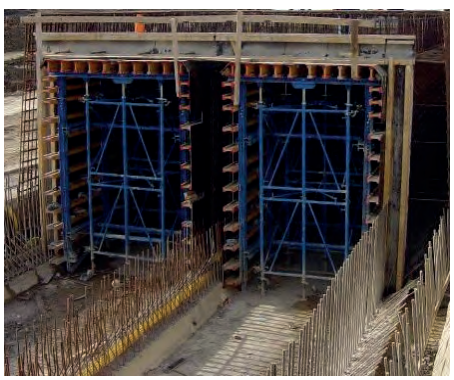
Şekil 1.12: Tipik iki gözlü kutu menfez kesiti



Resim 1.15: Tek gözlü betonarme kutu menfez



Resim 1.16: Tek gözlü betonarme prefabrik kutu menfez ve birleşimi



Resim 1.17: İki gözlü betonarme kutu menfez kalıp sistemi



Resim 1.18: Kemer menfez



Resim 1.19: Boru (büz) menfez

1.5.3. Tüneller

Yer altından kazı yapılmak suretiyle oluşturulan geçitler tünel olarak adlandırılır. Tüneller; motorlu taşıt ulaşımı, metro ve demiryolu ulaşımı ve su taşıma amaçlı olarak inşa edilir. Tüneller inşa edilmeden önce ve edilirken dikkat edilmesi gereken hususlar son derece önem arz etmektedir.

Tünellerde fiziksel ve geometrik özellikler (tünelin yeri, uzunluğu, eğimi, şerit genişliği gibi), işaretlemeler, aydınlatma sistemleri, havalandırma sistemleri, drenaj sistemleri, kazı destekleme sistemleri ve güvenlik sistemleri planlaması kaza riskini en alt düzeye çekecek şekilde yapılmalıdır. Birçok tünelde acil durum şeridinin olmaması trafik üzerinde negatif bir etki yaratmaktadır. Eğimi %2,5'in üzerinde olan tünellerde meydana gelen araç arızalanmaları, eğimi %2,5'ten daha az olanlara oranla 5 kat daha fazladır.

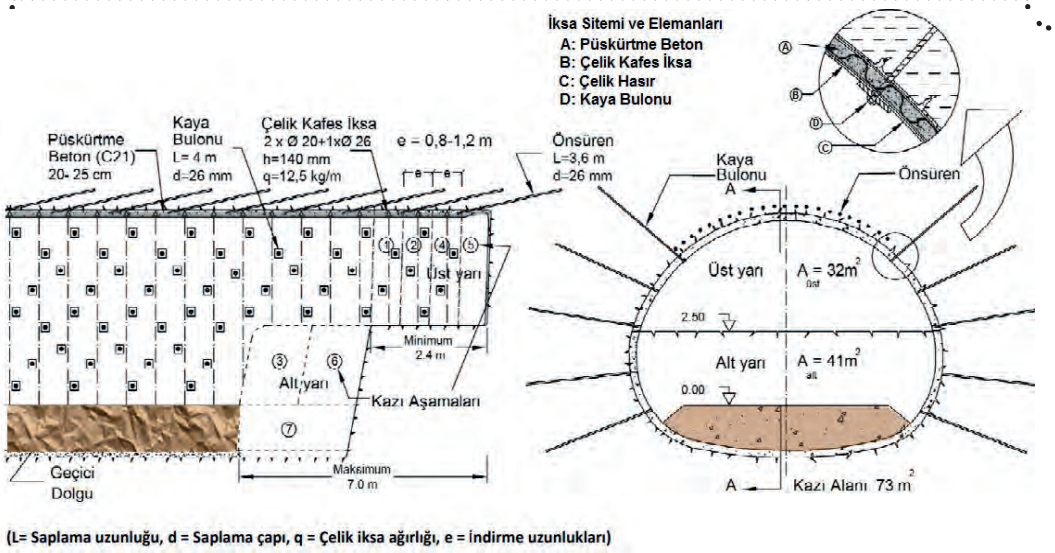
Genellikle tünellerde kazı, üst yarı ve alt yarı olmak üzere iki aşamada yapılır. Üst yarı safhasında sadece çelik iksa kesit alanı kadar kazı yapılır. Kazılar paletli veya tekerlekli kırıcılı makineler aracılığıyla yapılır. Ortalama 1500 kg'lık kırıcı tabancalar ilk kazıda, 750 kg'lık kırıcıların monteli olduğu makineler ise ikinci kazı yani tarama safhasında kullanılır. İkinci kazının amacı, teorik hattın içinde kalan kazılmamış kısımların temizlenmesi için yapılır (Resim 1.19).

Kazı sonrası çıkan malzeme, yandan açılıp-boşaltma yapabilen paletli kepçeler yardımıyla kamyonlara yüklenmek suretiyle ya da doğrudan lastik tekerli kepçeler aracılığıyla; depo alnına, ya da doğrudan tünel dışına çıkarılır. Tünel kazılarında kayanın stabilitesine, su durumuna ve seçilen kazı destek tipine bağlı olarak kazı sırasında aynada göbek bırakılır. Bu göbeğin belirlenmesindeki ana etmenin jeoloji olmasına karşın; makinelerin çalışma alanı ve işçilik kolaylığına bağlı olarak da değişmektedir.



Resim 1.20: Paletli kırıcı tabancalı tünel kazma makinesi

Kazı tarama ve kazılan malzemenin alımı sonrası ilk olarak kafes kiriş sistemdeki çelik iksa montajı yapılır. İki adet nervürlü çelik ile bunları bağlayan bağlantı elemanlarından oluşan iksa, çelik hasır kaya bulonu, sürgü çubukları ve geçici desteklemenin ana elemanlarıdır (Şekil 1.13).



Şekil 1.13: Tünel kazısı destekleme sistemi kesiti ve detayları örneği

Önsüren: Tünellerde iksa destek sistemlerinde su oranın yüksek olduğu yerlerde kullanılan çelik boru, delikli boru, çelik çubuk veya çelik levhalardır (Şekil 1.13).

Çelik Kafes İksa: Tünellerde kazı yapılan kesitlerde püskürtme betonun dayanım kazanıncaya kadar geçen zamanda tünelin yapım güvenliğini sağlamak ve püskürtme betonun yük dağılımına yardımcı olmak amacıyla yapılan kafes şeklindeki destek elemanıdır (Şekil 1.13).

Kazı sonrası tünel içinde çelik hasır montajına geçilir. Bütün tünel tiplerinde kullanılan çelik hasır tipi bindirme oranları da yatay-düşey yönde 30 cm'dir. Montajda dikkat edilecek en önemli husus donatının kaya yüzeyine mümkün olduğunca yaklaştırılmasıdır.

Tünel içerisine hazır imalat olarak, iki parça halinde gelen kafes iksanın, flanşları üzerinde açılan dört yuva içinden civata+somun ile birbirlerine bağlanması şeklinde yapılır. İksa montajında, iksa papuçlarının her iki yanda sağlam zemine basmasının sağlanması, Her iksa da mutlaka topografik ölçüm yapılması dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardır (Şekil 1.13).

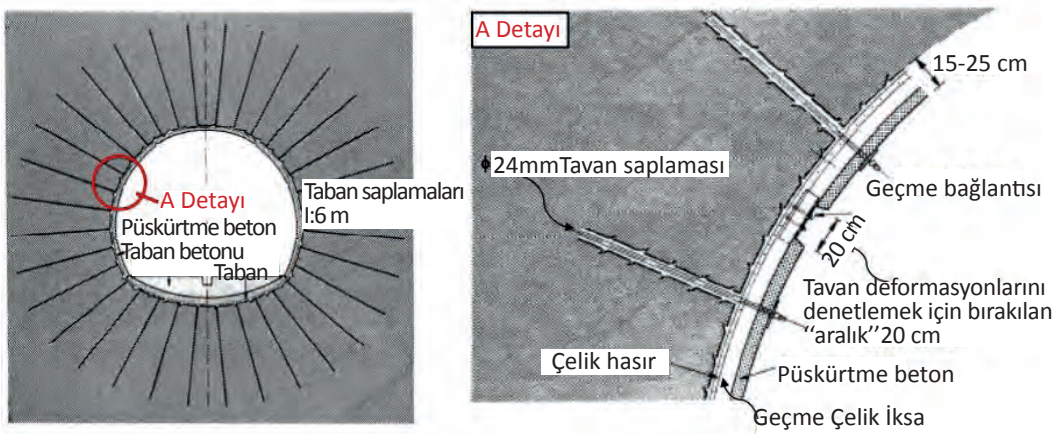
Montajı ve topografik teslimatı tamamlanan iksa önce kurulan ve tahkimat elemanları tamamlanmış bulunan iksaya, nervürtü çubuklarla tesbit edilir. Nervürlü bu çubuk elemanların boyu, iksa aralığından 20 cm fazla bırakılarak bindirme yapılır. Kaya balonları tek başlarına tahkimat elemanı olarak uygulanabildiği gibi metro tünellerinde; iksa, hasır-çelik ve özel bağ-lantılardan oluşan tahkimatın tamamlayıcı elemanı olarak kullanılmaktadır.

Metro Tünellerinde en yaygın olarak kullanılan kaya bulonudur. Bir delici makine tarafından delinen deliğe enjeksiyon malzemesi doldurulduktan sonra, bulonun el ile

itilerek yerleştirilir. 3,00 m boyunda nervürlü çelikten özel olarak imal edilir. Bir ucu 10 cm dişli ve taşıma plakaları 200x200x100 mm boyutlarında olup, metrik 24 somun kullanılır. İçine yerleştirildiği delik çapı en az 45 mm'dir (Şekil 1.13).

Sadece su-çimentodan oluşan enjeksiyonun hazırlanmasında özel makineler kullanılır. Bu makineler aracılığıyla kıvam ayarı kolaylıkla yapılmaktadır. Enjeksiyon priz süresi dolmadan uygulandığı için anında çalışan bir tahkimat elemanı değildir. Uygulama işlemi özel amaçla üretilen ve üzerinde bir skala olan anahtar vasıtasıyla yapılır.

Alt yarı imalatında; kazı işlemlerinden sonra oluşacak gerilmelerin tahkimata homojen olarak dağıtılması amacıyla yapılan alt yan imalatı; üst yan kazının ardından yapılır. Tahkimat elemanları açısından üst yandan farklı olarak, sadece çelik hasır ve özel elemanlar kullanılır. Kullanılan çelik hasır her iki yöndeki bindirmesi 30 cm'dir. Ancak düşey yöndeki bindirmeler üst yan esnasında bırakılan 10 mm çapındaki düz bindirme demirleri ile yapılır. Bu demirler 1,10 m boyunda olup L şeklinde kıvrılarak, üst yan çelik hasırlarının alt kısımlarına konur ve alt yan aşamasında bükülüp açılarak düşey bindirme sağlanır (Şekil 1.14).

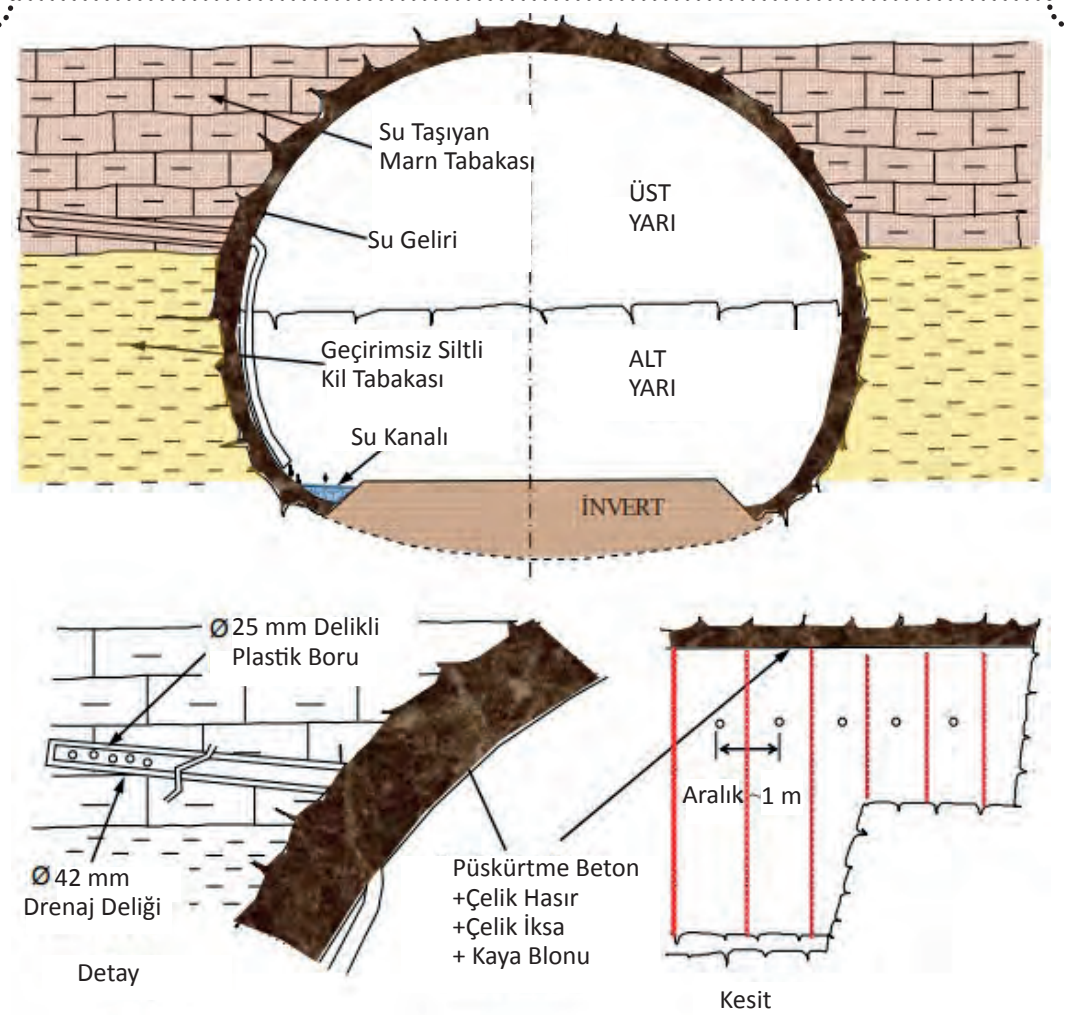


Şekil 1.14: Aşırı sıkışma hareketi olan derin tünellerde iksa uygulama detayı

SIRA SİZDE

- **Tünellerde kaza riskini en alt düzeye çekecek şekilde hangi hususlar planlamada göz önünde bulundurulur yazınız.**

Üst yarı hangi kazı destek tipinde açılmışsa alt yan da aynı kazı destek sisteminde yapılır. Donatı montajı sonrası, oluşturulan özel tabaka yüzeyi serbest malzemelerden ve sudan tümüyle arındırılır. Reglaj adı verilen bu uygulamadan sonra püskürtme beton uygulanarak kazı aşaması tamamlanır. Alt yan kazı adımlarının ortalama boyu 3,00 m dir. Alt yarının tamamlanmasıyla geçici tahkimat bitirilmiş olur. Tünellerde ayrıca yer altı ve yer üstü sularının tünele zarar vermeden uzaklaştırılması içinde tünel drenaj sistemleri yapılır (Şekil 1.15).



Şekil 1.15: Tünel drenaj sistemi kesit ve detayı

İnvert: Tünel iç kaplamasının ilk aşaması olan alt yarına dökülen donatılı betondur (Şekil 1.15).

Marn Tabakası: Tünellerde suyu taşıyabilen, geçirimsiz omurgalı hayvan fosilleri içeren doğal zemin tabakasıdır (Şekil 1.15).

Tünellerde günümüzde iki püskürtme yöntem kullanılır. Bunlar; kuru yöntem ve yaş yöntemdir.

Kuru yöntemde, çimento+agrega+toz hızlandırıcı kuru karışım makinasında karıştırıldıktan sonra iletim borusu ile püskürtme ucuna iletilir. Püskürtme ağzında kuru karışım bu sırada diğer bir borudan gelen su+sıvı hızlandırıcı ile birleşir ve karışım basınçla tünel yüzeyine püskürtülür.

Islak yöntemde, çimento+agrega+su+hızlandırıcı mikserde karıştırılarak iletim borusuna verilir ve bu ıslak karışım püskürtme ağzından tünel yüzeyine basınçla püskürtülür. Karışımın hazırlanması normal betonlarda olduğu gibi yapılır.

Resim 1.21'de tünel inşa çalışmaları ve Resim 1.22'de tünellerde püskürtme beton uygulama çalışması görülmektedir.



Resim 1.21: Gidiş ve gelişi ayrı planlanan tünel inşa çalışması



Resim 1.22: Tünel püskürtme beton çalışması örneği

SIRA SİZDE

- **Karayolu tünelleri inşa edilirken yapılan destek ve drenaj sistemlerinde dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir. Yazınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.**
- **Karayolunu ve karayolu tünellerini kullanırken çevreye ve doğaya karşı sorumluluklarımız nelerdir? Yazınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1.5.4. İstinad Duvarları

Farklı kotlardaki zeminlerin doğal şevin açısından daha dik durmasını sağlamak veya kaymasını engellemek amacıyla inşa edilen dayanak yapılarıdır.

İstinad duvarları, gövde ve temel kısımları olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. İstinad duvarı gövdesinin arka bölümünde drenaj olarak kırmataş/stabilize dolgu ve gövde ile temel kısmının birleştiği yerde suyun tahliye edilmesi için **drenaj borusu** ve/veya **barbakan** teşkil edilir. Kırmataş/stabilize dolgu ile doğal zemin arasında da dolgu malzemesi kullanılır.

İstinad duvarları karayollarında aşağıda verilen yerlerde belirtilen amaçlar için inşa edilir.

- Eğimli arazilerde araziden yararlanmak üzere zemini doğal şevin açısından daha dik açıyla tutmak.
- Kayma ve devrilme ihtimali olan zeminlerin kaymasını engellemek.
- Köprü kenar ayaklarına dayanak oluşturmak.
- Yol güzergâhında şev düzenlemesini sağlamak.
- Dolgu ve yarma gerektiren yollarda dayanak oluşturmak.
- Yamaç yollarında kayma ve çökmeleri engellemek için dayanak oluşturmak.

İstinad duvarları esnek ve rijit sistem olarak tasarlanır ve inşa edilir. Esnek ve rijit istinad duvarları aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

Esnek İstinad Duvarları

- Kaya, taş dolgu istinad duvarları
- Gabyon (sandık-tel örgü) istinad duvarları
- Kafes ve donatılı zemin istinad duvarları
- Toprakarme istinad duvarları

Rijit İstinad Duvarları

- Ağırlık ve yarı ağırlık istinad duvarları
- Betonarme istinad duvarları
- Betonarme nervürlü istinad duvarları
- Prefabrike istinad duvarları
- Diyafram istinad duvarları
- Palplanş perde istinad duvarları

Kaya dolgu istinad duvarları, büyük kaya parçalarından inşa edilirler. Topuk yerinin uygunluğuna göre hareket eden şevlerin stabilitesini sağlamak için kullanılırlar. Gabyon istinad duvarları; içine çeşitli dolgu malzemeleri doldurulmuş, çelik kafeslerle inşa edilen duvarlardır.

Kafes istinad duvarları; yanal ve düşey hareketlere karşı çok esnek olmaları nedeniyle yamaç ve şevlerin dengede tutulmasında önemli işlev yapma yeteneğine sahiptir. Beton, galvaniz saç çelik ve bazen de mimari amaçlarla ahşap elemanlardan oluşturulan istinad duvarlardır. Kafes duvarlar hücre şeklinde içine mıcır ve ocak molozu doldurulmasıyla

işlev yapar. Bu duvarlar herhangi bir hasar görmeden 4 m yatay ve 70 cm düşey hareketler yapabilir. Duvar yüksekliği 2 m'den az ise sağlam kaya üzerine inşa edilmesi veya duvarın altına betonarme temel yapılması gerekmektedir. Kaya dolgu geçirimli olduğundan arka dolguya yamaçtan gelen sular kolayca drene olabilmektedir. Kafes sandıktaki iri taneli zeminin zaman içerisinde tıkanmaması önlemek için dolgu zemin ile arasına geotekstil döşenmesi önerilmektedir.

Prefabrik istinad duvarları, önceden imal edilerek, yerine getirilip montaj yapılan istinad duvarlarıdır. Örnek olarak kirişli kafes ve çift duvarlı kutu tip istinad duvarları verilebilir. Bu tip duvarların hızlı inşa edilebilmeleri, duvar arkasında kazı alanı gerekmemesi, kendi içerisinde drenajı sağlaması ve ekonomik olması gibi avantajları vardır (Resim 1.23).



Resim 1.23: Prefabrik istinad duvarı

Toprakarme istinad duvarları; son yıllarda karayollarında uygulanan donatılı zemin dolgu zemin içerisine yerleştirilen galvanizli çelik, alüminyum alaşımlı metal, sentetik fiber malzemeli şeritler veya geosentetik örtü malzemesi kullanarak güçlendirilmiş duvar sistemleridir. Donatılar gerekli zemin sürtünmesini sağlaması için yeterli uzunluk (istinad yüksekliğinin 0,8-1,2 katı) ve genişliğe sahip olması gerekir. Sürtünmenin elde edilebilmesi için kullanılan dolgu zeminin içsel sürtünme açısı en az 25° ve %25'lik kısmı 200 no.lu elekten geçen Mekanik şerit donatılı ve geotekstil örtü donatılı toprakarme şeklinde olarak tasarlanır. Çekme direnci olmayan toprak malzemesini paslanmaz çelik, alüminyum alaşımlı metal, sentetik fiber malzemeli şeritler veya sentetik geotekstil örtü malzemesi kullanarak güçlendirilen istinad duvar sistemidir (Resim 1.24).

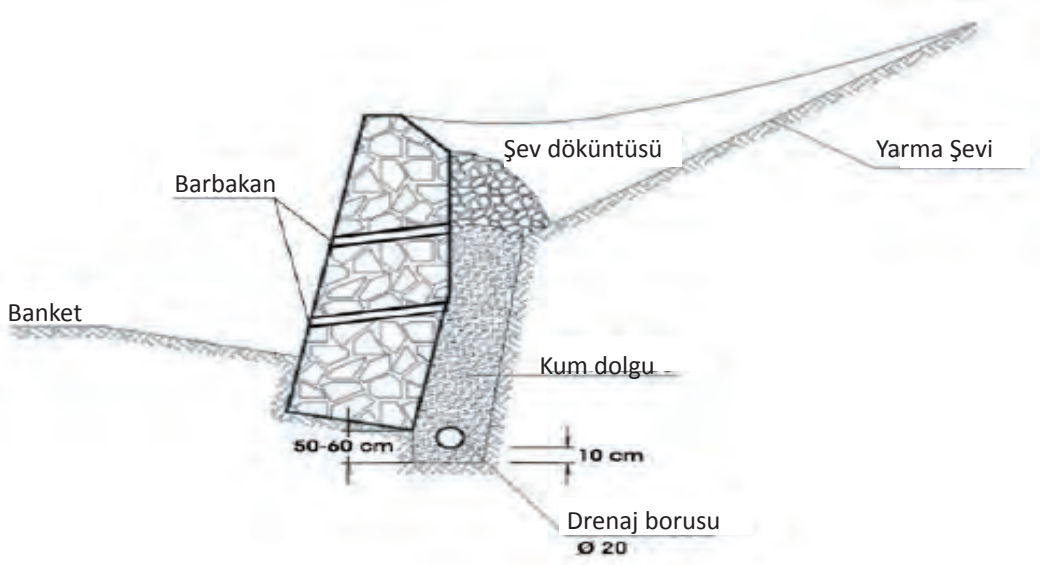


Resim 1.24: Toprakarme istinad duvarı

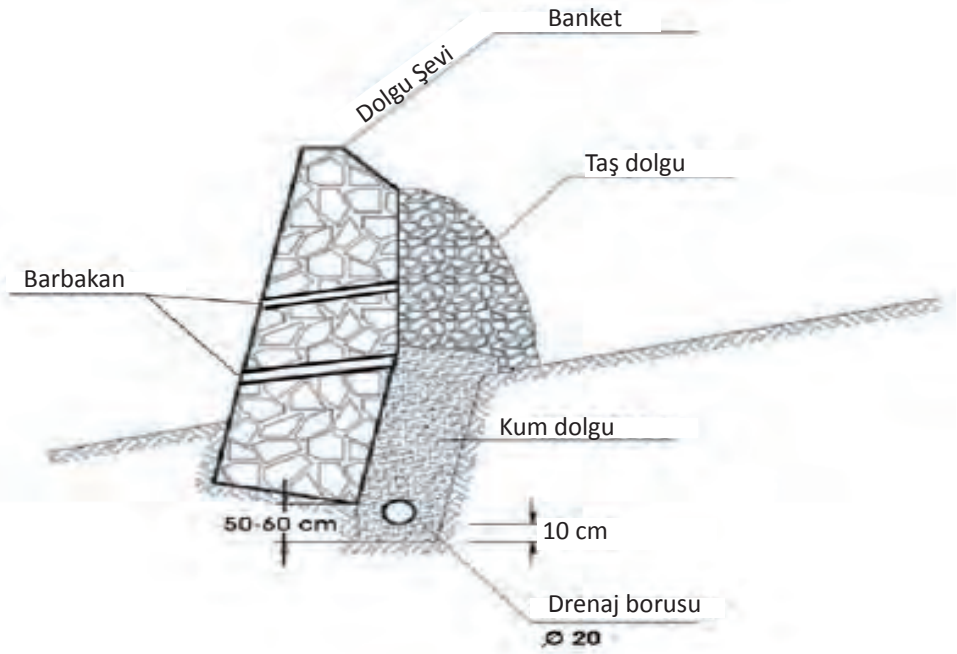
Ağırlık istinad duvarları; taş ve beton malzemeden imal edilen ağırlık istinad duvarları aktif ve pasif zemin basınçlarını kendi ağırlığıyla karşılamaktadırlar. Taş ve betonun çekme gerilmesi düşük olduğundan yükseklik arttıkça çekme gerilmesi oluştuğundan dolayı 4-5 m'den daha fazla yüksekliklerde tercih edilmez (Resim 1.25).



Resim 1.25: Taş istinad duvarı



Şekil 1.16: Yarmada iksa, istinad duvarı kesit krokisi ve drenaj sistemi



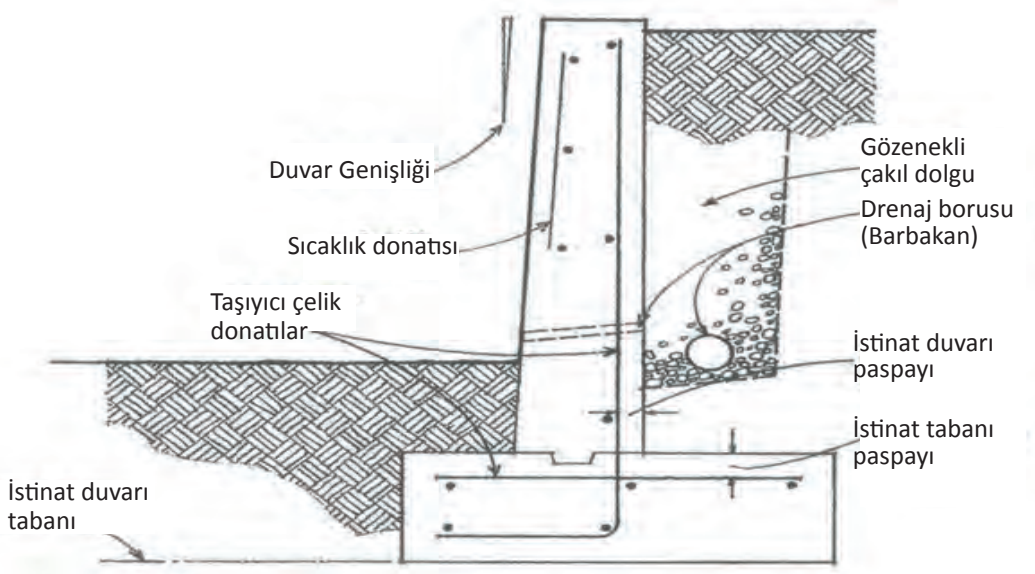
Şekil 1.17: Dolguda iksa, istinad duvarı kesit krokisi ve drenaj sistemi

Betonarme istinad duvarları 7-8 m yüksekliğe kadar ekonomik olan ve arazinin konumuna göre L veya ters L, T şeklinde betonarme olarak imal edilen istinad duvarlarıdır. 7-8 m'den yüksek konsol istinad duvarı yapılması halinde hafifletme konsolu yapılarak gövdeye etkiyen yatay yük ve moment dağılımı azaltılabilir. İstinad duvarının 7-8 m'den yüksek olması durumunda konsol istinad duvarı kesitleri çok büyük olur ve ekonomik olmaz. Bu nedenle nervürlü istinad duvarları tercih edilir (Resim 1.26).

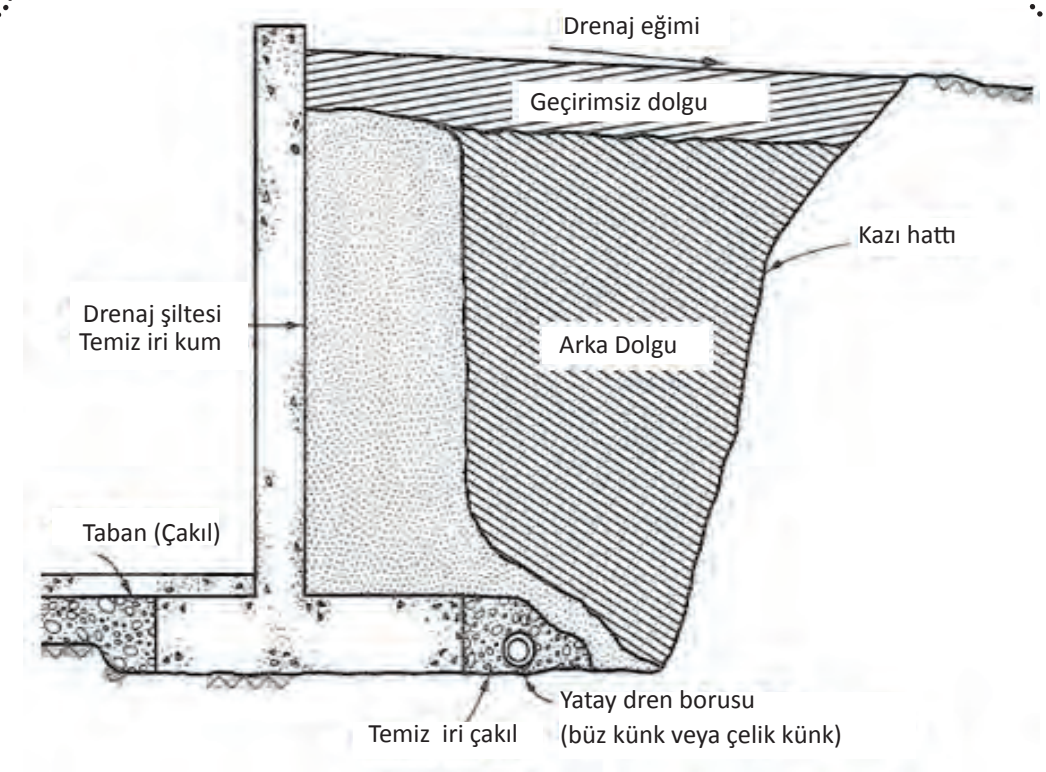


Resim 1.26: Betonarme istinad duvarı

Yükseklik arttıkça topuk noktasına gelen momentlerde artmaktadır. Bu momentleri karşılamak amacıyla belirli aralıklarla nervürler yapılır. Arazinin duruma göre nervürler istinad duvarının önüne veya arkasında yapılmaktadır. Betonarme istinad duvarı kesit krokisi Şekil 1.18'de ve beton istinad duvarı kesit krokisi Şekil 1.19'da görülmektedir.



Şekil 1.18: Betonarme istinad duvarı ve drenaj sistemi kesit krokisi



Şekil 1.19: Beton istinad duvarı ve drenaj sistemi kesit krokisi

1.5.5. UYGULAMA : BETONARME TEK GÖZLÜ KUTU MENFEZ KROKİSİ

Süre
Ders Saati:
7

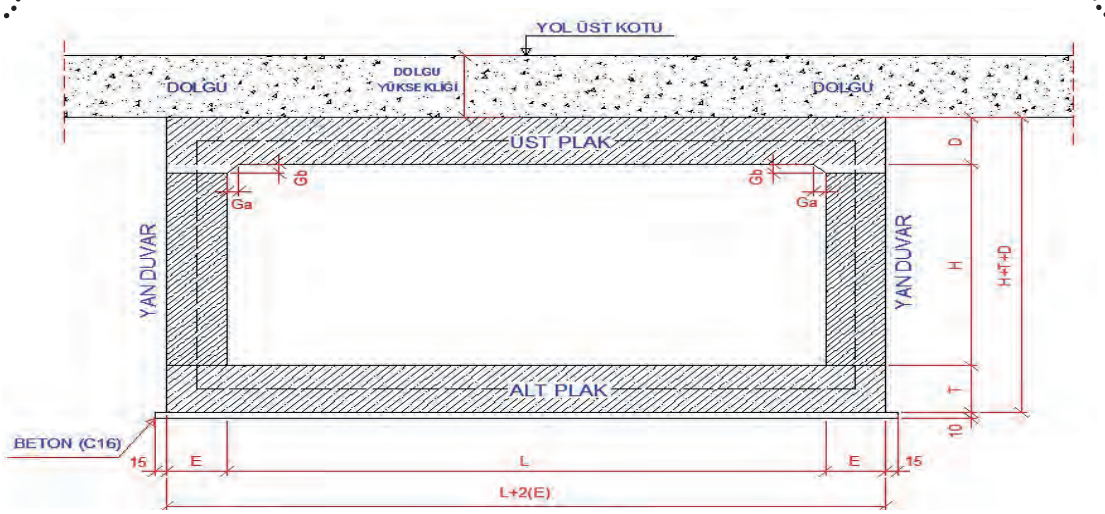
UYGULAMA YAPRAĞI
Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=25949

Görev

Bu çalışmanın amacı, karayolları ulaştırma sisteminde planlanan yol sanat yapısı betonarme tek gözlü kutu menfez en kesitini serbest el ile yaklaşık 1/50 ölçekli krokisini çizmektir.

Bu doğrultuda size rehber olması amacı ile aşağıda karayolu ulaştırma sistemi yol sanat yapısı betonarme tek gözlü kutu menfez kroki çizim işlem basamakları verilmiştir. Bu işlem basamaklarını dikkate alarak öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki görevi yerine getiriniz.

Şekil 1.20'de verilen betonarme tek gözlü kutu menfez kesitini serbest el ile yaklaşık 1/50 ölçekli krokisini çiziniz. Şekil 1.20'de verilen menfez elemanları ve parametrelerinin harflerle ifade edilen ölçüleri öğretmeniniz tarafından belirlenecektir.



Şekil 1.20: Betonarme tek gözlü kutu menfez tipik kesiti

Yönerge

- Şekil 1.20'de verilen karayolu ulaştırma sisteminde planlanan betonarme tek gözlü kutu menfez kroki çizimi için aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Şekil 1.20'de verilen karayolu ulaştırma sisteminde planlanan betonarme tek gözü kutu menfezin yaklaşık 1/50 ölçekli serbest el ile kroki çizimini yaparken ölçüleri doğru alma hususunda dikkatli olmalısınız.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen kontrol listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz

Karayolu Ulaştırma Sistemi Betonarme Tek Gözlü Kutu Menfez Kroki Çizimi İşlem Basamakları

- Tek gözlü kutu menfez betonarme alt plak genişliği ve yüksekliği belirlenir.
- Tek gözlü kutu menfez betonarme alt plağı belirlenen genişlik ve yükseklikte çizilir.
- Tek gözlü kutu menfez betonarme yan duvarları genişlik ve yüksekliği belirlenir.
- Tek gözlü kutu menfez betonarme yan duvarları belirlenen genişlik ve yükseklikte çizilir.
- Tek gözlü kutu menfez betonarme üst plak yüksekliği belirlenir.
- Tek gözlü kutu menfez betonarme üst plağı belirlenen yükseklikte çizilir.
- Tek gözlü kutu menfez betonarme üst plağının üstüne yapılacak dolgu yüksekliği belirlenir.
- Tek gözlü kutu menfez betonarme alt üst plağının üstüne yapılacak dolgu yüksekliği çizilir.
- Betonarme tek gözlü kutu menfez elemanlarının betonarme ve dolgu taramaları yapılır.
- Betonarme tek gözlü kutu menfez elemanlarının ölçülendirmesi yapılır.
- Betonarme tek gözlü kutu menfez tipik kesiti yazıları yazılır.



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	Tek gözlü kutu menfez betonarme alt plak genişliği ve yüksekliğini belirlediniz mi?		
2	Tek gözlü kutu menfez betonarme alt plağı belirlenen genişlik ve yükseklikte çizdiniz mi?		
3	Tek gözlü kutu menfez betonarme yan duvarlarının genişlik ve yüksekliğini belirlediniz mi?		
4	Tek gözlü kutu menfez betonarme yan duvarları belirlenen genişlik ve yükseklikte çizdiniz mi?		
5	Tek gözlü kutu menfez betonarme üst plak yüksekliğini belirlediniz mi?		
6	Tek gözlü kutu menfez betonarme üst plağı belirlenen yükseklikte çizdiniz mi?		
7	Tek gözlü kutu menfez betonarme üst plağının üstüne yapılacak dolgu yüksekliğini belirlediniz mi?		
8	Tek gözlü kutu menfez betonarme alt üst plağının üstüne yapılacak dolgu yüksekliğini çizdiniz mi?		

9	Betonarme tek gözlü kutu menfez elemanlarının betonarme ve dolgu taramalarını yaptınız mı?		
10	Betonarme tek gözlü kutu menfez elemanlarının ölçülendirmesini yaptınız mı?		
11	Betonarme tek gözlü kutu menfez tipik kesiti yazılarını yazdınız mı?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, kroki tasarım ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	KROKİ TASARIM	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	15	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

UGULAMA YAPRAĞI

Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=25950

Süre

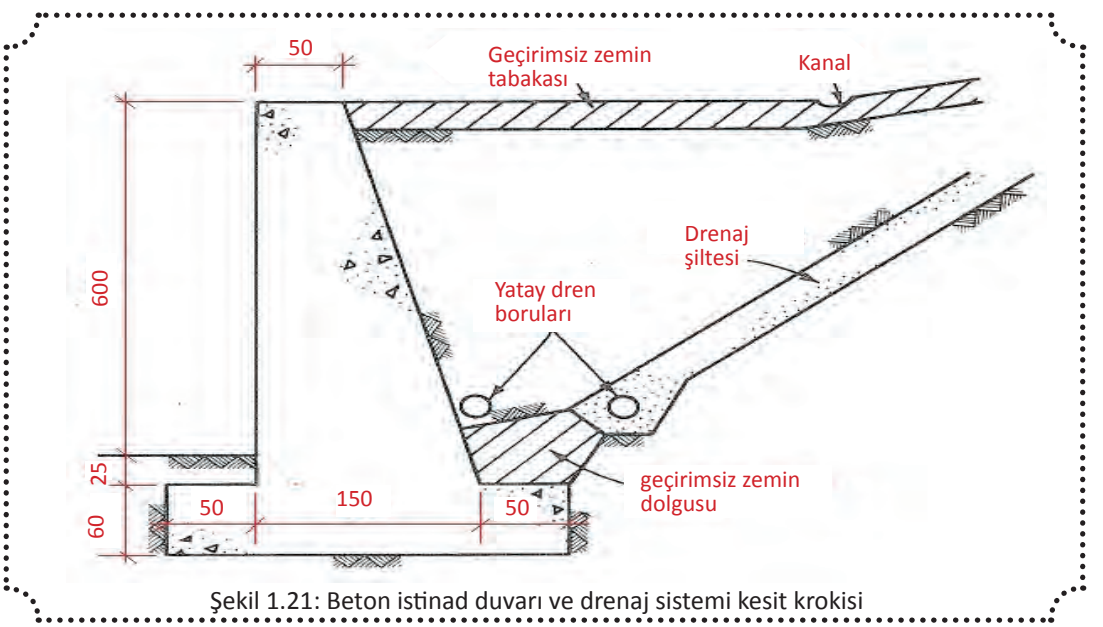
Ders Saati: 2

1.5.6. UYGULAMA: BETONARME İSTİNAD DUVARI KROKİSİ OLUŞTURMA

Görev

Bu çalışmanın amacı istinad duvarı krokisi oluşturmaktır. Bu doğrultuda size rehber olması amacı ile aşağıda betonarme istinad duvarı taslak krokisi oluşturma ile ilgili işlem basamakları verilmiştir. Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki görevi yerine getiriniz.

Şekil 1.21'de verilen betonarme istinad dayanak duvarı yatay dren boru çapları Ø200 mm'dir. Geçirimsiz zemin tabakasının şev eğim oranı %3, kalınlığı 40 cm ve kanal ile istinad duvarı arası geçirimsiz zemin tabakası uzunluğu 120 cm'dir. Drenaj şiltesi serilen tabaka kalınlığı 30 cm ve şev açısı 30°dir. Verilenlere göre betonarme istinad duvarı taslak krokisini serbest el ile yaklaşık 1/50 ölçekli olarak çiziniz. Verilmeyen ölçüler standartlara uygun alınacaktır.



Şekil 1.21: Beton istinad duvarı ve drenaj sistemi kesit krokisi

Yönerge

- Şekil 1.21'de verilen betonarme istinad duvarı taslak kroki çizimi için aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Şekil 1.21'de verilen betonarme istinad duvarının ölçülerini 1/50 ölçeğe çevirirken dikkatli olmalısınız.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen kontrol listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz.

Betonarme İstinad Duvarı Taslak Krokisi Oluşturma İşlem Basamakları

- Betonarme istinad duvarı taban pabucu çizilir.
- Betonarme istinad duvarı papucu üzerine oturan istinad dayanak duvar çizgileri şev açısına dikkat edilerek çizilir.
- Betonarme istinad duvarı papucu üzerinde yapılan geçirimsiz zemin dolgusu çizilir.
- Geçirimsiz zemin dolgusu üzerine yerleştirilen yatay dren boruları verilen çapta çizilir.
- Drenaj şiltesinin yerleştirildiği kanal uygun kalınlık ve açıda çizilir.
- İstinad dayanak duvarının üst kısmında bulunan geçirimsiz zemin tabakası verilen şev eğimi oranı ile çizilir.
- Geçirimsiz zemin tabakası üzerinde yer alan kanal çizilir.
- Zemin, geçirimsiz zemin dolgusu, drenaj şiltesi ve beton taramaları yapılır.
- Yazılar yazılır ve gerekli ölçülendirmeler yapılır.

UYARI

Serbest el ile yapacağınız çizimi kareli defter veya milimetrik çizim kâğıdı kullanarak daha düzenli yapabilirsiniz. Serbest el ile istinad duvarı krokisi çiziminde ölçeğe uygun orantılı çizme hususunda dikkatli ve titiz olmalısınız.

İstinad duvarı krokisi uygulama çizimini doğru ve verilen süre içerisinde yapabilmek için işlem basamaklarını sırasıyla gerçekleştirmelisiniz.



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	Betonarme istinad duvarı taban pabucunu çizdiniz mi?		
2	Betonarme istinad duvarı papucu üzerine oturan istinad dayanak duvar çizgilerini şev açısına dikkat ederek çizdiniz mi?		
3	Betonarme istinad duvarı papucu üzerinde yapılan geçirimsiz zemin dolgusunu çizdiniz mi?		
4	Geçirimsiz zemin dolgusu üzerine yerleştirilen yatay dren borularını verilen çapta çizdiniz mi?		

5	Drenaj şiltesinin yerleştirildiği kanalı uygun kalınlık ve açıda çizdiniz mi?		
6	İstinad dayanak duvarının üst kısmında bulunan geçirimsiz zemin tabakası verilen şev eğimini oranı ile çizdiniz mi?		
7	Geçirimsiz zemin tabakası üzerinde yer alan kanalı çizdiniz mi?		
8	Zemin, geçirimsiz zemin dolgusu, drenaj şiltesi ve beton taramalarını yaptınız mı?		
9	Yazıları yazıp gerekli ölçülendirmeleri yaptınız mı?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, kroki tasarım ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	**DEĞERLENDİRME**					**TARİH**	**.../.../20...**
ADI-SOYADI	**DEĞERLENDİRME ALANLARI**	**BİLGİ**	**BECERİ**	**KROKİ TASARIM**	**SÜRE KULLANIMI**	**TOPLAM**	**ONAY (İMZA)**
NUMARASI	**ALANLARA VERİLEN PUAN**	30	60	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	**TAKDİR EDİLEN PUAN**						

1.5.7. UYGULAMA: ULAŞTIRMA SİSTEMİ İLKELERİ TESPİTİ



Görev

Bu çalışmanın amacı karayolları ulaştırma sistemi ilkelerini tespit etmektir. Bu doğrultuda size rehber olması amacı ile aşağıda karayolu ulaştırma sistemi ilkeleri tespiti işlem basamakları verilmiştir.

Bu işlem basamaklarını dikkate alarak öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki görevleri yerine getiriniz.

- Malatya-Doğanşehir ilçe yolu arasında dağlık bölgede inşa edilecek iki şeritli karayolu güzergâhında önceliklerinizi sıralayınız.
- Malatya-Doğanşehir ilçe yolu güzergâhı iki şeritli karayolu taslak krokisini oluşturunuz.
- Aşağıda verilen işlem basamaklarında belirtilen karayolu ulaştırma sistemi ilkelerinden hangilerini kullanmanız gerektiğini tespit ediniz.

Yönerge

- Ulaştırma sistemi ilkeleri tespiti için aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Karayolu ulaştırma sistemi ilkelerini belirlerken yol maliyet fayda/oranı ve trafik güvenliğine uygun ulaştırma sistemi; planlama ilkeleri, temel elemanları, çevre bileşenleri ve alt sistemleri ile ilgili tespitlerinizde dikkatli olmalısınız.
- Güvenli ulaştırma sistemi ögeleri, planlama ilkeleri tespitlerinizle birlikte doğaya ve çevreye duyarlı, uyarıcı işaret ve levhaları belirleme konusunda da hassas olmalısınız.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen kontrol listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz.

Karayolu Ulaştırma Sistemi İlkeleri Tespiti İşlem Basamakları

- **İki şeritli karayolu güzergâh öncelikleri belirlenir.**
- **Malatya-Doğanşehir arası hâlihazırda kullanılan karayolu harita üzerinde incelenir.**

- İ**ncelemeler sonucu mevcut iki şeritli karayolu taslak kroki çizimi yapılır.**
- **Karayolu ulaştırma sistemi planlama ilkeleri sıralanır.** (Sıralamada aşağıda verilenleri dikkate alınız.)
  - o Ulaştırma sistemlerinin gelişimi için ayrılan kaynakların etkili ve verimli bir şekilde kullanımı,
  - o Trafik sıkışıklığı ve ulaşım talebinin yönetilmesi,
  - o Tür ve güzergâh seçimine etkiyen faktörlerin belirlenmesi,
  - o Toplu taşımaya öncelik verilmesi,
  - o Kullanıcılar için konforlu ve güvenli sistemlerin oluşturulması,
  - o Gürültü ve hava kirliliğinin azaltılması,
  - o Toplu taşımada optimizasyonun yapılması,
  - o Entegrasyonun akılcı ve uygulanabilir olması.
- **Karayolu ulaştırma sistemi ile etkileşim içinde olan çevre bileşenleri sıralanır.** (Sıralamada aşağıda verilenleri dikkate alınız.)
  - o Topoğrafik ve jeolojik yapı,
  - o Nüfus yoğunluğu ve karakteri,
  - o Arazi kullanımı,
  - o İklim koşulları,
  - o Sosyo-ekonomik yapı,
  - o Ekolojik yapı,
  - o Bölge yönetsel yapısının incelenmesi.
- **Karayolu ulaştırma sistemi temel elemanları sıralanır.** (Sıralamada aşağıda verilenleri dikkate alınız.)
  - o Ulaştırma ağı,
  - o Taşıt filosu,
  - o İşletme ilke ve planlamasının belirtilmesi.

* Ulaştırma ağı düğüm noktaları (terminal ve/veya kavşaklar) ile bunları birleştiren bağlar (yollar veya rotalar)

* Terminallerin planlanmasında aşağıda verilen fonksiyonlardan bir veya birkaçının gerçekleştirildiği özel yönetim gerektiren merkezler olarak belirlenebilmesi için bu bağlamda;

- Yolcu ve yüklerin sisteme giriş ve çıkışlarının planlanması (istasyon, otogar, nakliye ambarı, hava limanı, durak vb. yolcu ve yük terminalleri),
- Bağların kesişme yerlerinde aktarma, trafik düzenlemesi ve denetim planlaması (kavşak terminalleri),
- Terminalleri birbiriyle ilişkilendiren karayolu ve demiryolunda taşıtların üzerinde güvenli ve konforlu olarak hareket etmelerini sağlayan yollarda izlemeleri gereken rotaların belirlenmesi,
- Ulaştırma ağı üzerinde farklı türdeki taşıtların hiçbir kurala uymadan hareket etmeleri, bu ağdan yeterince yararlanılmasına engel olmasının yanı sıra ulaşım güvenliğini azaltma risklerinin göz önünde bulundurulması.

- **Karayolu ulaştırma alt sistemleri sıralanır.** (Sıralamada aşağıda verilenleri dikkate alınız.)
  - Kendine özgü ağ, taşıt filosu ve işletme elemanlarına sahip olan farklı türlerdeki elemanların yani ulaştırma alt sistemlerinin belirlenmesi,
  - Her bir alt sistemi, diğerlerinden bağımsız olarak ulaştırma yapabilecek şekilde insan ve yük taşımacılığında bu alt sistemlerin amaca en uygun olanlarından oluşturulması (kombine, aktarmalı taşımacılık gibi).



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	İki şeritli karayolu güzergâhını bölgenin topoğrafik yapısına uygun olacak şekilde öncelikleri dikkate alarak belirlediniz mi?		
2	Malatya-Doğanşehir arası hâlihazırda kullanılan karayolunu harita üzerinde incelediniz mi?		
3	Mevcut iki şeritli karayolu yapılacak bölgenin topoğrafik yapısına uygun taslak krokisini oluşturdunuz mu?		
4	Ulaştırma sisteminin gelişimi için kaynakları etkin ve verimli kullanacak şekilde bölgeye uygun olarak planlama ilkelerini belirlediniz mi?		
5	Trafik sıkışıklığı ve ulaşım talebinin yönetilmesi ile ilgili planlama ilkeleri araştırması yaptınız mı?		

6	Bölge için tespit ettiğiniz ilkelerin ulaşım türü ve güzergâh seçimine olan etkilerini belirlediniz mi?		
7	Karayolunun toplu taşımaya öncelik verilmesi ile ilgili planlama ilkelerini tespit ettiniz mi?		
8	Kullanıcılar için konforlu ve güvenli sistemlerin oluşturulması, gürültü ve hava kirliliğinin azaltılması için alınması gereken tedbirleri tespit ettiniz mi?		
9	Toplu taşıma optimizasyonu planlama ilkelerini tespit ettiniz mi?		
10	Diğer yollarla entegrasyon için planlama ilkelerini tespit ettiniz mi?		
11	Bölgenin ayrıntılı topoğrafik ve jeolojik yapı ile ilgili araştırmaları yaptınız mı?		
12	Bölgenin nüfus yoğunluğu ve karakteri hakkında bilgi edindiniz mi?		
13	Arazi kullanımı ile ilgili bilgileri topladınız mı?		
14	Bölgenin iklim koşulları hakkında gerekli araştırmaları yaptınız mı?		
15	Bölgenin sosyo-ekonomik ve ekolojik yapı araştırmasını yaptınız mı?		
16	Bölgenin yönetsel yapıları hakkında bilgileri topladınız mı?		
17	Ulaştırma ağı düğüm noktalarını (kavşak, terminal) belirlediniz mi?		
18	Düğüm noktalarını birleştiren bağları (yol, rota) tespit ettiniz mi?		
19	Ulaştırma sistemi trafik güvenliği ve yönetimi ilkelerini belirlediniz mi?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, kroki tasarım ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	KROKİ TASARIM	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	15	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

KARAYOLU TRAFİK VE KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ



2. Öğrenme Birimi

KONULAR

- 2.1. KARAYOLU GEOMETRİK STANDARTLARI VE PROJE TERİMLERİ
- 2.2. TRAFİK HACMİ VE TRAFİK HACMİ ÖLÇME YÖNTEMLERİ
- 2.3. YILLIK ORTALAMA GÜNLÜK TRAFİK (YOGT) KAPASİTESİ
- 2.4. TAŞIT FARLARI AYDINLATMA MESAFESININ HESAPLANMASI
- 2.5. TRAFİK KOMPOZİSYONU VE KAVRAMLAR

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Karayolu geometrik standartları ve proje terimlerini
- Trafik hacmi ve trafik hacmi ölçme yöntemlerini
- Yıllık ortalama günlük trafik (yogt) kapasitesini
- Yıllık ortalama günlük trafik kapasitesi ve taşıt sayım verileri uygulaması

2. Öğrenme Birimi

2.1. KARAYOLU GEOMETRİK STANDARTLARI VE PROJE TERİMLERİ

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Okula gelirken kullandığınız yolları dikkatli bir şekilde gözlemleyiniz ve gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Okula gelirken kullandığınız yolların kurp yarıçapları mevcut yerine daha dar planlanmış olsaydı taşıt trafiği bu durumdan nasıl etkilenirdi.

AMAÇ

Karayolu geometrik standartlarını, karayolu proje terimlerini, trafik hacmi ölçme yöntemlerini ve yıllık ortalama günlük trafik kapasitesi verilerini açıklamak.

GİRİŞ

Karayollarında geometrik standartlar yolun projelendirilmesinde en önemli ögelerdir. Karayolunun genişliği, yatay, düşey kurp yarıçapları, dever, alinyman, rakordman, eğim, trafik sayısı gibi elemanların ölçüleri ile yolun sınıfı, hizmet seviyesi ve proje hızı gibi veriler yol geometrisi standartları belirlenirken kullanılan faktörlerdir.

Karayolu geometrik standartları; yol genişliği, yatay ve düşey kurp yarıçapları ile yatay kurplarda uygulanan enine yükseltme (dever) ve boyuna eğim değerleridir. Yol geometrik standartlarının seçimini etkileyen faktörler ise yol sınıfı ve proje hızıdır.

2.1.1. Karayolu Geometrik Standartları

Bir yola ait geometrik standartlar; platform genişliği (şerit ve banket genişliği), minimum yatay ve düşey kurp yarıçapları, maksimum boyuna ve enine eğimler, kamulaştırma genişliği, proje hızı, trafik sayısı ile ilgili değerlerdir. Geometrik standartların seçiminde etkili olan parametreler; proje hızı, arazi topoğrafyası, yol kapasitesi, trafik akımındaki taşıt kompozisyonu, yolun sınıfı (hizmet seviyesi), trafik güvenliği, maddi imkânlar, yerel etkenler ve güvenlik olarak sıralanabilir.

2.1.2. Karayolu Proje Terimleri

Proje Hızı: Yol geometrisinin elverdiği ölçüde, sürücünün güvenle seyredebileceği maksimum hız olarak tanımlanır. Proje hızının seçiminde yukarıda belirtilmiş olan etmenler değerlendirilir. Öncelikle proje hızının seçimi yapılır ve birçok proje elemanının seçimi proje hızına bağlı olarak belirlenir.

Arazi Topoğrafyası: Arazinin düz, dalgalı ve dağlık olması gibi durumlar yol maliyetini etkiler. Bu durumda yapılacak yolun özellikleri de değişir. Düz arazilerde, büyük yarıçaplı

yatay kurp inşası imkânı varken dağlık arazilerde kurp yarıçapları düşer. Bunun gibi dağlık bölgelerde, boyuna eğimler bazen belirli bir seviyenin altına indirilemeyebilir. Bu durumlarda yüksek yarma ve dolgu maliyetleri ile karşılaşılabilir.

Yol Kapasitesi: Ortalama koşullarda, belirli bir zaman periyodunda yolu kullanması beklenen taşıt sayısıdır.

Yolun Sınıfı (Hizmet Seviyesi): Hız ve seyahat süresi, trafik kesiklikleri, manevra serbestliği, güvenlik, taşıt sürüş konforu, işletme masrafları ve yol kapasitesi gibi çeşitli faktörlerin etkilediği bir kalite ölçüsüdür.

Sıfır Poligonu: Yol yapılması düşünülen iki nokta arasında, araziyi eş yükseklik eğrilerine göre çizilen eğimlerle geçirilen çizgi, sıfır poligonu ya da sıfır hattı olarak adlandırılır. Sıfır poligonuna yarma ve dolguya ihtiyaç duyulmadığından sıfır adı verilir. Sıfır poligonu bir tür kılavuz hat işlevi görür.

Yol Ekseni: Yol kaplamasının ortasından geçtiği varsayılan çizgiye (doğrultuya) denir.

Enine Eğim: Yağış sularının tahliyesi için platformun en kesitine, eksenden yanlara doğru verilen eğime enine eğim (bombe) denir. Platformun kaplama malzemesinin su tahliye kapasitesine göre enine eğim seçilir.

İnce dokulu asfaltta %1 ve %2 yeterlidir. Ancak çakıl malzemede %3 ve %4 eğim verilmesi gerekir. Çakıl malzeme ile yapılan kaplamalarda en az %1,5 eğim olmalıdır.

Boyuna Eğim: Yolun düşey kesitteki eğimidir. Yolda kot farkı oluşmayacak bile olsa su tahliyesi için yola en az %0,3-%0,5 arası bir boyuna eğim verilmelidir. Boyuna eğimler geçirilirken yarma ve dolguların dengeli olmasına dikkat edilmelidir.

Siyah Çizgi: Yol boy kesitinde arazinin oluşturduğu çizgidir.

Kırmızı Çizgi: Yol boy kesitinde yolun oluşturduğu çizgidir. Çıkış ve iniş eğimli düz kısımlar ile bunlar arasındaki eğrisel düşey kurplardan oluşan hattır. Kırmızı çizgi yolun bitmiş durumunu gösterir. Boy kesitte kırmızı çizginin üstünde kalan kısımlar kazılacak, altında kalan kısımlar doldurulacak demektir.

Tepe (Kapalı) Düşey Kurp: Bir rampayı bir iniş, rampayı daha az eğimli bir rampa veya bir inişi daha dik eğimli bir iniş izlediğinde aradaki eğriye verilen addır.

Dere (Açık) Düşey Kurp: Bir inişi bir rampa, inişi daha az eğimli bir iniş veya bir rampayı daha dik eğimli bir rampa izlediğinde aradaki eğriye verilen addır.

En Kesit: Yol güzergâhının herhangi bir noktasındaki arazi ve proje kotlarını gösteren yolun yatay kesitteki çizimidir.

İnce Tesviye (Reglaj): Tesviye yüzeyinin uygun enine ve boyuna eğim de verilerek bir greyder yardımı ile son olarak düzeltilmesi işlemine verilen isimdir.

Görüş Mesafesi: Karayolu güvenliği açısından, sürücülerin kendi şeridinde seyir hâlindeyken ilerisinde beklenmedik bir objeyle karşılaştıklarında, kontrollü manevra yapabilmelerini sağlayacak mesafeye görüş mesafesi denir.

Görüş mesafesi; parabolik tepe düşey kurbun minimum uzunluğu görüş mesafesi esas alınarak hesaplandığında güvenlik, konfor ve estetik şartları sağlanmış olur.

Tepe düşey kurplarda, kurp boyu **Duruş Görüş Mesafesi** (DGM) esas alınarak hesaplanmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Karşılıklı çıkış rampası bulunan karayolunda görüş mesafeleri gösterimi

Geçiş Görüş Mesafesi: İki şeritli yollarda bir taşıtın diğer bir taşıtı güvenli bir şekilde geçebilmesi için zıt yönde seyreden taşıtlar arasındaki emniyetli mesafedir (Şekil 2.1).

Geçiş Eğrileri: Yüksek standartlı yollarda gerek konfor gerekse sürüş emniyeti için kurp ile alinyman arasında geçiş eğrisi bulunur. Geçiş eğrileri farklı türlerde olabilir. Dever başlangıç ve bitişleri, dever boy hesabı yapıldıktan sonra dever içerisinde kalan en kesitlerde eğim hesabı yapılır.

Dever: Yola enine yönde verilen eğim, dever olarak ifade edilir. Boy kesit çizim işlemi gerçekleştirildikten sonra dever hesabına geçilir. Küçük yarıçaplı yatay kurplarda güvenli ve konforlu seyir şartlarını sağlamak için başvurulan bir diğer yol ise dever uygulamasıdır. Yola verilen dever sayesinde taşıtın maruz kaldığı merkezkaç kuvvetinin bir kısmı güvenli ve konforlu bir şekilde karşılanır.

Kenar Hendek: Yolun yarma tarafında banket ile yarma şevi arasında uzanan yağış sularını toplayıcı kanaldır. Genellikle yamuk kesitli, 30 cm-75 cm arası derinliktedir. Hendek şevleri için banket tarafında 3/1 ve 4/1, yarma tarafında 1/1 en çok kullanılan eğimlerdir.

Şev: Dolgularda platform kenarı ile doğal zemin, yarmalarda kenar hendek ile doğal zemin arasındaki eğik yüzeyler şev olarak adlandırılır. Şev eğimi seçiminde zeminin kayma eğilimi ile dolgu ya da yarmanın yüksekliği önemli etkenlerdir. Kayma olmayan zeminlerde şev eğimleri daha dik tutulabilir.

Kaya yarmalarda ise dik şev kullanılır. Yüksek dolgu yapılan yerlerde şev eğimi az tutulur. Şev eğiminin az olması daha geniş bir arazi şeridi anlamı taşır. Bu tür durumlarda da yolun güvenliği tercih edilir. Dolgu şevlerinde 3/2, 3/1, 4/1; yarma şevlerinde ise 1/2, 1/1, 2/1, 3/2 eğim oranları genellikle kullanılan eğimlerdir. Eğim olarak 3/2 şev ele aldığımızda yatayda 3, düşeyde 2 birim alınarak şev belirlenir.

Bordür Oluğu: Kent içi yollarda kaplama ve yaya kaldırımı üzerine düşen ve enine eğimden dolayı bordür kenarında biriken yağış sularının yol boyunca kolayca ve belirli bir genişlik içinde kalacak şekilde akması için kaplamanın en dış kenarından daha düşük kotta olmak üzere bordür ile kaplama arasına yerleştirilen en kesit elemanıdır.

Aşağıda listede yer alan ifadelerden her birinin hangi terimi gösterdiğini ilgili bölüme örnekteki gibi X işareti koyarak belirtiniz.

İFADELER / TERİMLER	En kesit	Yol kapasitesi	Yol ekseni	Kırmızı çizgi	Boyuna eğim	Proje hızı	Şev	Siyah çizgi	Enine Eğim
Yol boy kesitinde arazinin oluşturduğu çizgidir.									
Yol kaplamasının ortasından geçtiği varsayılan çizgidir.									
Yağış sularının tahliyesi için platformun en kesitine, eksenden yanlara doğru verilen eğimdir.									X
Ortalama koşullarda, belirli bir zaman periyodunda yolu kullanması beklenen taşıt sayısıdır.									
Yol geometrisinin elverdiği ölçüde, sürücünün güvenle seyredebileceği maksimum hızdır.									
Yolun düşey kesitteki eğimidir.									
Yol boy kesitinde yolun oluşturduğu çizgidir.									
Yol güzergâhının herhangi bir noktasındaki arazi ve proje kotlarını gösteren yolun yatay kesitteki çizimidir.									
Dolgularda platform kenarı ile doğal zemin, yarmalarda kenar hendek ile doğal zemin arasındaki eğik yüzeylerdir.									

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen terimlerden yol geometrik standartları içerisinde yer alanları "X" simgesi ile karşısında boş bırakılan yere örnekteki gibi işaretleyiniz.

Yol genişliği		Bordür oluğu	
Yatay kurp yarıçapı		Dever	X
Proje hızı		Düşey kurp yarıçapı	
Yol sınıfı		Boyuna eğim	



HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Trafik hacmi ölçümü yapılan kavşakları inceleyiniz.

İncelediğiniz kavşakları fotoğraflayınız ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.2. TRAFİK HACMİ VE TRAFİK HACMİ ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Yayaların ve taşıtların yükleri ile birlikte tek başlarına veya toplu bir şekilde herhangi bir yol platformu üzerindeki her türlü hareketlerine **trafik** denir. Yolun herhangi bir kesitinde birim zaman içinde, yolun her iki yönünden geçen taşıtların toplam sayısı **trafik hacmi** olarak ifade edilir.

Yol projeleri çalışmaları genellikle saatlik trafik hacmine göre düzenlenir. Saatlik trafik hacmi, yılın her gününde değişiklikler göstermektedir. Saatlik trafik hacminin belirlenmesinde birçok çalışma yapılmıştır.

Sonuç olarak yıl içindeki saatlik trafik büyüklükleri belirlendikten sonra büyükten küçüğe sıralanıp yukarıdan aşağıya **30. sırada** yer alan değer, projeye esas saatlik trafik hacmi olarak alınması standartlaştırılmıştır.

2.2.1. Trafik Hacmi Ölçme Yöntemleri

Trafik hacmi ölçümü, araçların sayımı, ulaşım planlaması ve trafik yönetimi için gerçekleştirilen tüm çalışmaların ilk aşamasında yapılması gereken, trafik verilerinin toplanmasıdır. Araç sayımı, bu verilerin en temeli ve en önemlilerindendir.

Kavşaklardaki trafiği sayma; özellikle ulaşım planlamasında gerekli olan kavşakların kapasitesinin analizi, güvenlik ve sinyalizasyon cihazlarının kontrol programları ve trafik planlaması ihtiyaçları için yapılır. Trafik hacmi ölçme yöntemlerini, manuel sayım ve otomatik sayım şeklinde gruplandırabiliriz.

1. Manuel Sayım: Otomatik sayım cihazının bulunmadığı ve bir günlük sayımdan az zamanlarda kullanılan yöntemdir. Manuel sayımlar genellikle 5, 10 ve 15 dakikalık aralıklarla yapılır. Pazartesi sabahı ve cuma günü akşamı pik trafik saati, analizlerde kullanılmadığı için pik trafik saatlerinde sayım yapılmaz. Sayım günleri salı, çarşamba ve perşembe günlerini kapsar. Sayım süresi 5 dakika ile 1 yıl arasında değişmektedir.

Genel kabul sayım süresi 15 dakikadır. Ancak, pik periyotlarda 2 saat; sabah ve öğle pik periyotlarda 4 saat; sabah, öğle ve akşam pik periyotlarda 6 saat; günlük periyot için 12 saat sayım söz konusudur. Örneğin, 1 saatlik sayım yapılacak ise 8 adet 15 dakikalık sayım yapılır.

Manuel sayımda; önceden hazırlanmış formlar üzerine taşıtların işlenmesi ile sayım, mekanik sayaçlar ile sayım ve elektronik sayaçlar ile sayım olmak üzere üç yöntem kullanılır.

a) Önceden hazırlanmış formlarda, zaman çizelgesi ve taşıt türleri tanımlanmış formlar üzerine çentikler atılarak sayım yapılır.

b) Mekanik sayıcılarda, sayaç üzerindeki butonlar ile her bir yönde seyir izleyen motorlu taşıtlar sayılır.

c) Elektronik sayıcılar, bilgisayara veri aktaracak şekilde düzenlenmiştir. Mekanik sayıcıların elektronik versiyonudur.

c.1) Eğilme plakası ile sayımda, taşıt üzerinden geçerken taşıtın ağırlığını ölçer ve taşıt sınıflandırmasını yapar. İki plaka arasına konulmuş pad (ped), load cell (load sel: yük hücresi) veya strain gauge (streyn gauc: gerinim ölçümü) kullanılarak pad deformasyonuna bağlı olarak taşıtın ağırlığı ölçülür. Eğilme plakası ile taşıt hızları 5-200 km/sa arasında ölçümler yapılmaktadır.

c.2) Piezo elektrik sensörü ile taşıt tipi belirlenmesinde, taşıtların dingil ağırlığı sonucu sensörde meydana gelen basınç ile voltaj değişimi ilişkisinden faydalanılarak taşıtın ağırlığı ölçülmektedir. Piezo elektrik sensörü, yol kaplama yüzeyinde açılan düzgün oyuklara yerleştirilir ve sensörlerden gelen sinyalleri algılayan data logger (data logır: veri kaydedici) vasıtasıyla veriler toplanır ve analiz edilir.

2. Otomatik Sayım: Mekanik sayıcıların elektronik versiyonudur. Fazla sayıda veri toplamayı sağlar. Genellikle 1 saatlik aralıklar ile 24 saatlik veri toplanır. Sayımlar haftalık, aylık ve yıllık yapılabilir. Otomatik sayımda; seyyar otomatik sayaç, sabit sayıcı, video kamera ile sayım yöntemleri kullanılır.

a) Seyyar otomatik sayaç ile sayımda, pnömatik tüp üzerinden taşıt geçtiğinde sayaç üzerinde yer alan numara otomatik olarak ilerleyerek sayım yapar. Genellikle 24 saatlik sayımlarda kullanılır.

b) Sabit sayıcı ile sayımda, yıl boyunca aynı yerde konumlandırılarak veriler toplanır. Toplanan veriler hacim değişimi ve trafik hacmi tahminleri yapılmasında kullanılır.

c) Video kamera ile sayımda, kameraya kaydedilen görüntüler izlenerek yol trafik hacmi belirlenir. Video kamera kayıt esnasındaki zaman göstergesi, taşıt sayım aralıklarını belirlemek için kullanılır.

2.2.2. Trafik Tahminleri

Trafik tahminleri, yeni yatırımlar için önem arz eder. Yeni bir yol inşaatında veya mevcut bir yolun onarımında, yolu sadece mevcut trafiğin kullanacağı düşünülmemelidir. Yeni bir yol hizmete açıldığında mevcut trafik artışı; normal trafik, doğrulan trafik ve gelişme trafiği tarafından etkilenmektedir.

1. Normal Trafik Artışı: Fertlerin taşıt sahibi olmalarından kaynaklanır. Bölgenin kalkınma ve gelişmesiyle orantılıdır.

2. Doğrulan Trafik: Bir yolun hizmete açılmasıyla daha önce başka bir yolu kullanan trafiğin yeni yolu kullanmasından kaynaklanır. Bu trafik, daha çok yolun hizmete girdiği ilk iki yıl kendini gösterir.

3. Gelişme Trafiği: Karayolunun geçtiği bölgeler cazip hâle gelir ve gelişmeler görülür. Bu duruma paralel olarak trafik artışı görülür (taşıma, mal nakliyesi, vs.). Bu artış gelişme trafiğini ifade eder. İlerleyen yıllarda gelişecek olan trafik artış miktarı aşağıda verilen formül ile hesaplanır.

$A_n = A_o (1+e)^n$

Formüldeki semboller;

A_n = Son trafik sayımından sonraki herhangi bir "n" yılında günlük ortalama trafik taşıt sayısını,

A_o = Son trafik sayımındaki günlük ortalama taşıt sayısını,

n= Son trafik sayımından sonra yıl olarak geçen zamanı,

e= Günlük ortalama taşıt sayısındaki yıllık artış %'sini ifade eder.



HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Okul yolunda kullandığınız bir kavşakta 15 dakika boyunca geçen araçları sayınız.

Sayım yaptığınız kavşağın fotoğrafını çekiniz ve fotoğraf yardımıyla kavşak krokisini serbest el ile çiziniz.

2.3. YILLIK ORTALAMA GÜNLÜK TRAFİK (YOGT) KAPASİTESİ

Bir yıl içindeki toplam trafik hacminin yıl içindeki gün sayısına bölünmesiyle elde edilen oran **Yıllık Ortalama Günlük Trafik** olarak tanımlanır. Kısaca **YOGT** ile ifade edilir.

$$YOGT = \frac{\text{Yıl içindeki toplam trafik}}{\text{Yıl içindeki gün sayısı}}$$ formülü ile hesaplanır.

Yol projelendirme ve işletmelerinde ilk akla gelen, yolun motorlu taşıt trafiğine en uygun hareket imkânını sağlamasıdır. Yolun trafik akımını sağlama etkisi **yol kapasitesi** olarak adlandırılır.

Yol kapasitesi; hâkim yol ve trafik koşulları altında belirli bir yol kesiminden birim zaman içinde yol platformu, düzgün bir şerit kesimi ya da bir noktada makul şekilde geçebilecek azami taşıt veya insanların sayısal olarak saatlik maksimum miktarıdır.

Maksimum Saatlik Trafik: Yol ölçülerinin yıl içinde görülen en büyük trafik hacmine göre belirlenmesi, yüksek maliyetli işlemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle en büyük saatlik trafik belirlenirken, "Otuzuncu Saat Trafiği" (OST) olan bir değer kullanılmaktadır. Bir yıl boyunca 29 gün bu trafik hacminden daha büyük değerler elde edilir. Otuzuncu saat trafiği genellikle yol projesi tasarımında kullanılır.

Otuzuncu saat trafiği; kırsal yollarda YOGT'nin %12'si ile %20'si arasında, kentsel yollarda ise YOGT'nin %7 ile %18'i arasında kabul edilmektedir. Ancak OST ile YOGT arasında aşağıda verilen bağıntı olduğu bir kabuldür.

$$OST = \frac{YOGT}{6}$$

Proje Trafiği: Bir yol projelendirilirken proje ömrü boyunca (10-25 yıl) hizmet verebilmesi için gelecekte oluşacak trafiğin doğru bir şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir.

Proje Saat Trafiği (PST): Projelendirme esnasında alınan saatlik trafiktir. Bu trafiğin YOGT'ne oranı "K" faktörü ile ifade edilir.

PST = K x D x YOGT bağıntısıyla hesaplanır. Burada "D" şerit dağıtma katsayısıdır.

PROBLEM: Bir yolun otuzuncu saat trafiği 480 taşıt olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama günlük trafik değerini hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

$OST = \frac{YOGT}{6}$ bağıntısından YOGT= 6xOST olur. YOGT= 6x480= 2880 taşıt bulunur.

2.3.1. Yol Trafik Kapasiteleri

Yol trafik kapasitelerini; temel kapasite, mümkün kapasite ve pratik kapasite olarak üç grupta toplayabiliriz.

1. Temel Kapasite: Bir yolun bir kesitinde, ideale en yakın yol trafik koşulları altında, bir saat içinde geçebilen azami taşıt sayısıdır.

2. Mümkün Kapasite: Hâkim yol ve trafik koşulları altında, bir yolun bir kesinden bir saat içinde geçebilen azami taşıt sayısıdır.

3. Pratik Kapasite: Hâkim yol ve trafik koşulları altında, makul kabul edilmeyen bir gecikme, tehlike veya sürücünün hareket serbestliğini kısıtlamayacak bir trafik yoğunluğu olmaksızın bir yol kesitinde bir saatte geçebilen azami taşıt sayısıdır.

2.3.2. Yol Hâkim Şartları

Trafik kompozisyonu, yol güzergâhı, şerit ve şerit genişliği gibi elemanlar yol hâkim şartlarını oluşturur. Hâkim yol şartları, yolun fiziki özellikleriyle tayin edilir. Yolda herhangi bir yapım ve onarım yapmadan bu şartlar değişmez. Hâkim trafik şartları, tamamen trafikle ilgili bir durumdur. Saatlik olarak ve günün muhtelif zamanlarına göre değişiklik gösterir.

2.3.3. Yol Hizmet Seviyeleri

Hizmet seviyesi, hız veya seyahat süresi, trafik kesiklikleri, manevra serbestliği, güvenlik, taşıt türü, konforu ve işletme masraflarını da içine alan çeşitli faktörlerin kalite ile ilgili

bir ölçüsü olarak adlandırılır. İşletme hızı, bir yol üzerinde uygun hava ve hâkim trafik şartları altında, her kesim için tespit edilmiş olan güvenli proje hızı sınanmak şartı ile sağlayabileceği en yüksek yerel seyahat hızıdır.

Belli bir şerit veya platform, geniş sınırlar içinde değişik hizmet seviyeleri sağlayabilir. Bir yolun değişik hizmet seviyeleri; trafiğin hacmi ve kompozisyonu ile erişilebilen hız fonksiyonudur. Belli bir hizmet seviyesinde projelendirilmiş bir yol, günün değişik saatlerinde, haftanın günlerinde, değişik hizmet seviyelerinde çalışabilir.

Hizmet seviyelerini altı grupta toplayabiliriz: A hizmet seviyesi, B hizmet seviyesi, C hizmet seviyesi, D hizmet seviyesi, E hizmet seviyesi ve F hizmet seviyesidir (Tablo 2.1, Tablo 2.2, Tablo 2.3, Tablo 2.4, Tablo 2.5).

Tablo 2.1: İki Şeritli Karayollarında Hizmet Seviyeleri

HİZMET SEVİYESİ	ÖZELLİKLERİ
A	Düşük hacim ve yüksek hızda serbest akış hâlini ifade eder.
B	Hızda kısıtlama başlar. Sürücüler makul ölçüler dâhilinde kendi şerit ve hızlarını seçmede serbesttir. Hız azalması az olur.
C	Yüksek trafik hacimlerinden dolayı hız ve manevra yapanın imkânlarını kısıtlamaktadır.
D	Trafik hacmindeki dalgalanmalar, akıştaki kısıtlamalar işletme hızını düşürür. Manevra serbestliği ve konfor düşüktür.
E	Kapasiteye yakın hacimde çalışır. D seviyesinden düşük hızda çalışır.
F	Trafik hacminin şerit ve platform kapasitesinin altında bulunduğu, düşük hızda zorlamalı akış hâlini ifade eder. Hız ve hacim sıfıra düşebilir.

Tablo 2.2: İki Şeritli Karayollarında Hizmet Seviyeleri

HİZMET SEVİYESİ	TRAFİK AKIŞI	İŞLETME HIZI (km/sa)	AÇIKLAMALAR
A	Düşük hacim yüksek hız	90	Serbest akım, hız ve manevra kabiliyeti sağlar.
B	Hız kısıtlamasının başlangıcı ve hız azalması	81	Stabil trafik akım koşulları, hız ve manevra kısıtlanır.
C	Yüksek trafik nedeniyle hız ve manevra kısıtlı	73	Stabil trafik akım koşulları, hız, şerit değiştirme ve sollama biraz kısıtlanır.
D	Trafik hacmi artışı dalgalanmaları nedeniyle manevra ve konfor düşüklüğü	65	Trafik akımı kararsız, geçiş manevrası zordur.
E	Yol kapasitesinin hacmi çok yüksek	56	Trafik akımı kararsız, hızlar değişken, manevra kabiliyet çok düşüktür.
F	Trafik hacminin kapasiteyi aşması ve trafiğin durma noktası	-	Yoğun akım koşulları, trafik talebi kapasiteden fazladır ve hızlar sıfıra yaklaşır.

Tablo 2.3: Çok Şeritli Kırsal Karayollarında Hizmet Seviyeleri

HİZMET SEVİYESİ	TRAFİK AKIŞI	İŞLETME HIZI (km/sa)	AÇIKLAMALAR
		Yoğ./oto/ km/şerit	
A	Düşük hacim yüksek hız	100 Yoğ. ≤ 7	Serbest akım, hız ve manevra kabiliyeti vardır. GECİKME YOK
B	Hız kısıtlamasının başlangıcı	100 7<Yoğ. ≤ 11	Stabil trafik akım koşulları, hız, manevra kısıtlamaları yoktur. GECİKME YOk
C	Yüksek trafik nedeniyle hız, şerit değiştirme ve sollama kısıtı az	100 11<Yoğ. ≤16	Stabil trafik akım koşulları, hız, şerit değiştirme ve sollama bir miktar kısıtlı olur. GECİKME MİNİMUM
D	Trafik hacmi artışı nedeniyle akım kararsız, geçiş zor	95 16<Yoğ. ≤ 22	Trafik akımı kararsız, geçiş manevrası zordur. GECİKME MİNİMUM
E	Trafik hacmi artışı nedeniyle akım kararsız, hızlar değişken, manevra çok az	<90 22<Yoğ. ≤ 28	Trafik akımı kararsız, hızlar değişken, manevra kabiliyeti azdır. GECİKME VAR
F	Trafik hacminin kapasiteyi aşması ve hızlar değişken	<90 Yoğ. >28	Yoğun trafik koşulları, trafik talebi kapasiteden fazla, hızlar değişkendir. GECİKME ÖNEMLİ

Tablo 2.4: Kentsel Yollarda İşletme Hızları

Cadde Türü	Arazi Kullanımı				
	Şehir (5 veya daha fazla katlı binalar)	Küçük Şehir/ İlçe/Kasaba (3-5 katlı binalar)	Ticari (1-3 katlı binalar)	Yerleşim alanı (1-3 katlı binalar)	Endüstriyel alanlar
Bulvar	40-60 km/sa	40-60 km/sa	40-60 km/sa	40-60 km/sa	40-60 km/sa
Cadde	40-50 km/sa	40-50 km/sa	40-50 km/sa	40-50 km/sa	40-50 km/sa
Sokak	30 km/sa	30 km/sa	30 km/sa	30 km/sa	30 km/sa
Erişim Şeridi	20 km/sa	20 km/sa	20 km/sa	20 km/sa	20 km/sa

Tablo 2.5: Yasal Hız Sınırları

TÜRKİYE'DE ARAÇLARIN UYUMASI GEREKEN YASAL HIZ SINIRLARI				
ARAÇ CİNSİ	YERLEŞİM YERİ İÇİNDE (km)	YERLEŞİM YERİ DIŞINDA		OTOYOLLARDA (km)
		ŞEHIRLERARASI ÇIFT YÖNLÜ KARAYOLLARINDA (km)	BÖLÜNMÜŞ YOLLARDA (km)	
Otomobil (M1),(M1G),	50	90	110	120
Minibüs (M2)	50	80	90	100
Otobüs(M2-M3)	50	80	90	100
Kamyonet (N1),N1G)	50	80	85	95
(EK Satır: RG-21/3/2012-28240) Panelvan (N1)	50	85	100	100
Kamyon (N2-N3), Çekici (N2-N3)	50	80	85	90
Motosiklet (L3)	50	80	90	100
Motosiklet (L4,L5,L7)	50	70	80	80
Motorlu bisiklet (L1,L2,L6) Motorsuz bisiklet	30	45	45	Giremez
Değişik satır: RG-17/4/2015-29329) Tehlikeli madde taşıyan araçlar(Belgelerinde aksine bir hüküm yoksa)	30	50	60	70
(Ek satır: RG-17/4/2015-29329) Özel yük taşıma izin belgesi veya özel izin belgesi ile karayoluna çıkan araçlarda (Belgelerinde aksine bir hüküm yoksa)	30	50	50	60
Lastik tekerlekli traktörler	20	30	40	Giremez
Arızalı bir aracı çeken araçlar	20	20	30	40
İş makineleri	20	20	20	Yolun yapım, bakım veya işletilmesinden sorumlu kuruluştan izin alınmadan giremez.

2.3.4. Trafik Kapasitesini ve Hizmet Hacmini Etkileyen Faktörler

Platform ve trafik faktörleri altında, iki ana grupta toplamak mümkündür. Bu gruplar birbirleriyle ilişkilidir.

2.3.4.1. Platform Faktörleri

Bir yol platformunda yer alan kısıtlayıcı özelliklerin kapasite ve hizmet hacmi üzerinde olumsuz etkileri vardır. Platform faktörleri; şerit genişliği, yan açıklık, banketler, yardımcı şeritler, kesiksiz akım şartları, yol güzergâhı ve eğimlerdir.

a) Şerit Genişliği: 3,65 metre olan şerit genişliği ideal genişlik olarak kabul edilir. Daha dar şeritler, kesiksiz akım şartları altında daha düşük kapasiteye sahiptir. Tablo 2.6'da ideal şerit genişliğine nazaran daha düşük genişliklerin kapasitelerinin % olarak durumları görülmektedir.

Tablo 2.6: Şerit Genişliğinin Kapasite Üzerindeki Etkisi

Şerit Genişliği (m)	Kapasite (3,65 metre şerit kapasitesi %)	
	2 şeritli karayolu	Çok şeritli karayolu
3,65	100	100
3,30	88	97
3,00	81	91
2,75	76	81

b) Yan Açıklık: Trafik şeridine 1,80 metreden daha yakın olan yan engeller (istinad duvarları, direkler, park hâlinde olan taşıtlar) eldeki mevcut genişliği azaltır. Tablo 2.7'de bir engelin trafik şeridine olan etkisini ve eldeki mevcut genişliği ne kadar azalttığını göstermektedir. Tablo 2.7'de ideal açıklığı 1,80 metre olan mesafenin güvenlik yönünden yeterli olmadığı görülmektedir.

Tablo 2.7: Sınırlı Yan Açıklık Nedeniyle Efektif Platform Genişliği

Her iki kaplama kenarında engele kadar olan açıklık (m)	İki 3,65 m genişliğindeki şeritlerin efektif genişliği (m)	İki 3,65 m şeridin kapasitesi (ideal %)
1,80	7,30	100
1,20	6,60	92
0,60	6,00	83
0,00	5,50	12

c) Banketler: Trafik şeritlerinin sağlandığı kapasitenin muhafazası için yeterli genişlikte banketlerin bulunması gerekir. Banketler, arızalanan taşıtlar için sığınma ve park yeri görevini yerine getirir. Ayrıca şerit kapasitesinin düşmesini önler. Trafik şeridinin efektif genişliğini arttırır.

d) Yardımcı Şeritler (Tırmanma Şeridi): Trafik akışındaki dar boğazları önlemek amacıyla inşa edilir. Yardımcı şeritler; daha çok park, hız değiştirme, dönüş yapan taşıtları depolama, dik ve uzun mesafe yavaş giden transit trafikten ayırma görevini üstlenir.

e) Satıh Şartları: Bozulmuş, bakımsız kaplamalar, özellikle hız, konfor, ekonomi ve güvenlik yönünden hizmet seviyesine ters etki yapar. Yüzey bozukluğu olan yollarda kapasite düşer.

f) Yol Güzergâhı: Yol güzergâhı ve güzergâh boyuna kesiti, yolda yapılacak ortalama hız, durma ve geçme görüş mesafesi ile kapasiteye olan etkisi değerlendirilir. Görüş mesafeleri her ne kadar sürekli olmasa da sürekliye yakın olan kapasiteyi arttırır. Güzergâhtaki eğim ve yan açıklıklar hizmet seviyesini arttırır.

g) Eğimler: Eğimler yol kapasitesini, eğimli kesimde görüş mesafesini kısıtlar, fren mesafelerini etkiler ve taşıtların eğim yukarı giderken kapasitelerini düşürür.

2.3.4.2. Trafik Faktörleri

Aynı geometrik standartları olan yollar farklı kapasitelere sahip olabilir. Bu kapasite, onu kullanana, trafiğin kompozisyonuna, sürücülerin alışkanlıkları ve arzuları ile uygulanan kontrollere bağlıdır. Yine yollarda sürücülerin görüş şartları, gece seyir hâlinde far ışıklarının kullanıldığı zamanlarda trafik kapasitesini ve hizmet hacmini etkiler. Taşıtların far ışıklıklarının aydınlatma mesafeleri de yol trafik kapasitesini etkileyen önemli faktörlerdendir.

2.4. TAŞIT FARLARI AYDINLATMA MESAFESININ HESAPLANMASI

Taşıtların minimum far aydınlatma mesafeleri "**Lfe**" ile ifade edilir. Minimum far aydınlatma mesafesi aşağıda verilen formül ile hesaplanır.

$$Lfe = 0{,}278.V.t + 0{,}00394\ \frac{V^2}{f \pm \text{eğim oranı}}$$

2.4.1. Taşıt Farları Aydınlatma Mesafesinin Hesaplanması Çözümlü Problemler

PROBLEM: Yeni inşa edilmekte olan ve üzerinde trafiğin mevcut bulunduğu bir yolda, görüş şartlarının far ışıklarını kullanmayı zorunlu kılan zaman diliminde 70 km/sa hızla bir taşıt şoförü seyir hâlindedir. Yolun enine yönde yarı genişliğince açılmış menfez hendeği için gerekli uyarı işaretleri konulmadığı bir durumda taşıt şoförünün menfez hendeğine girmeden durabilmesi için taşıt farlarının en az ne kadar uzaklığı aydınlatması gereklidir.

(İntikal süresi (t) = 1,2 sn, kayma sürtünme katsayısı (f) = 0,50)

ÇÖZÜM: Düz bir yolun eğim oranı "**0**" olacaktır. Taşıtın muhtemel tehlikeden korunabilmesi için hendeği en az "**Lfe**" kadar uzaktan görülmesi gerekir. O hâlde far ışıkları en az "**Lfe**" kadar uzaklığı aydınlatmalıdır.

$$Lfe = 0{,}278.V.t + 0{,}00394 \times \frac{V^2}{f \pm \text{eğim oranı}}$$

$$Lfe = 0{,}278 \times 70 \times 1{,}2 + 0{,}00394 \times \frac{V^2}{0{,}50 + 0}$$

Lfe = 23,35 + 38,61 ise Lfe = 61,96 m (minimum far aydınlatma mesafesi)

PROBLEM: Proje hızı 80 km/sa olan bir yolun %4 çıkış eğimli olan bir kesiminde onarım yapılmaktadır. Söz konusu taşıtlar onarım yapılan yerde durup tekrar hareket etmek zorunda olduklarından yol kenarına konulması gereken ikaz işaretlerinin onarım yerinden en az kaç metre mesafede olması gerekir.

(İntikal süresi (t) = 1,0 sn, kayma sürtünme katsayısı (f) = 0,30)

ÇÖZÜM: Proje hızı = V = 80 m ve eğim oranı= %4 yani 0,04 olur. Bu bilgiler ışığında;

$Lfe = 0{,}278.V.t + 0{,}00394 \dfrac{V^2}{f \pm \text{eğim oranı}}$ formülü ile güvenli seyir hızını bulabiliriz.

$Lfe = 0{,}278 \times 80 \times 1{,}0 + 0{,}000394 \times \dfrac{80^2}{0{,}30 + 0{,}04}$ ise Lfe = 96,40 m olur.

PROBLEM: 90 km/sa hızla seyre izin verilen ve %4 çıkış eğimli bir karayolunda gitmekte olan bir minibüs şoförü kendi taşıtının 60 m kadar ilerisinde yarma şevinden kopan taş parçalarının yola düştüğünü görerek fren yapma suretiyle taşıtını tehlikeden korumak istemiştir. Maximum hızla seyir hâlinde taşıtın taşlara çarpmadan önce durup durmayacağını kontrol (tahkik) ediniz.

t= 1,0 sn ve f= 0,60 alınacaktır.

ÇÖZÜM: 90 km/sa'lik hıza göre fren emniyet uzunluğu;

$Lfe = 0{,}278.V.t + 0{,}00394 \dfrac{V^2}{f \pm \text{eğim oranı}}$ formülü ile güvenli seyir hızını bulabiliriz.

$Lfe = 0{,}278x90x1 + 0{,}00394 \dfrac{(90)^2}{0{,}60 \pm 0{,}04}$ ise Lfe = 25,02+49,87= 74,85 m olur.

74,85 m> 60 m olduğundan minibüs taşlara çarpmadan duramaz.

TEK NUMARADA BİRLEŞTİ!



Ülkemizde farklı acil yardım çağrıları için kullanılan 7 kuruma ait acil çağrı numaralarının (İtfaiye: 110, Jandarma: 156, Polis: 155, Sağlık: 112, Orman: 177, Sahil Güvenlik: 158, AFAD: 122) tek numara (112) altında toplanması amacıyla geliştirilmiştir.

ETKİNLİK

- **90 km/sa hızla seyre izin verilen ve % 4 çıkış eğimli bir karayolunda gitmekte olan bir minibüs şoförü kendi taşıtının 60 metre ilerisinde yarma şevinden kopan taş parçalarının yola düştüğünü görmüş ve fren yaparak meydana gelen bu tehlikeden korunmak istemiştir. Buna göre;**

  a) Azami hızla seyir hâlinde olan taşıtın taş parçalarına çarpmadan önce durup duramayacağını tahkik ediniz.

  b) Aracın hangi seyir hızıyla emniyetli bir duruş sağlayabileceğini hesaplayınız.

  Taşıt far aydınlatma mesafesi, fren emniyet uzunluğu ile eşdeğerdir.

  Cevap a) Lfe = 74,85 m

  Cevap b) V = 78,5 km/sa

c) Minibüs şoförü daha sonra taş parçalarının etrafından dolanarak yoluna devam etmiştir. Minibüs şoförünün yerinde siz olsaydınız ne yapardınız. Aşağıdaki maddelerden bir tanesini işaretleyerek arkadaşlarınızla paylaşınız. Cevabınız bu maddelerden farklı ise D seçeneğine ekleyiniz.

A) Taşlar az olduğu için yoldan kaldırırdım.

B) Karayolları ekiplerini arayarak haber verirdim.

C) Taş yığınlarına 50 metre kala mesafeye uyarıcı bir işaret koyardım.

D) ……

……

2.4.2. UYGULAMA: YILLIK ORTALAMA GÜNLÜK TRAFİK KAPASİTESİ VE TAŞIT SAYIM VERİLERİ

Süre
Ders Saati: 6

UYGULAMA YAPRAĞI

Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.

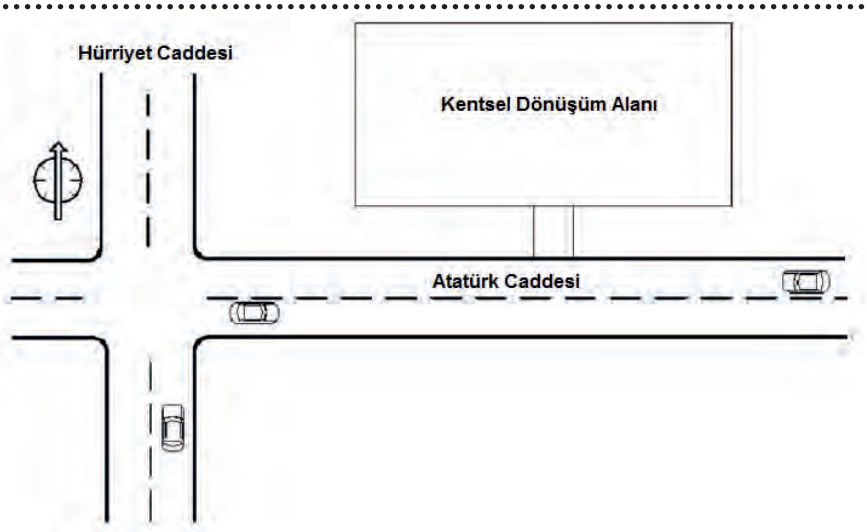
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26156

Görev

Bu çalışmanın amacı yıllık ortalama günlük trafik kapasitesi ve taşıt sayımı verileri uygulaması ile ilgili verilerin tespit etmektir. Bu doğrultuda sizlere rehber olması amacı ile aşağıda yıllık ortalama günlük trafik kapasitesi taşıt sayım verileri uygulaması işlem basamakları ve Şekil 2.2'de taşıt sayımı yapılan kontrolsüz kavşak krokisi verilmiştir. Bu işlem basamaklarını ve Şekil 2.2'de verilen krokiyi dikkate alarak öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki görevleri yerine getiriniz.

İstanbul-Şişli Bozkurt Mahallesinde kentsel dönüşüm kapsamında bir kısım binanın yıkılıp yerine çok katlı depreme dayanıklı konutlar yapılması planlanmaktadır. Projeyi hazırlayan firmanın önerisi mevcut yapıları ortadan kaldırıp yeni yapılar yapmayı içerdiğinden Şişli Belediyesi bölgeye en yakın kavşağın pik saatteki trafik hacim değerlerini talep etmiştir. Firma Hürriyet Caddesi ile Atatürk Caddesinin kesiştiği kontrolsüz kavşakta sabah pik saati 06.30 ile 10.30 arasında manuel sayım yöntemi ile trafik hacmi değerlerini tespit etmiştir.

- Hürriyet Caddesi ile Atatürk Caddesinin kesiştiği kontrolsüz kavşakta sabah pik saati 06.30 ile 10.30 arasında manuel sayım yöntemi ile belirlenen trafik hacmi 156 taşıt olan "Şekil 2.2" deki kontrolsüz kavşak krokisini çiziniz.
- Hürriyet Caddesi ile Atatürk Caddesi yıllık ortalama günlük trafik hacmi 386 taşıt olduğuna göre yıl içindeki toplam trafiği ve hız limitini belirleyiniz.



Şekil 2.2: Taşıt sayımı yapılan kontrolsüz kavşak

Yönerge

- Yıllık ortalama günlük trafik kapasitesi ve taşıt sayım verileri tespitinde aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Yıllık ortalama günlük trafik kapasitesi verilerini belirlerken dikkatli olmalısınız.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Sizlere verilen kontrol listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz.

Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) Kapasitesi ve Taşıt Sayım Verileri Uygulaması İşlem Basamakları

- Kontrolsüz kavşak krokisi çizimi yapılır (Şekil 2.2).
- 15 dakikalık trafik hacimleri 8 ile çarpılarak saatlik trafik hacminin tespiti yapılır. Kontrolsüz kavşakta sayım sonucu 156 taşıt olarak belirtildiğine göre;

  Saatlik trafik hacmi: 156x8= 1248 taşıt bulunur.

- Yıl içindeki toplam trafik hacmi hesabı yapılır. Yıllık ortalama günlük trafik hacmi 386 taşıt olarak verilmiştir.

$$YOGT = \frac{\text{Yıl içindeki toplam trafik}}{\text{Yıl içindeki gün sayısı}}$$

$$386 = \frac{\text{Yıl içindeki toplam trafik}}{365} \quad \text{ise yıl içindeki toplam trafik} = 365x386$$

Yıl içindeki toplam trafik = 140.890 taşıt bulunur.

- Yolun trafik hacmi doğrultusunda kentsel yol ağı içerisinde yer alan cadde yolu hız limiti için "Tablo 2.3" incelenir.
- Kentsel yollar için caddelerde uygun hız limiti "Tablo 2.3"ten 40-50 km/sa olarak belirlenir.



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	Kontrolsüz kavşak kroki çizimini yaptınız mı?		
2	Kontrolsüz kavşak pik saatteki taşıt sayımlarını krokiye işlediniz mi?		
3	15 dakikalık trafik hacmine ait taşıt sayısını 8 ile çarparak saatlik trafik hacmini tespit ettiniz mi?		
4	Yıl içindeki toplam trafik hacmini hesapladınız mı?		

5	Yolun trafik hacmi doğrultusunda kentsel yol ağı içerisinde yer alan cadde yolu hız limitini belirlediniz mi?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, temizlik/düzen ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK/ DÜZEN	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	45	45	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

2.5. TRAFİK KOMPOZİSYONU VE KAVRAMLAR

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Trafik kompozisyonunu etkileyen çevrenizde bulunan kavşakları inceleyiniz.

Bu kavşakların fotoğraflarını çekiniz ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.

AMAÇ

Trafik kompozisyonu ile trafik kompozisyonunu etkileyen faktörleri açıklamak.

GİRİŞ

Yolların projelendirilmesinde trafik kompozisyonunu etkileyen çeşitli faktörler vardır. Trafik hacmini oluşturan taşıtların fiziki özellikleri ve seyir hızları trafik akışına etki etmektedir. Bu nedenle taşıtların kullandığı kavşaklar, bağlantı yolları, alt geçitler, üst geçitler ve yol sanat yapılarının boyutsal özellikleri trafik kompozisyonunu etkileyen faktörler olarak karşımıza çıkar.

Trafik hacmini teşkil eden araçların ağırlığı, genişliği, hızı gibi özel durumlar trafik işleyişine etki eden unsurlardandır. Bu etkiler, yolun eğimine ve yoldaki geçiş mesafelerinin mevcudiyetine bağlı olarak değişmektedir.

Boyut ve ağırlıklarına göre trafik işleyişini etkileyen taşıtlar;

- Hafif taşıtlar (otomobil, jip vb.)
- Ağır taşıtlar (kamyon, otobüs, treyler vb.)

Ülkemizdeki projelerin trafik kompozisyonu, yaklaşık %50'si ağır taşıt olduğu kabul edilerek hazırlanmaktadır.

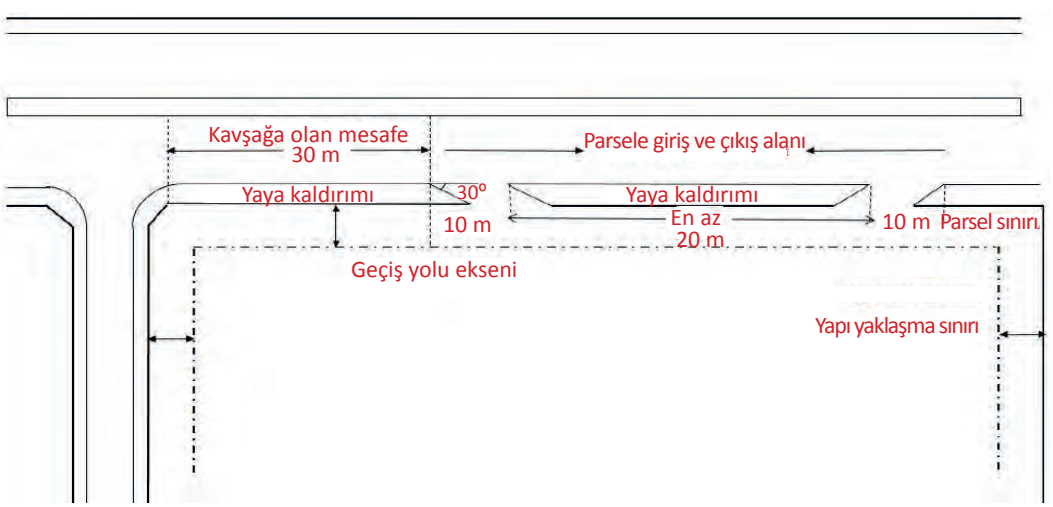
2.5.1. Trafik Kompozisyonu Planlama İlkeleri

Yol projelerinde trafik kompozisyonu belirlenirken dikkat edilmesi gereken yolun hizmet edeceği taşıtların tiplerinin tahmin edilmesidir. Trafik kompozisyonu planlamasında taşıtların ağırlık ve tipine göre kavşak ve bağlantı yollarının planlaması, alt ve üst geçitlerin yerleri, yol sanat yapılarının yerleri ve boyutlarının belirlenmesi en önemli ilkelerdir.

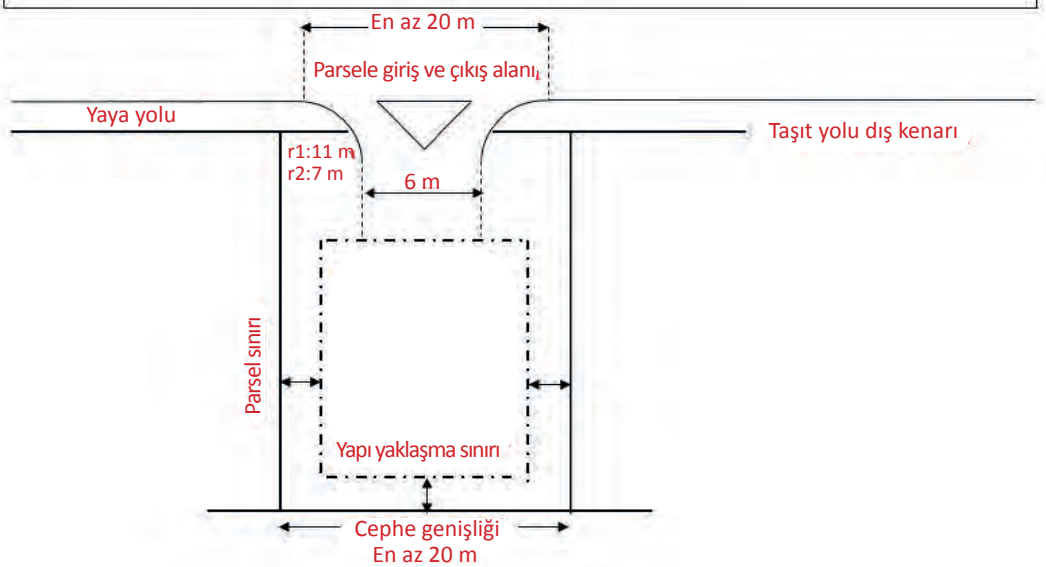
2.5.2. Kavşak ve Bağlantı Yolları Planlaması

İki veya daha fazla karayolunun kesişmesi veya birleşmesi sonucu oluşan ortak alanlara **kavşak** denir. Kavşaklar planlanırken kavşak mesafeleri, ara parsel giriş-çıkışları ve ara parsel mesafelerinin belirlenmesi gerekir.

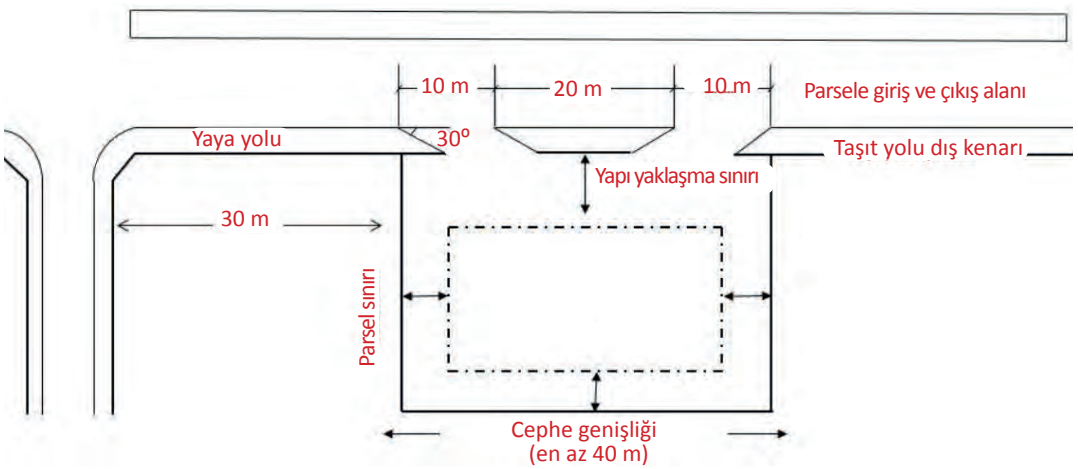
Bu mesafeler trafiğin kaza riskini en aza indirecek şekilde belirlenir (Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5).
Kavşak tipleri, geometrik durumlarına göre çeşitli şekillerde tasarlanmaktadır. Eğik kavşaklar, makas tipi makas olarak adlandırılır. Eğik kavşakların kolları arasındaki açı 70 dereceden küçüktür. Eğik kavşakta kollar arasındaki açı 70-105 derece arasında planlanırsa dik kavşak olarak adlandırılır. Üç kollu kavşaklarda iki kol arasındaki açı 70-105 derece arasında ise T tipi kavşaktır. Kollar arasındaki açı 70 dereceden küçük ise çatal tipi kavşak olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 2.3: Kavşak mesafesi örnek gösterimi



Şekil 2.4: Ara parsel giriş-çıkış örneği



Şekil 2.5: Ara parsel örneği

Kavşaklar trafik akışının az olduğu karayollarında hemzemin (eş düzey) veya trafik yoğunluğu fazla ya da tam erişme kontrollü yollarda farklı seviyeli (köprülü) kavşak olarak düzenlenmektedir.

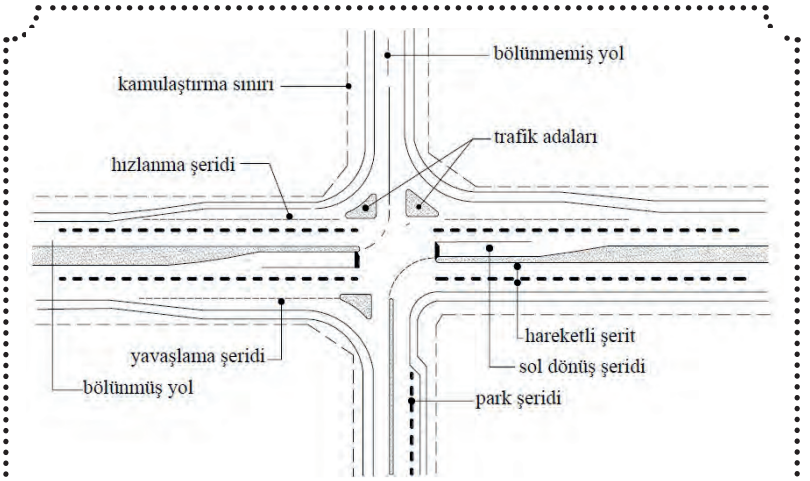
2.5.2.1. Hemzemin Kavşaklar

Hemzemin (eş düzey) kavşaklar; işletme, tesis ve geometrik durumlarına göre sınıflandırılmaktadır. İşletme durumuna göre; kontrolsüz kavşaklar, kontrollü kavşaklar (yol ver, dur, dönüş kısıtlaması içeren levhalar bulunduran kavşaklar), ışıklı (sinyalizasyonlu) kavşaklar olmak üzere üç şekilde sınıflandırılır.

Tesis durumuna göre; kanalize edilmemiş ve kanalize edilmiş olmak üzere iki türlüdür.

Kavşağın geometrik durumuna göre ise kavşak kol sayısı (üç, dört veya çok kollu) ve kol konumuna göre (T, Y, dik, çarpık, dönel, dönüş adası) sınıflandırılır.

Hemzemin kavşaklar, yukarıda belirtilen üç sınıflandırma dikkate alınarak tasarlanır. Hemzemin kavşaklarda ayrılma, yaklaşma, kesişme ve kuyruk çakışmaları oluşur. Bu hareketlerin varlığı nedeniyle karışıklık noktaları oluşur ve bunun sonucu olarak da kaza ihtimali artar. Çakışma noktaları sayıları; kavşak kol sayısına, trafik kontrol sisteminin tipine, sol veya sağ dönüş kısıtlarına, şerit sayısına, kavşak geometrisine bağlı olarak değişmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Hemzemin kavşak

Kontrolsüz Kavşak

İlk geçiş hakkının kime ait olduğu yatay ve dikey trafik işaret ve levhalarıyla belirlenmeyen kavşak türlerine **kontrolsüz kavşak** denir. Başka bir deyişle birden fazla kesişen yolun birbirine üstünlüğü olmayan eş düzey (hemzemin) yolların kesiştiği kavşaklardır.

Kontrolsüz kavşaklarda herhangi bir trafik işaret ve levhası bulunmaz. İlk geçiş hakkı yolun sağından gelen araca aittir. Dönüş yapan sürücüler düz giden araçlara yol vermek zorundadır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Kontrolsüz kavşak

Motorsuz araç sürücüleri, motorlu araç sürücülerine ilk geçiş hakkını vermelidir. Cadde veya sokak olarak herhangi bir ayrım söz konusu değildir, sağ-sol kuralı geçerlidir. Sağdan gelen araçlar kavşağa yaklaşırken yavaşlamak zorundadır.

Kontrollü Kavşak

Kavşak kollarının birbirine üstünlüğü olan yolların kesişimine **kontrollü kavşak** denir. Hangi yolun ana yol, hangi yolun tali yol olduğu trafik işaret ve levhalarıyla belirlenen yolların kesişmesi ile oluşan kavşaklardır.
Kontrollü kavşaklarda:

- Kesişen yolların birbirine üstünlüğü işaretlerle belirlenir.
- Genel olarak ana yol, tali yol, dur ve yol ver levhaları kullanılır.
- Ana yoldan gelen sürücüler kavşağa yaklaşırken yavaşlamalıdır.
- Tali yoldan gelen sürücülerin ana yoldan gelen sürücülere ilk geçiş hakkını vermelidir.

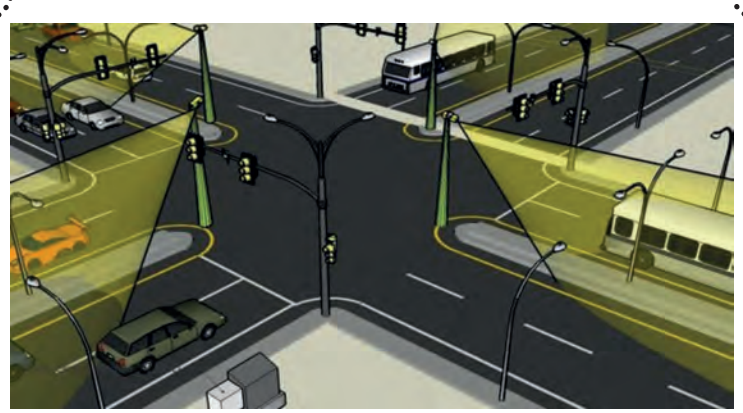
Trafik Işıklı ve Akıllı Kavşaklar



Şekil 2.8: Trafik ışıklı kavşak

Birden fazla karayolunun kesiştiği noktaların ışıklı sinyalizasyon sistemleri ile donatılmasına trafik ışıklı **akıllı kavşak** denir. Trafik ışıklı kavşaklarda uyulması zorunlu trafik ışık kuralları aşağıda verilmiştir (Şekil 2.8).

- Kırmızı ışık: Dur
- Sarı ışık: Hazırlan
- Yeşil ışık: Geç



Şekil 2.9: Akıllı sinyalizasyonlu kavşak

Akıllı kavşaklar trafik yoğunluğuna göre yönetilir. Sinyal süreleri optimize edilerek yoğun kollara daha uzun süre geçiş hakkı sağlanarak kavşak kapasite kullanımı arttırılır. Akıllı kavşaklarda araçların trafikte bekleme süreleri alt düzeye çekilerek hem yakıt tasarrufu sağlanır hem de karbon emisyonu salınımı azaltılarak çevrenin korunmasına katkı sağlanır (Şekil 2.9).

Üç Yönlü T Kavşaklar: İki farklı karayolunun T şeklinde kesişmesi ile oluşturulan kavşaklara **T kavşak** denir.

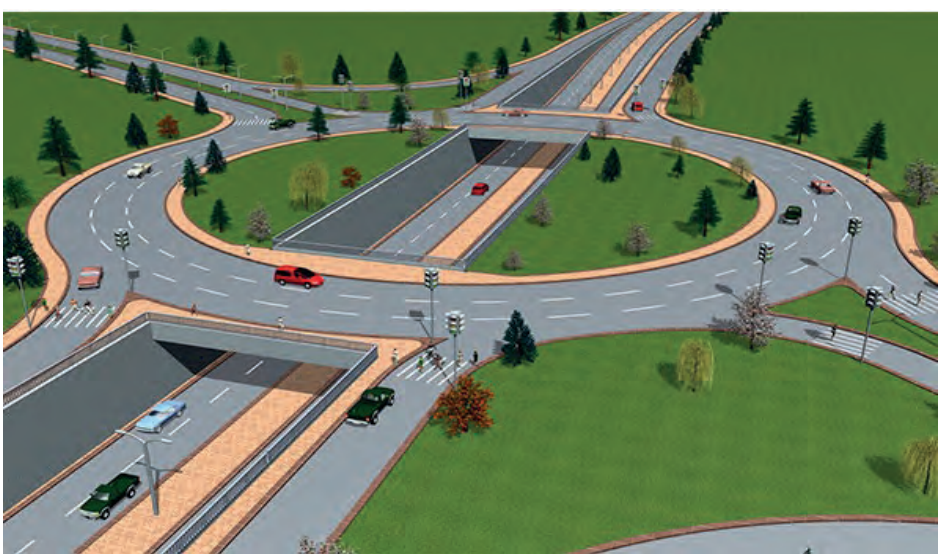
Üç Yönlü Y Kavşaklar: En fazla iki karayolunun Y şeklinde kesişecek şekilde oluşturulan kavşaklara **üç yönlü Y kavşak** denir.

Dönüş yapmak isteyen yola katılım sağlayacak araç sürücüsü, düz seyirle yoluna devam eden araç sürücülerine ilk geçiş hakkını vermek zorundadır. Genelde bu tarz yerlerde dönüş yapmak isteyen sürücülerin yola aniden dikkatsizce çıkmaları sonucu trafik kazaları olur.

Dönel Kavşaklar: Göbekli kavşak olarak da adlandırılan araçların yön değiştirirken dönüş yapmaları için oluşturulan adalara **dönel kavşak** denir. Trafik hacminin 5000 araç/saat'ten az olması ve kavşağa kollardan giren trafik hacmi ile göbek etrafındaki trafik hacmi arasında çok büyük fark olmaması hâlinde dönel kavşakların planlanması daha uygundur (Şekil 2.10).

Dönel kavşaklarda uyarı levhalarına uymak, ilk geçiş hakkını kavşak adası içerisinde yer alan araca vermek, kavşak adası içerisinde bulunan araçların ise kavşakta hızlarını azaltarak geçmeleri genel kurallardır.

Yol ver levhası, yol kesiminde yavaşlayarak yol verilmesi için kullanılmaktadır. Dönel kavşak adası içerisinde bulunan araca yol vermeyi gerektiren bir diğer levha ise dönel kavşak levhasıdır.



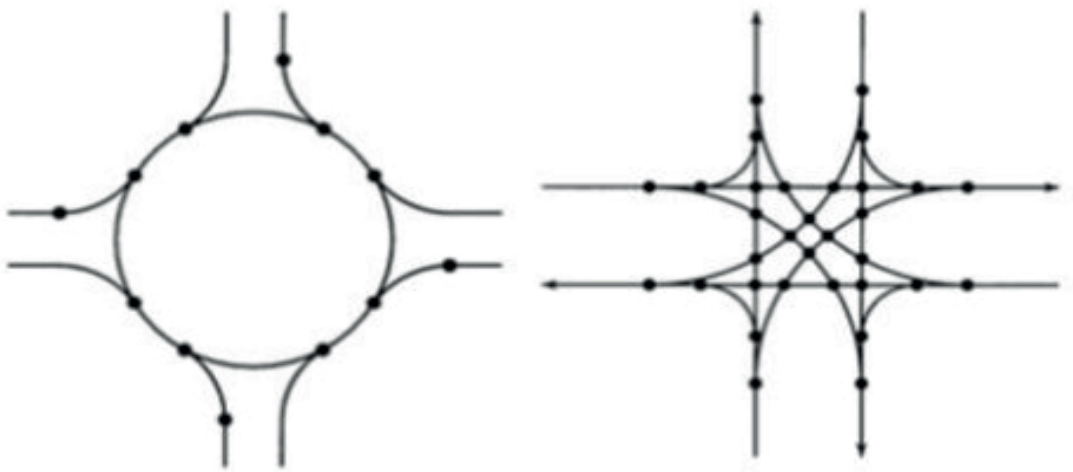
Şekil 2.10: Dönel kavşak tasarımı

Dönel kavşaklardaki düşük işletim hızları, kaza sayısının ve şiddetin azalmasını sağlar. Bu nedenle dönel kavşaklar, geleneksel kavşak türlerine oranla ölümlü ve yaralanmalı kaza oranlarındaki düşüklük, sinyalizasyon sürelerinden doğan gecikme ve kuyruk olma durumunu azaltması, araçların dur-kalk kaynaklı yakıt tüketiminde ve buna bağlı olarak hava kirliliğinde azalma gibi avantajları nedenlerinden dolayı tercih edilir.

Hemzemin kavşaklarla kıyaslandığında, çakışmaları azaltması ya da ortadan kaldırması

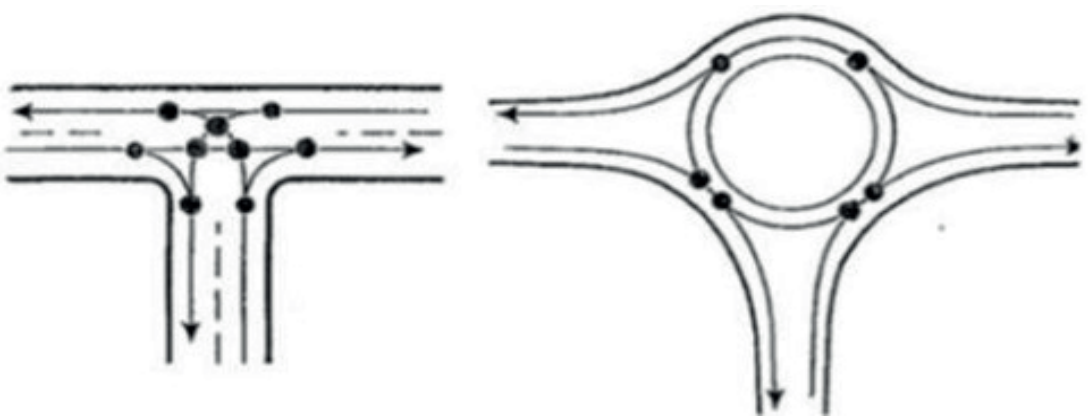
ve kavşak giriş-çıkışlarında araç hızlarının düşürülmesini sağlaması gibi özellikleri dönel kavşakları güvenlik bakımından üstün kılar.

Dönel kavşaklarda yer alan merkezi adalar geleneksel kavşaklara göre meydana gelen çakışmaları azalttığından güvenlik açısından üstünlükler sağlar. Şekil 2.11'de görüldüğü gibi dönel kavşaklarda kullanılan merkezi adaların, sinyalizasyon olmayan dört kollu geleneksel hemzemin kavşaklardaki olası 32 adet çakışma noktasını 12'ye düşürdüğü görülmektedir.



Şekil 2.11: Dönel kavşak ile dört kollu hemzemin kavşak çakışma noktaları

Aşağıda görüldüğü gibi dönel kavşaklarda kullanılan merkezi adaların, sinyalizasyon olmayan üç kollu kavşaklarda çakışma sayısını 9'dan 6'ya düşürerek yol güvenliğini önemli ölçüde arttırdığı görülmektedir (Şekil 2.12).

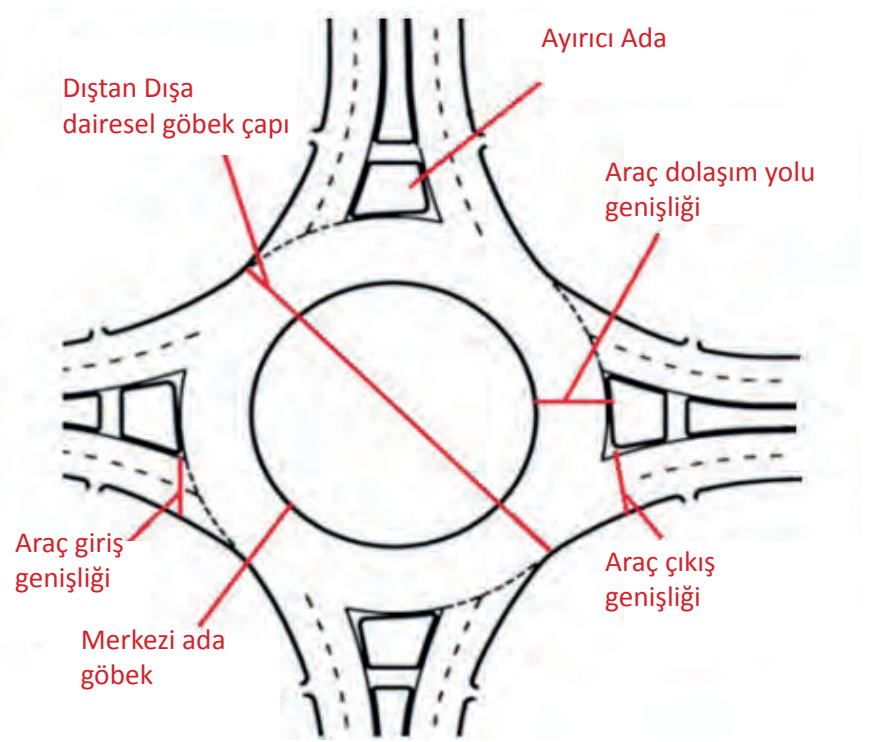


Şekil 2.12: Dönel kavşak ile üç kollu kavşak çakışma noktaları

ETKİNLİK

- **Sinyalizasyon olmayan dört kollu geleneksel hemzemin bir kavşakta olası meydana gelebilecek 16 çakışma noktasının dönel bir kavşak olarak planlanması durumunda çakışma sayısını belirleyiniz. Dönel kavşağın krokisini çiziniz ve üzerinde çakışma noktalarını gösteriniz.**

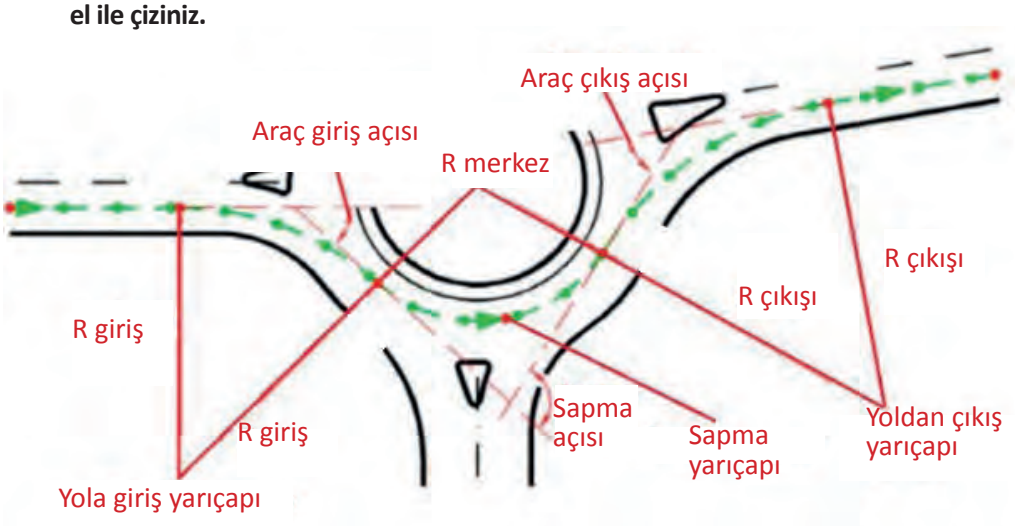
- **Dönel kavşaklar planlanırken kullanılan geometrik elemanlar, Şekil 2.13'te görülmektedir.**



Şekil 2.13: Dönel kavşak geometrik elemanları

ETKİNLİK

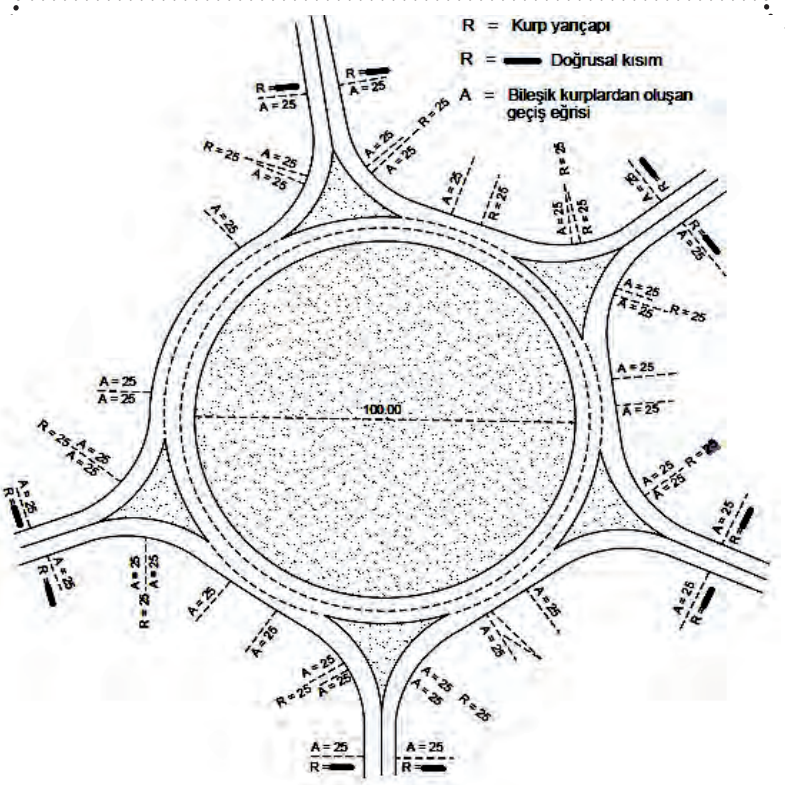
- **Şekil 2.14' te verilen dönel kavşak ve geometrik elemanları çizim krokisini serbest el ile çiziniz.**



Şekil 2.14: Dönel kavşak geometrik elemanları

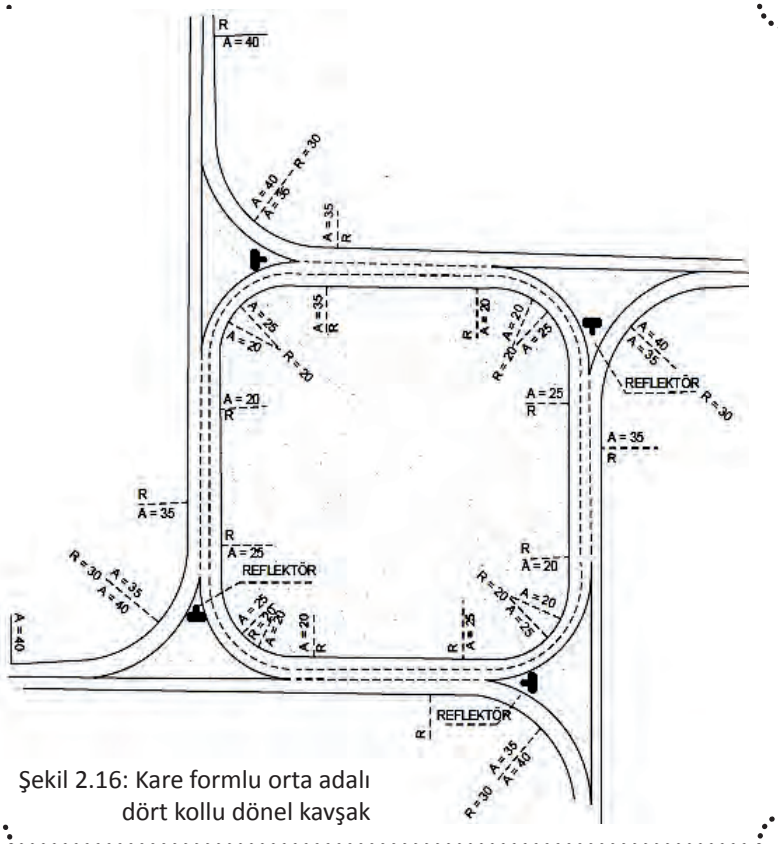
Dönüş Adası Kavşağı: İlk geçiş hakkından bağımsız olarak sürücülerin sadece dönüşlerine imkân tanımak için yapılan göbek ya da adalara **dönüş adası kavşağı** denir. Dönüş adası ve dönel kavşak arasındaki farklar aşağıda sıralanmıştır.

- Her ne kadar araç sürücülerinin dönüşlerine imkân tanıyan bir ada da olsa dönel kavşak levhası yok ise ilk geçiş hakkının sağdan gelen araca verilmesi gerekir.
- Bir diğer fark ise trafik levhalarıdır. Dönüş adasında dönel kavşak levhası yok ise dönel kavşak kuralları geçersiz sayılır.
- Ada içerisindeki araç sürücüleri bekleyerek ilk geçiş hakkını vermek zorundadırlar.



Şekil 2.15: Değişken kurplardan oluşan geçiş eğrili dönel kavşak

Bu kavşaklarda **dur** levhası trafik kazası riskini en aza çekmek için kullanılır. Ancak dönüş adalarında **dur** işaretinin kullanılması zorunlu değildir. Kara nokta olarak belirlenen trafik kazalarının çok yaşandığı noktalarda sürücüleri uyarmak ve daha dikkatli olmalarını sağlamak amacıyla kullanılır (Şekil 2.15, Şekil 2.16).



Şekil 2.16: Kare formlu orta adalı dört kollu dönel kavşak

2.5.2.2. Köprülü Kavşaklar

Özellikle ülkemizde son dönemde sıkça görülmeye başlanan kavşak türüdür. Bir yönden gelen trafik akımının, farklı yönlerden gelen akımla kesilmemesi için tasarlanmış olan yapılara **köprülü kavşak** denir. Köprülü kavşaklarda sabit kurallar yoktur. Yolun ve trafik akışının yoğunluğuna göre farklı trafik işaret ve levhalarıyla kurallar belirlenir.

Köprülü kavşaklar; yonca yaprağı (tam ve yarım), dönel, trompet, baklava (diamond), yönsel ve tek nokta şehir içi köprülü kavşaklar olarak sınıflandırılır.

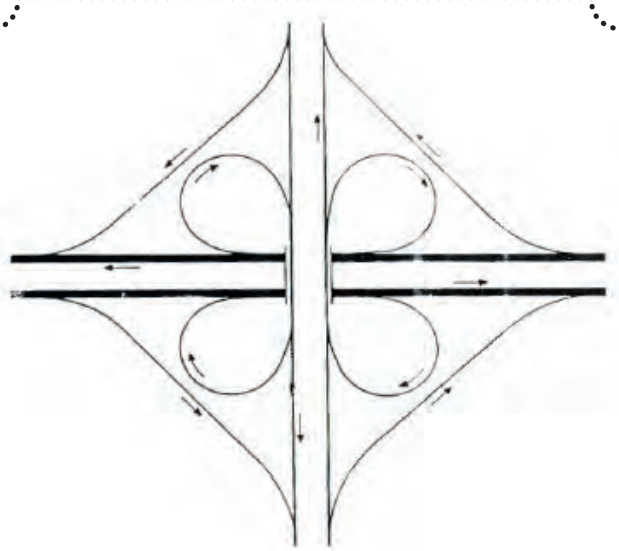
Yukarıda belirtilen sınıflandırmalar doğrultusunda kavşağın geometrisi, kol sayısı, kavşak alanı için kamulaştırma şartları, eğim, topoğrafya, estetik, kontrol tesisleri, kollardaki trafik hacmi, sağa/sola dönüşlerdeki trafik hacmi gibi durumlara göre kavşak tipleri tasarlanır.

Tam ve Yarım Yonca Kavşaklar: Trafik ışıklarının bulunmadığı, mimari olarak trafik ışıklarına gerek kalmayacak ve akıcı olacak şekilde planlanan ve üstten bakıldığında dört yapraklı yoncayı andıran köprülü kavşaklara **tam yonca kavşak** denilmektedir.

Dört kollu kesişmelerde ve sola dönüşler için rampaların uygulandığı köprülü kavşak tipidir. Tam yonca yaprağı köprülü kavşakların hepsi dört çeyrek daireli dönüş rampasına sahiptir. Diğerleri ise yarım yonca yaprağı şeklindedir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17: Tam yonca yaprağı köprülü kavşak tasarımı

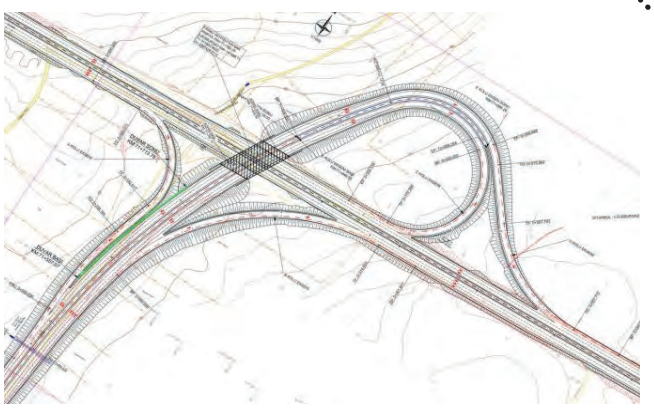


Şekil 2.18: Tam yonca yaprağı köprülü kavşak hareket yönleri

Sürekli hareket sağlaması, yanlış manevra riski taşımaması, fonksiyonel olması, emniyetli ve estetik olması açısından avantajlı; diğer taraftan geniş alana yayılması, kamulaştırma ve inşa maliyetinin fazla olması, dönüş yarıçapları değerinin de düşük olması gibi dezavantajları bulunur.

Yarım yonca yaprağı köprülü kavşak, iki çeyrek daire ihtiva eden rampaya sahiptir. Sağa dönüşlerin yasaklandığı yerler için uygundur. Sola dönüş hareketinin büyük yol üzerinde çeyrek daire rampasıyla sağlandığı ve küçük yoldan ana yola acil çıkışların gerekli olmadığı yerlerde kullanılması en büyük avantajıdır (Şekil 2.17 ve Şekil 2.18).

Trompet (T) veya Y Köprülü Kavşaklar: Köprülü kavşaklar sık sık devam eden karayollarının birbirini kestiği kısımlarda düşünülür. Bununla birlikte sadece üç kollu yolun kesiştiği noktalarda T veya Y kavşağı uygulamaları da vardır. Bu kavşak tipleri, karayolunun otoyola bağlantılı olduğu yüksek yoğunluklu yerlerde veya tali yolların karayoluna bağlandığı daha düşük yoğunluklu yerlerde kullanılabilir (Şekil 2.19, Şekil 2.20).

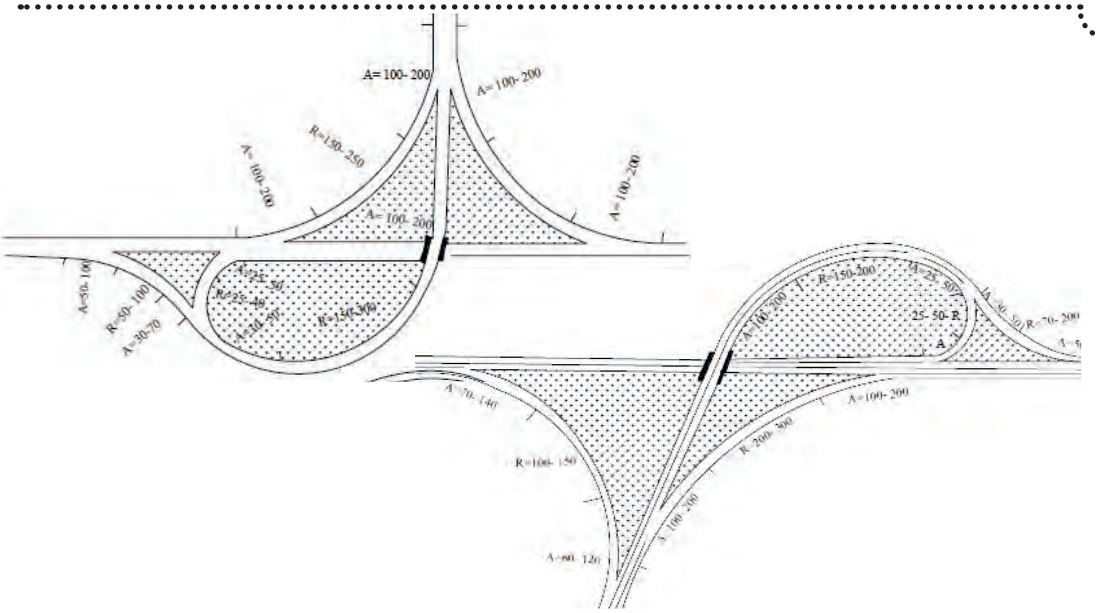


Şekil 2.19: Trompet köprülü kavşak tasarımı



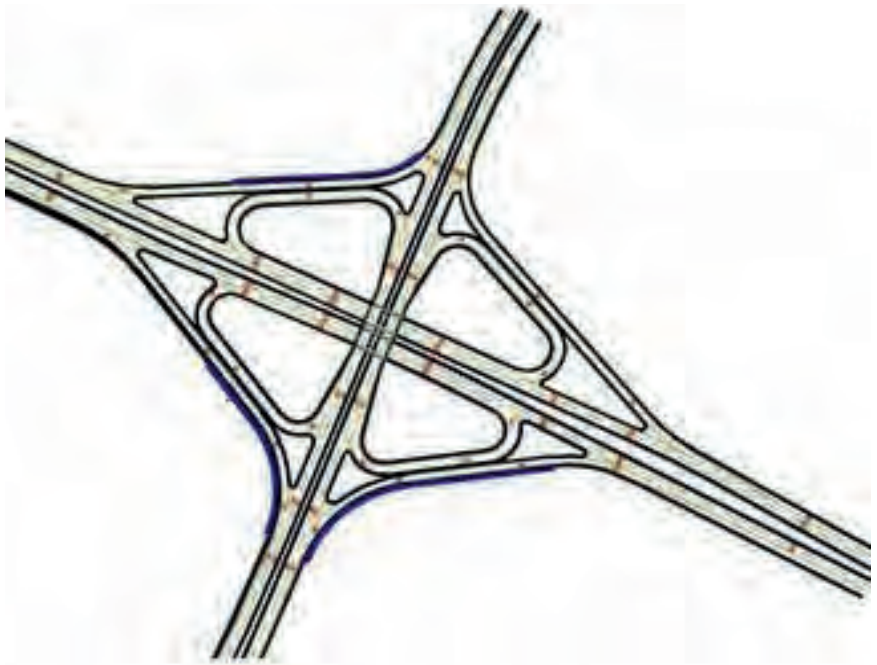
Şekil 2.20: Trompet köprülü kavşak hareket yönleri

Bir trompet köprülü kavşak, karayolunun otoyola veya daha önemli bir anayola bağlandığı yerde kullanılabilir. Ama gelecekte kavşak kısmının genişlemesi öngörülüyorsa bu kavşak tipi kullanılmamalıdır (Şekil 2.21).

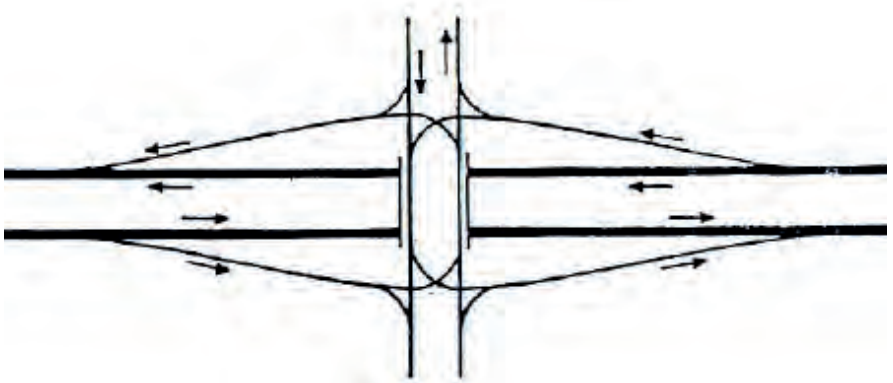


Şekil 2.21:Trompet kavşak örnekleri

Baklava (Diamond) Köprülü Kavşak: Baklava tipi köprülü kavşaklar, en az pahalı, en genel tipteki en basit kavşaklardır. Bu kavşağın kapasitesi kavşağa gelen rampaların kapasitesiyle sınırlıdır. Rampa giriş kapasitesi anayoldaki trafik hacmiyle sınırlanabilir.
Yeterli görüş mesafesi sağlanabilir ve dönüş manevraları karışık değildir. Az yol hakkı gerekir. Ana yoldan tüm çıkışlar, kavşağa ulaşmadan önce yapılır. Sola dönüş manevralarının uzunluğu azdır. Gelecekte daha büyük olacak rampa kapasitesine olanak sağlar (Şekil 2.22, Şekil 2.23).



Şekil 2.22: Baklava (diamond) köprülü kavşak tasarımı



Şekil 2.23: Baklava (diamond) köprülü kavşak hareket yönleri

Dönel Köprülü Kavşak: Dönel köprülü kavşaklar, hem yüksek seviyede trafik akışı hem de estetik olması nedeniyle uzun yıllardır kullanılan kavşak tipidir.

Diğer yollardan ana yola gelen ve diğer yönlere geçiş sağlamak için altta veya üstte yapılan dönel bir kavşak şeklinde tasarım yapılır. Dönel köprülü kavşaklar, trafik manevraları için geniş bir alana ve dönüş rampalarına sahip oldukları için genellikle şehir içi yollarda kullanılmaz.

Dönel köprülü kavşakların, birbirini kesen yolları ayırması ve onları kısa mesafeli farklı kotlarda düzenlemesi gibi avantajları vardır. Ana yoldan çıkan trafiğin dönel kısımda trafiğe katılması dezavantajıdır. Asıl ana yol, alt kısımdan geçer. Diğer yollar ise üst kısımda dönel kavşağa girer (Şekil 2.24).



Şekil 2.24: Dönel köprülü kavşak (yaya üst geçitli)

2.5.2.3. Kavşak Trafiğinde Araçların İlk Geçiş ve Geçiş Üstünlüğü Hakkı

İlk Geçiş Hakkı: Kavşağın yapısına ve trafik işaretlerine göre araç karşılaşmalarında trafik mevzuatlarına göre ilk geçecek olan araca verilen hakka **kavşakta ilk geçiş hakkı** denir.

Geçiş Üstünlüğü: Kavşağın yapısına, trafik ışıklarına ve işaretlerine bakılmaksızın araçlara verilen ilk geçiş hakkına **kavşakta geçiş üstünlüğü** denir.

Geçiş Üstünlüğüne Sahip Araçlar: Yaralı ve acil hasta taşıyan ambulanslar, organ nakil araçları, itfaiye araçları, suçlu veya sanık taşıyan araçlar, trafik polisleri, yolun yapımından sorumlu kurumun araçları, afet ve acil durum araçlarıdır.

UYARI

Geçiş üstünlüğüne sahip araçlarla karşılaştığınızda geçiş üstünlüğü hakları olduğunu unutmayınız!

2.5.3. Alt ve Üst Geçit Yerleri ve Planlaması

Bir yolun iki yanını, basamaklarla yükseltilmiş bir bağlantı ile birleştiren ve yayaların yoldaki taşıt trafiğinin çekinceleriyle karşılaşmaksızın karşıdan karşıya geçmelerini sağlamak için tasarlanarak yapılan yapı veya yola **üst geçit** denir. Karayolunun altından diğer bir karayolunun veya demiryolunun geçilmesini sağlamak için tasarlanarak yapılan yapılara **alt geçit** denir.

Alt ve üst geçitler, karayolunun trafik akımını kesintiye uğratmamak amacıyla karayolunun uygun görülen yerlerine planlanarak inşa edilir. Alt ve üst geçit planları tasarlanırken rampa, merdiven, geçit yolu; dayanıklılık, konfor, estetiklik, aydınlatma gibi unsurlar ön planda tutulmalıdır. Alt ve üst geçitlerde, çevre müsait ise merdiven yerine eğimi %8'i geçmeyen rampalar yapılmalıdır. Yaya üst geçidinde erişim mümkün olan en kısa ve en rahat şekilde yapılmalı, uzun ve dolambaçlı rampa veya merdivenlerden kaçınılmalıdır. Engelliler ve tüm yayaların kullanımına uygun rampa yapılamasına dikkat edilmelidir.

Yaya üst geçit tasarımları güvenli, rahat, konforlu, dayanıklı ve sağlam olmalıdır. Özellikle korkuluklar, yükseklik fobisi olabilecek kullanıcılar da düşünülerek yapılmalıdır. Korkuluk standartları 100 cm'nin altında olmalıdır. Yaya üst geçidi üzerinde tedirginlik hissi duyulmamalıdır. Yaya üst geçit tasarımlarında gece aydınlatmaları dikkate alınması gereken önemli bir detaydır. Gece aydınlatmaları estetik olmalı ve kentin önemli noktalarında vurgu etkisi oluşturabilmelidir (Resim 2.1).



Resim 2.1: Bitkisel tasarım ile yeşil koridorlu doğal görünüm sağlanan yaya üst geçit örneği

Yaya üst geçitleri tasarımında farklı ve özgün tasarımların oluşmasında form, renk, doku, malzeme gibi tasarım ögeleri etkili olmaktadır. Yaya üst geçitlerine, özgün tasarımlarla ana işlevinin yanında, manzara seyretme, oturma, dinlenme gibi farklı işlevsel etkinlikler de yüklenebilir. Bitkisel materyallerin yanında estetik objeler ve süs ögeleri de kullanılabilir (Resim 2.2, Resim 2.3).



Resim 2.2: Farklı form, doku, renk ve malzeme kullanılan yaya üst geçit örneği



Resim 2.3: Farklı form, doku, renk ve malzeme kullanılan yaya üst geçit örneği

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Yol sanat yapıları boyutlarının belirlenmesinde rol alan etkenleri araştırınız.

2.5.4. Yol Sanat Yapılarının Yerleri ve Boyutları Planlaması

Karayollarında inşa edilen sanat yapıları tasarlanırken yol üzerindeki engellerin aşılması ve yolun korunması amaçlanmaktadır. Yol üzerindeki akarsu, vadi, tepe, dağ gibi engellerin aşılabilmesi için taş, kaya, beton, betonarme, çelik, farklı ham maddelerden üretilen kafes çubuk gibi malzemeler kullanılarak köprü, viyadük, tünel, menfez, büz, istinad duvarı gibi sanat yapıları inşa edilir. Köprü ve viyadük gibi büyük sanat yapılarının tasarımında birçok etken göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yapıların statik analizinin çok büyük önem taşımasının yanında, tasarım aşamasında hidrolojik ve hidrodinamik etkenler göz önüne alınmalıdır. Bu yapılarda statik analiz yapılırken yapıya etkiyen yükler analiz edilir ve bu yüklere göre yapının özellikleri belirlenir.

Büzler, suların ve taşkınların yol gövdesine zarar vermeden akışını sağlayan beton ya da plastik malzemeden genellikle daire kesitinde imal edilen ufak, yeraltı su kanallarıdır. Orman yollarında dolgu altında kullanılan beton büzlerin boyları 1,0 m ve çapları, akan su miktarına göre en dar olanı 0,40 m olmak üzere 0,60 m ve 0,80 m arasında değişir. Karayolları yapımında 1,0 m ve 1,20 m çapında büzlerden de yararlanılır. Beton büzler taşınmalarındaki güçlük nedeniyle 1,0 m'den daha uzun imal edilmemektedir. Zemin üzerine iyi oturması için alt kısımları tabanlı diğer bir ifade ile aynalı imal edilir.

Menfezler; büzlerin yeterli gelmediği hâllerde, suların ve taşkınların yol gövdesine zarar vermeden akıtılmalarını sağlayan ve genellikle toprak altına yapılan tesislerdir. Menfezler,

büzler gibi yol eksenine dik ya da verev biçimde yapılır. Açıklıkları Devlet Karayollarında en fazla 10,0 m, orman yollarında ise 6,0 m olarak alınmaktadır.

Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan akım abakları en fazla 3,0 m menfez açıklığına göre düzenlenmiştir. Bu nedenle menfez açıklıklarını en fazla 3,0 m olarak sınırlandırmak ve böylece akım abaklarından faydalanarak boyutlandırmak en uygun biçimidir. Menfezler; 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 yapılarıdır.

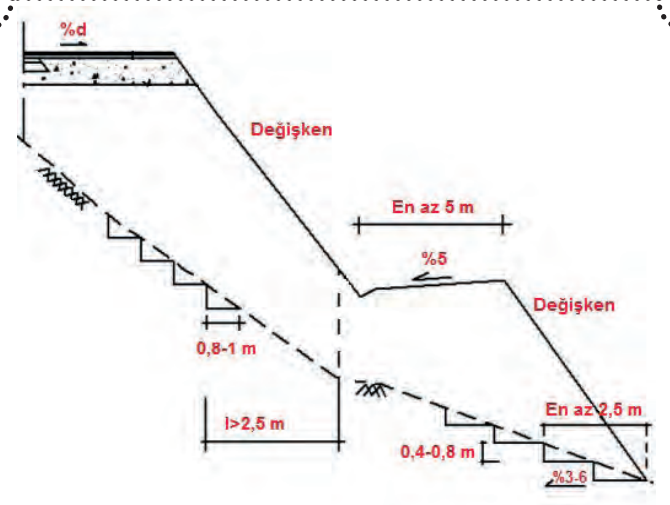
Yol gövdesi drenaj elemanlarıyla toplanan, yüzey ve yeraltı suları ile akışı yola doğru olan, doğal derelerle toplanan arazi sularının, yolun bağlantı yolu ve kavşak kollarının altından güvenli bir şekilde geçirilmesi için menfezler yapılır. Yapılan menfezlerin diğer drenaj elemanlarıyla uyumlu olacak şekilde projelendirilmesi gerekir.

Menfezler uygun boyutta tasarlanmaz ise drenaj sisteminin uygun bir biçimde çalışması mümkün olmaz. Tasarlanacak olan menfezlerin olması gerekenden daha küçük kesitli yapılması durumunda, aşırı yağışlardan sonra kuru dere yataklarında kabaran sular yol gövdesini aşarak yolun kapanmasına, yol dolgusunun erozyonuna veya dolgu ya da dolgu altındaki zeminin taşıma gücü ve/veya stabilitesinin azalmasına neden olmaktadır.

Menfezlerin boyutlarının yanında konumları da büyük önem taşır. Menfezler mevcut olan dere yatağıyla uyumlu olacak şekilde planlanmalıdır. Özellikle menfezlerin giriş ve çıkış ağızlarının mevcut dere yatağına uyumlu konumlandırılması gerekir. Menfez ve büzler dere doğal eğimine uymak şartı ile en az %2, en çok %12 eğimli olarak inşa edilmelidir.

Kenar hendeklerinde toplanan suları yolun karşı tarafına aktaran menfez ve büzler yol eksenine dik olmalıdır. Yol ekseni ile menfez ekseni arasında normal ve eğimli arazilerde sırasıyla 30º-40º açı yapacak şekilde konulmalıdır. Menfez ve büzlerin kullanıldığı yere göre boyutları değişmektedir.

Yol güzergâhı boyunca yola düşen yağışlar ile yola gelmesi muhtemel yüzey sularını almak ve yoldan uzaklaştırmak için inşa edilen sanat yapılarına **drenaj hendekleri** denir.



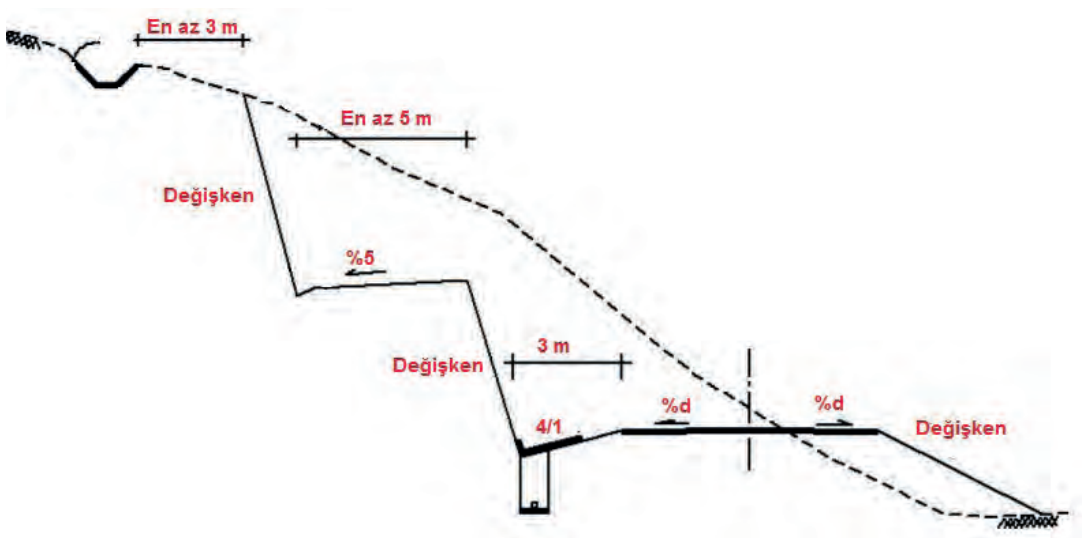
Şekil 2.25: Palyeli drenaj dolgu en kesiti (maksimum yükseklik 10 metre)

Drenaj hendekleri; kafa, şev dibi, yarma, palye ve orta refüj hendekleridir. Drenaj hendekleri, trapez, üçgen veya dikdörtgen kesitli beton kaplamalı veya kaplamasız, gerektiğinde kademeli tipte inşa edilir. Drenaj hendeklerinin yapımında genellikle taş ve beton kullanılmaktadır (Şekil 2.25).

Hendekler karayolu drenaj sistemlerinin en önemli bileşenlerinden biridir. Hendeklerin doğru olarak projelendirilmesi drenaj sisteminin kusursuz olarak işlemesini sağlar.

Temel olarak hendeklerin tasarımı iki aşamada yapılır. Birinci aşamada, taşınacak debiye bağlı olarak hendeğin kesiti belirlenir. İkinci aşamada hendekte herhangi bir aşınma riskinin olup olmadığı araştırılır ve eğer gerekiyorsa aşınmayı önlemek için kullanılabilecek önlemler belirlenir.

Hendekler, drenaj sisteminin birçok noktasında kullanılır. Örnek olarak kenar hendekleri, refüj hendekleri, palye hendekleri, kafa hendekleri, topuk hendekleri ve kademeli hendekler sıralanabilir. Temel olarak hendeklerin projelendirme prensipleri aynıdır. Temel hidrolik ilkeler kullanılarak hendeklerin boyutları ve kapasiteleri bulunur (Şekil 2.26).



Şekil 2.26: Palyeli drenaj yarma en kesiti (maksimum yükseklik 15 metre)

Karayollarında inşa edilen; ağırlık ve yarı ağırlıklı dayanak duvarları, betonarme-beton konsol perde duvarlar, kafes dayanak duvarları, gabyon dayanak duvarları, payandalı dayanak duvarları, toprakarme dayanak duvarları, diyafram dayanak duvarları, palplanş perde dayanak duvarlarının tasarımı diğer sanat yapılarında (köprü, viyadük, tünel mefez vb.) olduğu gibi inşaat mühendisleri tarafından yapılmaktadır.

Köprülerin, viyadüklerin, tünellerin, menfezlerin, büzlerin, istinad duvarlarının boyutları, konumları ve geometrik şekilleri inşa edilecek yer ve inşa yöntemine göre farklılıklar göstermektedir.

Yol sanat yapılarının yer ve boyut planlaması üst düzey beceri gerektiren uygulamalardır. Bu nedenle bu öğrenme biriminde yol sanat yapıları planlaması ile ilgili temel bilgi ve becerilere yönelik konulara değinilmiştir.

2.5.5. UYGULAMA: YOL PROJELERİNDE TRAFİK KOMPOZİSYONU BELİRLEME

Süre
Ders Saati:
10

UYGULAMA YAPRAĞI

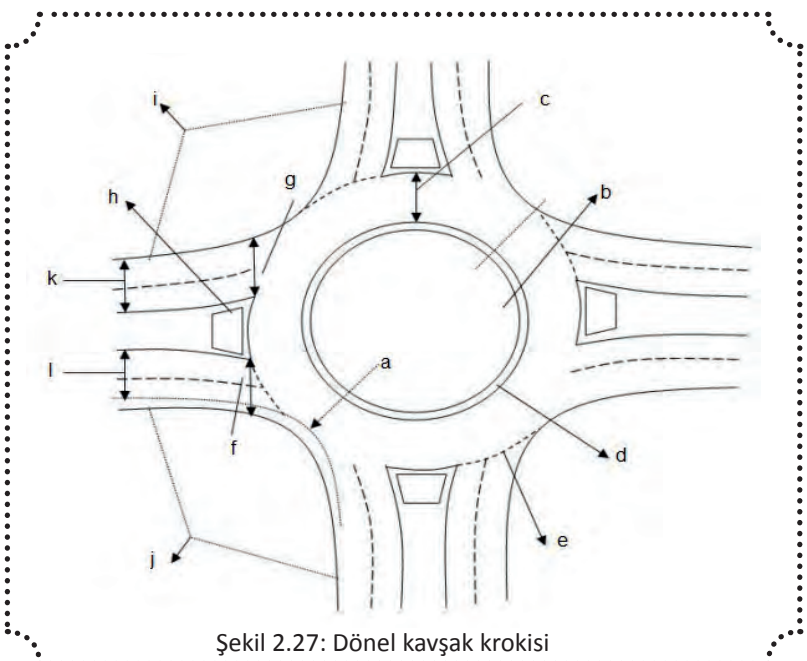
Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26157

Görev

Bu çalışmanın amacı trafik kompozisyonunu etkileyen dönel kavşakların kroki planını çizmek ve dönel kavşak geometrik elemanlarının adlarını yazmaktır. Bu doğrultuda size rehber olması amacı ile aşağıda işlem basamakları ve dönel kavşak plan-bağlantı yolları krokisi verilmiştir. Bu işlem basamaklarını ve Şekil 2.27'de verilen krokiyi dikkate alarak aşağıdaki görevleri öğretmeninizin gözetiminde yerine getiriniz.

- Şekil 2.27'de verilen dönel kavşağın plan krokisini çiziniz.
- Şekil 2.27'de harflerle gösterilen dönel kavşak geometrik elemanlarının adlarını çizim üzerinde yazarak gösteriniz.



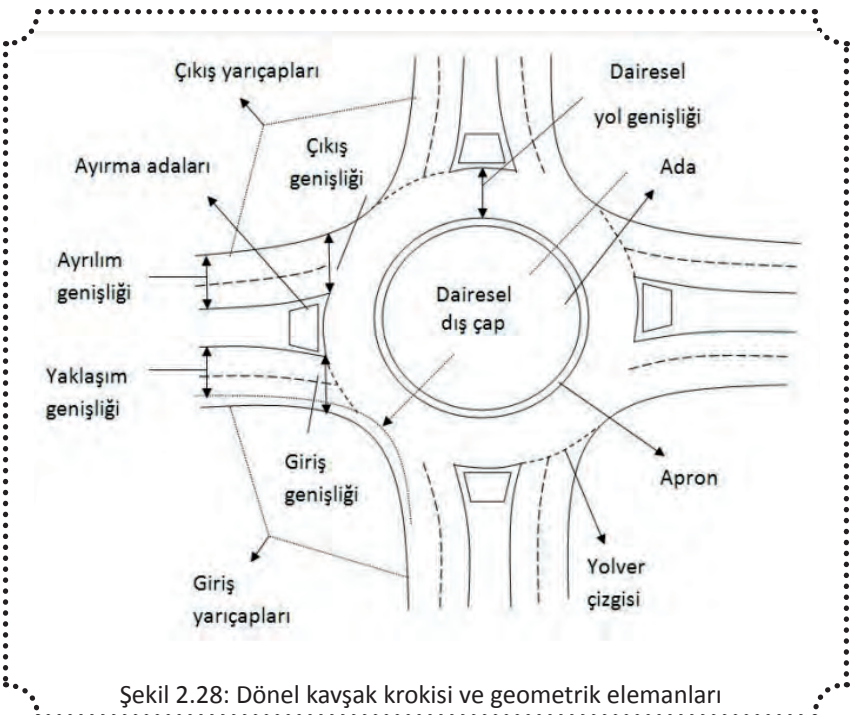
Şekil 2.27: Dönel kavşak krokisi

Yönerge

- Trafik kompozisyonunu etkileyen dönel kavşak plan krokisi çizimi ile ilgili işlem basamakları aşağıda verilmiştir. Anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Dönel kavşak krokisini oluşturan geometrik elemanları çizerken dikkatli olmalısınız.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen kontrol listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz.

Trafik Kompozisyonunu Etkileyen Kavşak Uygulaması İşlem Basamakları

- Dönel kavşak adası ve apron çizilir.
- Dönel kavşak dairesel çaplar çizilerek belirlenir.
- Giriş yarıçapları ve çıkış yarıçapları dairesel yol genişliğine dikkat edilerek çizilir.
- Ayırma adaları çizilir.
- Yol ver çizgileri, giriş ve çıkış yarıçapları merkezinde başlayacak şekilde ayırma adaları ile birleşecek şekilde kesikli çizgilerle çizilir.
- Giriş ve çıkış genişlikleri belirlenerek ayrılım ve yaklaşım genişlikleri çizilerek belirlenir.
- Ayrılım, yaklaşım genişliklerinin tam ortasından şerit çizgileri kesik çizgilerle çizilir.
- Dönel kavşak geometrik elemanları adları yazılır (Şekil 2.28).



Şekil 2.28: Dönel kavşak krokisi ve geometrik elemanları

Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	Dönel kavşak adasını ve apronu çizdiniz mi?		
2	Dönel kavşak dairesel çaplarını çizdiniz mi?		

3	Giriş yarıçapları ve çıkış yarıçapları, dairesel yol genişliğine dikkat ederek çizdiniz mi?		
4	Ayırma adalarını çizdiniz mi?		
5	Yol ver çizgileri giriş ve çıkış yarıçapları merkezinde başlatarak ayırma adaları ile birleşecek şekilde kesikli çizgilerle çizdiniz mi?		
6	Giriş ve çıkış genişliklerini belirleyerek ayrılım ve yaklaşım genişliklerini çizdiniz mi?		
7	Ayrılım, yaklaşım genişliklerinin tam ortasından şerit çizgilerini kesik çizgilerle çizdiniz mi?		
8	Dönel kavşak geometrik elemanlarının adlarını yazdınız mı?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, temizlik/düzen ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK/ DÜZEN	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	40	50	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

YOL GEOMETRİK KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE HESAPLANMASI



3. Öğrenme Birimi

KONULAR

- 3.1. KARAYOLU GEOMETRİSİ TESPİTİ, KARAYOLUNDA YATAY GÜZERGÂH TESPİTİ VE YATAY KURP HESABI
- 3.2. YATAY KURP HESAPLARI
- 3.3. DÜŞEY KURP VE DEVER HESAPLARI
- 3.4. DOLGU VE YARMA ALAN, HACİM HESAPLARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Karayolu geometrisi tespiti, karayolunda yatay güzergâh tespiti ve yatay kurp hesabını
- Karayolu geometrisi tespiti, yatay güzergâh tespiti ve yatay kurp hesapları uygulamasını
- Düşey kurp ve dever hesaplarını
- Düşey kurp ve dever hesapları uygulamasını
- Dolgu ve yarma alan, hacim hesaplarını ve uygulamasını

3. Öğrenme Birimi

3.1. KARAYOLU GEOMETRİSİ TESPİTİ, KARAYOLUNDA YATAY GÜZERGÂH TESPİTİ

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Okul gidiş gelişlerinizde kullandığınız karayolundaki alinyman ve kurpları inceleyiniz.

İncelediğiniz alinyman ve kurpların birleşim yerlerinin fotoğraflarını çekiniz ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.

AMAÇ

Karayolu geometrik standartları doğrultusunda yol karakteristiklerini belirlemek.

GİRİŞ

Karayolu tasarımında, yolun hizmet amaçlarını ve tasarımını etkileyen proje elemanları hakkında detaylı bilgiye sahip olmak gereklidir. Bir karayolu tasarımında; yol geometrik karakteristiklerinin belirlenmesi ile karayolunun tasarım amaçları, tasarım ölçütleri ve tasarım elemanlarının birbirleriyle olan etkileşimleri iç içe olan hususlardır. Karayolu tasarımında amaç; yol güvenliği, konfor, ekonomiklik, elverişlilik, çevresel kalite ve iyileştirebilme olanaklarını sağlamaktır.

Karayolu tasarımını etkileyen unsurlar; araç, sürücü (şoför), trafik, çevre, bileşik etki olarak sayılabilir. Karayolu geometrik tasarım elemanları ise görüş mesafesi, düşey konum, yatay konum, yol en ve boy kesiti, yol yapısal elemanları, yol işletme durumu, kaplama yüzeyi ve bileşik etki olarak sayılabilir.

Bir karayolunda güzergâh seçiminde; çevre etkileri, sosyo-ekonomik faktörler, zemin cinsi ve bölgenin topoğrafik yapısı gibi etkenlere bağlı olarak iki nokta arasında en ekonomik yol güzergâhı tespit edilmesine çalışılır. Güzergâh için belirlenen iki noktayı birleştiren çok sayıda seçenek vardır. Güzergâh seçiminde birçok faktörün birbiriyle ilişkili olduğu göz önünde bulundurulmaktadır.

Bir karayolunun projelendirmesinde hedef, iki noktayı birbirine bağlayan ve geometrik standartları önceden tanımlanmış bir güzergâhın en az maliyetle oluşturulmasıdır. Maliyeti düşük seviyelerde tutan bir karayolu güzergâhının oluşturulması, aslında bir optimizasyon sorunu olup karmaşık bir yapıya sahiptir.

Karayolu optimizasyonu (en uygun seçenek) zorunlulukları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Optimum güzergâh araştırmasının karmaşık bir coğrafi alanda yapılması
- Güzergâh maliyetlerinin kesin ve açık bir şekilde belirtilmesi
- Bütün önemli güzergâhların maliyet bileşenlerini kapsaması ve net bir şekilde belirtilmesi.
- Optimizasyon yöntemlerinin güzergâh maliyetlerini bulmak için geliştirilmesi

Optimizasyon yaklaşımı, karmaşık bir çalışma alanında birçok yerel uygunluğa sahip araştırmalar olan;

- Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) aracılığıyla gerçek haritalarda çalışmalar,
- Bir CBS veri tabanının, optimizasyon için gerekli bütün girdi verilerini ve haritaları elde etmek için kullanılması,
- Bir optimizasyon modeli, CBS arasındaki ilişkinin, otomatik bir şekilde optimizasyon sürecinin tamamında oluşturulması çalışmalarını kapsar.

Bir karayolu optimizasyon modelinin güzergâh değerlendirmesi; tek bir optimum güzergâh yerine uygun olan birkaç güzergâhın değerlendirilmesi, toprak işleri (yarma, dolgu) ve kamulaştırma maliyeti gibi çeşitli maliyet bileşenlerinin temel alınması, eğim ve eğrilik gibi çeşitli geometrik kısıtların ele alınmasını gerektirmektedir.

Gelişen teknoloji ve modellemeler ile karmaşık algoritmalar içeren karayolu optimizasyon sorunları bilgisayar ortamında kısa bir sürede çözüme kavuşturulabilmektedir. Yine eş zamanlı olarak karayolu yatay ve düşey alinyman optimizasyonu yapmak da mümkün hâle gelmiştir.

3.1.1. Karayolu Geometrisi Tespiti

Karayolu güzergâh geometrisinin tespitinde; güzergâh eğimi, görüş mesafesi, yatay konum, düşey konum, yatay ve düşey konum uyumu tasarım ilke ve ölçütleri ile ilgili etkenler dikkate alınır.

3.1.1.1. Karayolu Güzergâhı Arazi Eğimi ve Arazi Tipi Tespiti

Arazi yüzeyinin yatay düzlemle yaptığı açıya **eğim** denir. Eğim yüzde (%) olarak hesaplanırken 100 ile binde (‰) olarak hesaplanırken 1000 ile çarpılır.

Eğim = Yükseklik (m) x 100/Yatay Uzaklık bağıntısıyla hesaplanır.

Bir yol güzergâhının geçirilmesinde, noktalar arasındaki mesafe ve eğim değişimine göre çok sayıda seçenek ortaya çıkar. Bu seçenekler arasında; düz, dalgalı ve dağlık arazi şekillerine göre arazi tipi tespit edilir.

Hesap sonucu bulunan eğim değeri;

- **<%10 ise düz,**
- **%10-%15 ise dalgalı,**
- **>%15** ise dağlık olarak arazi tipi tespit edilir.

3.1.1.2. Karayollarında Görüş Mesafesi

Karayolunda seyir hâlinde olan motorlu taşıtların takip ettikleri yol hattı ve hızları, yeteneği ve deneyimleri farklı sürücülerin kontrolü altında olduğundan güvenlik ön

plandadır. Karayolu güvenliği sürücünün önüne seyir hâlindeyken beklenmeyen bir nesne çıkması sonucu nesneye çarpmadan durabilmesi için gereken duruş görüş mesafesi ile iki şeritli karayollarında önündeki taşıtı geçerken karşı şeridi çarpışma riski olmadan kullanabilmeleri için gerekli olan geçiş görüş mesafesi tasarım yapılırken dikkate alınmaktadır.

Duruş Görüş Mesafesi: Karayolu güvenliğini sağlamak için, sürücünün tehlikeyi fark edip durabilmesi için ihtiyaç duyduğu süre ve bu sürede taşıt hızına bağlı olarak frenleme anından durduğu ana kadar yol aldığı zorunlu mesafedir. Duruş görüş mesafesine, sürücünün reaksiyon süresi ile frenleme süresinin toplamıdır. Bu durum, aracın hızı ve sürücünün reaksiyon kabiliyeti ile doğru orantılıdır.

Geçiş Görüş Mesafesi: İki şeritli karayollarında, bir taşıtın diğer taşıtı güvenli bir şekilde geçebilmesi için gerekli olan minimum mesafedir. İki şeritli karayollarında geçiş olanaklarını arttırma yöntemleri, dağlık bölgelerdeki iki şeritli karayollarında taşıtların geçiş olanağını arttırmak için, karayolu tasarımında aşağıda belirtilenleri dikkate alarak geçiş şeridi, geçiş cebi, tırmanma şeridi uygulama olanakları araştırması yapmaları gereklidir.

Karayollarında; yatay ve düşey konum geçiş görüş mesafesi olanak sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Karayolu tasarımı, trafik hacmi kapasiteye yaklaştığında taşıtların geçiş olasılıklarını azaltacaktır. Bu durumda yolun hizmet seviyesindeki düşüş, projelendirme yapılırken dikkate alınmalıdır. Rampa boyunun kritik eğim boyunu aşması durumunda, tırmanma şeridi yapım seçeneği düşünülmelidir.

Geçiş Şeridi: İki şeritli karayollarında, geçiş bölgesinin arzu edilen sıklıkta sağlanması veya düşük hızlı ağır taşıtların trafiğe yaptığı müdahalenin ortadan kaldırılması amacıyla 3 veya 4 şerit genişliğinde inşa edilir.

Geçiş Cepleri: İki şeritli dağlık karayollarında yapılacak geçiş cepleri, ağaç, elektrik direkleri, telefon direkleri gibi sabit nesnelerin olmadığı ve yavaş hareket eden taşıtların yoldan dışa doğru çekilerek arkasındaki hızlı taşıtların geçmesine olanak sağlayacak şekilde genişletilmiş banketlerdir.

3.1.1.3. İki Şeritli Karayollarında Öndeki Taşıtı Emniyetle Geçme Mesafesi (Görüş Mesafesi) Tespiti

İki şeritli karayollarında bir aracın önündeki aracı güvenli bir şekilde geçebilmesi birçok etkene bağlıdır. Bu etkenler; aracın geçiş sırasında kat ettiği mesafeler, geçiş süreleri, hız ve hız değişimi oranları gibi etkenlerdir.

Bir aracın öndeki taşıtı emniyetle geçebilmesi için gerekli olan mesafe (d) tespitinde aşağıda belirtilen bağıntı kullanılır.

$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$ bağıntıda d_1= İntikal ve reaksiyon zamanında kat edilen mesafedir ve aşağıda verilen bağıntıyla hesaplanır.

$d_1 = 0{,}28.t_1 (V_1 - m + 0{,}8.a.t_1)$ bağıntıda;

t_1= İntikal ve reaksiyon zamanı (sn)
a= Hız değişim oranı (km/sa/sn)
V_1= Geçen taşıtın ortalama hızı
m= Geçen araç ile geçilen aracın hızları arasındaki fark (km/sa)

d_2= Geçme esnasında geçen aracın kat ettiği mesafedir ve aşağıda verilen bağıntıyla hesaplanır.

d_2= 0,28.V_1.t_2 bağıntıda; V_1= Geçen aracın ortalama hızı

t_2= Geçen aracın geçme esnasındaki sol şeridi işgal ettiği süresi(sn)

d_3= Geçiş manevrası sonunda geçen araçla karşıdan gelen araç arasındaki mesafe aşağıda verildiği gibi tespit edilir.

V= 48-64 km/sa için d_3= 30 m
V= 65-80 km/sa için d_3= 54 m
V= 81-96 km/sa için d_3= 90 m

d_4= Karşıdan gelen aracın (sollayan aracın sol şerit üzerinde işgal ettiği zamanın 2/3'ünde) kat ettiği mesafe

$d_4 = \frac{2}{3} d_2$ bağıntısıyla hesaplanır.

Bir karayolunda araçların intikal mesafesi (I) aşağıda verilen bağıntıyla tespit edilir.

I= 0,278.V.t bağıntısıyla hesaplanır. I= İntikal mesafesi (m)
t= İntikal (reaksiyon süresi) (sn)
V= Aracın hızı (km/sa)

PROBLEM: İki şeritli bir karayolunda 80 km/sa hızla ilerleyen aracın intikal süresi 3 sn'dir. Bu araç öndeki aracı geçerken sol şeridi 4 sn boyunca işgal etmektedir. Öndeki araç ise 70 km/sa hızla ilerlemektedir. Arkadaki araç, önündeki aracı 5 km/sa/sn hız değişimi ile geçmeye çalışmaktadır. Geçiş manevrası sırasında karşı yönde başka bir araç ilerlemektedir. Buna göre arkadaki aracın öndeki aracı emniyetle geçme mesafesini hesaplayınız.

ÇÖZÜM: d_1= 0,28.t_1(V_1-m+0,8.a.t_1)= 0,28x3(80-10+0,8x5x3) = 68,88 m

d_2= 0,28.V_2.t_2 = 0,28x80x4= 89,6 m

Geçiş manevrası bittiği anda öndeki aracı geçen araçla karşıdan gelen araç arasındaki mesafe aracın hızı 80 km/sa olduğundan d_3= 90 m alınır.

$d_4 = \frac{2}{3} d_2 = = \frac{2}{3}$ x89,6 = 59,73 m

Arkadaki aracın önündeki aracı emniyetle geçme mesafesi; d= d_1+d_2+d_3+d_4 bağıntısından d= 68,88+89,6+90+59,73

d= 308,21 m olarak bulunur.

Karayolu geometrisi tespiti ile ilgili karayolu yatay konum ve düşey konum projelendirmesi, doğruların ve some noktalarının tespiti, sıfır poligonu ve güzergâhların tespiti, yol güzergâhı, yatay ve düşey kurp tasarımı, yatay kurp hesapları, düşey kurp hesapları, dever hesapları, dolgu ve hacim hesapları bölümlerine ayrı başlıklar altında değinilecektir.

3.1.1.4. Karayolu Yatay Konum Geometrisinin Projelendirilmesinde Temel Kriterler

- Karayolu yatay konum geometrisinin projelendirilmesinde yolda sağlanması istenen proje hızı, yolun geçeceği arazinin topoğrafik yapısı, emniyet, estetik gibi belirleyici etkenler göz önünde bulundurulmalıdır.
- Karayolu için belirlenen proje hızına bağlı olarak tespit edilen minimum kurp yarıçapı ancak şartların zorladığı durumlarda kullanılmalıdır. Mümkün olduğunca büyük yarıçaplı kurplar tercih edilmelidir.
- Uzun alinymanların sonuna küçük yarıçaplı kurplar planlanmasından kaçınılmalıdır. Planlanması durumunda uzun alinymanda iyice hızlanma eğilimindeki bir taşıtın küçük yarıçaplı kurpta yoldan çıkma ve devrilme riski artacaktır.
- Yatay kurplar arasına çok uzun ve çok kısa kurplar konulmasından kaçınılmalıdır.
- Aynı yönde birbirini takip eden kurpların konulmasından kaçınılmalı, konulması gerekli ise aynı yöndeki kurplar arasındaki alinyman uzunluğu dikkate alınacak şekilde kurplar yerleştirilmelidir.
- Büyük yarıçaplı kurplardan küçük yarıçaplı kurplara aniden geçilmemelidir. Küçük yarıçaplı kurp konulacak yere ulaşılmadan önce kurp yarıçapları aşamalı olarak azaltılmalıdır.
- Keskin yatay kurpların olmaması için yatay eksenlerinin sapma açıları olabildiğince küçük tutulmaya çalışılmalıdır. Sapma açılarının küçük tutulması mümkün değil ise kurbun yarıçapı büyük seçilerek bu olumsuzluk olabildiğince giderilmeye çalışılmalıdır.
- Uzun ve özellikle yüksek dolguda geçen kesimlerinde keskin kurplar tasarlanmamalıdır. Keskin kurpların yapılması zorunlu ise güvenlik önlemleri alınması gerektiği belirtilmelidir.
- Kombine (farklı yarıçaplı) kurpların kullanımında dikkatli olunmalıdır.
- Yatay kurplar arasına çok uzun ve çok kısa alinymanların konulmasından kaçınılmalıdır. Genel bir kural olarak yollarda proje hızının 20 katından daha fazla uzunluğa sahip alinymanlar uzun, 6 katından daha az olan alinymanlar ise kısa olarak kabul edilmektedir.
- Uzun alinymanlarda sürücülerin hızlarını arttırması ve kısa alinymanlarda ise geçiş olanaklarının kısıtlanması nedenleriyle kaza riski yükselmektedir.
- Arazi topoğrafyasının da uygun olması şartıyla seçilecek yatay kurbun açık ve görüşü olmasına çalışılmalıdır. Art arda gelen açık ve kapalı yatay kurplardan kapalı olanları diğerlerine oranla mümkünse biraz daha büyük yarıçaplı olmalıdır.

3.1.1.5. Düşey Konum Geometrisinin Projelendirilmesinde Temel Kriterler

Düşey kurp üzerindeki noktaların yatay konumları yatay konumuna göre belirlenirken düşey konumları ise alinymanların kesiştikleri some noktasının düşey kurp üzerindeki iz düşümüne olan mesafesi ile ya da alinymanlar üzerindeki bir noktanın düşey kurp üzerindeki iz düşümüne olan mesafesinin yardımı ile hesaplanır. Düşey konum geometrisinin belirlenmesinde ana etken olan kırmızı hat belirlenmesinde Karayolları Genel Müdürlüğü aşağıdaki hususların göz önünde bulundurulması gerektiğine vurgu yapmaktadır.

- Yarma ve dolgu hacimleri dengeli olmalıdır.
- Yeraltı su seviyeleri göz önünde bulundurulmalıdır.
- Yol kotları, menfez ve/veya su kabarma seviyelerinin yeterince üzerinde olmalıdır.
- Düşey eksen çizgisi; yol, kavşak vb. bağlantı noktaları kotu ile uyumlu olmalıdır.

Düşey konum geometrisinin oluşturulmasında karayollarında sağlanması istenen ekonomik şartlar, drenaj, estetiklik, arazinin topoğrafik yapısı, yol güvenliği gibi faktörlerin yanında aşağıda belirtilen hususlar temel tasarım kriterleri olarak ele alınmasının gerekliliği üzerinde durulmaktadır.

- Yol geometrik standartlarında, yolun sınıfına göre tespit edilmiş olan maksimum boyuna eğim, göz önünde tutulmalıdır.
- Karayolunun tipine, sınıfına ve arazinin karakterine göre yavaş yavaş değişen yumuşak eğimler ile her zaman için sık sık kırılan kısa boydaki eğimler tercih edilmelidir.
- Aynı yönlü iki düşey kurp arasına kısa alinyman konulmasından kaçınılmalıdır. Konulması kaçınılmaz ise düşey kurbun boyu uzatılarak kırıklık giderilip yol güvenliği arttırılmalıdır.
- Kazılarda, gerekli drenajın sağlanmadığı kesimlerde düşey kurplardan kaçınılmalıdır.
- Sık sık değişen kısa uzunluktaki eğimler yerine arazi topoğrafyasına uyumlu eğriler tercih edilerek yol güvenliği açısından mümkün olduğunca düşük eğimlerin kullanılmasına çalışılmalıdır.
- Uzun iniş eğimli ve sürekli eğim değiştiren kırmızı hat güzergâhlarından yatay ve düşey konum geometrilerinin birlikte tasarlanmasındaki kriterler, bir yolun yatay ve düşey konum geometrisi birbirinden bağımsız olarak düşünülemez.

3.1.1.6. Yatay ve Düşey Konum Geometrilerinin Birlikte Projelendirilmesinde Temel Kriterler

Bir karayolunun yatay ve düşey konum geometrileri birbirinden bağımsız olarak planlanamaz. Yatay ve düşey konumun her ikisi de her zaman birbirini tamamladığından, her ikisinin uyumu birlikte düşünülmeden yapılan projelerde olumsuz durumlar ortaya çıkmasına neden olacaktır.

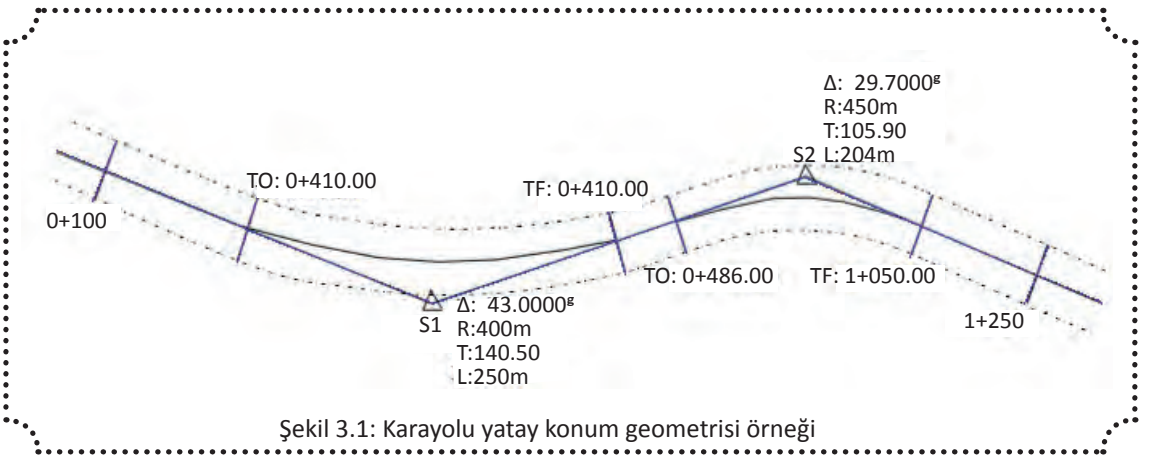
Karayolu plan ve profili, karayolunu oluşturan en önemli ve kalıcı proje unsurlarıdır. Bu nedenle yatay ve düşey konumun uygun birleşimi için aşağıda verilen genel kurallara uyulmalıdır.

- Büyük yarıçaplı yatay kurplarla, dik ve uzun kırmızı hatlar; yatık kırmızı hatlarla, küçük yarıçaplı yatay kurplar birlikte kullanılmamalıdır.
- Kapalı düşey kurplara veya yakınlarına keskin yatay kurplar oluşturulmamalıdır.
- Açık düşey kurbun en düşük kotuna veya yakınına keskin yatay kurplar oluşturulmamalıdır.
- Kavşaklara yaklaşırken araçların yavaşlama ve durma ihtiyaçları için yatay ve düşey kurplar mümkün olduğunca büyük yarıçaplı olmalı ve gerekli görüş mesafesi sağlanmalıdır.
- İki şeritli yollarda, emniyetli geçme mesafesinin gereksinimi gözden geçirilmelidir.
- Bölünmüş yollarda, proje ve sürüş avantajı sağlayacak ise değişken refüj genişlikleri

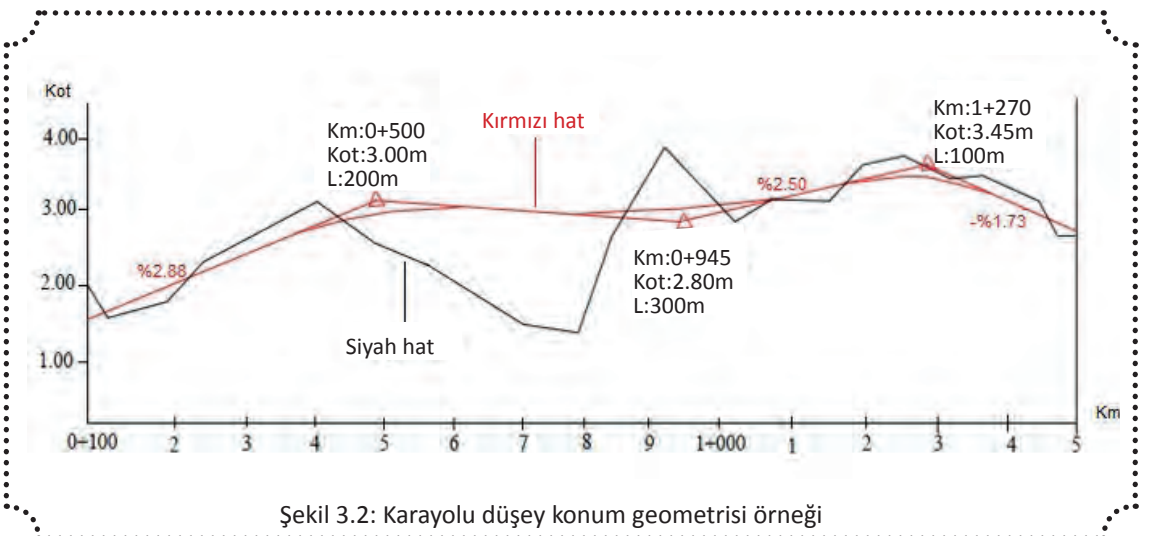
ve her iki istikamet için farklı yatay ve düşey eksen uygulaması yapmak mümkündür.

- Yatay kurp ile düşey kurp çakışmak zorunda ise her iki kurbun uzunluğu birbirine eşit, mümkünse kurp başlangıcı ile bitişi aynı noktada olmalı ve her ikisinin some noktası çakıştırılmalıdır.
- Yatay kurpların içinde düşey kurp uygulaması gerektiğinde, yol güvenliğine olan etkisinin incelenmesi koşuluyla, düşey ve yatay kurpların çakıştırılması genellikle daha iyi görünüm sağlamaktadır.
- Düşey tepe kurplarda yapılacak köprü yerleşimlerinde, köprü çıkışındaki yatay kurbun görünmesini engelleyen tasarımlardan kaçınılmalıdır. Bu şartlarda görüşü sağlamak amacıyla köprü yerleşiminin kurp içine alınması uygun olacaktır.

Karayolu yatay konum geometrisi Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1: Karayolu yatay konum geometrisi örneği



Şekil 3.2: Karayolu düşey konum geometrisi örneği

Yatay eksendeki konum geometrisini oluşturan alinymanlar ve kurplar üzerindeki noktaların konumları ve tanımları;

- Proje başlangıcına km, m ve cm olarak belirtilen mesafelendirme bilgileriyle (0+380.00, 8+945.60 gibi),
- Bölgesel ya da ülke genelinde tanımlanmış jeodezik koordinat değerleri (Y=445000, X=4825600 gibi) tanımlanır (Şekil 3.2).

Bu şekilde yatay konum geometrisi projelendirilmiş bir yol üzerindeki her nokta başlangıç mesafesi ve koordinat değerleri ile tanımlanmış olur. Alinymanların başlangıç ve bitiş noktalarına ait koordinat değerleri ile tanımlanması, alinyman üzerindeki tüm noktaların konumlarının tanımlanması için yeterlidir.

3.1.2. Karayolu Yatay Güzergâh Tespiti

Bir yol projesinin jeodezik anlamda yatay durumdaki biçimi, onun yatay konum geometrisi olup bu geometriyi tanımlayan çizimler o yolun yatay konum geometrisi ile ilgili grafik unsurlarını oluşturur. Bir yolun alinyman (doğru hat) ve kurp bölümleri; şerit, banket ve platform durumları bir yol projesinin yatay konum geometrisi ile ilgili grafik unsurlarını meydana getirir.

Yatay eksendeki konum geometrisini oluşturan alinymanları ve kurplar üzerindeki noktaların konumları ve tanımları; karayolu proje başlangıcına olan km, m ve cm olarak belirtilen mesafelendirme bilgileriyle mahallî veya ülke genelinde tanımlanmış jeodezik koordinat değerleri (Y= 295000, X=108500 vb.) belirlenerek tanımlanır.

Yatay eksen konum geometrisi projelendirilmiş bir karayolu üzerindeki her nokta başlangıca mesafe ve koordinat değerleri ile tanımlanır. Alinymanların başlangıç ve bitiş noktalarının koordinat değerleri ile tanımlanması, alinyman üzerindeki tüm noktaların konumların tanımlanmasını sağlayacaktır. Kurplarda ise kurbun daire, klothoid gibi geometrik türü ile bu geometriyi tanımlayan yarıçap ve sapma açısı gibi değerlerin bilinmesi gerekir.

Alinyman tasarımı yatay eksen elemanı olup karayolunun doğrusal kesimlerini oluşturur. Alinyman uzunluğunun fazla olması sürücülerin aşırı hız yapmasına neden olacaktır. Bu durum karşıdan gelen veya takip eden taşıtların hızının ve mesafelerinin belirlenmesini zorlaştırır.

Yine gece seyir hâlinde olan karşıdan gelen taşıt farları sürücünün konfor ve güvenliğini olumsuz yönde etkiler. Doğu-batı yönünde sabah güneş doğarken ve akşam güneş batarken sürücü güneş ışığından etkilenir. Sabit seyir şartları sürücüde dikkat dağınıklığına ve yorgunluğa neden olur. Bu durumlar, yeterli geçiş görüş mesafesinin sağlanmasını etkiler.

Alinyman-kurp-alinyman şeklinde yapılan karayollarında bağımsız alinyman uzunluğu sağlanamadığı için bu durum yol kapasitesinin düşmesine neden olur. Karayolu yatay eksen tasarımında bağımsız alinymanların oluşturulması konusunda hassas olunmalıdır. Gece seyir şartlarında far ışıklarından sürücünün etkilenmemesi için sabit eğimli alinymanların uzunluğu tasarım hızının 20 katını geçecek şekilde planlanmalıdır.

Yatay kurpta güvenlik ve konforun sağlanabilmesi için uygun dever tasarımı gereklidir. Yatay kurpta hareket eden taşıtlar, merkezkaç kuvvetinin etkisi ile dışa doğru savrulmaya zorlandıklarından, yapılacak uygun dever tasarımı ile savrulmanın güvenlik ve konfor üzerindeki olumsuz etkileri giderilir.

Maksimum Dever: Yatay kurptaki en fazla dever miktarı yol platformunun maksimum yanal eğimidir. Devlet yolları için kabul edilebilir en fazla dever eğim oranı %8 alınır. Kar ve donun etkili olduğu bölgelerde en fazla dever eğim oranı %6 alınır.

Rakordman Boyu: Kurpta dever uygulamasının konfor, güvenlik, drenaj ve estetik ihtiyaçlara cevap verebilmesi için alinymanda çatı eğimi ile başlayıp kurbun içinde belirli bir noktada maksimum devere ulaşacak şekilde aşamalı bir geçiş yapılmalıdır. Bu geçişin yapıldığı mesafeye **dever rakordman boyu** denir.

Kurp tasarımı taşıtların bir alinymandan diğer bir alinymana geçişlerinde, geçişin rahat ve düzgün olmasını sağlamak amacıyla alinymanlar arasına bir eğri yerleştirilir. Bu eğri "R" yarıçaplı bir dairesel kurp olabileceği gibi birkaç dairenin birleşimi ya da üçüncü dereceden eğrisel parabolik bir kurp olabilir.

Kurplarda; kurp dairesel yayı, klothoid gibi geometrik şekil ile bu geometriyi tanımlayan yarıçap ve sapma açısı gibi değerlerin bilinmesi gereklidir.

Klotoid: Büyük yol projelerinde alinyman ile kurp arasına yerleştirilen geçiş eğrisine **klotoid** denir. **$LxR = A^2$** bağıntısında bulunan parametreler kullanılarak tespit edilir. Bu bağıntıdaki; L geçiş eğrisi uzunluğu ile R kurp yarıçapının çarpımı, bir A sayısının karesine eşit olduğu kabul edilir. Eğer A=1 olarak alınırsa bu klotoid **birim klotoid** olarak adlandırılır.

Klotoid eğriliği K= 0'dan K= ∞'a giden ve sürekli doğrusal artan bir eğridir. Yarıçap ile gelişigüzel eğri uzunluğunun çarpımı her zaman sabittir. Yani LxR = sabit olur.

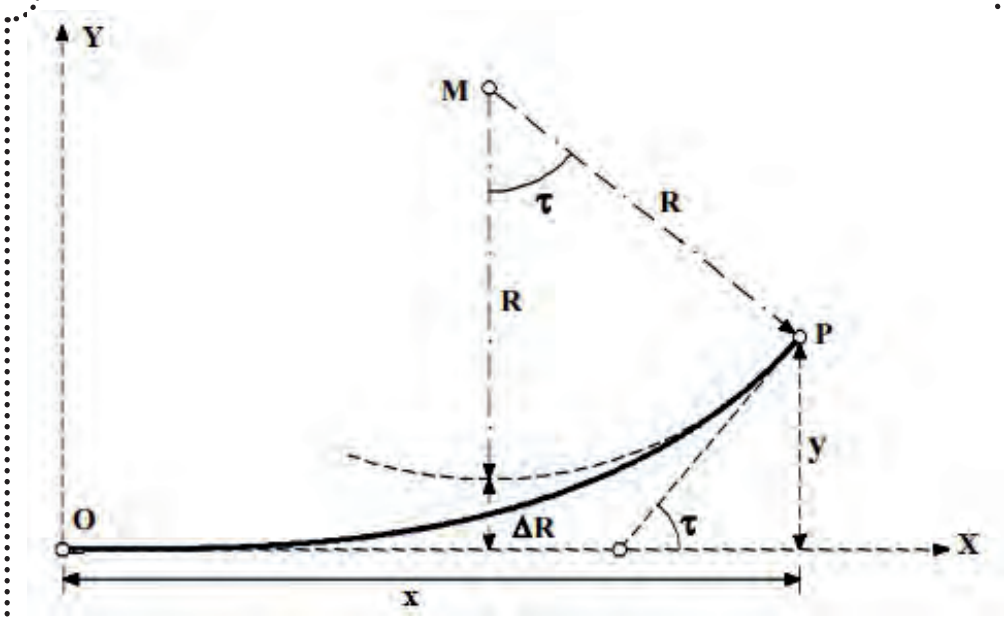
Klotoid'de eğrilik uzunlukla lineer olarak değişkenlik gösterir. Bu nedenle taşıt sürücüsü direksiyonu değişmeyen açısal hızla döndürebilir (Şekil 3.3).

bağıntısıyla hesaplanır.

Burada; $A = \frac{L}{A^2}$ Klotoid parametresi (m)

R= Klotoid sonundaki kurp yarıçapı (m)

L= Klotoid uzunluğu (m)



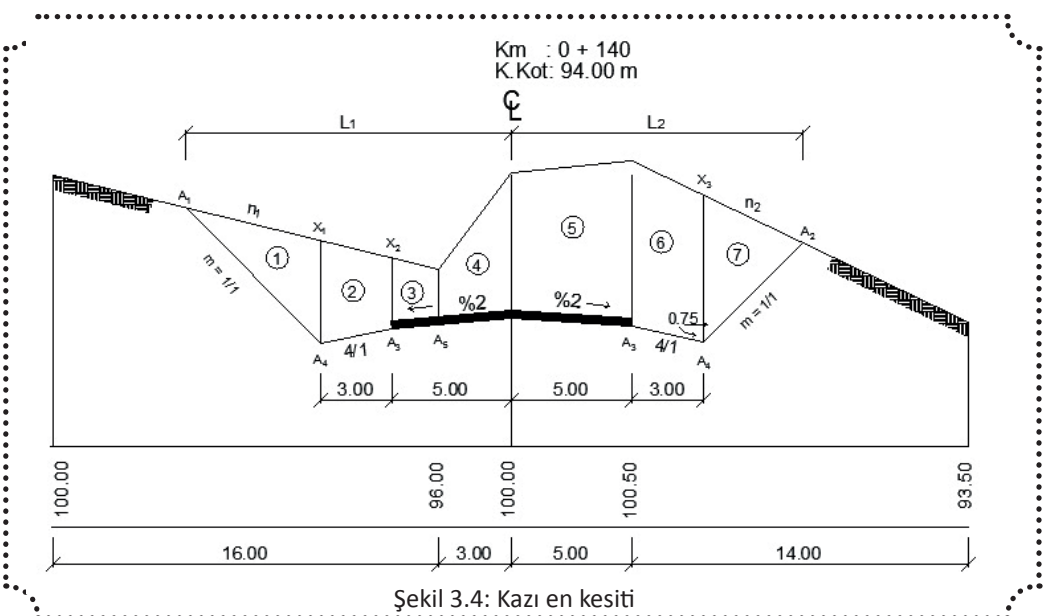
Şekil 3.3: Klotoid eğrisi

Aplikasyon (Etüt ve Direkt Aplikasyon): Arazide aplikasyonu yapılmış olan güzergâhın plan üzerindeki durumunu görmek ve gerekli ripajları yapmak için aplikasyon planı çizilir. Çizime geçmeden önce güzergâhın some noktalarının kotları esas alınan bir semte veya tespit edilmiş bir semt açısına göre hesaplanarak alınır. Hesaplanan some koordinatları poligon kanavasında işaretlenir ve some noktası araları birleştirilerek güzergâh istikameti belirlenir.

Aplikasyonda:

- Kurplara ait some noktaları zemine işaretlenir.
- Some noktalarına göre alinyman ve kurpların işaretlemesi yapılır (piketaj).
- Her 20-25 m'de (maksimum 50 m) piketaj kazığı çakılır.
  - o Araziye çakılan kazıklar üzerinde boy kesit ve en kesitler için arazi ölçüleri yapılır.
  - o Hem kot okumaları hem de yatay konum ölçmeleri tüm piketaj kazıklarında yapılır. En kesitler için kazıkların her iki tarafında 30 m-40 m'lik çevrenin alımı yapılmalıdır.
- Kurplara ait someler belirlenir. Güzergâha ait someler, etüt aşamasındaki 1/2000 ölçekli haritadan alınarak yapılırsa etüt aplikasyonu; arazide doğrudan doğruya yapılırsa buna direkt aplikasyon denir.
- Piketaj yapılır. Bu çalışma alinymanların ve kurpların arazide belirlenmesi işidir.
- Nivelman/aplikasyon nivelmanı, piketaj sırasında araziye çakılan kazıklara mira tutularak yapılır. Yapılan bu işlemin sonunda boyuna kesit elde edilir.
- En kesitler alınır. Bu çalışma, arazinin geçki eksenine dik doğrultudaki durumunu belirlemek için enine kesitlerin alınması işidir.

Şev Kazıklarının Çakılması: Yol inşaatından önce makinelerin çalışacağı alanının sınırlarını belirlemek, çevresel bitki temizliği yapmak üzere en kesitlerde dolgu ve yarma şevlerinin doğal zemini kestiği şev eteği noktaları geçki boyunca belirlenerek işaretlenir. Şev kazıkları, çoğu kez piketaj sırasında en kesitlerde çıkarılsa da bu her zaman geçerli bir durum değildir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Kazı en kesiti

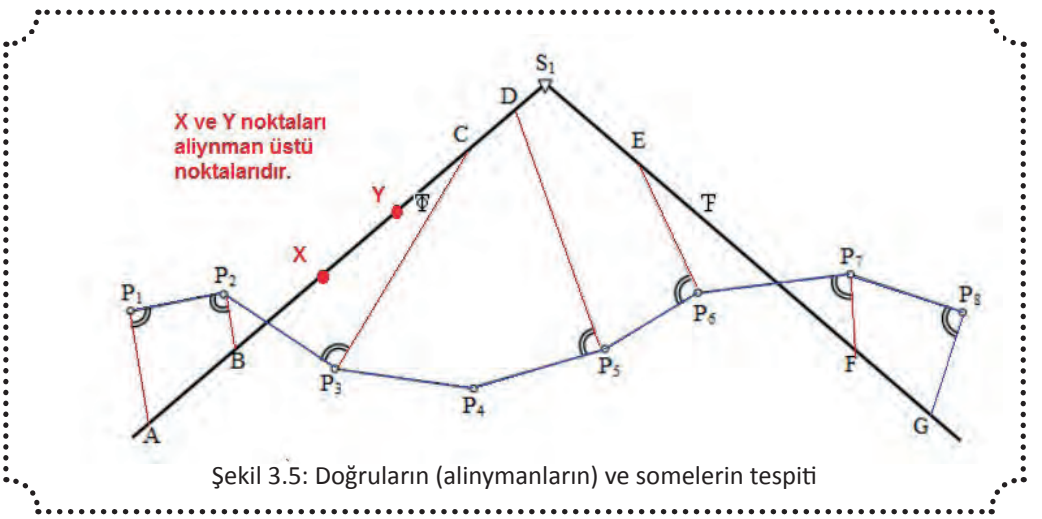
Doğruların ve Somelerin Tespiti

Yol güzergâhı kurp ve alinymanlardan meydana gelmektedir. Araziye uygulanmaları için kurp ve alinymanların piketajnın (eksen kazıklarının tespiti, çakılması) bilinmesi gerekir. Doğru parçalarının piketajı için önce her alinymanın doğrultusunun iki some noktası (someler) zemine tatbik edilir. Somelerin tespiti etüt paftasında iki şekilde yapılabilir.

1. Usul: Bu usule göre etüt paftasındaki poligon hattından dikler çıkmak ve bu diklerin aplikasyon hattının kestiği dik boylarını ayrıca varsa her iki hattın kesim noktalarını ölçeğe göre ölçüp hakiki boyları arazide metre ile ölçülerek yapılır.

Arazide bulunan bu noktaların birleştirilip uzantılarının kesim noktası some noktası olur. Bir eksen doğrultusu en az üç nokta ile birleştirilmelidir. Eksen doğrultusu, işaretlenen noktalara jalon dikilmesi ve dikilen jalonların bir hizaya getirilmesi ile belirtilir.

2. Usul: Bu usule göre ise etüt paftasında some noktalarından uygun olan poligon kenarlarına dikler inilir. Bu diklerin poligon kenarlarında ayırdığı parçalar ve dik boyları ölçülerek gerçek boyutlar hesaplanır. Arazide bu boyutlar alınarak some noktaları doğrudan doğruya tespit edilmiş olur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Doğruların (alinymanların) ve somelerin tespiti

Bir yol projesi üzerinde boy kesite ait arazi tabii hattı, yani siyah hat çizildikten sonra sanat yapıları; zemin araştırmalarına (etütler), yol standartlarına ve kırmızı hat çiziminde dikkat edilecek hususlara göre yapılır. Kırmızı hat, bir seri doğru parçası ile birbirlerine bağlanmış eğrilerden (düşey kurplar) oluşmaktadır.

Burada tabii zemin kırmızı hattın üst tarafında kalan kısmı kazılacak, alt tarından kalan kısmı ise imlâ (dolgu) yapılacaktır. Kazı ve dolgu işleri günümüz makine parkının artması ile yol maliyetlerine %20-25 oranları arasında etki yapmakta olup tesviye işleminden kaçınılmamalıdır.

Düşey konum geometrisinin belirlenmesinde ana etken olan kırmızı hat belirlenirken Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından aşağıda belirtilenlerin göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır.

- Yarma ve dolgu hacimleri dengeli olmalı
- Yer altı su seviyeleri göz önünde bulundurulmalı
- Yol kotları menfez ve/veya su kabarma seviyelerinin yeterince üzerinde olmalı
- Düşey eksen çizgisi yol, kavşak gibi bağlantı noktalarının kotu ile uyumlu olmalıdır.

Kırmızı hattın geçirilmesinde dikkat edilmesi gereken noktalar:

- Meyil ve proje hızına dikkat edilmeli
- Kurplardaki (düşey kurp) görüş mesafesine dikkat edilmeli
- Yarma ve dolgu hacimlerinin eşitliği sağlanmalı
- Düz arazilerde zemin sathının su seviyesinden yukarı ve kar toplamayacak şeklide olmasına dikkat edilmeli
- Akarsu kenarlarında taşkın bölgesi su seviyesi üstünde olmalı
- Tek meyilli uzun hat yerine dalgalı hat tercih edilmeli
- Tepelere yaklaştıkça ve kavşaklarda meyil azaltılmalı
- Yatay kurp olan yerlerde mümkünse düşey kurp yapılmamalı
- Meyiller tam değerlerde olmalı ve düşey kurpların some noktalarının km ve kotlarında küsuratlar olmaması sağlanmalıdır.

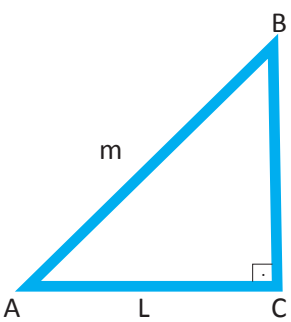
Sıfır Poligonu ve Güzergâhların Çizimi: Bir karayolu için verilen eğime göre tabii zemine en iyi uyan, en az kazı ve dolguyu gerektiren güzergâh belirtilir. Tespit edilecek eğim proje standartlarında verilen en büyük eğimden 1/5-1/3 kadar küçük alınır veya arazinin düz, dalgalı oluşuna göre değişen küçük bir katsayı ile çarpılıp sıfır poligonu için eğim tespit edilir..

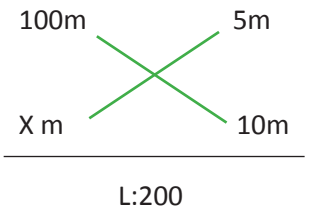
Harita ölçeği ve tesviye eğrileri kot farkı bilindiğinden sıfır hattı için gerekli pergel açıklığı hesaplanır. Hesaplanan pergel açıklığı ile iki nokta arasında pergel ile eş yükselti eğrileri üzerinde pergel açıklığı kadar işaretlenir. Pergel açıklığı işaretlenen noktalar birleştirilerek sıfır poligonu hattı çizimi tamamlanır (Şekil 3.6, Şekil 3.7).

PROBLEM: 1/5000 ölçekli bir karayolu projesinde maximum meyil %7 ve tesviye eğrileri arasındaki kot farkı 10 metre ise sıfır hattı için pergel açıklığını hesaplayınız.

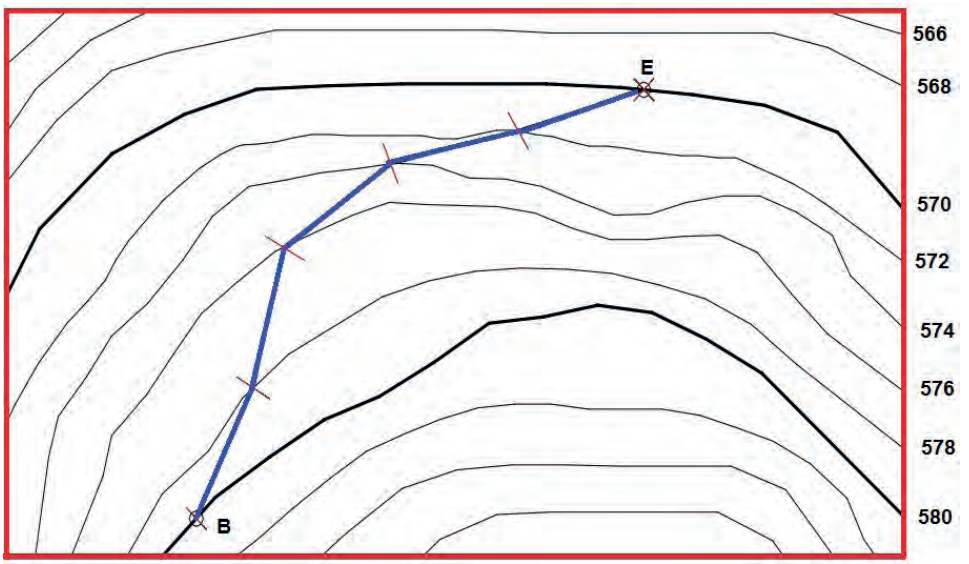
ÇÖZÜM: Pergel açıklığı için eğim (m)= 0,07x0,75= 0,0525 olur. Bu da yaklaşık %5 eğim olur.

m= %5 ve 10 m kot farkını orantıladığımızda;

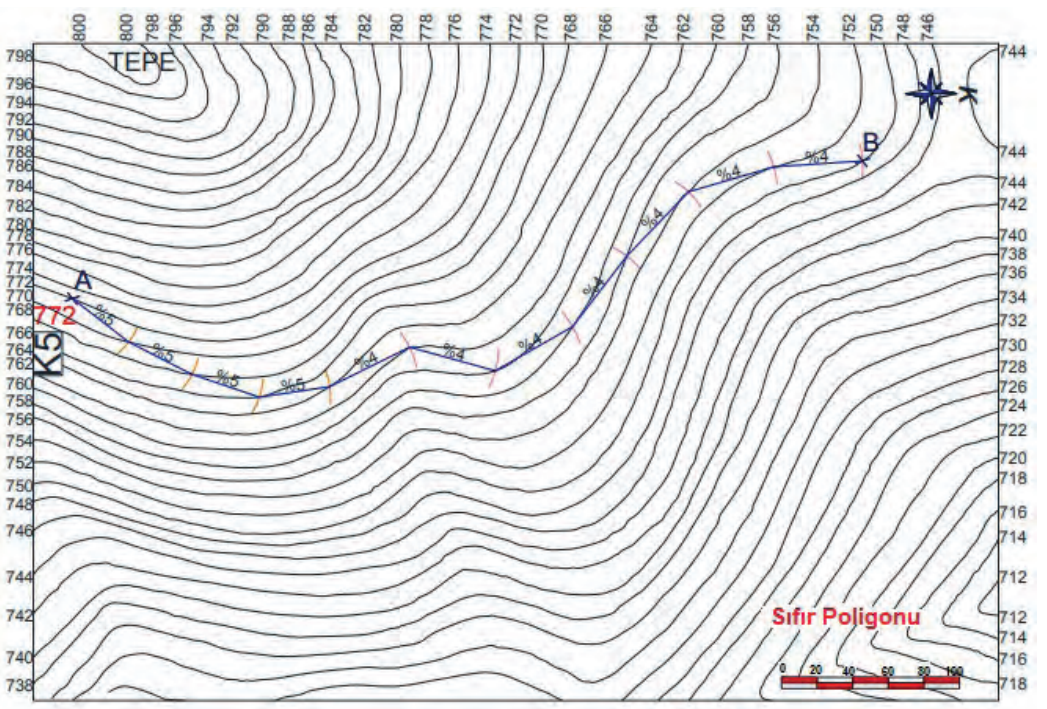




Buradan da Pergel açıklığı= L/Ölçek paydası= 200/5000= 0,04 m= 4 cm bulunur.



Şekil 3.6: Eş yükselti eğrileri üzerinde sıfır poligonu çizimi



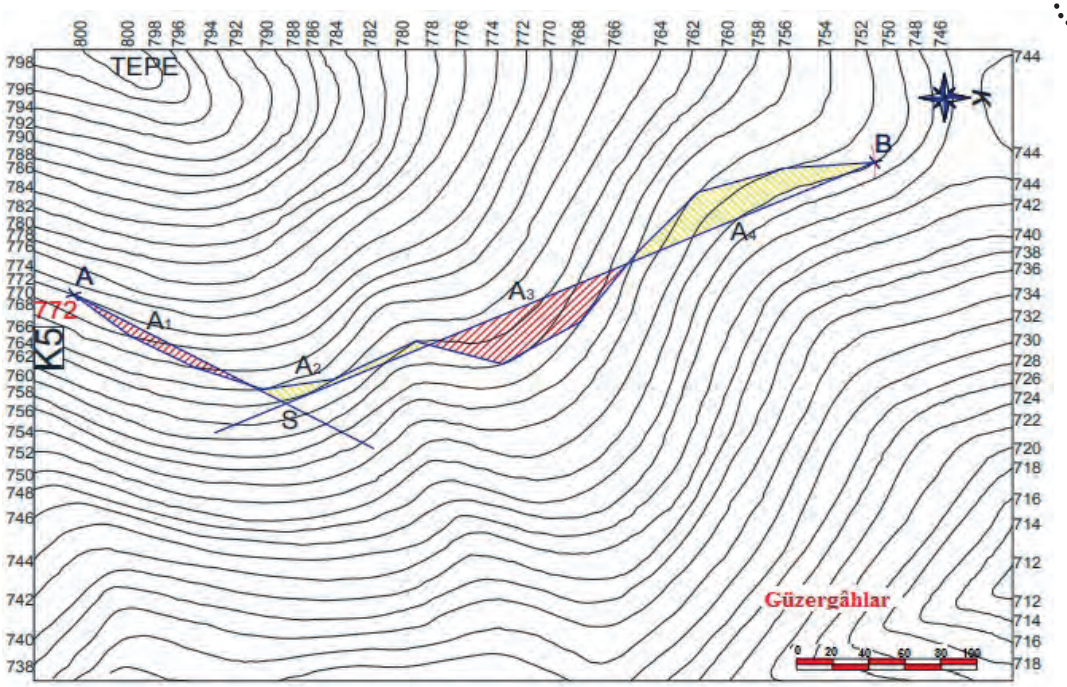
Şekil 3.7: Ölçekli eş yükselti eğrileri üzerinde sıfır poligonu (poligon hattı) çizimi

Güzergâh ekseni doğru parçaları (alinymanlar) ve eğrilerden meydana gelir. Bu eğriler kurplar olup özel eğrilerdir. Genellikle kübik parabol, lemniskat, klotoid ve 2R yarıçaplı daire yayı oluşturur.

Güzergâh ile sıfır poligonu arasında önemli bir değişim meydana gelecektir. Bu değişimin miktarı yolun standartları ile ilgilidir (Şekil 3.7).

Güzergâh Planının Çizimi: Yolun yatay iz düşümünü (kuşbakışı görünümü) gösteren 1/1000 veya 1/2000 ölçekli plandır. Eş yükselti eğrileri, yol ekseni boyunca en kesit alınan noktaları, kurplara ait noktaları, kilometrajları ile gösterir.

Örneğin, üst sınıf bir yolda geometrik standartların (ölçülerin) sağlanmasında öncelik olarak toprak işleri (olgu ve yarma) ön planda olacağından sıfır poligonundan ayrılma daha fazla olacaktır. Yolun hizmet seviyesi düşükse kurplar daha dar yarıçaplı olur ve sıfır poligonuna daha yakın olur. Güzergâh geçirilirken yarma ve dolgunun birbirini dengelemesi için sıfır poligonunda alt kısımdaki alanlar, üst kısımda kalan alanlara eşit olacak şekilde güzergâh çizilir (Şekil 3.8).



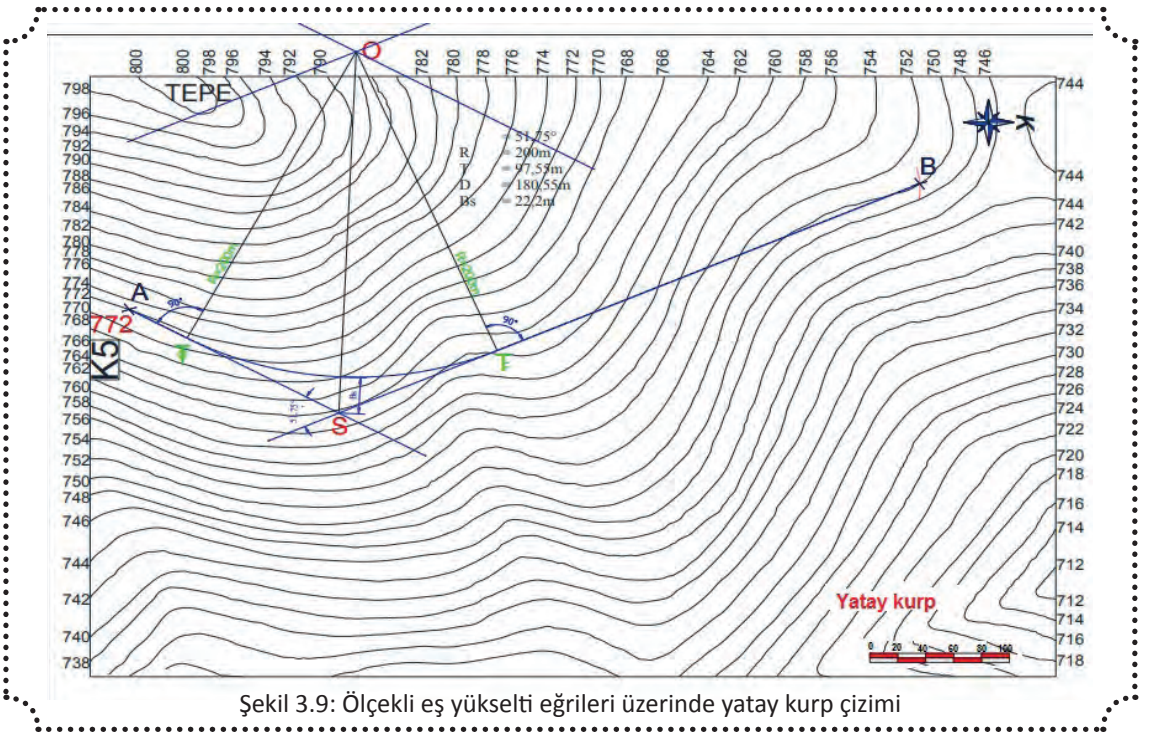
Şekil 3.8: Ölçekli eş yükselti eğrileri üzerinde sıfır poligon hattı ve yol güzergâhlarının çizimi

Yatay Kurp Çizimi: Güzergâh geçirildikten sonra yatay kurp çizimine geçilir. Yatay kurp çizimi için kurp merkezinin tespit edilmesi gerekmektedir. Kurp merkezi tespitinde farklı yöntemler uygulanmaktadır.

1. Yol: Basit olarak merkez tespiti için alinymanların kurp yarıçapı kadar içeriye doğru paralellerini çizip çizdiğimiz paralellerin kesişim noktası kurp merkezi olur.

2. Yol: İkinci bir yöntem ise geometrik formülleri kullanarak bulmaktır. Yatay görüş mesafesi formülleri kurp merkezini, kurp başlangıç ve bitiş noktalarını bulmamızı sağlamaktadır. Uzun alinymanlar sonunda keskin kurplar planlanmamalıdır.

Büyük kurp yarıçapından aniden küçük yarıçapına geçiş yapılmamalıdır. Bu durum sürücü hızında ani değişme nedeniyle kaza riski doğurabilir. Birbirine çok yakın ters kurplarda dever uygulaması tam yapılamayacağından arada tanjant bırakılmalıdır. Aynı yönde iki kurp arasına kısa tanjant koymak yerine geçiş eğrisi tercih edilmelidir. Geçiş eğrilerinde uzun alinyman kısa kurplara göre tercih edilmelidir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Ölçekli eş yükselti eğrileri üzerinde yatay kurp çizimi

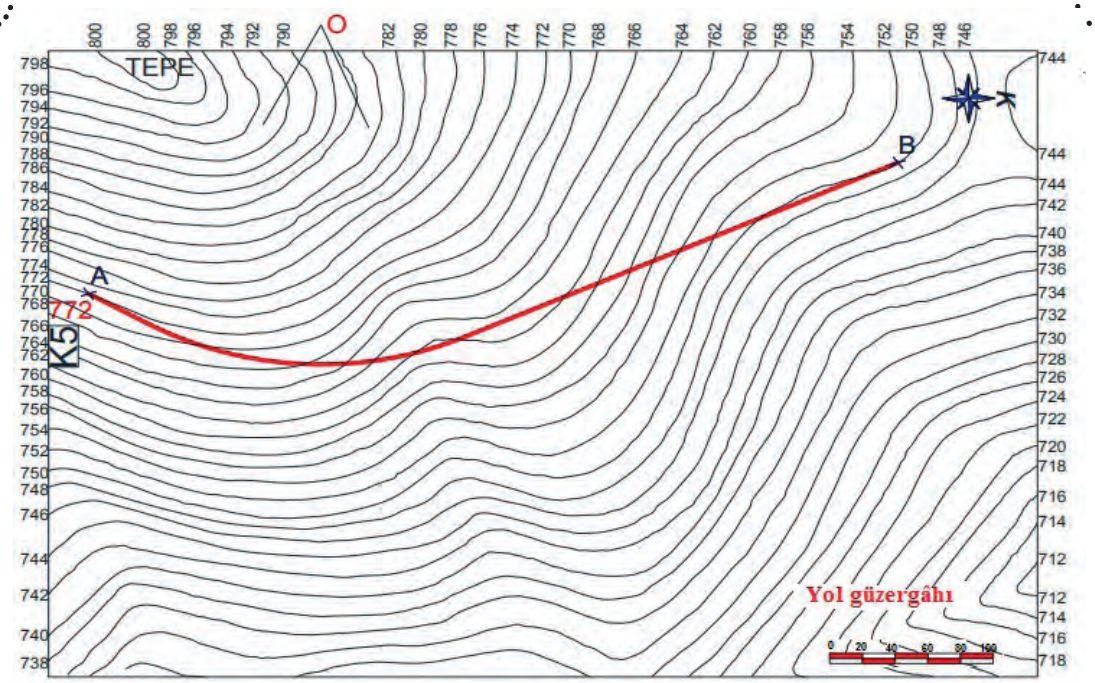
Yol Güzergâhı Çizimi: A (başlangıç) ve B (bitiş) olarak kabul edilen iki zorunlu noktanın kotları biliniyor ve aralarındaki mesafe yaklaşık olarak kestirilebiliyorsa belirli bir eğimle bu iki nokta arasında yol planlanabilir. Ancak yol güzargâhının nereden geçeceği kararı verilmelidir. Bu kararı etkileyen iki parametreden, noktalar arasındaki mesafe ve eğimin değişimine göre gibi çok sayıda seçenek olur. Düz, dalgalı ve dağlık olmak üzere arazi şekilleri durumuna göre de seçenekler sonsuz sayıdadır. Sıfır çizgisi çalışması ile bu seçeneklerin sayısı değerlendirilir ve uygun bir düzeye indirgenir.

Sıfır çizgisi, ardışık eşyükselti eğrilerinin arasına yerleştirilir. Sıfır çizgilerinin birleştirilmesiyle kırıklı bir çizgi (poligon) elde edilir. Bu şartlarda toprak işinin sıfır olacağı kabul edildiğinden bulunan poligona sıfır poligonu, yapılan iş ise sıfır çizgisi çalışması olarak adlandırılır. Sıfır poligonunun eşyükselti eğrilerini kestiği noktalardaki kotlardan yararlanarak bir boy kesit çizilerek sabit eğimli düz bir çizgi elde edilir.

Yolun yatay bir düzlem üzerindeki iz düşümünü gösteren plan bir yol projesinin ilk kısmını oluşturur. 1/2000 ölçekli hazırlanan bir yol planında aşağıda verilen bilgilerin bulunması istenir.

- Bir aplikasyon sırasında en kesitin alındığı noktalara ayrıca yatay kurplara ait başlangıç, bitiş ve orta noktaları ile hektometre, kilometre ve menfez konan noktalara ait en kesit işaretleri, bu en kesit işaretleri her iki yanda olmak üzere eksene dik doğrultuda çizilen bir çizgidir.

- Yatay kurplara ait elemanlar; yarıçap, kesişme açısı, teğet boyu, açılım boyu ve bisektris boyu planda olması gerekmektedir.
- Plan ölçeği, geometrik ölçü işareti ve yön işareti planda olması gerekir. Yol güzergâh çizimi tamamlandıktan sonra en kesitler yerleştirilmeye başlanır. En kesitler ilk olarak yolun başlangıç, bitiş, kurp başlangıç, bitiş, some noktasına ve her hektometrede bir alınır (Şekil 3.10).

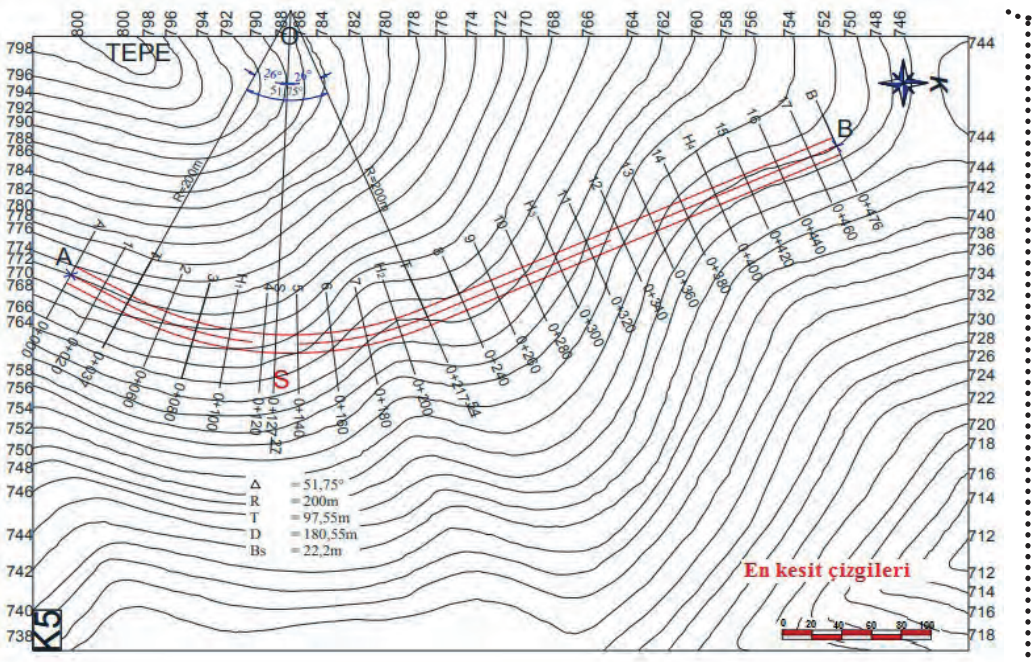


Şekil 3.10: Ölçekli eş yükselti eğrileri üzerinde yol güzergâhı çizimi

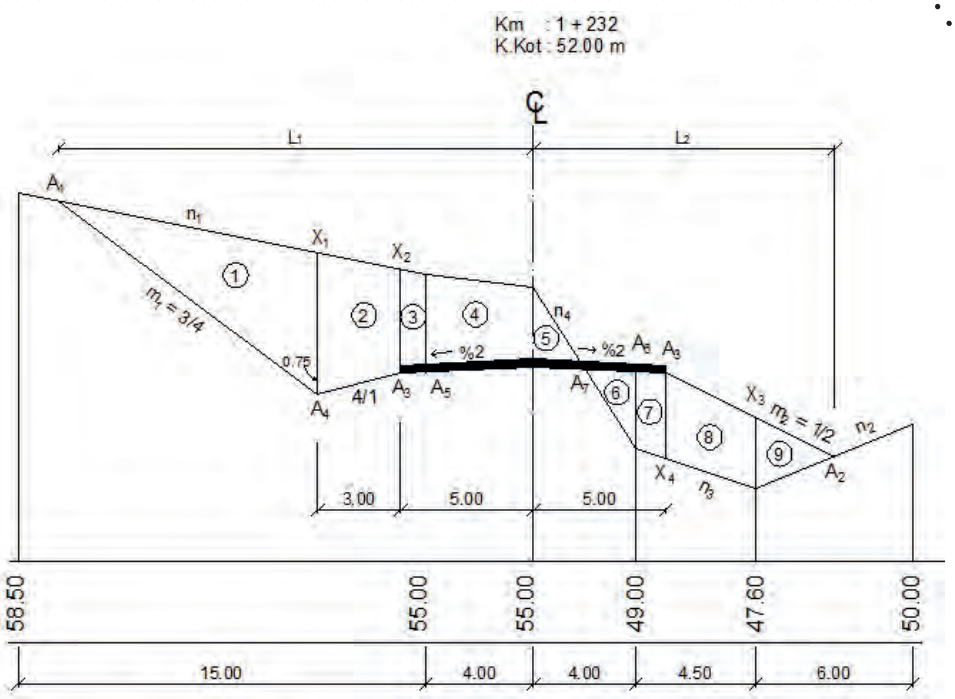
Boy Kesit ve En Kesit Çizimi: Bir yolun başlangıç ve bitiş noktaları arasında bir yol projesi yapılması kararı verildiğinde planlamalar yapılırken yolun cinsi, geometrik standartları belirtilir. Belirtilen bu bilgiler ışığında istikşaf ve etüt konusunda açıklandığı gibi güzergâh araştırması yapılır. Yapılan bu araştırmalar sonucu 1/2000 ölçekli avan proje hazırlanır. Avan projeler ekonomik olarak mukayese edilerek kesin güzergâh veya iki güzergâh seçilir. Güzergâh ekseni üzerinde alınan boy kesit, planın çizilmesi tesviye eğrili harita üzerinde veya arazide yapılan nivelmana göre yapılır.

Harita üzerinden boy kesit çıkarılmasında yol güzergâhının tesviye eğrilerini kestiği noktalar dikkate alınır. Kotlar tesviye eğrilerine göre belirlenir. Boy kesit çiziminde milimetrik kâğıtlar kullanılır. Ölçek yatayda 1/2000-1/5000 düşeyde ise ölçek 1/200-1/500 alınır. Boy kesitte alt kısımdan başlanarak yatay kurplar, meyil, km, hm, başlangıç noktasına olan mesafe, nokta numarası, siyah kot ve kırmızı kot olarak yazılır. Ara mesafeler, ölçekli olarak alınıp nokta ve siyah kotlar yazılır. Siyah kotlara bakarak en düşük olan dikkate alınarak düşey çizgi üzerinde kotlar sol yan tarafa yazılır. Nokta numarası ile o noktaya ait siyah kotun kesiştikleri noktalar işaretlenir. İşaretlenen bu noktalar birleştirilerek siyah kot çizilir. Bazı durumlarda öyle bir kot farkı olur ki çizim kâğıdına sığmayabilir. Bu durumda kâğıdı yalancı bir çizgi ile kesip çizime öyle devam edilir.

En kesit çizimi araziden yapılan ölçmelerden ya da harita üzerinde yapılır. Haritadan alınırken yol güzergâhının tesviye eğrilerini kestiği noktalardan sağa ve sola kamulaştırma sınırına kadar dik çıkılır. Diklerin tesviye eğrilerini kestiği noktalar ile kritik noktalardaki kot ve eksene olan mesafeler hesaplanır. En kesit çiziminde yatay ve düşey ölçekler birbirine eşittir. 1/200-1/100-1/500 gibi ölçeklerle çizilebilir. En kesit çizimine eksenden başlanır. Sağa ve sola mesafeler ölçekli alınıp düşeyde de kotlar tespit edildikten sonra bunlar birbirleriyle birleştirilir ve en kesite ait siyah kot çizilir (Şekil 3.11, Şekil 3.12).



Şekil 3.11: Ölçekli eş yükselti eğrileri üzerinde en kesit çizimi



Şekil 3.12: Kazı en kesiti (dolgu ve yarma)

3.2. YATAY KURP HESAPLARI

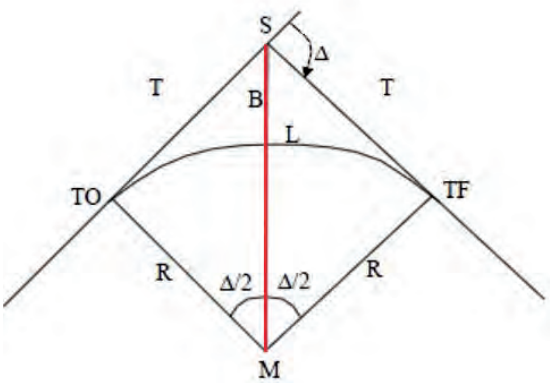
Dairesel yatay kurplarda, kesişen alinyman bölgeleri farklı olduğundan hesaplanan (Δ) sapma açısı ve projelendirme için belirlenen kurp yarıçapı (R) dairesel yatay kurbun ana parametrelerini; kurp ve kurp teğet boyu ile bisektris boyu ise kurbun hesapla belirlenen parametrelerini oluşturur.

Dairesel yatay kurplar üç şekilde oluşturulur: basit dairesel yatay kurplar, birleşik dairesel yatay kurplar, ters yerleştirilmiş dairesel yatay kuplar.

3.2.1. Basit Dairesel Yatay Kurplar, Parametreleri ve Bağıntıları

İki alinymanı birbirine bağlamak için kullanılır. Basit yatay kurplarda her iki teğet uzunluğu da geometri kuralı gereği birbirine eşittir (Şekil 3.13).

Şekil 3.13'te yer alan dairesel yatay kurpta gösterilen Δ ve R ana parametrelerdir. T, L ve B elemanları ise hesapla bulunan parametrelerdir.



Şekil 3.13: Basit dairesel yatay kurp ve parametreleri

Şekil 3.13'te görülen dairesel yatay kurp parametleri:

T= Teğet uzunluğu
L= Devolapman boyu
B= Bisektris boyu
TO= Yatay kurp başlangıcı (Tanjant orjin)
TF= Yatay kurp bitişi (Tanjant final)
R= Dairesel kurp yarıçapı
S= Some noktası
Δ= Some noktası açısı

Dairesel kurp yarıçapı birimi metredir. Dairesel kurp yarıçapı aşağıda verilen bağıntı ile hesaplanır.

$$R = \frac{V^2}{127{,}1x(s+f)}$$

bağıntıda, V= Dönme hızı (km/sa), s= Dever (%) ve f=Sürtünme katsayısı

PROBLEM: Hareket hâlinde olan bir taşıt dairesel yatay bir kurbu 60 km/sa dönme hızıyla güvenli bir şekilde geçmektedir. Buna göre dairesel kurbun yarıçapını hesaplayınız.
s = %5 ve f = 0,8

ÇÖZÜM:

$$R = \frac{V^2}{127{,}1x(s+f)} \qquad R = \frac{(60)^2}{127{,}1x(0.05+0{,}8)} \qquad R = 33{,}32 \text{ m}$$

3.2.2. Birleşik Dairesel Yatay Kurplar, Parametreleri ve Bağıntıları

İlk kurbun ikinci teğeti ile ikinci kurbun ilk teğeti aynı noktadır. Kırsal yollarda özellikle topoğrafik açıdan geçilmesi zor arazi kesimleri, maliyeti artırıcı tabii engeller ve şehir içi yollarda imar kısıtları birleşik yatay kurp kullanılmasını gerektirebilir. Birleşik yatay kurp kullanılacaksa da büyük kurp yarıçapının küçük kurp yarıçapına oranının en fazla 1,5 olması istenir (Şekil 3.14).

$T1 = t_1+p$ ve $T_2 = t_2+q$ bağıntısı ile hesaplanır. Bağıntıda yer alan;

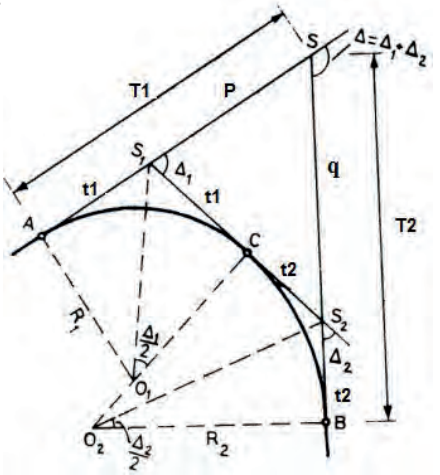
$t_1 = R_1.tg\Delta_1/2$ ve $t_2 = R_2.tg\Delta_2/2$'dir.

Bu bağıntılardan hareketle;

$$T_1=R_1.tg\ \Delta_1/2 + \frac{(t1+t2)sin\Delta2}{sin\Delta}$$

ve $$T_2=R_2.tg\ \Delta_2/2 + \frac{(t1+t2)sin\Delta1}{sin\Delta}$$

bağıntıları elde edilir.

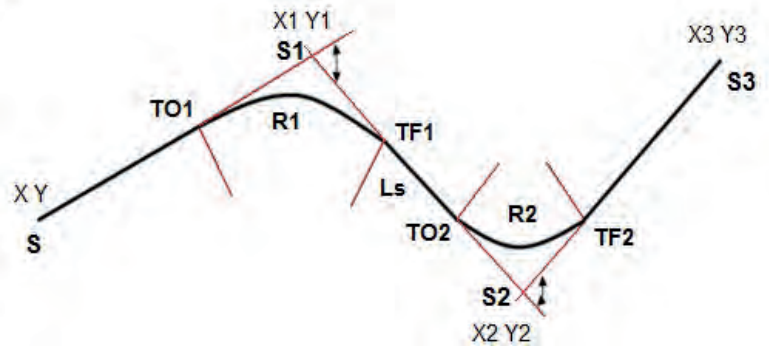


Şekil 3.14: Dairesel birleşik yatay kurp ve parametreleri

3.2.3. Ters Yerleştirilmiş Dairesel Yatay Kurplar, Parametreleri ve Bağıntıları

Ters kurplarda dever uygulaması mümkün olmayacağından böyle bir uygulamanın ancak çok düşük hızlı yollarda ekonomik amaçlarla yapılması düşünülmelidir. Hızın fazla olduğu yüksek standartlı yollarda sürüş emniyeti ve konfor için dever uygulaması gerektiğinden, dever uygulamasına imkân verecek minimum mesafenin ve hatta yolun niteliği dikkate alınarak emniyetli duruş ve görüş ya da emniyetli geçiş ve görüş mesafesinin birbirini takip eden iki kurp arasına yerleştirilmesi gerekir.

Ülkemizde karayolları için minimum rakordman uzunluğu Ls= 45 m olduğundan peş peşe gelen ters kurpların tanjant orjin ve tanjant final noktaları arasındaki en az mesafenin 60 m olması zorunludur (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: Ters yerleştirilmiş dairesel birleşik yatay kurp ve parametreleri

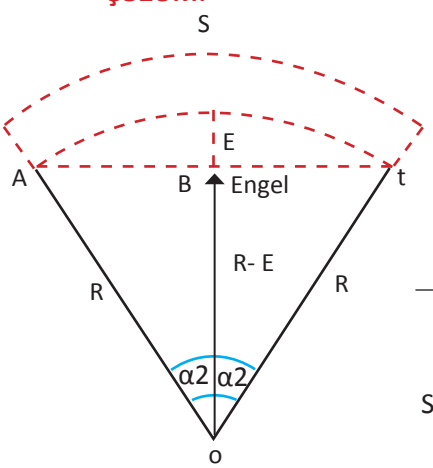
3.2.4. Dairesel Yatay Kurplarda Görüş Mesafesi

Dairesel yatay kurplarda görüş mesafesi aşağıda verilen bağıntıyla hesaplanır.

$S=\frac{2\,\pi.R.\alpha}{400^g}$ bağlantıda; R: Dairesel kurp yarıçapı (m) ve α=Merkez açı (grad)

PROBLEM: Kurp yarıçapı 200 m olan bir karayolunda hareket etmekte olan bir taşıtın emniyetli görüş mesafesini hesaplayınız. Yol kenarında bulunan engelin yol eksenine olan mesafesi 10 metredir.

ÇÖZÜM:



R= 200 m, E= 10 m şekilde ABO ve CBO dik üçgendir.

Buradan; $\text{Cos}\,\alpha/2=\frac{R-E}{R}$ Bağlantısından

$\frac{200-10}{200}$ 0,95 ise $\text{Cos}\,\alpha/2= 20{,}21^g$ ve $\text{Cos}\,\alpha= 40{,}42^g$

$S=\frac{2\,\pi.R.\alpha}{400^g}=\frac{2x3{,}14x200x40{,}42}{400}$ S= 126,98 m

3.2.5. Yatay Kurpların Piketajı

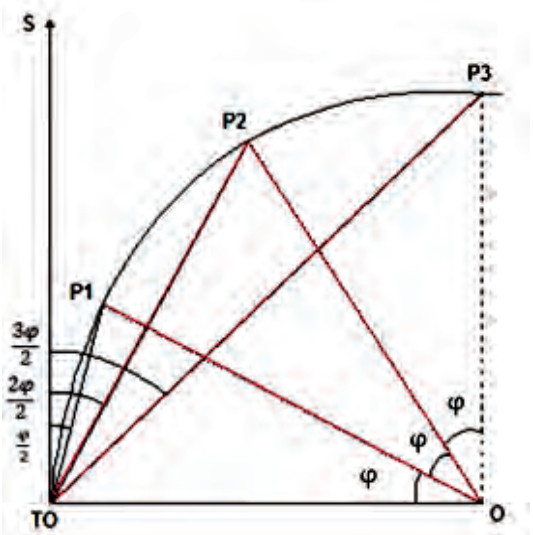
Yatay kurpların piketajı, ışınsal metot ve kutupsal koordinat metodu ile yapılır.

Işınsal Metot İle Yatay Kurp Piketajı

Çivili kazık çakılarak tespit edilen TO (tanjant orjin) ve TF (tanjant final) noktalarından birine genellikle TO takeometre veya teodolit merkezlenip yatay açı some noktasına sıfırlanıp, belirli bir yay boyuna göre çevre açısı tespit edilip ölçüm ve işaretleme yapılması prensibine dayanır.

Çevre açının belirlediği yay boyunu gören kiriş boyu, kurp yarıçapının 1/10'undan büyük ve 40 m'den küçük olacak şekilde ve tam sayılı alınır. Bu şekilde yay boyları ve karşılayan çevre açıları hesaplanır (Şekil 3.16).

Yatay kurpların piketajı, ışınsal metot ve kutupsal koordinat metodu ile yapılır.



Şekil 3.16: Işınsal metot ile yatay kurp piketajı

Işınsal metod ile hesap yaparak kurp çevirme işleminde, devolopman boyu (L) ve sapma açısından (Δ) yararlanılarak bir metre kurp boyunu karşılayan çevre açı yoluyla;

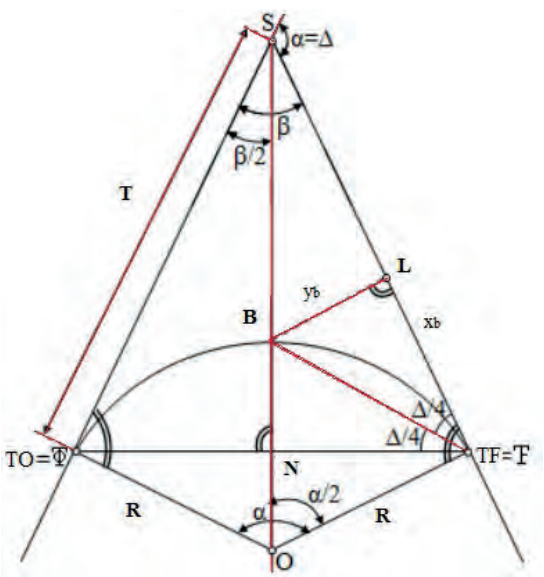
$$\alpha = \frac{\Delta/2}{L}$$ bağıntısıyla hesaplanır.

400g (400 grad) bir dairenin yay uzunluğu 2πR olduğuna göre açıklık bir yay kurp boyudur.

Buradan devolopman boyu; $L = \frac{\pi x R}{200} x\Delta$ bağıntısıyla hesaplanır.

Tanjant boyu (T) hesabında ise Tanjant orjin üçgeninde T= R.tgΔ/2 bağıntısı kullanılır.

Bisektris boyu (B) hesabı ise SM Tanjant orjin üçgeninden SM= R.SecΔ/2 bağıntısı kullanılır ve B= SM-R'dir. Buradan da B= R(SecΔ/2-1) bağıntısı ile de yine Bisektris boyu hesaplanır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17: Çevre açılar, devolopman boyu, tanjant boyu ve bisektris boyu

PROBLEM: Yatay bir kurpta, kurp yarıçapı 300 m ve sapma açısı 20,30^g olarak belirlenmiştir. Buna göre devolopman boyunu, tanjant boyunu ve bisektris boyunu hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

Devolopman boyu bağıntısından $L = \frac{3,14x300x20,30^g}{200}$

Δ= 20,30^g verildiğine göre Δ/2= 10,15^g olur.

Tanjant boyu T= R.tg Δ/2 = 300xtg10,15^g = 48,24 m bulunur.

Bisektris boyu B= R(Sec Δ/2-1) = 300x(Sec 10,15^g -1) = 300x0,012846= 3,85 m bulunur.

Kutupsal Koordinat Metodu ile Kurp Çevrilmesi

Bu metotla ilgili kurp üzerindeki yay boyları (b) ve x_1x_2 ve y_1y_2 gibi dik boylarını veren cetvel ve tablolardan faydalanılabilir ve hesaplanabilir.

Eğer kurp üzerinde aralarındaki yay boyları (b) olan eşit aralıklı noktaların belirtilmesi isteniyorsa (b) boyunun karşılığı merkez açı φ ile gösterilirse;

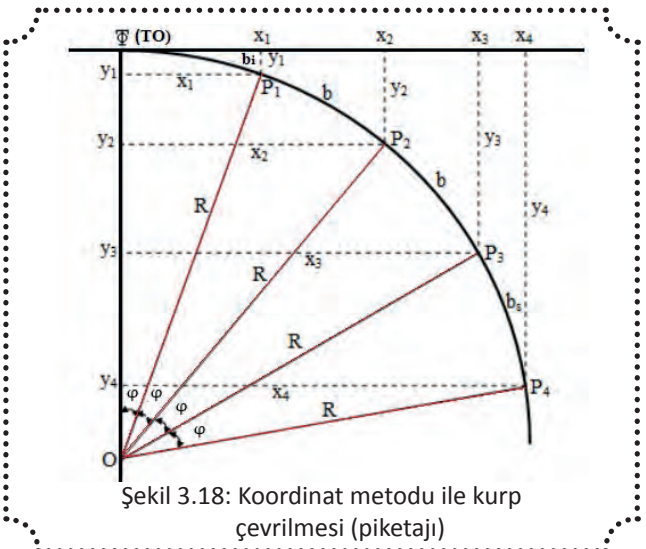
$$\varphi^{cc} = \frac{63,6620}{R} xb$$ bağıntıda $63,6620^g = \frac{400^g}{2\pi}$ olup apsisler meydana gelen

üçgende; $x_1 = Rx \sin\varphi$

$x_2 = Rx \sin 2\varphi$

$x_n = Rx \sin n\varphi$

Bulunan bu α açısı (b) mesafeleri ile çarpılıp çevre açıları bulunur (Şekil 3.18).



Şekil 3.18: Koordinat metodu ile kurp çevrilmesi (piketajı)

PROBLEM: Yatay bir kurpta Δ/2= 43,22^{g}dır. Dairesel kurp yarıçapı (R) 160 m ve devolopman boyu (L) 217,15 m olarak belirlenmiştir. Buna göre 1 metre yayı karşılayan çevre açı değerini (α) ve yay boylarını (b); 15 metre, 30 metre ve 60 metre için hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

Çevre açı $\alpha = \frac{\Delta/2}{L}$ bağıntısı ile bulunur.

Çevre açı (α) = $\frac{43,20^g}{217,15} = 0,19894^g$

Yay boyu b=15 m için $\alpha_1 = 15x0,19894 = 2,9841^g$

Yay boyu b=30 m için $\alpha_2 = 30x0,19894 = 5,9682^g$

Yay boyu b=60 m için $\alpha_3 = 60x0,19894 = 11,9364^g$

Yay boyları yukarıda olduğu gibi çok sayıda (b) yay boyu için diğer açılar hesaplanarak kurp piketajı yapılır. Kutupsal koordinat metodu ile kurp piketajı en çok kullanılan metottur.

Alet bulunmadığı, engeller, ağaçlar vb. durumlarda kutupsal koordinat metodu kullanılır. Bu metotta metre, prizma ve jalon kullanılır.

Kurbun TO (tanjant orjin) ve TF (tanjant final) noktalarında tanjant doğrultusu üzerinde x_1 ve x_2 boyları alınıp y_1 ve y_2 dikleri çıkılarak kurp üzerinde A ve B noktaları işaretlenir.

$$\text{Ordinatlarda; } y_1 = R - R\cos\varphi \text{ veya } y_1 = R(1-\cos\varphi) = 2R\sin^2\frac{\varphi}{2}$$

$$y_2 = R(1-\cos 2\varphi) = 2R\sin^2 2x\frac{\varphi}{2}$$

$$y_n = R(1-\cos n\varphi) = 2R\sin^2 nx\frac{\varphi}{2}$$

Bu bağıntılara göre hazırlanmış tablolardan faydalanılarak kurp piketajı yapılır.

PROBLEM: R= 110 m olan yatay bir kurpta b= 10 m aralıklarla kurp piketajnın yapılabilmesi için x ve y değerlerini hesaplayınız.

ÇÖZÜM: Önce 10 m'lik yay boyuna göre merkez açıyı bulalım;

$$\varphi^{cc} = \frac{63,6620}{110} x10 = 57874,55^{cc} = 5,78745^{g}$$

Yay çapları eşit olduğundan Şekil 3.17'de görülen P_2, P_3, P_4 ara noktalarına ait yayların merkez açıları da 10 m'lik yayı gören açının katları kadardır.

$\varphi_1 = 5,787454^{g}$
$\varphi_2 = 2x\ \varphi_1 = 2x5,787454 = 11,574908^{g}$
$\varphi_3 = 3x\ \varphi_1 = 3x5,787454 = 17,62362^{g}$

Bu açılara göre koordinatlar (apsis ve ordinatlar) bağıntılara göre hesaplanır.

Apsisler için;

$x_1 = R x \sin\varphi$
$x_1 = 110x\sin 5,787454 = 9,986$ m
$x_2 = 110x\sin 2x5,787454 = 11,889$ m
$x_3 = 110x\sin 3x5,787454 = 29,629$ m

Ordinatlar için;

$y_1 = (R-\cos\varphi_1)$
$y_1 = 110\ (1-\cos 5,787454 = 0,9454$ m
$y_2 = 110\ (1-\cos 2x5,787454 = 1,813$ m
$y_3 = 110\ (1-\cos 3x5,787454 = 4,065$ m

Bulunan bu değerler, (T) üzerinde x'ler metre ile alınıp prizma ile dikler çıkılarak piketaj işlemi yapılır.

3.2.6. UYGULAMA: YATAY GÜZERGÂH TESPİTİ VE YATAY KURP HESAPLARI

Süre
Ders Saati:
14

UYGULAMA YAPRAĞI

Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26159

Görev

Bu çalışmanın amacı öğretmeninizin gözetiminde iki şeritli karayolunda ve yatay kurpta görüş mesafesini belirlemektir. Bu doğrultuda size rehber olması amacı ile yatay kurp parametreleri ve kurp piketajı ile ilgili değerlerin tespit edilmesi hesaplarını içeren işlem basamakları ve bir problem durumu aşağıda verilmiştir. Bu işlem basamaklarını ve verilen bilgileri dikkate alarak aşağıdaki görevleri yerine getiriniz.

İki şeritli düz bir karayolunda 60 km/sa hızla ilerleyen aracın intikal süresi 2 sn'dir. Araç öndeki aracı geçerken sol şeridi 6 sn boyunca işgal etmektedir. Öndeki araç ise 50 km/sa hızla ilerlemektedir. Arkadaki araç önündeki aracı 5 km/sa/sn hız değişimi ile geçmeye çalışmaktadır. Geçiş manevrası sırasında karşı yönde başka bir araç ilerlemektedir. Arkadaki araç manevra yaptıktan sonra dairesel kurp yarıçapı 300 m ve sapma açısı $\Delta=22{,}40^g$ olarak belirlenen yatay kurba girmiştir.

İki şeritli karayolunda ve yatay kurpta görüş mesafesi belirlenmesi, yatay kurp parametreleri ve kurp piketajı değerleri hesaplanacaktır.

a) İki şeritli yol kesiminde manevra yapan aracın emniyetle geçme mesafesini hesaplayınız.

b) Yatay kurba giren aracın emniyetli görüş mesafesini hesaplayınız.

c) Yatay kurbun devolopman boyunu, tanjant boyunu ve bisektris boyunu hesaplayınız.

d) Kutupsal koordinat metodu ile 1 metre yayı karşılayan çevre açı değerini ve b=10 m aralıklarla kurp piketajı için x ve y değerlerini hesaplayınız.

Yönerge

- İki şeritli karayolunda ve yatay kurpta görüş mesafesi belirlenmesi, yatay kurp parametreleri ve kurp piketajı değerleri hesaplarını yaparken aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- İki şeritli karayolunda ve yatay kurpta görüş mesafesi belirlenmesi, yatay kurp parametreleri ve kurp piketajı değerleri hesapları için verilen değerleri doğru almaya dikkat etmelisiniz.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen uygulama kontrolü listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz.

Karayolu Geometrisi Tespiti, Yatay Güzergâh Tespiti ve Yatay Kurp Hesapları Uygulaması İşlem Basamakları

- **İki şeritli düz karayollarında $d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$ bağıntısı kullanılarak manevra yapan aracın emniyetli görüş mesafesi hesaplanır.**

$d_1 = 0{,}28.t_1(V_1 - m + 0{,}8.a.t_1) = 0{,}28x2(60-10+0{,}8x5x2) = 32{,}48$ m
$d_2 = 0{,}28.V_1.t_2 = 0{,}28x60x4 = 67{,}2$ m

Geçiş manevrası bittiği anda öndeki aracı geçen araçla karşıdan gelen araç arasındaki mesafe aracın hızı 60km/sa olduğundan **V= 48-64 km/sa için d_3= 30 m** verisi kullanılır, d_3= 30 m alınır.

$$d_4 = d_4 = \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} x\ 67{,}2 = 44{,}80 \text{ m}$$

Aracın öndeki aracı emniyetle geçme mesafesi; $d=d_1+d_2+d_3+d_4$ olduğundan
d= 32,48+67,2+30+44,80
d= 174,48 m olarak hesaplanır.

- **Manevra sonrası yatay kurba giren aracın emniyetli görüş mesafesi hesaplanır.**

$$S = \frac{2\ \pi.R.\Delta}{400} = \frac{2x3{,}14x300x22{,}40}{400} \quad S = 105{,}50 \text{ m}$$

- **Yatay kurbun devolopman boyu hesaplanır.**

$$S = \frac{2\ \pi.R.\Delta}{200} = \frac{2x3{,}14x300x22{,}40}{200} = 52{,}75 \text{ m}$$

- **Yatay kurbun tanjant boyu hesaplanır** (Hesap makinesi açı modu: Grad).

  $\Delta = 22{,}40^g$ verildiğine göre $\Delta/2 = 11{,}20^g$ olur.

  $T = R.tg\ \Delta/2 = 300xtg11{,}20^g = 53{,}33$ m bulunur.

- **Yatay kurbun bisektris boyu hesaplanır** (Hesap makinesi açı modu: Grad).

  $B = R(Sec\ \Delta/2-1) = 300x(Sec\ 11{,}20^g - 1) = 300x0{,}012656 = 3{,}80$ m bulunur (Hesap makinesi açı modu: Grad).

- **Koordinat metodu ile çevre açı değerleri hesaplanır** (Hesap makinesi açı modu: Grad).

  Önce b=10 m'lik yay boyuna göre merkez açıyı bulalım;

  $$\varphi^{cc} = \frac{63{,}6620}{300} x10 = 2122{,}067^{cc} = 2{,}122067^g$$

  Yay çapları eşit olduğundan Şekil 3.17'de P_2, P_3, P_4 ara noktalarına ait yayların merkez açıları da 10 m'lik yayı gören açının katları kadar olacaktır (Hesap makinesi açı modu: Grad).

  $\varphi_1 = 2{,}122067^g$
  $\varphi_2 = 2x\ \varphi_1 = 2 \times 2{,}122067^g = 4{,}244134^g$
  $\varphi_3 = 3x\ \varphi_1 = 3 \times 2{,}122067^g = 6{,}366201^g$

- **Yatay kurp piketajı için x apsis değerleri hesaplanır** (Hesap makinesi açı modu: Grad).

  Bu açılara göre koordinatlar (apsis ve ordinatlar) bağıntılara göre hesaplanır.

  Apsisler için;

  x_1= RxSinφ
  x_1= 300 x Sin 2,122067 =9,998 m
  x_2= 300 x Sin 2x 4,244134 =19,985 m
  x_3= 300 x Sin 3x 6,366201 =29,950 m

- **Yatay kurp piketajı için y ordinat değerleri hesaplanır** (Hesap makinesi açı modu: Grad).

  Ordinatlar için;

  y_1= R (1-*Cos*φ_1)
  y_1= 300 (1-*Cos* 2,122067) = 0,167 m
  y_2= 300 (1- *Cos* 4,244134) =0,666 m
  y_3= 300 (1- *Cos* 6,366201) = 1,499 m

UYARI

Yatay kurp piketajı apsis ve ordinat değerleri hesaplarını yaparken ölçüleri doğru almalı ve hesap makinesi ile çalışırken dikkatli olmalısınız. Hesap makinesi grad mod ayarı konusunda öğretmeninizden yardım istemelisiniz.



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	İki şeritli düz karayollarında d= d_1+ d_2+ d_3+ d_4 bağıntısını kullanarak manevra yapan aracın emniyetli görüş mesafesini hesapladınız mı?		
2	Manevra sonrası yatay kurba giren aracın emniyetli görüş mesafesini hesapladınız mı?		
3	Yatay kurbun devolopman boyunu hesapladınız mı?		
4	Yatay kurbun tanjant boyunu hesapladınız mı?		
5	Yatay kurbun bisektris boyunu hesapladınız mı?		
6	Koordinat metodu ile çevre açı değerlerini hesapladınız mı?		

7	Yatay kurp piketajı için x apsis değerlerini hesapladınız mı?		
8	Yatay kurp piketajı için y ordinat değerlerini hesapladınız mı?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, temizlik/düzen ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	**DEĞERLENDİRME**					**TARİH**	**.../.../20...**
ADI-SOYADI	**DEĞERLENDİRME ALANLARI**	**BİLGİ**	**BECERİ**	**KROKİ TASARIM**	**SÜRE KULLANIMI**	**TOPLAM**	**ONAY (İMZA)**
NUMARASI	**ALANLARA VERİLEN PUAN**	20	70	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	**TAKDİR EDİLEN PUAN**						

3.2.7. UYGULAMA: YATAY KURP PARAMETRE VE KURP PİKETAJ HESAPLARI

Süre
Ders Saati:
14

UYGULAMA YAPRAĞI
Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=33310

Görev

Bu çalışmanın amacı öğretmeninizin gözetiminde iki şeritli karayolunda ve yatay kurpta görüş mesafesini belirlemektir. Bu doğrultuda size rehber olması amacı ile yatay kurp parametreleri ve kurp piketajı ile ilgili değerlerin tespit edilmesi hesaplarını içeren işlem basamakları ve bir problem durumu aşağıda verilmiştir. Bu işlem basamaklarını ve verilen bilgileri dikkate alarak aşağıdaki görevleri yerine getiriniz.

İki şeritli düz bir karayolunda 90 km/sa hızla ilerleyen aracın intikal süresi 3 sn'dir. Araç öndeki aracı geçerken sol şeridi 5 sn boyunca işgal etmektedir. Öndeki araç ise 60 km/sa hızla ilerlemektedir. Arkadaki araç önündeki aracı 4 km/sa/sn hız değişimi ile geçmeye çalışmaktadır. Geçiş manevrası sırasında karşı yönde başka bir araç ilerlemektedir. Arkadaki araç manevra yaptıktan sonra dairesel kurp yarıçapı 400 m ve sapma açısı Δ=24,80g olarak belirlenen yatay kurba girmiştir.

İki şeritli karayolunda ve yatay kurpta görüş mesafesi belirlenmesi, yatay kurp parametreleri ve kurp piketajı değerleri hesaplanacaktır.

a) İki şeritli yol kesiminde manevra yapan aracın emniyetle geçme mesafesini hesaplayınız?

b) Yatay kurba giren aracın emniyetli görüş mesafesini hesaplayınız?

c) Yatay kurbun devolopman boyunu, tanjant boyunu ve bisektris boyunu hesaplayınız?

d) Kutupsal koordinat metodu ile 1,5 metre yayı karşılayan çevre açı değerini ve b = 12 m aralıklarla kurp piketajı için x ve y değerlerini hesaplayınız.

Yönerge

- İki şeritli karayolunda ve yatay kurpta görüş mesafesi belirlenmesi, yatay kurp parametreleri ve kurp piketajı değerleri hesaplarını yaparken aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- İki şeritli karayolunda ve yatay kurpta görüş mesafesi belirlenmesi, yatay kurp parametreleri ve kurp piketajı değerleri hesapları için verilen değerleri doğru almaya dikkat etmelisiniz.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen uygulama kontrolü listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz.

Karayolu Geometrisi Tespiti, Yatay Güzergâh Tespiti ve Yatay Kurp Hesapları İşlem Basamakları

- İki şeritli düz karayollarında $d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$ bağıntısı kullanılarak manevra yapan aracın emniyetli görüş mesafesi hesaplanır.
- Manevra sonrası yatay kurba giren aracın emniyetli görüş mesafesi hesaplanır.
- Yatay kurbun devolopman boyu hesaplanır.
- Yatay kurbun tanjant boyu hesaplanır.
- Yatay kurbun bisektris boyu hesaplanır.
- Koordinat metodu ile çevre açı değerlerini hesaplanır.
- Yatay kurp piketajı için x apsis değerleri hesaplanır.
- Yatay kurp piketajı için y ordinat değerleri hesaplanır.



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	İki şeritli düz karayollarında $d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$ bağıntısını kullanarak manevra yapan aracın emniyetli görüş mesafesini hesapladınız mı?		
2	Manevra sonrası yatay kurba giren aracın emniyetli görüş mesafesini hesapladınız mı?		
3	Yatay kurbun devolopman boyunu hesapladınız mı?		
4	Yatay kurbun tanjant boyu hesapladınız mı?		
5	Yatay kurbun bisektris boyu hesapladınız mı?		
6	Koordinat metodu ile çevre açı değerlerini hesapladınız mı?		
7	Yatay kurp piketajı için x apsis değerlerini hesapladınız mı?		
8	Yatay kurp piketajı için y ordinat değerlerini hesapladınız mı?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, temizlik/düzen ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	KROKİ TASARIM	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	20	70	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

3.3. DÜŞEY KURP VE DEVER HESAPLARI

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Çevrenizde gördüğünüz karayollarında yatay kurp, düşey kurp ve deverleri inceleyiniz.

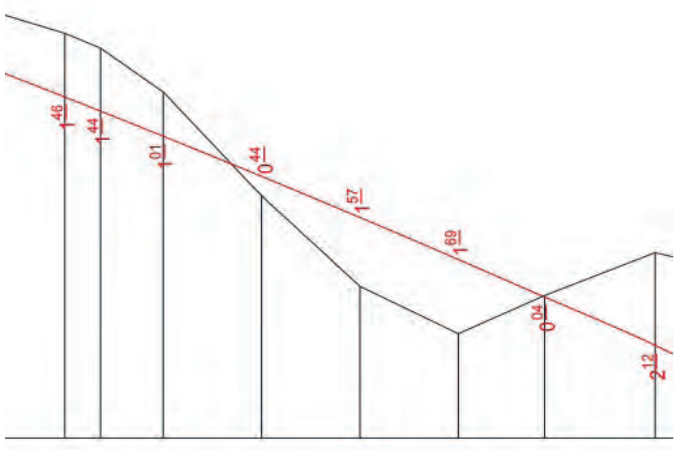
Tespit ettiğiniz düşey kurp ve deverlerin fotoğrafını çekiniz ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.

AMAÇ

Karayolu düşey kurp ve dever hesaplarını yapmak.

Düşey eksende eğimlerin birbirine aşamalı olarak geçişini sağlayan, boy kesit çıkış ve iniş eğimli düz kısımlar biçiminde ortaya çıkan eğrilere **düşey kurp** denir. Boy kesitteki eğimli düz kısımlara ise **rampa** denir. Boy kesitte çizim yapılırken kırmızı kot en az iki farklı eğimle geçirilir. Planda, alinyman alanları eşitlenmeye çalışıldığı gibi boy kesitten yol güzergâhını oturturken yarma ve dolgu alanları eşit tutulmaya çalışılmalıdır.

Yol güzergâhlarında eğim farklılıklarından dolayı boy kesitlerde düşey kurplar oluşur. Bu düşey kurplarda kırmızı kotlar boy kesit üzerinden alınamayacağından düşey kurplarda kırmızı kot hesabı ayrıca yapılır. Düşey kurplar; sürüş konforu, yol güvenliği ve yeterli drenajı sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Kırmızı kot belirlendikten sonra boy kesit üzerinde kırmızı kot ile siyah kot arasındaki kot farklılıkları boy kesit üzerine yazılır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19: Boy kesitte düşey kurp kot farklılıkları

Boy kesit tamamlandıktan sonra dever hesabına geçilir. Küçük yarıçaplı yatay kurplarda güvenli ve konforlu seyir şartlarını sağlamak için başvurulan bir diğer yol ise dever uygulamasıdır. Dever, kısaca yola enine yönde verilen eğimdir.

Yola verilen dever sayesinde taşıtın maruz kaldığı merkezkaç kuvvetinin bir kısmı güvenli ve konforlu bir şekilde karşılanır. Yatay kurplar tasarlanırken yolun güvenlik, kapasite, yolculuk konforu açısından öngörülen standartları sağlaması istenir. Bu açıdan doğru tasarlanmamış yatay kurplarda işletme hızı düşeceğinden yolun kapasitesi ve hizmet düzeyi de düşer. Taşıtların savrulma ve devrilme etkilerine maruz kalmalarından dolayı birçok trafik kazasının meydana gelme ihtimali doğar. Diğer taraftan kötü tasarlanmış yatay kurplar konforu bozarak kötü yolculuk şartlarına sebep olur.

Küçük kurp yarıçaplarında belirli bir hızın üzerinde seyredildiğinde alinymandan kurba geçişte taşıt içinde bulunanlar bir savrulma etkisine maruz kalır. Bu etki seyahat konforunu düşürür. Seyahat konforunu belirli bir düzeyde korumak için alinymanla kurp arasına geçiş eğrisi veya rakordman kurbu adı verilen özel eğriler yerleştirilir. Böylelikle merkezkaç kuvvetinin ani etkisi azaltılmış olur

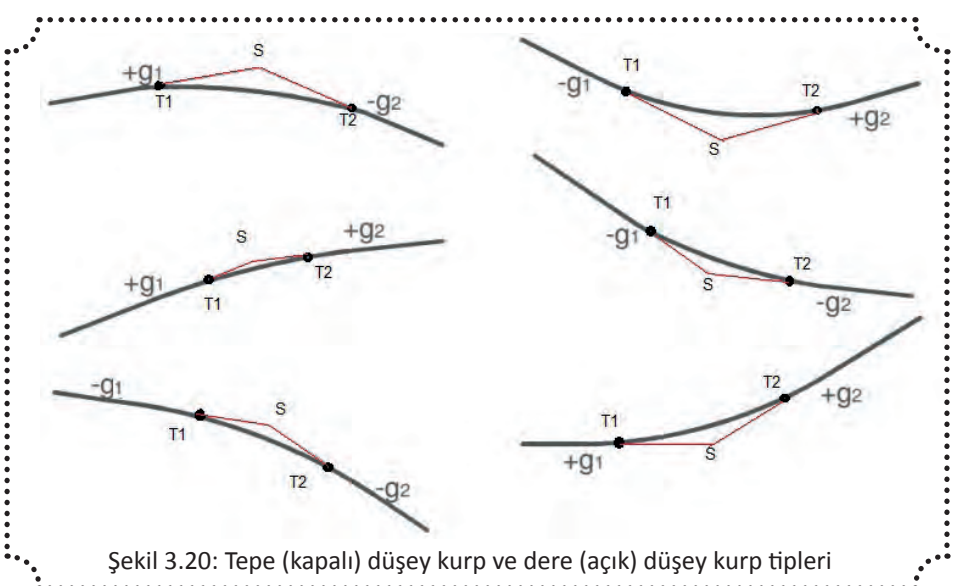
3.3.1. Düşey Kurp Hesapları

Bir karayolu projesinin düşey konumu, eğimli hatlardan ve bu hatları birleştiren düşey kurplardan oluşur. Düşey konum geometrisinin tasarım ve hesaplarında; ekonomik şartlar, drenaj, estetik, yol güvenliği gibi faktörlerle birlikte yatay konum ile olan ilişkileri de göz önünde bulundurulur.

3.3.1.1. Düşey Kurp Tipi Tespiti

Düşey kurplar, birleştikleri düşey alinyman kesimlerine ait eğimlerin cebirsel farkına (G=g1-g2) bağlı olarak dere (açık) düşey kurp ve tepe (kapalı) düşey kurp olmak üzere iki gruba ayrılır. Burada "G" işlem sonucu (+) çıkarsa kapalı düşey kurptur. "G" işlem sonucu (-) çıkarsa açık düşey kurptur. Düşey kurplarda eğimlerin arazi konumları en çok altı şekilde sivrilik ve süreksizlik durumu gösterir (Şekil 3.20).

Düşey kurplarda kapalı ve açık düşey kurp tespitinde;
(g1-g2) > 0 ise some noktası üst tarafta ise kapalı düşey kurp,
(g1-g2) < 0 ise some noktası alt tarafta ise açık düşey kurp olarak adlandırılır.



Şekil 3.20: Tepe (kapalı) düşey kurp ve dere (açık) düşey kurp tipleri

PROBLEM: Düşey bir kurbun alinyman cebirsel değerleri g1= + %9 ve g2= - %9 olarak verilmiştir. Düşey kurbun tipini belirleyiniz.

ÇÖZÜM: G= g1-g2= +0,09 - (-0,09)= 0,09+0,09= +0,18 olur. Sonuç (+) veya g1-g2 > 0 olduğundan **kapalı düşey kurp** olur.

Burada belirlenen düşey kurp tipi Şekil 3.21'de gösterilen kurp cebirsel gösterimi (+) g1 ve (-) g2 olan kapalı düşey kurp tipindedir.

ETKİNLİK

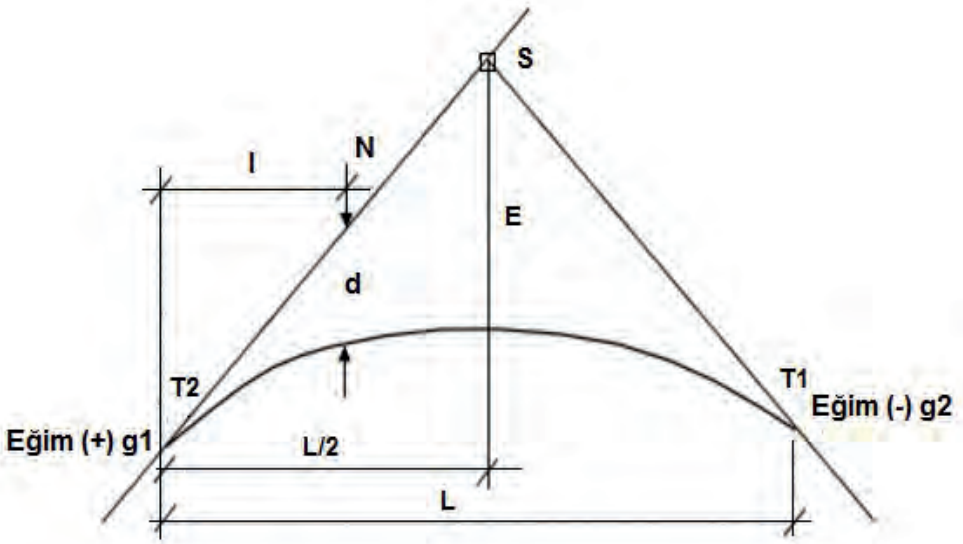
- **Düşey bir kurbun alinyman cebirsel değerlerinde birincisi g1= +%9 ve G= -%8 olarak verilmiştir.**
- **Düşey kurbun tipini belirleyiniz.**
- **Düşey kurbu çizerek teğet (T) noktalarını, some noktasını (S) ve aliyman cebirsel değerlerini üzerinde gösteriniz.**

ETKİNLİK

- **Düşey bir kurbun alinyman cebirsel değerlerinde birincisi g1= +%9 ve ikincisi g2= -%7 olarak verilmiştir.**
- **Düşey kurbun tipini belirleyiniz.**
- **Düşey kurbu çizerek teğet (T) noktalarını, some noktasını (S) ve aliyman cebirsel değerlerini üzerinde gösteriniz.**

3.3.1.2. Düşey Kurp Parametreleri

Düşey kurplar farklı eğimdeki ardışık iki kırmızı hattı birbirine bağlayan eğriler olup büyük yarıçaplı daire veya parabolik eğrilerden oluşmaktadır.



Şekil 3.21: Düşey kurp ve parametreleri (kapalı düşey kurp)

Şekil 3.21'de verilen düşey kurp elemanları ve düşey kurpla ilgili parametrelerin hesaplamaları aşağıdaki gibidir.

Şekil 3.21'de görülen g1 ve g2 ana parametrelerdir. Burada d ve E hesaplanan parametrelerdir.

N= Eğim üzerindeki herhangi bir nokta

g1 ve g2= Alinymanların cebirsel değerleri

L= Düşey kurbun yatay iz düşümdeki uzunluğu

l= N noktasının en yakın teğet noktasına olan yatay mesafesi

E= Eğimlerin kesiştikleri S noktasının düşey kurp üzerindeki iz düşümüne olan mesafesi

d= Eğim üzerindeki bir N noktasının düşey kurp üzerindeki iz düşümüne olan mesafesi

G= (g1-g2) eğimlerin cebirsel farkı

Düşey kurp üzerindeki d ve E parametreleri aşağıda verilen bağıntıyla hesaplanır.

$$d=\frac{(g1-g2)xl^2}{2xL} \quad \text{ve} \quad E=\frac{GxL}{8}$$

Düşey kurp üzerindeki noktaların yatay konumları yatay konumuna göre belirlenirken düşey konumları ise aliymanların kesiştikleri some noktasının düşey kurp üzerindeki iz düşümüne olan mesafesi ile ya da alinymanlar üzerindeki bir noktanın düşey kurp üzerindeki iz düşümüne olan mesafesinin yardımı ile yukarıdaki bağıntılarla hesaplanır.

Yatay kurptan geçerken merkez kaç kuvvetinin etkisi ile enine oluşan ivmelere, benzer

şekilde düşey kurplarda da some noktasındaki süreksizlikler sarsıntılara yol açar ve konfor bozulur. Bu rahatsız edici ivmelerin üst sınırı yer çekimi ivmesinin 1/20'sinden az olmalıdır. Bu değer yaklaşık 0,5 m/sn²dir.

Düşey kurp tasarımında görüş mesafeleri; g1 ve g2 eğimlerinin cebirsel farkının yüksek olmasına, kırmızı hat kolları arasındaki açıklığın büyümesine ve görüş mesafesinin kısalmasına yol açmaktadır. Tek platformlu ve çift yönlü yollarda bir sollama ile geçiş manevrası sırasında karşı yönden gelen taşıtın olması hâlinde boy kesitte düşey kurp eğriliğinin araya girmesi ile taşıt şoförlerinin birbirlerini görmelerine engel olmayacak şekilde düzenlenmesi gerekir. Bu durum için görüş hesabında emniyetli sollama manevra mesafesinden yararlanılır.

$Ls=\frac{V1(d1+d2)}{(V1+V2)}$ bağıntıda V1=Vp ve V2=Vp-15 alınır.

Çift platformlu tek yönlü yollarda ise bu eğriliğin şoförün önündeki bir engeli aynı bir nedenle görmesine engel olmayacak şekilde düzenlenmesi gerekir. Bu durumda ise fren emniyet uzunluğundan faydalanılır.

$Lfe= =0,278.V.t+0,00394 \frac{V^2}{f \pm s}$ bağıntıda V=Vp, f=0,3 $\cong$ 0,4 ve s = 0 alınmalıdır.

3.3.1.3. Düşey Kurplarda Görüş Mesafesi

Kapalı Düşey Kurp Durumu

- Görüş mesafesi kapalı düşey kurp olması durumunda, durma hâli için yani frenlemeden sonra taşıt durursa;

$S > L$ için $\Rightarrow L = 2S - \frac{4,40}{G}$ ve $S < L$ için $\Rightarrow L = \frac{G.S^2}{4,40}$

S= Düşey kurpta görüş mesafesi, L= Düşey kurp boyu, G= Eğimlerin cebirsel farkı (g1-g2)

- Görüş mesafesi kapalı düşey kurp olması durumunda durma hâli için yani frenlemeden sonra taşıt durursa;

$S > L$ için $\Rightarrow L = 2S - \frac{10,97}{G}$ ve $S < L$ için $\Rightarrow L = \frac{G.S^2}{10,97}$

Açık Düşey Kurp Durumu

- Far ışığına göre taşıtın durması;

$S > L$ için $\Rightarrow L = 2S - \frac{152+3,5xS}{G}$ ve $S < L$ için $\Rightarrow L = \frac{G.S^2}{152+3,5xS}$

- Alt geçit (geçit) olma durumu;

$S > L$ için $\Rightarrow L = 2S - \frac{25}{G}$ ve $S < L$ için $\Rightarrow L = \frac{G.S^2}{25}$

Düşey kurplarda yeterli görüş mesafelerinin sağlanabilmesi için kapalı düşey kurplarda R= 8000-10000 m ve açık düşey kurplarda R= 4000-5000 m alınması tavsiye edilmektedir.

$R= \frac{L}{G}$ bağıntısıyla hesaplanır.

PROBLEM: Bir yol kesiminde çıkış hattı %4,5, iniş hattı %2,3 eğime sahip olup düşey kurpta durma hâli için görüş mesafesinin 140 m olması istenmektedir. Bu durumu sağlayan düşey kurp boyunu hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

g1 = %4,5 ve g2 = %2,3 bu durumda G = g1-g2 = +0,045- (+0,023) = 0,045-0,023 = 0,022 kapalı düşey kurp

Kapalı düşey kurpta durma hâli;

$S > L$ için $\Rightarrow L = 2S - \frac{4,40}{G}$

$L = 2x140 - \frac{4,40}{0,022}$ buradan da L= 80 m < 140 uygundur.

$S < L$ için $\Rightarrow L = \frac{G.S^2}{4,40}$

$L = \frac{(0,022)\ x\ 140^2}{4,40}$ buradan da L= 98 m < 140 uygundur.

O halde görüş mesafesi 140 m olan yol kesimindeki **kurp boyu L= 98 m** alınır.

PROBLEM: Proje hızı 80 km/sa olan bir yolda eğimleri +%4,2 ve -%2,6 olan 2 kırmızı çizgi kolu arasında parabolik düşey kurp uygulanacaktır. Fren emniyet mesafesini ve duruş-görüş mesafesini esas alarak düşey kurp boyunu hesaplayınız (Duruş-görüş mesafesi için fren emniyet mesafesi için s = 0, t = 1 sn, f = 0,3 alınacaktır.).

ÇÖZÜM:

$Lfe=0,278.V.t + 0,00394\frac{V^2}{f \pm s}$ bağlantısından $S= Lfe = 0,278x80x1 + 0,00394\ \frac{80^2}{0,3 \pm 0}$

S = Lfe= 106,3 m

Kurp boyu hesabı için önce S>L durumunu ele alırsak; $S > L$ için $\Rightarrow\ L = 2S - \frac{G.S^2}{4,40}$

G = g1-g2 bağıntısından G = (4,2-(-2,6))= %6,8 = 0,068

$L = 2x160,3 - \frac{4,40}{0,068} \Rightarrow$ L= 147,89 m

106,3 >147,89 m olmadığından S<L'ye göre durumu yeniden ele almamız gerekmektedir.

Kurp boyu hesabı için S<L durumunu ele alırsak; S<L için $\Rightarrow L=\frac{G.S^2}{4,40}$

$L= \frac{0,068\ x\ 103,6^2}{4,40} \Rightarrow$ L = 165,873 m burada 106,3 < 165,873 sağlamıştır.

3.3.2. Dever Hesapları

Savrulma devrilmeye göre daha kolay olduğundan dever, taşıtların savrulmamasına göre tasarlanır.

Dever değerinin hesaplanmasında 2 farklı yaklaşım vardır:

1) Türkiye Cumhuriyeti Karayolları (Eski), İngiltere, Almanya: Klasik Yöntem (Basit denkleme dayalı)

2) Türkiye Cumhuriyeti Karayolları (Yeni), ABD (AASHTO): Modern Yöntem (Karmaşık, tablo, abaklara dayalı)

Karayollarında deverin uygulanması üç şekilde olabilir. Bunlar:

a) Yolun eksen hattının sabit tutularak iç kenarın düşürülüp dış kenarın yükseltilmesi,

b) Yolun iç kenar hattının sabit tutularak eksen hattı ve dış kenar hattının yükseltilmesi,

c) Yolun dış kenar hattının sabit tutulup iç kenar ve eksen hattının düşürülmesi şeklindedir.

Dever, $d = \frac{0,00443 \times V^2}{R}$ ve Rakordman boyu ise $ld = \frac{0,0354 \times V^3}{R}$ bağıntısı ile hesaplanır.

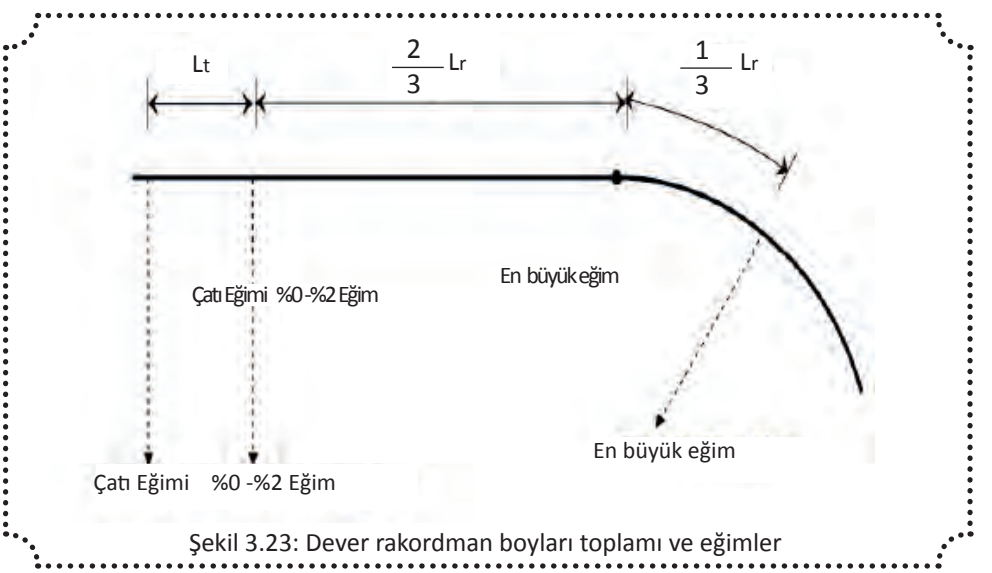
Bağıntılarda;
R= Dairesel kurp yarıçapı (m)
V= Aracın hızı (km/sa)



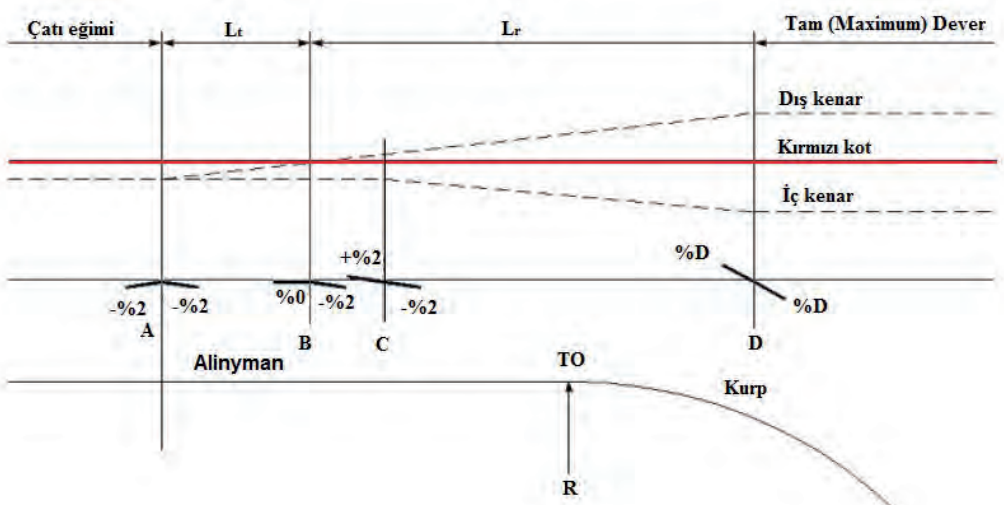
Şekil 3.22: Dever rakordman boyu

Kurpta dever uygulamasının konfor, güvenlik, drenaj ve estetik ihtiyaçlara cevap verebilmesi için alinymanda çatı eğimi ile başlayıp kurbun içinde belirli bir noktada maksimum devere ulaşacak şekilde aşamalı bir geçiş yapacak şekilde tasarlanmalı ve uygulanmalıdır.

Bu geçişin yapıldığı mesafe **dever rakordman boyu** olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3.22, Şekil 3.24). Rakordman boyu, Şekil 3.23'te gösterilen "**Lt**" ve "**Lr**" mesafelerinin toplamıdır.



Şekil 3.23: Dever rakordman boyları toplamı ve eğimler



Şekil 3.24: Tam deverde çatı eğimi, rakordman, kırmızı kot, dış kenar, iç kenar, alinyman ve kurp gösterimi

PROBLEM: Proje hızı 70 km/sa olan bir karayolunda kullanılabilecek en büyük dever %8 olarak belirlenmiştir. 400 m yarıçaplı bir yatay kurpta verilmesi gereken deveri hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

Dever, $d=\frac{0,00443xV^2}{R}$ bağıntısı ile $d=\frac{0,00443x70^2}{400}$ = 0,053 bulunur.

Dever = d = %5,3 olarak ifade edilir.

PROBLEM: Proje hızı 90 km/sa olan bir karayolunda kullanılabilecek en büyük dever %8 olarak belirlenmiştir. 280 m yarıçaplı bir yatay kurpta verilmesi gereken deveri hesaplayanız ve hız tahkikini yapınız.

ÇÖZÜM:

Dever, $d=\frac{0,00443xV^2}{R}$ bağıntısı ile $V^2=\frac{0,00443x90^2}{280}$ = 0,128 ≥ 0,08 olduğundan bu durumda hız kısıtlamasına gidilmesi gerekir.

Yeni hız;

Dever, $d=\frac{0,00443xV^2}{R}$ bağıntısı ile $V^2=\frac{dxR}{0,0043} \Rightarrow V^2=\frac{0,08x280}{0,0043}$

buradan da $V=\sqrt{\frac{0,08x280}{0,0043}}$ buradan da $V= \Rightarrow V \cong 72$ km/sa

PROBLEM: Proje hızı 100 km/sa olan bir yolun yatay kurp kesiminde iç kenar kotları sabit olacak şekilde geçiş eğrisiz dever uygulaması yapılacaktır. Yatay kurp yarıçapı 250 m, başlangıç enine eğimi %2, platform genişliği 10 m ve maximum dever %8 dir. Buna göre deveri, hız tahkikini, dever rakordman boyunu, eğim değişim aralığını, alinyman ve kurp boyunu hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

Genişletme yapılmasına gerek yok çünkü: R= 250 >200 m

V= 100 km/sa

d_o= %2

L = 10 m

R = 250 m

$d=\frac{0,00443xV^2}{R}$ bağıntısı ile $V^2=\frac{0,00443x100^2}{250}=0,18 \geq 0,08$

Uygulanacak maximum dever %8 olduğu için dever %8 alınır ve hız kısıtlamasına gidilir. Kısıtlanan hız yol kenarı levhalarında da kullanılmalıdır.

$d=\frac{0,00443xV^2}{R}$ bağıntısı ile $V^2=\frac{dxR}{0,0043} \Rightarrow V=\sqrt{\frac{0,08x250}{0,0043}}$

buradan da $V=\frac{0,08x250}{0,0043}$, $V \cong 67$ km/sa

Bu durumda hız kısıtlamasına gidilir.

$Ld=\frac{0,0354xV^3}{R}$ $Ld=\frac{0,0354x67^2}{250} \cong 43$ m olur.

Ld< 45 m olduğundan Ld= 45 m alınır. Maximum dever ile başlangıç enine eğim farkı=%8-(-%2)= %10

%10 için 45 ise %1 için eğim değişim aralığı= 45/10= 4,5 m

Alinyman boyu= $\frac{2}{3}$ Ld= $\frac{2}{3}$ x 45=30 m

Kurp boyu= $\frac{1}{3}$ Ld= $\frac{1}{3}$ x 45=15 m

ETKİNLİK

Proje hızı 80 km/sa olan yolda eksen kotları sabit, geçiş eğrisiz dever uygulaması yapılacaktır. Yatay kurp yarıçapı 280 m, başlangıç enine eğimi %2, maximum dever %8 platform genişliği 10 m alınacaktır. Buna göre deveri, hız tahkikini, dever rakordman boyunu, eğim değişim aralığını, alinyman ve kurp boyunu hesaplayınız.

3.3.3. UYGULAMA: DÜŞEY KURP VE DEVER HESAPLARI

Süre
Ders Saati:
12

UYGULAMA YAPRAĞI

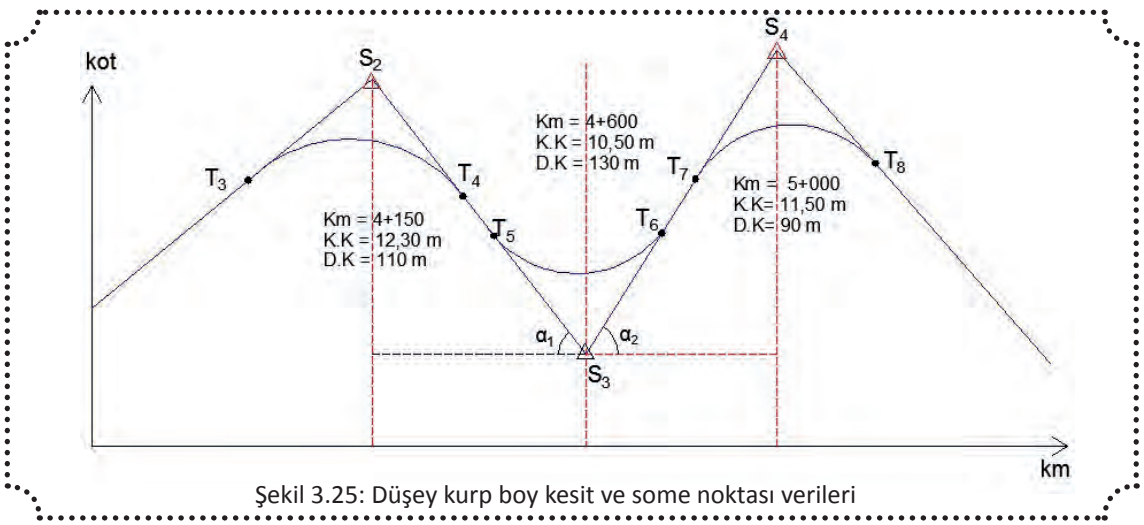
Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26160

Görev

Bu çalışmanın amacı; öğretmeninizin gözetiminde aşağıda Şekil 3.25'te ve tabloda verilen some noktaları bir kapalı, bir açık ve bir kapalı şeklinde olan birleşik düşey kurplardan oluşan boy kesit verilerine göre meyil, kırmızı kot, açık düşey kurpta alt geçit olma durumuna göre görüş mesafesini hesaplamaktır.

Bu doğrultuda size rehber olması amacı ile aşağıda işlem basamakları verilmiştir. Şekil 3.25 ve Tablo 3.1'de verilen bilgileri dikkate alarak aşağıda verilen görevleri yerine getiriniz.



Şekil 3.25: Düşey kurp boy kesit ve some noktası verileri

Tablo 3.1: Düşey Kurp Boy Kesit ve Some Noktası Verileri

S_2 noktası (kapalı)	S_3 noktası (açık)	S_4 noktası (kapalı)
Km= 4+150	Km= 4+600	Km= 5+00
K.K.= 12,30 m	K.K.= 10,50 m	K.K.= 11,50 m
D.K.= 110 m	D.K.= 130 m	D.K.= 90 m

Kapalı düşey kurp olan S_2 some noktası öncesi T_3 sonrası T_4 kurbun tanjant (teğet) noktalarıdır. Açık düşey kurp olan S_3 some noktası öncesi T_5 sonrası $T6_6$ kurbun tanjant noktalarıdır. S_4 kapalı kurp öncesi T_7 sonrası T_8 kurbun tanjant noktalarıdır.

a) 4+600 km'deki meyili hesaplayınız.

b) 4+600 km'deki kırmızı kotu hesaplayınız.

c) 4+560 km'deki kırmızı kotu hesaplayınız.

d) 4+640 km'deki kırmızı kotu hesaplayınız.

e) D.K.= 130 m olan açık düşey kurbun alt geçit olma durumuna göre görüş mesafesini hesaplayınız.

Yönerge

- Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerine göre meyil, kırmızı kot, açık düşey kurpta alt geçit olma durumuna göre görüş mesafesi hesaplarını yaparken aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerine göre meyil, kırmızı kot, açık düşey kurpta alt geçit olma durumuna göre görüş mesafesi hesapları için verilen değerleri doğru almaya dikkat etmelisiniz.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen uygulama kontrolü listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz

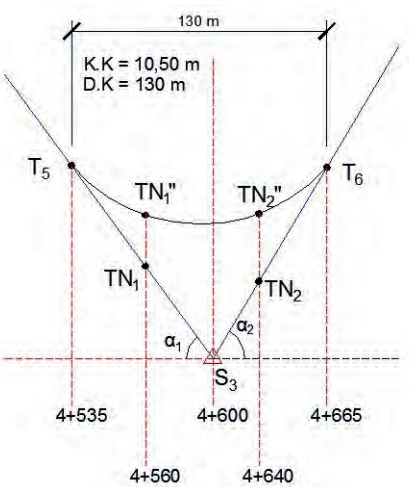
Düşey Kurp ve Dever Hesapları Uygulaması İşlem Basamakları

- **Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki açık düşey kurp 4+600 km'deki S_3 some noktasının sağında ve solunda arazi yüzeyi ile yaptığı α_1 ve α_2 açıların tanjant değerleri ile meyiller hesaplanır.**

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{12{,}30 - 10{,}50}{4+600-4+150} \Rightarrow \text{Tg } \alpha_1 = \frac{1{,}80}{450} = 0{,}004 \text{ ve tg } \alpha_2 = \frac{11{,}50 - 10{,}50}{5+000-4+600}$$

$$\text{Tg } \alpha_1 = \frac{1}{400} = 0{,}0025$$

- **Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki 4+600 km'deki kapalı düşey kurp S_2 ve açık düşey kurp S_3 some noktalarına göreT_5 ve T_6 tanjant noktalarındaki kırmızı kotlar hesaplanır.**



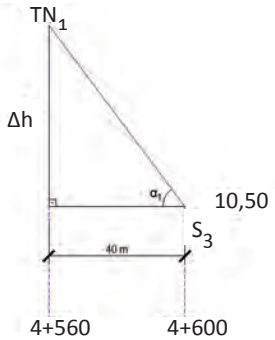
T_5 in km'si (4+600-4+150)-(130/2) buradan

T_{5km}= 4+535 bulunur.

T_5 in kotu tg $\alpha_1 = \Delta h_1/(4+600-4+535)$

$\Rightarrow 0{,}004 = (\Delta h_1/65)$ ve $\Delta h_1 = 0{,}26$ bulunur.

$T_{5\ kırmızı\ kot}$= 10,50+0,26 = 10,76 bulunur.

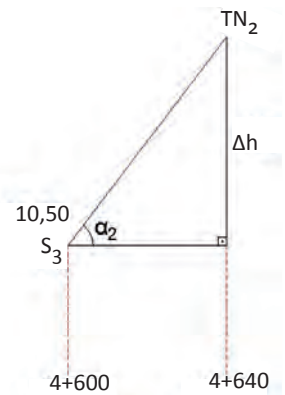


T_6 nın km'si
(5+000-4+600)+(130/2) buradan $T_{6\ km}$= 4+665 bulunur.
T_6 nın kotu
tg α_2= Δh_2/(4+665-4+600)

0,0025 = (Δh_2/65) ve Δh_2= 0,1625 bulunur.

$T_{6\ kırmızı\ kot}$= 10,50+0,1625 = 10,663 m bulunur.

- **Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki açık düşey kurp 4+560 km'deki S_3 some noktasına göre Δh_3, TN_1, d_1 değerleri bulunduktan sonraT_5 ve T_6 tanjant noktaları arasında oluşan TN''_1 kırmızı kotu hesaplanır.**



tg α_1= Δh_3/(4+600-4+560) ⇒ 0,004= Δh_3/(40)
ve Δh_3= 0,004x40= 0,16 bulunur.

TN_1= 10,50+0,16= 10,66 olur.

Dever= $d_1 = \frac{(g1-g2)l^2}{2L}$

$= \frac{(-0,004-(+0,0025)x(4+560-4+535)^2)}{2x130}$

⇒ d_1= 0,01563 (–)
bulunur.

TN''_1= d_1+TN_1=0,01563+10,66=10,6756 m bulunur.

- **Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki açık düşey kurp 4+640 km'deki S_3 some noktasına göre Δh_4, TN_2, d_2 değerleri bulunduktan sonraT_5 ve T_6 tanjant noktaları arasında oluşan TN''_2 kırmızı kotu hesaplanır.**

tg α_2= Δh_4/(4+640-4+600) ⇒ 0,0025= Δh_4/(40) ve Δh_4= 0,0025x40= 0,1 bulunur.

TN_2= 10,50+0,1= 10,60 olur.

Dever= $d_2 = \frac{(g1-g2)l^2}{2L} = \frac{(-0,004-(+0,0025)x(4+640-4+600)^2)}{2x130}$ ⇒ d_2= 0,04 (–) bulunur.

TN''_2= d_2+TN_2=0,004+10,60=10,64 m bulunur.

- **Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki D.K.= 130 m olan açık düşey kurbun alt geçit olma durumuna göre görüş mesafesi hesaplanır.**

S > L için $L = 2S - \frac{25}{G} \Rightarrow 130 = 2S - \frac{25}{(-0,004)-(+0,0025)}$ buradan da $130 = \frac{25}{-0,0065}$

S= 1858,1 m > 130 olduğundan uygundur.

S > L için $L = \frac{GxS^2}{25} \Rightarrow 130 = 2S - \frac{-0,065xS^2}{25}$ buradan da S^2=500.000 olur ve S=707,11 m >130 olduğundan uygun değildir.



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki açık düşey kurp 4+600 km'deki S_3 some noktasının sağında ve solunda arazi yüzeyi ile yaptığı α_1 ve α_2 açılarının tanjant değerlerini bularak meyilleri hesapladınız mı?		
2	Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki 4+600 km'deki kapalı düşey kurp S_2 ve açık düşey kurp S_3 some noktalarına göre T_5 ve T_6 tanjant noktalarındaki kırmızı kotları hesapladınız mı?		
3	Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki açık düşey kurp 4+560 km'deki S_{32} some noktasına göre Δh_3, TN_1, d_1 değerleri bulduktan sonra T_5 ve T_6 tanjant noktaları arasında oluşan $TN"_1$ kırmızı kotunu hesapladınız mı?		
4	Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki açık düşey kurp 4+640 km'deki S_3 some noktasına göre Δh_4, TN_2, d_2 değerleri bulunduktan sonra T_5 ve T_6 tanjant noktaları arasında oluşan $TN"_2$ kırmızı kotunu hesapladınız mı?		
5	Şekil 3.25'te ve Tablo 3.1'de düşey kurp boy kesit ve some verilerindeki D.K.= 130 m olan açık düşey kurbun alt geçit olma durumuna göre görüş mesafesini hesapladınız mı?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, temizlik/düzen ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	KROKİ TASARIM	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	20	70	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

3.4. DOLGU VE YARMA ALAN, HACİM HESAPLARI

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Bir karayolu güzergâhı belirlendikten sonra yol yapım çalışmaları ile ilgili bilgileri araştırınız ve bunları arkadaşlarınızla paylaşınız.

AMAÇ

Karayolu geometrik standartları doğrultusunda yol karakteristiklerini belirlemek.

GİRİŞ

Arazi meyili ile dolgu veya yarma şevinin kesiştiği noktalara şev kazığı noktası denir. Bu noktanın kotu arazide şev kazığı çakılırken belirlenebildiği gibi farklı ölçü değerlerinden faydalanılarak da hesaplanabilir. Şev eksen kazıklarının her iki tarafında bulunan yatay (apsis) noktalarındaki arazinin tabii eğimi hesaplandıktan sonra bu eğimlere göre şev kazıkları nokta kotları (yükseklikleri) hesaplanır. Şev kazıkları yöntemi ile alan hesaplarında arazinin eğimi ile şev eğiminin aynı yönde olma hâli ve aksi yönde olma hâli olarak iki şekilde ortaya çıkar. Bu iki duruma göre kazı en kesiti üzerinde oluşturulan geometrik alanlar eğim ve üçgenin alan formülü kullanılarak dönüştürülen formüllerle kazı dolgu ve yarma alanı hesapları yapılır.

Dolgu ve yarma alan hesaplarında sık kullanılan yöntem ise Cross Metodu ile Alan Hesabı yöntemidir. Bu metod ile en kesit alan hesapları yapılabilmesi için yine şev kazığı yöntemi ile en kesit alınması gereklidir. Bu öğrenme biriminde Klasik Cross Metodu ile Alan Hesabı ve Basit Cross Metodu ile Alan Hesabı yöntemlerini kullanarak dolgu ve yarma alan hesabı uygulamalarına değinilecektir.

Cross Metodu ile en kesit alan hesaplarında şev kazığı usulü ile en kesit alınması gereklidir. Eğer kesin bir sonuç istenmiyorsa çizim yapıldıktan sonra en kesit alanını sınırlayan kırık noktaların kotları ve yol tesviyesi üstünden geçirilen yatay konumda (eksende) "X" ekseni kabul ile trigonometrik çember yardımıyla eksenlerin kesim noktası orjin kabul edilmektedir. Kotlar üstte, eksenden mesafeler ise alta yazılıp (-) veya (+) işaretleri verilir.

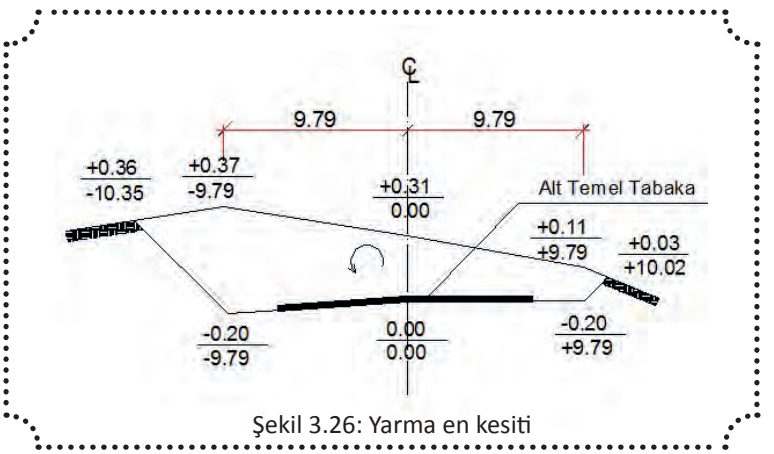
3.4.1. Klasik Cross Metodu ile Dolgu ve Yarma Alanı Hesabı

Klasik Cross Metodu ile alan hesabında saat yönünün tersi olarak hareket edildiğinde; $2S=\sum Y_n (X_{n+1}-X_{n-1})$ bağıntısı kullanılır.

Burada en kesit üzerindeki herhangi bir noktanın kabul edilen bir kıyas hattına göre hesaplanan kotu işareti ile birlikte alınır. İlerleme yönü saatin akrep yönünün tersi yönde kendisinde bir önceki ve bir sonraki noktaların eksene olan mesafelerinin işaretlerini de dikkate alarak hesaplanan cebirsel fark ile çarpılıp ikiye bölünmesiyle kesit alanı hesaplanır.

Eğer saat yönünü saatin akrep yönü olarak ele alarak alan hesabı yapılacaksa bu durumda; $2S=\sum X_n (Y_{n+1}-Y_{n-1})$ bağıntısı kullanılır.

Klasik Cross Metodu ile aşağıda Şekil 3.26'da verilen **yarma en kesitinde** belirtilen yatay ölçü ve kotlara göre yarma alanını hesaplayınız.



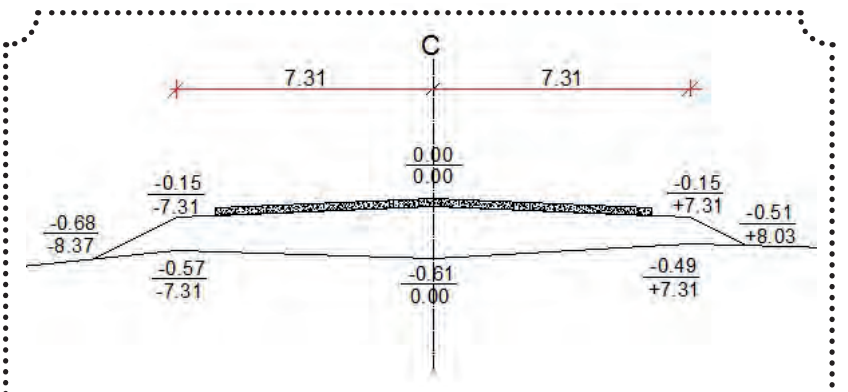
Şekil 3.26: Yarma en kesiti

Saatin tersi yönünde hareket ederek yarma en kesiti üzerinde yer alan eksene göre kendisinde bir önceki ve bir sonraki noktaların eksene olan mesafelerinin işaretlerini de dikkate alarak hesaplanan cebirsel farkları yazalım.

2S= (+0,31)[(+9,79)-(-9,79)] + (+0,37)[(0,00)-(-10.35)] + (+0,36)[(-9,79)-(-9,79)] + (-0,20) [(-10,35)-(0,00)] + (0,00)[(-9,79)-(+9,79)] + (-0,20)[(0,00)-(+10,02)] + (+0,03)[(+9,79)-(+9,79)]+ (+0,11)[(+10,02)-(0,00)] = 15,08 m²

Cebirsel farklar çarpılarak 2S bulunur. 2S= 15,08 ⇒Bulunan değer ikiye bölünerek **S= 7,54 m²** yarma kazı miktarı bulunmuş olur.

Klasik Cross Metodu ile aşağıda Şekil 3.27'de verilen **dolgu en kesitinde** belirtilen yatay ölçü ve kotlara göre dolgu alanını hesaplayınız.



Şekil 3.27: Dolgu en kesiti

Saatin tersi yönünde hareket ederek dolgu en kesiti üzerinde yer alan eksene göre kendisinde bir önceki ve bir sonraki noktaların eksene olan mesafelerinin işaretlerini de dikkate alarak hesaplanan cebirsel farkları yazılır.

2S = (+0,00) [(+7,31)-(-7,31)] + (-0,15) [0,00-(-8,37)] + (-0,68) [(-7,31)-(-7,31)] + (-0,57) [(-8,37)-(0,00)] + (-0,61) [(-7,31)-(+7,31)] + (-0,49) [(0,00)-(+8,03)] + (-0,51) [(+7,31) - (+7,31)] + (-0,15) [(+8,03)-(0,00)] = 15,16 m²

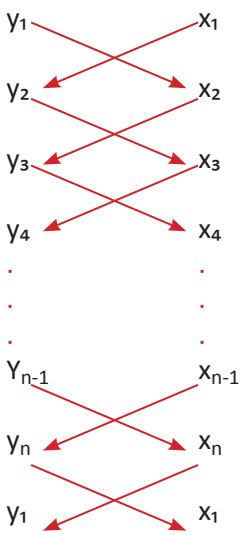
Cebirsel farklar çarpılarak 2S bulunur. 2S = 15,16 ⇒Bulunan değer ikiye bölünerek **S= 7,58 m²** yarma kazı miktarı bulunmuş olur.

3.4.2. Basit Cross Metodu ile Dolgu ve Yarma Alanı Hesabı

Basit Cross Metodu, Klasik Cross Metodunun dönüştürülmesinden elde edilmiştir. Kotlar izafi değildir, gerçek kotlara göre alan hesabı yapılmaktadır. Bu metodun genel bağıntısı; $2S = (y_1.x_2 + y_2.x_3 + ...+ y_{n-1}.x_n + y_n.x_1) - (x_1.y_2 + x_2.y_3 +.....+ x_{n-1}.y_n + x_n.y_1)$ olarak ifade edilmektedir. Bu metot ile en kesitler kesitten veya şev kazığı defteri kayıtlarından alınarak hesaplanabilir. Bu metot ile eksenin solunda ve sağında kalan alanlar ayrı ayrı hesaplanır.

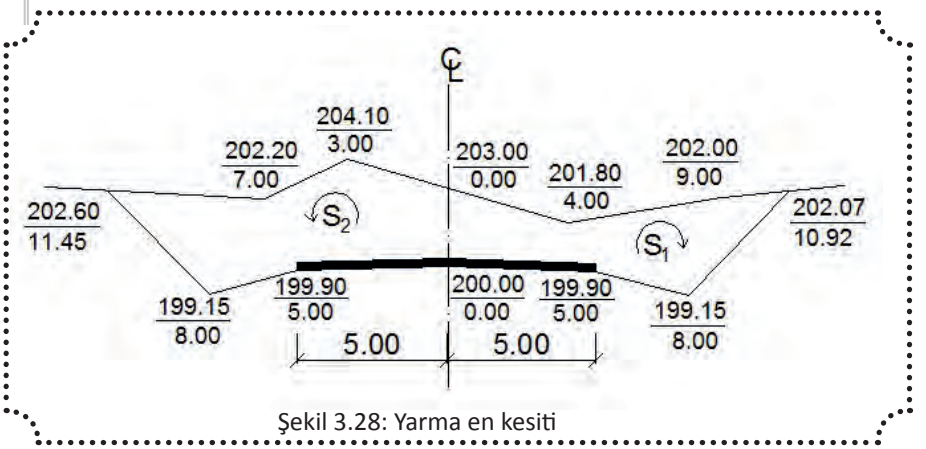
Karışık en kesitlerde ise eksenin sağındaki alan için saatin yönü birinci çarpımları toplamı (+) ve eksenin solunda kalan alanlar için ise saatin yönünün tersi birinci çarpımlar (+) alınır.

$$2S_{1,2,3...n} = (y_1.x_2 + y_2.x_3 + y_3.x_4 + \dots + y_{n-1}.x_n + y_n.x_1) - (x_1.y_2 + x_2.y_3 + x_3.y_4 + \dots + x_{n-1}.y_n + x_n.y_1)$$



Yukarıda bulunan ve gerçekte geometrik olan çözüm basitleştirilerek Basit Cross Metodu ile alan hesapları yapılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken saatin yönünde hareket ederek (yol ekseninin) her noktanın kotunun bir sonraki noktanın başlangıca olan uzaklığı ile çarpmak ve yine bir noktanın başlangıca olan uzaklığını bir sonraki noktanın kotuyla çarparak birinci çarpımlar toplamından ikinci çarpımlar toplamının farkının yarısını alarak alan hesabını doğru yapmaktır.

Basit Cross Metodu ile aşağıda Şekil 3.28'de verilen yarma en kesitinde belirtilen yatay ölçü ve kotlara göre yarma alanını hesaplayınız.



Şekil 3.28: Yarma en kesiti

Sağ taraf alanı:

203,00 x 4,00	= 812,00	0,00 x 201,80	= 0, 00
201,80 x 9,00	= 1816,20	4,00 x 202,00	= 808, 00
202,00 x 10,92	= 2205,84	9,00 x 202,07	= 1818,63
202,07 x 8,00	= 1616,56	10,92 x 199,15	= 2714,72
199,15 x 5,00	= 995,75	8,00 x 199,50	= 1596,00
199,90 x 0,00	= 0,00	5,00 x 200,00	= 1000,00
200,00 x 0,00	= 0,00	0,00 x 203,00	= 0,00
	+		+
	7446,37		7397,35

$$S_{1Yarma} = \frac{7446,37 - 7397,35}{2} = \mathbf{24,51\ m^2}$$

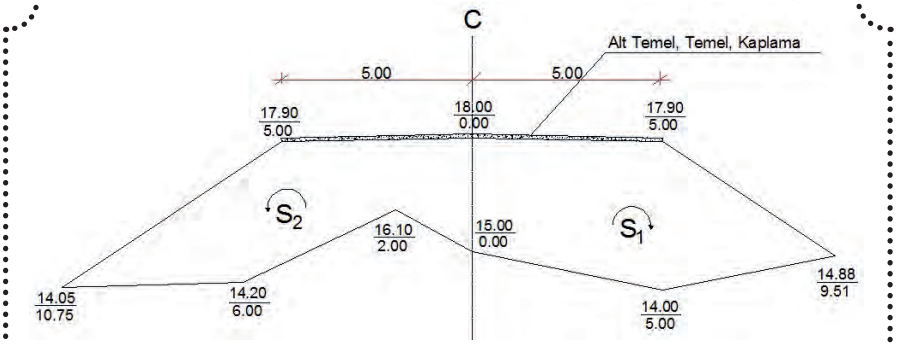
Sol taraf alanı:

203,00x3,00	= 609,00	0,00x204,10	= 0, 00
204,10x7,00	= 1428,70	3,00x202,20	= 606, 60
202,20x11,45	= 2315,19	7,x00202,60	= 1418,20
202,60x8,00	= 1620,80	11,45x199,15	= 2280,27
199,15x5,00	= 995,75	8,00x199,90	= 1599,20
199,90x0,00	= 0,00	5,00x200,00	= 1000,00
200,00x0,00	= 0,00	0,00x203,00	= 0,00
	+		+
	6969,44		6904,27

$$S_{2Yarma} = \frac{6969,44 - 6904,27}{2} = \mathbf{32,58\ m^2}$$

Toplam kazı en kesit alanı = S= $S_{1Yarma} + S_{2Yarma}$ = 24,51 + 32,58 = **57,09 m²**

Basit Cross Metodu ile aşağıda Şekil 3.29'da verilen **dolgu en kesitinde** belirtilen yatay ölçü ve kotlara göre dolgu alanını hesaplayınız.



Şekil 3.29: Dolgu en kesiti

Sağ taraf alanı:

18,00x5,00	= 90,00	0,00x17,90	= 0, 00
17,90x9,51	= 170,23	5,00x14,88	= 74,40
14,88x4,00	= 59,52	9,55x14,00	= 133,14
14,00x0,00	= 0,00	4,00x15,00	= 60,00
15,00x0,00	= 0,00	0,00x18,00	= 0,00
	+ 319,75		+ 267,54

$$S_{1Dolgu} = \frac{319,75 - 267,54}{2} = \mathbf{26,10\ m^2}$$

Sol taraf alanı:

18,00x5,00	= 90,00	0,00x17,90	= 0, 00
17,90x10,75	= 192,42	5,00x14,05	= 70,25
14,05x6,00	= 84,30	10,75x14,20	= 152,65
14,20x2,00	= 28,40	6,00x16,10	= 96,60
16,10x0,00	= 0,00	2,00x15,00	= 30,00
15,00x0,00	= 0,00	0,00x18,00	= 0,00
	+ 395,12		+ 349,50

$$S_{2Dolgu} = \frac{395,12 - 349,50}{2} = \mathbf{22,81\ m^2}$$

Toplam dolgu en kesit alanı= S= $S_{1Dolgu} + S_{2Dolgu}$ = 26,10 + 22,81 = **48,91 m²**

3.4.3. Aynı Cinsten En Kesitler Arasındaki Hacim Hesabı

Aynı cinsten en kesitlerin (Tam Yarma-Tam Yarma ve Tam Dolgu-Tam Dolgu) arasındaki hacim hesabı karayollarında daha çok ara mesafelerin ortalamasına göre yapılır. Birbirini izleyen aynı cins en kesitlerin alanları S_1, S_2, S_3.....S_n ve ara mesafeleri de L_1, L_2, L_3.... L_n'dir. Aynı cinsten en kesitlerin hacimlerin toplamı da "V" ile ifade edersek;

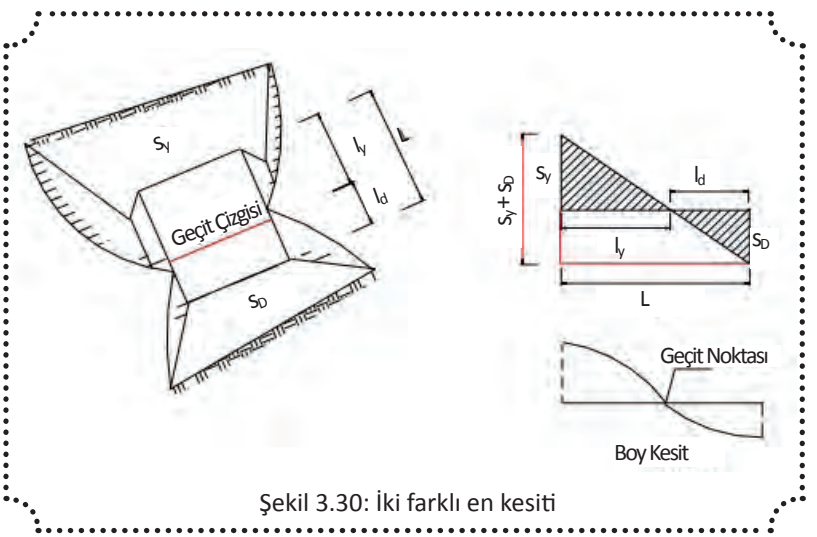
$$V= \frac{S_1+S_2}{2} L_1 + \frac{S_2+S_3}{2} L_2 +.....+ \frac{S_{n-1}+S_n}{2} L_n$$

$$V= S_1 \frac{L_1}{2} + S_2 + \frac{L_1+L_2}{2} +.....+ S_n \frac{L_n}{2}$$

Bağıntıda; ilk ve son en kesitin alanı ara mesafenin yarısı ile diğer en kesit alanları ise bir önceki ve bir sonraki ara mesafenin ortalama değeri ile çarpılarak toplamları bulunduğu görülmektedir.

3.4.4. İki Farklı Cinsten En Kesit Arasındaki Hacim Hesabı

Karşıt türden iki tam en kesitin (Tam Yarma-Tam Dolgu veya Tam Dolgu-Tam Yarma) birbirini izlemesi durumunda hacim hesabı, geçit çizgisinin güzergâh eksenine dik olduğu varsayımına dayanılarak yapılır. Diğer varsayımda iki en kesit arası arazi kesiminin düzgünlüğü kabulüne bağlı olarak geçit çizgisinin en kesitlere olan uzaklığının en kesitlerin alanları ile orantılı olmasıdır (Şekil 3.30).



Şekil 3.30: İki farklı en kesiti

$$V_y= \frac{1}{2} x+ \frac{S_y^2}{S_y+S_D} xL \qquad V_D= \frac{1}{2} x+ \frac{S_D^2}{S_y+S_D} xL$$

Şekil 3.30'da gösterilen parametre:

l_Y = Yarma en kesitinin Geçit Çizgisine uzaklığı (m)
l_D = Dolgu en kesitinin Geçit Çizgisine uzaklığı (m)
L = İki en kesit arsındaki uzaklık (m)
S_Y = Yarma en kesitinin alanı (m^2)
S_D = Dolgu en kesitinin alanı (m^2)

Yine farklı en kesitlerde; bir tam yarma veya bir tam dolgu en kesitten bir karışık en kesite geçme durumlarında veya tam tersi olan en kesit şekillerinde ve geçit yerlerinde yarma ve dolgunun geometrik şekline uygun bağıntılar ile hacim hesapları yapılır.

3.4.5. UYGULAMA: KLASİK CROSS METODU DOLGU, YARMA ALAN VE HACİM HESAPLARI

Süre
Ders Saati:
16

UYGULAMA YAPRAĞI

Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26161

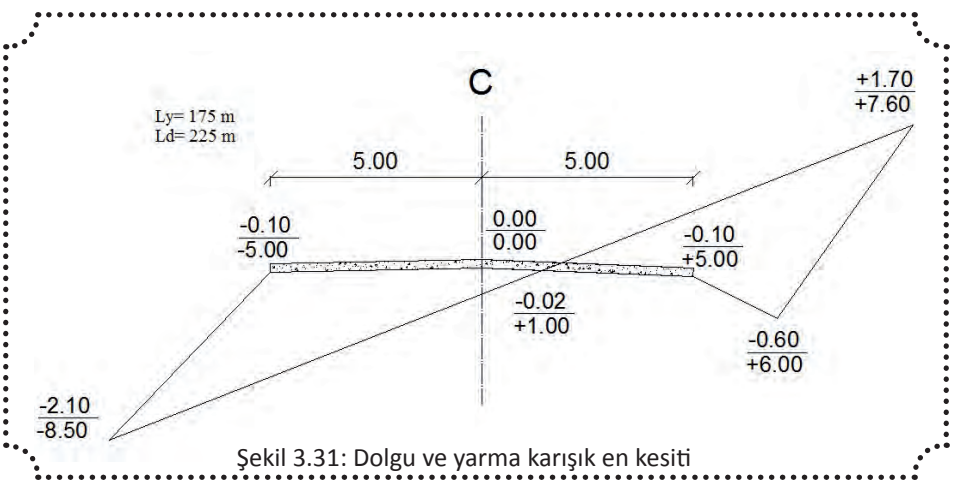
Görev

Bu çalışmanın amacı öğretmeninizin gözetiminde karışık en kesit olarak verilen dolgu ve yarma alan, hacim hesaplarını yapmaktır.

Bu doğrultuda size rehber olması için aşağıda işlem basamakları verilmiştir. Şekil 3.31'de verilen bilgileri de dikkate alarak aşağıdaki görevleri yerine getiriniz.

a) Karışık en kesitte verilenlere göre yarma ve dolgu alanlarını **Klasik Cross Metodu** ile hesaplayınız.

b) Aynı cinsten karışık en kesitlerde ortalama olarak verilen ara mesafelerine göre yarma ve dolgu hacmini hesaplayınız.



Şekil 3.31: Dolgu ve yarma karışık en kesiti

Yönerge

- Şekil 3.31'de karışık en kesit dolgu ve yarma alanı, hacim hesaplarını yaparken aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Şekil 3.31'de karışık en kesit dolgu ve yarma alanı, hacim hesaplarını yaparken verilen eksene göre yatay ve kot ölçülerini doğru almaya dikkat etmelisiniz.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen uygulama kontrolü listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz.

Dolgu ve Yarma Alan Hacim Hesapları Uygulaması İşlem Basamakları

- Verilen en kesite göre dolgu alanını oluşturan değerler eksene göre ölçü ve kotlar esas alınarak saat yönünün tersi olacak şekilde $2S=\sum Y_n (X_{n+1}-X_{n-1})$ veya $2S=\sum X_n (Y_{n+1}-Y_{n-1})$ bağıntılarından biri kullanılarak değerler yazılır ve cebirsel farklar

çarpılarak 2S değeri hesaplanır. 2S = (0,00) [(+1,00) - (-5,00)] + (-0,10)[(0,00) - (-8,60] + (-2,10) [(-5,00) - (+1,00)] + (-0,02) [(-8,60) - (0,00)] = 11,91 m²

- Dolgu alanı 2S değerinin yarısı alınarak S_{Dolgu} yani dolgu alanı hesaplanır.

S_{Dolgu}= 2S/2= 11,91/2= 5,955 m²

- Aynı cins en kesitten oluştuğundan S_{dolgu} yapılacak alanın en kesit ortalama ara mesafesi L_d= 175 m boyunca yapılacak dolgunun hacmi hesaplanır.

$V_{dolgu}= S_{Dolgu} \times L_d/2$= 5,955x175/2= 521,063 m³

- Verilen en kesite göre yarma alanını oluşturan değerler eksene göre ölçü ve kotlar esas alınarak saat yönünün tersi olacak şekilde $2S= \sum Y_n (X_{n+1}-X_{n-1})$ veya $2S=\sum X_n (Y_{n+1}-Y_{n-1})$ bağıntılarından biri kullanılarak değerler yazılır ve cebirsel farklar çarpılarak 2S bulunur.

2S=(-0,02)[(+7,60)-(+5,00)]+(-0,10)[(1,00)-(+6.00]+(-0,60)[(5,00)-(+7,60)]+(+1,70)[(+6,00)-(+1,00)] = 8,71 m²

- Yarma alanı 2S değerinin yarısı alınarak yarma (S_{Yarma}) yani kazı alanı hesaplanır.

S_{Yarma} = 2S/2= 8,71/2= 4,355 m²

- Aynı cins en kesitten oluştuğundan bulunan yarma (S_{Yarma}) alanın en kesit ortalama ara mesafesi L_y= 175 m boyunca kazı yapılacağından kazı yani yarma hacmi bulunur.

$V_{Yarma} = S_{Yarma} \times L_y/2$= 4,355x175/2= 381,063 m³



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	En kesitteki dolgu alanını oluşturan değerleri eksene göre saat yönünün tersi olacak şekilde Klasik Cross Metodu bağıntısını kullanarak değerleri yazıp cebirsel farklarını alıp çarpma işlemleri ile 2S değeri hesapladınız mı?		
2	Dolgu alanı 2S değerinin yarısını alarak dolgu alanını hesapladınız mı?		
3	Aynı cins en kesitten oluşan yolun dolgu yapılacak verilen ortalama ara mesafeye göre dolgu hacmini hesapladınız mı?		
4	En kesitteki yarma alanını oluşturan değerleri eksene göre saat yönünün tersi olacak şekilde Klasik Cross Metodu bağıntısını kullanarak değerleri yazıp cebirsel farklarını alıp çarpma işlemleri ile 2S değeri hesapladınız mı?		
5	Yarma alanı 2S değerinin yarısını alarak dolgu alanı hesapladınız mı?		

6	Aynı cins en kesitten oluşan yolun verilen ortalama ara mesafesine göre kazı yani yarma hacmini hesapladınız mı?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, temizlik/düzen ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK/ DÜZEN	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	20	70	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

3.4.6. UYGULAMA: BASİT CROSS METODU DOLGU, YARMA ALAN VE HACİM HESAPLARI

Süre
Ders Saati: 2

UYGULAMA YAPRAĞI

Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26162

Görev

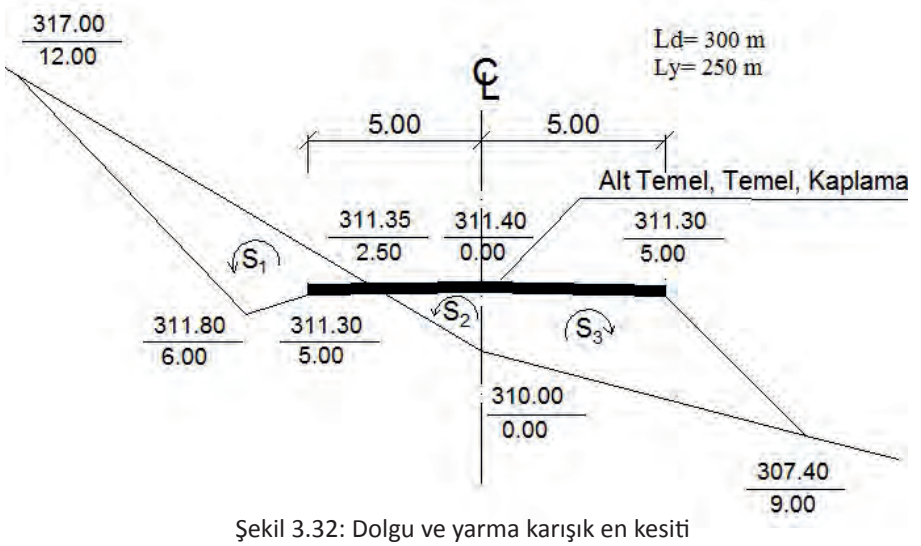
Bu çalışmanın amacı öğretmeninizin gözetiminde karışık en kesit olarak verilen dolgu ve yarma alan, hacim hesaplarını yapmaktır.

Bu doğrultuda size rehber olması için aşağıda işlem basamakları verilmiştir. Şekil 3.32'de verilen bilgileri de dikkate alarak aşağıdaki görevleri yerine getiriniz.

a) Karışık en kesitte verilenlere göre yarma ve dolgu alanlarını **Basit Cross Metodu** ile hesaplayınız.

b) Aynı cinsten karışık en kesitlerde ortalama olarak verilen ara mesafelerine göre yarma ve dolgu hacmini hesaplayınız.

c)



Şekil 3.32: Dolgu ve yarma karışık en kesiti

Yönerge

- Şekil 3.32'de karışık en kesit yarma ve dolgu alan, hacim hesaplarını yaparken aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Şekil 3.32'de karışık en kesit dolgu ve yarma alan, hacim hesaplarını yaparken verilen eksene göre yatay ve kot ölçülerini doğru almaya dikkat etmelisiniz.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen uygulama kontrolü listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz

Dolgu ve Yarma Alan Hacim Hesapları Uygulaması İşlem Basamakları

- Verilen en kesite göre yarma alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerleri hesaplanarak toplam değerler bulunur.

Yarma alanı:

311,35x12,00	= 3736,20	2,50x317,00	= 792,50
317.00x6,00	= 1902,00	12,00x311,80	= 3741,60
311,80x5,00	= 1559,00	6,00x311,30	= 1867,80
311,30x2,50	+ = 778,25	5,00x311,35	+ = 1556,75
	7975,45		7958,65

- Yarma alanı birinci çarpımları ve ikinci çarpımları toplamlarının farkı alınarak ikiye bölünerek yarma alanı bulunur.

$$S_{1Yarma} = \frac{7975,45 - 7958,65}{2} = \mathbf{8,40\ m^2}$$

- Verilen en kesite göre S_2 dolgu alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerleri hesaplanarak toplam değerler bulunur.

Dolgu alanı S_2:

311,35x0,00	= 0,00	0,00x311,35	= 0,00
310,00x0,00	= 0,00	2,50x310,00	= 775,00
311,40x2,40	= 778,50	0,00x311,40	= 0,00
	+ 778,50		+ 775,00

- Verilen en kesite göre S_3 dolgu alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerleri hesaplanarak toplam değerler bulunur.

Dolgu alanı S_3:

311,40x5,00	= 1557,00	0,00x311,30	= 0,00
311,30x9,00	= 2801,70	5,00x307,40	= 1537,00
307,40x0,00	= 0,00	9,00x310,00	= 2790,00
310,00x0,00	= 0,00	0,00x311,40	= 0,00
	+ 4358,70		+ 4327,00

- S_2 ve S_3 dolgu alanı birinci çarpımları ve ikinci çarpımları toplamlarının farkı alınarak ikiye bölünerek dolgu alanları bulunur ve bu alanlar toplanarak toplam dolgu alanı bulunur.

$$S_{2Dolgu} = \frac{778,50 - 775,00}{2} = \mathbf{1,75\ m^2} \qquad S_{2Dolgu} = \frac{4358,70 - 4327,00}{2} = \mathbf{15,85\ m^2}$$

$$\mathbf{S_{Dolgu} = 1,75 + 15,85 = 17,60\ m^2}$$

- Aynı cins en kesitten oluştuğundan hesaplanan yarma (S_{Yarma}) yapılacak alanın en kesit ortalama ara mesafesi L_y= 250 m boyunca yapılacak yarma hacmi hesaplanır.

  $V_{Yarma} = S_{Yarma} \times L_y/2 = 8,40 \times 250/2 = 1050\ m^3$

- Aynı cins en kesitten oluştuğundan hesaplanan dolgu (S_{Dolgu}) alanı en kesit ortalama ara mesafesi L_d= 300 m boyunca dolgu yapılacağından dolgu hacmi bulunur.

  $V_{Dolgu} = S_{Dolgu} \times L_d/2 = 17,60 \times 300/2 = 2640,00\ m^3$

UYARI

Yarma, dolgu alan ve hacim hesapları yaparken işlem hatası yapmamaya dikkat etmelisiniz. İşlemleri matematiksel kurallara göre sırasıyla yapmaya özen göstermelisiniz. Hesap hatası yapmamak için sabırlı olmalı ve hesap makinesi kullanmalısınız.



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	Verilen en kesite göre S_1 yarma alanı değerlerini eksene göre saat yönünde birinci ve ikinci çarpımların değerlerini hesaplayıp toplam değerleri buldunuz mu?		
2	Yarma alanı birinci çarpımları ve ikinci çarpımları toplamlarının farkını alarak ikiye bölüp yarma alanını buldunuz mu?		
3	Verilen en kesite göre S_2 dolgu alanı değerlerini eksene göre saat yönünde birinci ve ikinci çarpımların değerlerini hesaplayıp toplam değerleri buldunuz mu?		
4	Verilen en kesite göre S_3 dolgu alanı değerlerini eksene göre saat yönünde birinci ve ikinci çarpımların değerlerini hesaplayıp toplam değerleri buldunuz mu?		
5	S_2 ve S_3 dolgu alanı birinci çarpımları ve ikinci çarpımları toplamlarının farkını alıp dolgu alanlarını toplayarak toplam dolgu alanını buldunuz mu?		
6	Aynı cins en kesitten hesaplanan S_1 yarma alanın ortalama ara mesafe boyunca yapılacak yarmanın hacmini hesapladınız mı?		
7	Aynı cins en kesitten hesaplanan S_2 ve S_3 dolgu alanları toplamını ortalama ara mesafe boyunca yapılacak dolgunun hacmini hesapladınız mı?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, temizlik/düzen ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK/ DÜZEN	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	20	70	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

3.4.7. UYGULAMA: DOLGU ALAN VE HACİM HESAPLARI

Süre
Ders Saati: 2

UYGULAMA YAPRAĞI

Bu Uygulama Öğretmen ile Yapılacaktır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=33311

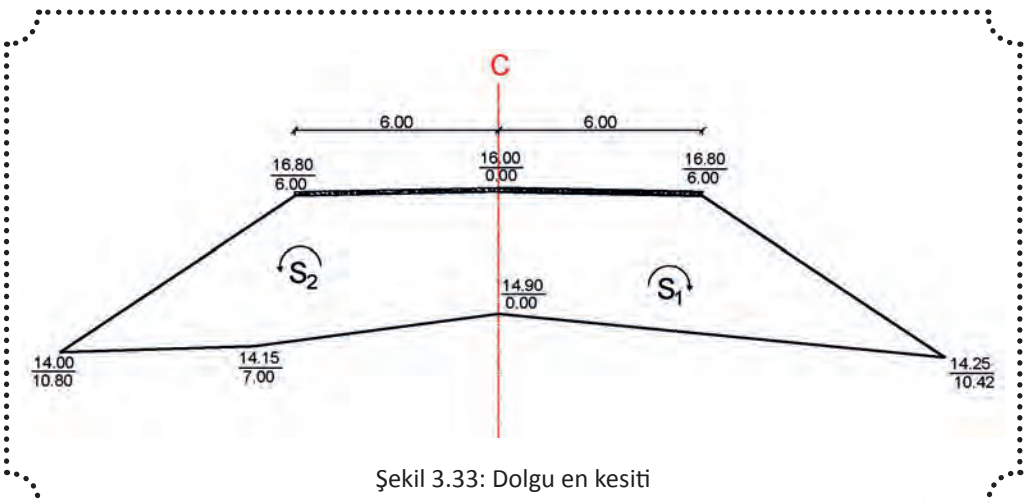
Görev

Bu çalışmanın amacı öğretmeninizin gözetiminde karışık en kesit olarak verilen dolgu alanı ve hacmi hesaplarını yapmaktır.

Bu doğrultuda size rehber olması için aşağıda işlem basamakları verilmiştir. Şekil 3.33'te verilen bilgileri de dikkate alarak aşağıdaki görevleri yerine getiriniz.

a) Dolgu en kesitinde verilenlere göre dolgu alanlarını **Basit Cross Metodu** ile hesaplayınız.

b) Aynı cinsten en kesitler ortalama olarak verilen ara mesafelerine göre dolgu hacmini hesaplayınız (Ld = 500 m).



Şekil 3.33: Dolgu en kesiti

Yönerge

- Şekil 3.33'te en kesit dolgu alan ve hacim hesaplarını yaparken aşağıda verilen işlem basamaklarında anlayamadığınız yerleri öğretmeninize sorabilirsiniz.
- Şekil 3.33'te en kesit dolgu alan ve hacim hesaplarını yaparken verilen eksene göre yatay ve kot ölçülerini doğru almaya dikkat etmelisiniz.
- Çalışmanız aşağıda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir. Size verilen uygulama kontrolü listesinde bu ölçütleri daha net görebilirsiniz.

3.6.3. Dolgu ve Yarma Alan, Hacim Hesapları Uygulaması İşlem Basamakları

- Verilen en kesite göre dolgu alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerleri hesaplanarak toplam değerler bulunur.
- Verilen en kesite göre S_1 dolgu alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerleri hesaplanarak toplam değerler bulunur.
- Verilen en kesite göre S_2 dolgu alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerleri hesaplanarak toplam değerler bulunur.
- S_1 ve S_2 dolgu alanı birinci çarpımları ve ikinci çarpımlarının toplamı ile dolgu alanı bulunur.
- Aynı cins en kesitten oluştuğundan hesaplanan dolgu (S_{Dolgu}) alanı en kesit ortalama ara mesafesi L_d= 500 m boyunca dolgu yapılacağından dolgu hacmi bulunur.



Uygulama Kontrolü

Bu uygulama kapsamında aşağıda listelenen beceri, tutum ve davranışlardan gerçekleştirebildikleriniz için "Evet", gerçekleştiremedikleriniz için "Hayır" kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi kontrol ediniz.

	Öğrenci Uygulama Kontrol Listesi	Evet	Hayır
1	Verilen en kesite göre dolgu alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerlerini hesaplayarak toplam değerleri buldunuz mu?		
2	Verilen en kesite göre S_1 dolgu alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerlerini hesaplayarak toplam değerler buldunuz mu?		
3	Verilen en kesite göre S_2 dolgu alanı değerleri eksene göre saat yönü olarak birinci ve ikinci çarpımların değerlerini hesaplayarak toplam değerleri buldunuz mu?		
4	S_1 ve S_2 dolgu alanı birinci çarpımları ve ikinci çarpımların toplamı ile dolgu alanını buldunuz mu?		
5	Aynı cins en kesitten oluştuğundan hesaplanan dolgu (S_{Dolgu}) alanı en kesit ortalama ara mesafesi L_d= 500 m boyunca dolgu yapılacak hacmi buldunuz mu?		

UYARI

Aşağıda yer alan değerlendirme puanları, bilgi ve becerilerinizin ölçme değerlendirme işlemlerinde kullanılacağından ön bilgi olması amacıyla verilmiştir. Ana başlıklar hâlinde verilen bilgi, beceri, temizlik/düzen ve süre kullanım ölçütleri; ders öğretmeninin hazırlayacağı teorik ve uygulamalı beceri testleri doğrultusunda öğrenme birimi kazanım puanınızın belirlenmesi için kullanılacaktır.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH	.../.../20...
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK/ DÜZEN	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	20	70	5	5	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

KAYNAKÇA

1. Karayolları Genel Müdürlüğü, Karayolu Teknik Şartnamesi, Ankara, 2013.
2. Karayolu Tasarımı El Kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 2005.
3. Karayolları Genel Müdürlüğü Karayolu Trafik Güvenliği Daire Başkanlığı, Karayolu Trafik İşaretleme Standartları 1-2, Ankara, 2020.
4. ERSOY, Elif, TMMOB İstanbul Bakırköy Temsilciliği, Yol Projelerinde Sanat Yapıları Tasarımı, İstanbul, 2016
5. AKSU, Özge Volkan, Yaya Üst Geçitlerinde Tasarım Ölçütlerinin İrdelenmesi: Trabzon Kenti Örneği, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Trabzon, 2014.
6. PANCAR, Erhan Burak, Yol Bilgisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 2018.
7. YUMRUTAŞ, Halil İbrahim, Karayollarında Sıkıştırma, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 2009.
8. ARIOĞLU, Ergin, Tünel, Yıldız Teknik Üniversitesi, Yapı Merkezi AR-GE, İstanbul, 2009.
9. NAMLI, Remzi, Köprülü Kavşaklar ve Trafik Güvenliği, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2015.
10. Muğla Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Yer Alan Taşıt Yolu Kenarında Yapılacak ve Açılacak (Karayolları Genel Müdürlüğü'nün Bakım Ağı Dışında Kalan Karayollarında) Tesislere Geçiş Yolu İzin Belgesi Düzenlenmesi Hakkında Yönetmelik, Muğla, 2015.
11. Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, İnşaat Teknolojisi Alanı Karayolları ve Trafik Ders Bilgi Formu, Ankara, 2020.
12. Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, İnşaat Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı, Ankara, 2020.

GENEL AĞ VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1562

* Bu materyalde kullanılan genel ağ ve görsel kaynakçası için bu linke tıklayınız.
Karekod, genel ağ ve görsel kaynakçasını gösterir.