

# KARAYOLU ÖDEV PROJESİNİN HAZIRLANMASI

## 1. PLÂN

Ödev Karayolu Projesinde **plân**, karayolu geçkisinin yeryüzünde takip ettiği doğrultunun kâğıt düzleminde, belli kurallara uyularak, resmedilmesidir. Geçki, birkaç doğru veya birkaç eğri veya bunların birleşiminden meydana gelebilir.

Bu konuda en önemli husus, doğruların ve eğrilerin başlangıç kilometrajını henüz diğer enkesitleri çizmeden belirlenmesidir.

### Bulunması Gerekenler

- Harita kuzey yönü
- Geometrik ölçek
- Tesviye eğrileri (aralarındaki kot farkı 10 m olanlar koyu çizilecek)
- Plâtfom sınır çizgileri
- Banket sınır çizgileri
- Enkesit işaretleri (2 cm)
- Enkesit isimleri (A, C, B, H, TO, TF, numaralı olanlar); SOLA
- Enkesit kilometreleri, "0+000,00"; SAĞA
- Sanat yapıları
- Yatay kurba elemanları (R,  $\Delta$ , d, t, b); MERKEZ DIŞINA
- Yatay kurba merkezleri, başlangıç ve son ışınları, açkırtay

### Uyarılar

- Geometrik ölçek ile kuzey yönü birbirine yakın olsun
- Yazı yönü sürekli değiştirilmesin, tek bir yön seçilsin
- Genel doğru uzunlukları görülsün

### Renkli Çizilmesi veya Yazılması Gerekenler

- Kurba merkezi adı ( $O_1$ ,  $O_2$ , vb.) ve başını, sonunu ve ortasını gösteren ışınları: Kırmızı
- Kurba elemanları (R,  $\Delta$ , d, t, b) ve değerleri: Kırmızı
- Sanat yapıları ve adları: Kırmızı, ince
- Tesviye eğrileri  
2 metrede bir olanlar: Siyah, ince uç (0,1; 0,2 veya 0,3) ile  
10 metrede bir olanlar: Siyah, kalın uç (0,4; 0,5 veya 0,6) ile
- Geçki eksen: Kırmızı, kalın
- Platform kenar çizgileri: Kırmızı, kalın
- Banket sınırı çizgileri: Kırmızı, ince
- Enkesit çizgileri: Siyah, ince
- Geometrik ölçek ve kuzey yönü: Siyah
- Pafta çizim sınırı çizgisi: Siyah, kalın
- Yazılar: Siyah, kalın

### Çizimde Görülen Hatalar

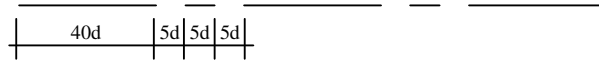
- Daha yakın geçmek mümkün iken sıfır poligonundan fazlaca uzaklaşılması (toprak işi maliyetini arttırır),
- Yatay kurbalarda kurba başı, ortası ve sonundaki enkesit kilometrajları arasında uyumsuzluklar. Aşağıda verilen bağıntıların sağlanamaması,

$$TO_{km} + d = TF_{km}$$

$$TO_{km} + (d/2) = B_{km}$$

$$B_{km} + (d/2) = TF_{km}$$

- Küçük yarıçaplı kurbalar ile yetinilmesi. Daha büyük çaplı kurbalar sıfır poligonuna daha yakın düşüp toprak işini azaltacakken küçük yarıçaplı kurbalar ile geçki tesisi,
- Merkezleri aynı yönde olan ve merkezleri ters yönde olan kurbalar arasında yeterince uzun mesafeler olmayışı, hatta en küçük uzunlukların (30 m, 60 m) dahi gözetilmemesi,
- Enkesit kilometrajlarının santimetre hassasiyetinde yazılmayışı,
- Platform ve banket sınırını gösteren çizgilerin çizilmeyişi veya ölçekli çizilmeyişi
- Her teknik resim bir merkez hattı (eksen çizgisi, center line) referansında çizilir. Teknik resimde merkez hattı, boyutu kalem kalınlığına göre değişen **noktalı-kesik çizgi** ile gösterilir. Doğrusu aşağıdaki ölçülerde olmalıdır. Kalem ucu (çizgi) kalınlığı, d (mm) ile gösterilmiştir.

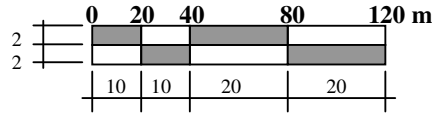


Noktalı, Kesik Çizgi

- Karayolunda seyrederken görülen ve sollamanın serbest olduğu anlamına gelen kesikli şerit çizgileri eksen çizgisi değildir.

### Estetik Kaygılar

- Geometrik ölçekte dörtgen şekilli kutucuklarının yüksekliği 2 mm olsun, aksi hali kötü görünmektedir. Ayrıca, kapalı dörtgenler şaşırtmalı olarak boyanmalıdır. Ölçüler mm'dir.



- Kuzey yönü bilgisi haritada görülür şekilde olmalı ve okun ucuna yönü bildiren işaret konmalıdır ( K veya N ).



- Projede yer alan yazılar özen gösterilerek, okunaklı şekilde yazmalıdır. Teknik resim niteliğine uygun yazı yazamayanlar aydınlar kâğıda yapılacak çizimlerde şablon ile yazacaklardır.

### **UYARI:**

**Plânların ilk teslimlerinde çok sayıda kırmızı ile çizilmiş ikazlar bulunacaktır. Bunları düzeltiniz. Projenin tamamı mayıs ayı içerisinde teslim edildiğinde, proje dosyasının alt**

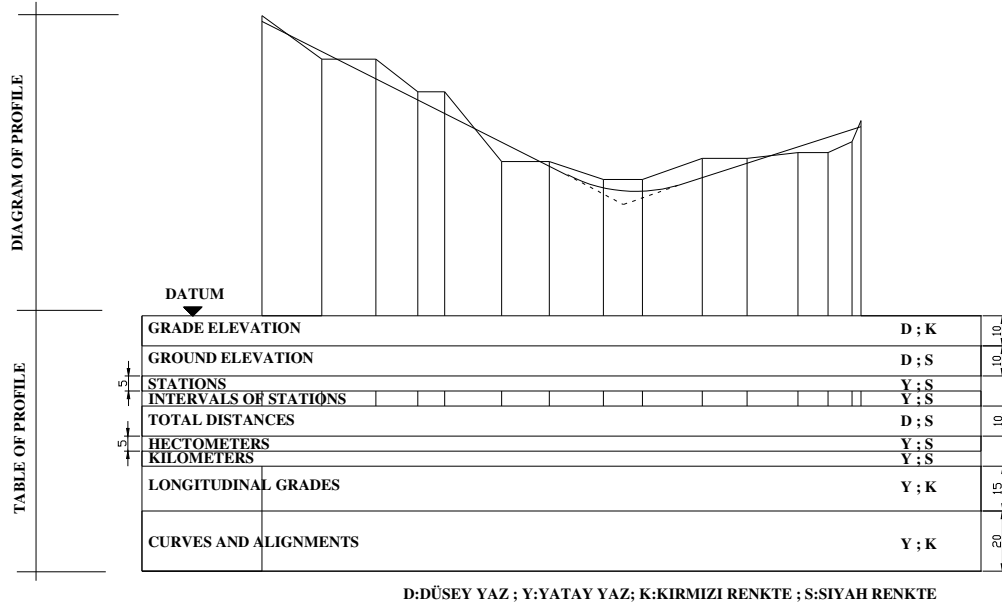
kısımında yanlış çizilen bu şekiller de olacaktır, atmayınız. Bunların üzerinde hataları düzelterek yeniden çizdiğiniz şekiller bulunacaktır.

## 2. BOYKESİT

**Boykesit**, yol geçkisinin eksenini boyunca kesit alınarak ortaya çıkan düşey düzlemdeki görünümünün kâğıt üzerine çizilmesi ile oluşturulan kesittir.

Boykesit, sayısal değerlerin yer aldığı **Boykesit Tablosu** ile çizgilerin yer aldığı **Boykesit Diyagramı** kısımlarından meydana gelir.

Diyagram kısmı altındaki boykesit tablosu 9 satırdan oluşur. Bu satırların milimetre olarak yükseklikleri ile yazılması gerekenlerin açıklaması aşağıdaki şekilde verilmiştir. Şekilde verilen bilgilerin hiçbiri projede yer almayacak, sadece ifade ettikleri yazılacaktır.



Boykesitte yatay ölçek 1/1000, düşey ölçek 1/100 olacaktır. Kotların mukayesesi için bir kıyas kotu (datum) barındıran kıyas çizgisi (datum line) belirlenecektir. Şeklin kâğıt yüksekliğini aşması durumunda kıyas kotu değiştirilir. Kâğıt boyutları ile **kesinlikle** oynanmaz. Kıyas hattının kotu, bütün enkesit kotları üstünde kalacak şekilde düşük seçilir. Boykesit çiziminde kâğıt yüksekliği yetmezse kıyas kotu değiştirilecektir.

- Çıkışta; kıyas kotu daha büyük bir kıyas kotu ile
- İnışte; kıyas kotu daha küçük bir kıyas kotu ile

Boykesitte kırmızı çizgi birden fazla ve iniş veya çıkış rampası şeklinde olabilir. Rampaların (rampa ile inişin) kesiştiği yere düşey kurba yerleştirilir. İki tip düşey kurba vardır: Tepe (kapalı, crest) düşey kurba ve Dere (açık, sag) düşey kurba.

Düşey kurba hesapları, boykesitin devamı olan bir sayfada, **kroki de çizilerek** verilecektir. Düşey kurba hesabı ile bulunan kırmızı kotlar boykesit tablosuna işaretlenmelidir.

Bütün ölçülerde santimetre (yani rakamların ondalık hanesi iki basamaklı olacaktır. Örneğin; 3,52 m gibi) hassasiyetinde olacaktır.

Proje başında ve sonunda kırmızı ve siyah kotlar arası fark, üstyapı yüksekliği kadar olacaktır. Uygulamada genelde bu noktalar kullanılmakta olan iki yoldur. Bu projede tesviye üstü kırmızı çizgisi esas alınmaktadır. Hâlbuki üzerinde bir de üstyapı olacaktır. Toprak işinin üstyapı yüksekliği kadar altta bitirilmiş olması gerekir.

Enkesitlerin proje başlangıcına olan mesafeleri yani kilometrajlar (total distances, sum of distances, chainage), metrik olarak yazılacak, hektometrelerde sıfırlanacaktır.

Eğimler satırındaki çizgi kesir çizgisi değildir: rampa (çıkış) veya inişi gösterir. Çizginin üzerine % eğim (sadece iki ondalıklı, % 3,27 gibi), altına bu eğimin boykesitte devam ettiği mesafe (231,34 m gibi) yazılır.

Yarma ve dolgu yükseklikleri (kırmızı ve siyah kotlar arasındaki düşey farklar, sapmalar, ofsetler) kırmızı çizgi yakınına yazılacaktır. Dolgu kesimlerinde kırmızı çizginin üstüne, yarma kesimlerinde ise altına yazılmalıdır.

Boykesit tablosunda "temsili plân (curves and alignments)" satırında kurba baş ve sonlarına kilometrajlar yazılacak, aralarında kalan alıyman boyları da belirtilecektir. Düşey kurba yönü işaretlenmelidir. Proje başından itibaren gidiş yönünde sağa dönen kurbalar üstte, sola dönen kurbalar altta gösterilecektir.

Kırmızı çizginin eğim değiştirdiği yerlere, bu yerlerin boykesitte kolayca farkedilmesi için flama (bayrak, alem) işareti yapılacak ve tam bu noktanın kilometrajı yazılıp altına uygulanan düşey kurbanın boyu (L) ve bisektris mesafesi (external distance, e) değerleri ile birlikte kırmızı mürekkeple yazılacaktır.



Km 0+245,15  
L=120 m  
e=1,67 m

Her bir enkesit için kırmızı kotlar hesaplanır (milimetrik kağıttan okunmaz). Doğru kısımlara gelen kırmızı kotlar, boyuna eğim ve enkesitin başlangıca olan uzaklığı yardımıyla hesaplanırken eğri kısıma gelen enkesitlerin kırmızı kotları düşey kurba hesabı ile bulunur.

$$\text{Enkesitin Kırmızı Kotu} = \text{Referans Kırmızı Kot} \pm \text{Enkesitin Başlangıca Mesafesi} * \text{Kırmızı Çizgi Eğimi}$$

Yarma ve dolgu yükseklikleri, iksâ ve istinat duvarları, menfezler, köprü ve tüneller gibi sanat yapıları buldukları yerde gösterilmelidir.

Tesviye eğrilerini kesmeyen enkesitlerde lineer enterpolasyon yapılarak siyah kotlar bulunur.

### **Kırmızı Çizginin Geçirilmesi**

- Siyah çizgiye yakın geçirilir.
- Yarma ve dolgu az olmalı, sık sık tür değiştirmelidir. Kırmızı çizgi çizilirken yarma ve dolguların birbirini dengelemesinden önce miktarlarının az olması gözetilmelidir. Dolguyu dengelemek adına gereksiz yarma yapmaktan, yarmayı dengelemek adına da gereksiz dolgu çıkaracak kırmızı çizgi uygulamalarından kaçınılmalıdır.

- En büyük boyuna eğim aşılmaz. Kırmızı çizgi eğimi, verilen en büyük boyuna yol eğimi ile drenaj açısından verilmesi gereken en küçük boyuna yol eğimi arasında kalmak şartıyla belirlenir. Eğimin sıfır olduğu kesimler (palyeler) bulunmaz.
- Akarsuyu veya kuru dere tabanlarını takip eden geçişlerde suyun en yüksek seviyesinin üzerinde kalacak şekilde geçilir.
- Düşey kurba ile yatay kurba çakıştırılmamalıdır. Bunu sağlamak için aşağıdaki önlemler alınabilir.
  - Düşey kurba tamamen yatay kurba dışında kalmalıdır. Mümkünse düşey kurbun başlangıç veya bitiş noktası ile yatay kurbun başlangıç veya bitiş noktası arasında 60 m mesafe kalmalıdır.
  - Bu mümkün değilse tepe noktaları çakıştırılır.
  - Düşey kurbun yarıçapı yatayinkinden 6 kat veya daha büyük seçilerek tasarım yapılır.

#### İstenmeyen Durumlar

- Tepe düşey kurbun tepe noktasından hemen sonra yatay kurbun başlaması. Bu durum özellikle gece sakıncalıdır, karşidan gelen görülemez.
- Dere düşey kurbada aynı durum oluşturulursa, inişte hız arttığından yatay kurbadan ağır taşıtların güvenli geçişi zorlaşır.
- Yarma kesimlerinde dere düşey kurbalar yapılmayacak. Zorunlu ise kenar hendeklerden suyun tahliye olup olamayacağı kontrol edilir. Enkesit alınıp tam yarma olup olmadığı kontrol edilir.
- Zorunlu olmamasına rağmen düşey kurba çıkartılmasına çalışılacak. Çıkmıyorsa;  $g_1$ , projede bulunan eğim;  $g_2$ , öğrenci numarasının sondan başlamak üzere sıfırdan farklı olan ilk rakamı ve kesişim kilometresi proje sonu alınarak tipik bir örnek yapılacaktır. Kurba içerisine düşecek enkesitler, kurbun ilk yarısında mevcut enkesitler olacak, ikinci yarısında ise kesit isimleri farklı ancak açıklıkları aynı olan enkesitler kullanılacaktır.

### **Boykesitte Menfezler**

Boykesitte dolgu bölgelerine **menfez** (sel geçidi) konulmalıdır. Toprak yol gövdesinin bir yanından diğer yanına gövdeye zarar vermeden suyun geçişini sağlayan yapılardır. Bu geçişin sağlandığı üç tip sanat yapısından bahsedilebilir: **Büzler**, **kutu menfezler** ve **kemerli menfezler**. Akarsuyun geçişini sağlayan ancak dolgu altında kullanılmayan **tabliyeli menfezler** ve **köprüler** de vardır.

#### Büzler

Boru menfezlere verilen addır. Beton (concrete pipe culvert), betonarme (reinforced pipe culvert), çelik (steel pipe culvert) vb. olabilirler. Beton büzler daire kesitlidir  $\Phi 80$  gibi adlandırılır. Betonarme büzler ise sepetkulpu şeklindedir.

#### Kutu Menfezler

Betonarme ve kutu kesitlidir, yüksekliği 0,6~3,0 m; genişliği 1,0~3,0 m olabilir.

<b>Tek gözlü</b> ise <b>b=1,0 m</b> ve <b>b=1,5 m</b> olanları dolgu yüksekliği <b><math>h_D \leq 15,0</math> m</b> altında kullanılabilir.
<b>Tek gözlü</b> ise <b>b=2,0 m</b> , <b>b=2,5 m</b> ve <b>b=3,0 m</b> olanları dolgu yüksekliği <b><math>h_D \leq 9,0</math> m</b> altında kullanılabilir.
<b>Çok gözlü</b> ise <b>serbest açıklığı fark etmeksizin</b> dolgu yüksekliği <b><math>h_D \leq 6,0</math> m</b> altında kullanılabilir.

### Kemerli Menfezler

Kâgir veya beton olabilirler. Yüksek dolgular altında kullanılırlar. Kenar ayaklarının bastığı zeminin emniyet gerilmesi  $\sigma_{em} \leq 2 \text{ kg/cm}^2$  değerinden daha az ise inşa edilmezler. 0,70 m açıklıktan 10,0 m açıklığa kadar tip projeleri yapılmıştır. Kenar ayak boyları, 0,6~1,5 m arasında değişir.

### Tabliyeli Menfezler

Ayak kısmı beton veya kâgir, tabliye kısmı betonarme olan standart köprülerdir. Dolgu altında yapılmazlar, tabliye üst kotu kırmızı çizgi kotudur.

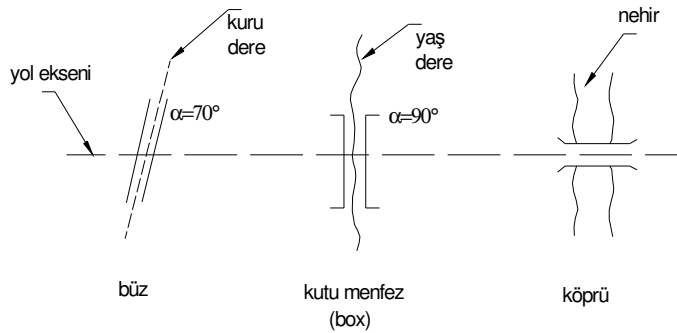
Açıklığı 1,2~15,7 m arasında olmak üzere standart projeleri vardır. Bu sebeple **standart köprüler** olarak da adlandırılırlar. Açıklığı 8,0 m ye kadar olanları "Tabliyeli Menfez" (tabliyesi plâktır-düzdür), daha fazla olanları "Köprü" (tabliyesi kirişlidir) adını alır.

Tabliyeli Menfezin Yapıldığı Yolun Türü	Uygulanacak Menfez Genişliği, m
Köy yolu	4,0
Köy yolu (işlek)	6,0
İl yolu	7,0
Devlet yolu	8,0

Bu yapıların tercihi birçok etken göz önünde tutularak hidrolik hesaplar ile gereken yere yerleştirilir. Ancak projelerinizde basit bir yaklaşım ile "dolgu yüksekliğine,  $H_D$ " göre bu yerleştirme yapılacaktır.

$H_D$ , Dolgu Yüksekliği	Sanat Yapısı
$H_D < 2,0 \text{ m}$	Menfez gerekmez
$2,0 < H_D < 4,0 \text{ m}$	Boru menfez (büz)(pipe culvert) konabilir
$4,0 < H_D < 15,0$	Kutu menfez (box culvert) konabilir
$H_D > 15,0$	Kemerli Menfez (stone-masonry culvert) konabilir

Plânda menfezler gösterilirken temsili (genişliğine dikkat edilmeksizin) ancak doğru yerde gösterilmelidir. Köprülerin uzunluğu ise plân ölçeğine uygun çizilerek doğru yerde gösterilmelidir.



Boykesitte menfezlerin gösteriminde yatay ve düşey ölçeklerin farklı olduğu unutulmadan ölçekli olarak doğru yere yerleştirilir.

Boykesitte menfezlerin gösteriminde yatay ve düşey ölçeklerin farklı olduğu unutulmadan ölçekli olarak doğru yere yerleştirilir.

Boru ve kutu menfezler üzerinde, menfezlerin trafik yükü etkisiyle kırılmasını engellemek için gerekli dolgu yüksekliği bırakarak kırmızı çizgi geçirilir.

Beton boru menfezler için	0,4~0,5 m
Betonarme kutu menfezler için	0,25~0,3 m

### **Renkli Çizilmesi veya Yazılması Gerekenler**

- Boykesit tablosu çizgileri: Siyah, ince
- Siyah kotları karşılaştırma çizgisine bağlayan çizgiler: Siyah, ince
- Siyah çizgi: Siyah, kalın
- Kırmızı çizgi: Kırmızı, kalın
- Sanat yapıları çizgi ve yazıları: Kırmızı
- Düşey kurba yazı ve işaretleri: Kırmızı
- Kot farkları (offset): Kırmızı
- Eğimler ve temsili plân satırları: Kırmızı
- Kırmızı kotlar satırı: Kırmızı
- Diğerleri: Siyah

### **3. ENKESİT**

#### **Alınacak Yer**

Ödev Karayolu Projesinde enkesit alınacak noktalar aşağıda verilmiştir. Bu noktalara boykesitte ofsetlere bakarak karar verilecektir.

- En büyük dolgu yüksekliğinin bulunduğu yer (dolguda en büyük ofset), Dolgu Tip Enkesitinin,
- En büyük yarma yüksekliğinin bulunduğu yer (yarmada en büyük ofset), Yarma Tip Enkesitinin,
- Yarma ve dolgu işinin en az olduğu kesit (en küçük ofset) Karışık Tip Enkesitin,

#### **Çizimi**

- Milimetrik kâğıdın üst orta kısmına enkesitin adı ve kilometrajı yazılır.
- Merkez hattı kâğıdın ortasına gelecek bir yere çizilir (noktalı, kesikli çizgi)
- Çizimin ölçeği 1/100'dür,
- Kâğıdın ortasına gelen bir yerde, merkez hattı üzerine kıyas kotu belirlenir. Bu kot, ilgili kesitteki siyah ve kırmızı kotlar arasında kalmalıdır.
- Platform genişliği proje verileri kitapçığından alınır. Bu genişlik merkez hattı ile ikiye bölünecektir. Ancak platform genişliği olarak verilen değer taşıtların üzerinde seyredeceği genişliktir. Projede alınan enkesit toprak gövdeye aittir. Alınan platform genişliğinin arttırılması gerekir. Proje verileri kitapçığından bakılarak; dolgu şev eğimi, yarma şev eğimi, kenar hendeği eğimi, kenar hendeği derinliği ve üstyapı yüksekliği kullanılarak platformun toprak işi seviyesindeki genişliği ile elde edilir. Aşağıda, belirtilen verilere göre hesap edilmiş toprak işi seviyesindeki platform genişlikleri görülmektedir (yarma tarafı: 6,20m; dolgu tarafı: 5,60m).

