

YOL BİLGİSİ
Ders Notları

Dr.Öğr.Üyesi Erhan Burak PANCAR

İnşaat Mühendisliği Bölümü
OMÜ

Eylül, 2018

İÇERİK

Giriş

ULAŞIM TÜRLERİ

YOL GEOMETRİK STANDARTLARI

ULAŞIM PROJESİ AŞAMALARI

Geçki Plan

Geçki Araştırması

SIFIR POLİGONU ÇİZİMİ

Sıfır Çizgisi Çalışması Esnasında Dikkat

Edilmesi Gereken Hususlar;

YOL GEÇKİ EKSENİN BELİRLENMESİ

YATAY KURBA ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

BOYKESİT

Düşey Kurp

Düşey kurp elemanları

Siyah kot, kırmızı kot hesabı

ENKESİT

Enine kesit çıkarılması

Dever çeşitleri ve hesabı

En-kesit alan hesabı

Hacimler Tablosu

Autocad Pafta Uygulaması

GİRİŞ

ULAŞIM TÜRLERİ

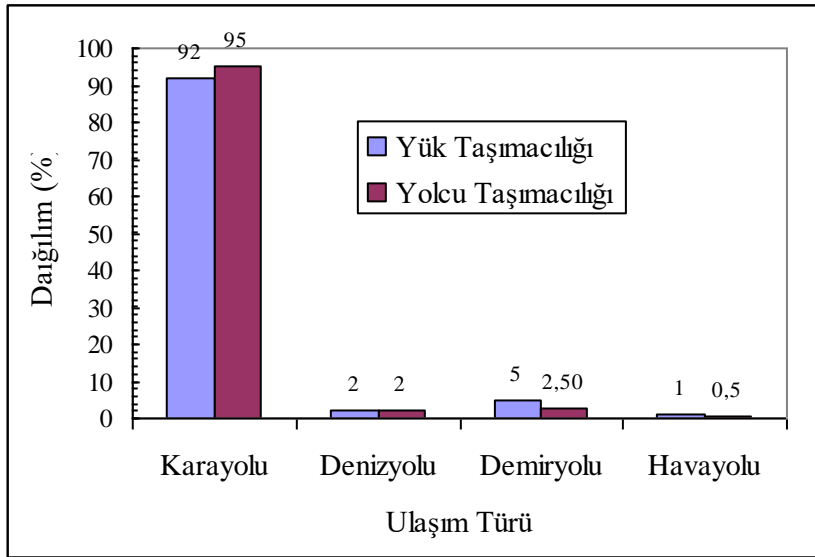
Ulaşım: İnsanların ve nesnelerin belirli bir amaca yönelik olarak yer değiştirmeleridir.

Ulaştırma: Yararlı olduğu varsayılan bu yer değiştirme işlemlerinin yerine getirilmesidir.

Karayolu: Her türlü kara taşıtı ve veya yaya ulaşımı için oluşturulmuş ve kamunun yararlanmasına açık olan arazi şerididir. Karayolu her türlü hava şartı altında trafiğe açık olabilmeli, doğal afetler nedeniyle hizmet veremeyecek hale gelmemelidir. Yol güzergâhı çevresel ihtiyaçlar ve kapasite düşünülerek belirlenmeli, yolun geometrik ve fiziksel standartları trafiğin güvenli seyrine elverişli olmalıdır. Yapım ve bakım masrafları olabildiğince düşük tutulabilmelidir.

Ulaştırma; söz konusu alt yapının türüne göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

- 1-) Kara Ulaştırması
 - a) Karayolu Ulaştırması
 - b) Demiryolu Ulaştırması
- 2-) Su Ulaştırması
 - a) Denizyolu Ulaştırması
 - b) İç-su Yolu (göl-nehir-kanal) Ulaştırması
- 3-) Hava Ulaştırması
- 4-) Boru Hatları



Şekil 1. Ülkemizde yük ve yolcu taşımacılığına ait dağılım

Demiryolu

Ülkemizde demiryolu inşaatı 1866'da İzmir-Aydın hattı ile başlamıştır. Cumhuriyet ilanındaki 2000 km'lik yol ağı 1940'lara kadar hızla geliştirilmiş, ancak daha sonra karayollarının gölgesinde kalmıştır. Ülkemizde Demiryollarının inşaatından Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü (DLH) sorumludur. İşletme işini ise Devlet Demiryolları (TCDD) yapmaktadır. Ülkemizdeki mevcut demiryolu uzunluğu 10000 km'dir.

Taşıma sistemleri arasında seyahat hızı, durağa yürüme, durakta bekleme, taşıttan indikten sonra ulaşılmak istenen noktaya varma açısından farklar vardır. Bu konuda otomobil sistemleri her durumda zaman tasarrufu sağlar. Ama uzun mesafelerde metro sistemleri daha avantajlıdır.

Yukarıda belirtilen ulaştırma şekillerinin yerine getirilmesinde çeşitli ulaştırma sistemleri kullanılır. Taşınacak olan yolcu ve yük durumuna göre tercih edilen ulaştırma sistemi kapasite, hız, ekonomiklik, emniyet, kaynak vb gibi faktörler yönünden söz konusu ülkenin gelişmişlik düzeyine uygun olmalıdır.

Karayolu

Ülkemizde anayol özelliğindeki otoyollar, devlet yolları ve toplayıcı özellikteki il yolları ile ilgili her türlü çalışmayı daha önce belirtildiği gibi Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) yapar. Yerel yollar niteliğindeki köy yolları, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün; orman yolları, Orman Bakanlığı'nın; şehir içi yollar yerel yönetimlerin sorumluluğundadır.

Ülkemizde Yolların Sınıflandırılması

Ülkemizde karayolları daha çok idarî bir sınıflandırmaya tabi tutularak dört gruba ayrılmıştır. Bunlar:

- Otoyollar
- Devlet yolları
- İl yolları
- Köy yolları

Otoyol: Özellikle transit trafiğe tahsis edilen, belirli yerler, şartlar dışında çıkışı olmayan yaya, hayvan ve motorsuz araçların giremediği ve ancak izin verilen motorlu araçların yararlandığı, trafiğin özel kontrole tabi tutulduğu kara yoludur.

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

İl yolu: Küçük il merkezlerini birbirine, ilçe ve kasabaları il merkezlerine bağlayan, iki şeritli yapılan 2. Ve 3. Sınıf standartlı, yüzeyleri genelde asfalt kaplı yollardır.

Köy yolu: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundaki, köyleri birbirine, kasabalara veya anayollara bağlayan, genelde toprak yollardır.

Orman yolu: Orman Bakanlığının sorumluluğundaki, orman ürünlerinin ilçe, kasaba ve köylere taşınması için inşa edilen, genellikle toprak yollardır.

Şehiriçi yollar: Belediyelerin sorumluluğundadır.

Yolların Sınıflandırılması

- Trafik değeri ve geometrisine göre: Anayol, Tali yol (yanyol).
- Yolu kullanan taşıt cinsine göre: Oto yolu, yaya yolu, bisiklet yolu, otobüs yolu.
- Trafiğin türüne göre: Konut yolu, gezi yolu, iş-ticaret yolu.
- Yol platformunun durumuna göre: Bölünmüş yol, bölünmemiş yol.
- Trafiğin akış yönüne göre: Tek yönlü yol, çift yönlü yol.
- Kaplama durumuna göre: Asfalt yol, beton yol, stabilize yol, toprak yol, parke yol.

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 imkanı vermek için yapılan otoyollar, her iki yönde ikişer şerit olmak üzere minimum dört şeritli ve röfujle bölünmüş olarak inşa edilir. Belirli bir hizmet standardını sağlamak üzere tam erişme kontrolü uygulanır. Böylelikle otoyolda eşdüzey 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 kısmî erişme kontrollü yollar olarak anılır.

Bölünmüş Yol-Bölünmemiş Yol: Üzerinde gidiş dönüş yönünde trafiğin aktığı tek platformlu yola bölünmemiş yol denir. Fiziki bir ayırıcı ile karşılıklı yönlerdeki trafiğin ayrıldığı yola ise bölünmüş yol denir. Bölünmüş yollarda iki platform ayrı kotlarda yapılabilir.

YOL GEOMETRİK STANDARTLARI

Bir yola ait geometrik standartlar deyince;
– platform genişliği (şerit ve banket genişliği)
– minimum yatay ve düşey kurba yarıçapları
– maksimum boyuna ve enine eğimler
– kamulaştırma genişliği
ile ilgili değerlerdir.

Geometrik Standartlarının Seçiminde Etkili Olan Parametreler

- Proje Hızı
- Arazi Topoğrafyası
- Yol Kapasitesi
- Trafik Akımındaki Taşıt Kompozisyonu
- Yolun Sınıfı (Hizmet Seviyesi)
- Trafik Güvenliği
- Mali Olanaklar
- Yerel Etmenler
- Güvenlik

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

Arazinin Topografyası

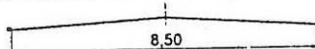
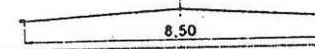
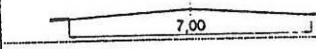
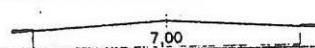
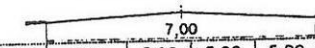
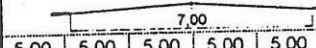
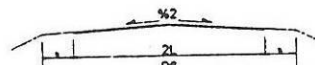
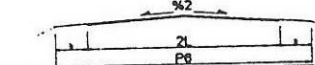
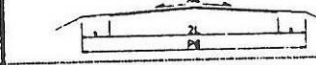
Arazinin düz, dalgalı ve dağlık olması gibi durumlar yol maliyetini etkiler. Bu durumda yapılacak yolun özellikleri de değişir. Düz arazilerde büyük yarıçaplı yatay kurba inşa imkanı varken, dağlık arazilerde kurba yarıçapları düşer.

- Bunun gibi dağlık bölgelerde boyuna eğimler bazen belirli bir düzeyin altına indirilemeyebilir.
- İndirilmek istendiğinde de yüksek yarma ve dolgu maliyetiyle karşılaşılabilir.
- Bu yüzden standartlar seçilirken arazi durumunun dikkate alınması gereklidir.

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.

Tablo 1. Örnek yol geometrik standartları

PROJE ELEMANLARI			BİRİNCİ SINIF						İKİNCİ SINIF						ÜÇÜNCÜ SINIF					
Hizmet Seviyesi	HS(A,B,C,D,E,F)		D		D		D		D		D		D		D		D		D	
Trafik*	Yıllık ortalama Günlük Trafik Y.O.G.T. (Taşı/Gün)		12000		6500		4000		11000		5500		3000		8000		4500		2500	
	Proje saatlik Trafik P.S.T. (Taşı/Saat)		1200		650		400		1100		550		300		800		450		250	
Topografik Model	TM(Dz,Di,Dğ)		Düz		Dalgalı		Dağlık		Düz		Dalgalı		Dağlık		Düz		Dalgalı		Dağlık	
Proje Hızı	Vp (km/sa.)		100	80	80	70	70	60	80	70	70	60	60	40	70	60	60	50	50	30
Minimum karp çapı	R (m)		400	250	230	200	200	150	250	200	200	150	150	60	200	150	150	90	90	30
Minimum klotit parametresi	A(-)		160	130	130	120	120	100	130	120	120	100	100	60	120	100	100	70	70	30
Maksimum boyuna eğim	m (%)		4	4	6	6	7	7	5	5	7	7	8	8	6	6	8	8	9	9
Düşey karp katsayısı L=GK	Kapalı karp	Kk (-)	107-56	44-26	44-26	29-20	29-20	29-20	17-15	44-26	29-20	17-15	17-15	6-6	29-20	17-15	17-15	10-9	10-9	5-5
	Açık karp	Ka (-)	51-35	30-23	30-23	22-19	22-19	16-15	20-23	22-19	22-19	16-15	16-15	8-8	22-19	16-15	16-15	12-11	12-11	7-7
Maksimum dever**	n (%)		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Emniyetli duruş uzaklığı	Ld (m)		155	110	110	90	90	70	110	90	90	70	70	40	90	70	70	55	55	25
Emniyetli geçiş uzaklığı	Lg (m)		670	550	550	480	480	420	550	480	480	420	420	270	480	420	420	340	340	190
Şerit Genişliği	L (m)		3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,25	3,25	3,25	3,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Banket genişliği***	b (m)		2,50	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Platform genişliği	PG (m)		12,00	12,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	10,00	9,50	9,50	9,50	9,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Köprü genişliği Köprü proje yük: H.20-S:16	Kısa köprüler (0-45m)	Wk (m)																		
	Uzun köprüler (>45m)	Wu (m)																		
Alt geçit (minimum h:5)	h(m)		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gabari																				
Kamulaştırma Genişliği	Toplam Genişlik	KG (m)	Normal 60,00± projenin gerektirdiği kadar						Normal 40,00± projenin gerektirdiği kadar						Normal 15,00± projenin gerektirdiği kadar					
	Eksen uzaklığı	Lo (m)	KS	23,00	℄	37,00	KS	KS	20,00	℄	20,00	KS	KS	7,50	℄	7,50	KS			

ULAŞIM PROJESİ AŞAMALARI

GEÇKİ PLAN

Geçki yolun arazi üzerindeki izidir. Yeryüzü üzerindeki iki noktayı bağlayacak olan yol, doğru parçalarından ve geçiş eğrilerinden oluşur. Geçkinin en uygun seçimi gerekmektedir ve aslında arazi topoğrafyası ile kısıtlamalardan dolayı sanıldığı kadar fazla seçenek bulunmaz. En uygun geçkinin aranması işlemleri geçki araştırması olarak nitelendirilir.

Başka bir ifadeyle “geçki”, yol şeridinin arazi (ve harita) üzerinde takip ettiği iz. Yolun geçtiği noktaların oluşturduğu şekil. Yol geçkisi boyunca istenilen ölçekte harita yoksa şeritvari olarak isimlendirilen türden, geçki çevresinde belirli bir genişlikteki bölgenin topografik durumunu gösteren geçki haritaları yapılır. Yol geçkisinin harita düzlemi üzerindeki izdüşümü plan olarak ta isimlendirilir.

Geçki araştırmasında yatay ekseni oluşturulurken dikkate alınması gereken önemli etmenler şu şekilde sıralanabilir.

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

Plan: Yolun yatay bir düzlem üzerindeki izdüşümüdür.

GEÇKİ ARAŞTIRMASI

Geçki (Güzergâh) bir yolun arazi üzerinde (yeryüzünde) takip ettiği doğrultudur. İki noktayı bağlamak için aslında çok seçenek vardır. Bunlardan en uygununu seçme işi, geçki araştırmasıdır.

Geçki Araştırmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Ana kontrol noktalarını birbirine bağlamalıdır. Bunlar çeşitlidir.

- 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)

Geçkinin sıralanan şartların hepsini aynı anda sağlaması zordur. Bu şartlar çatışabilir. Önemli olan yukarıdaki şartları içeren mevcut seçeneklerden en uygununu bulmaktır.

Geçki Araştırmasının Aşamaları

- İstikşaf
- Etüd ve Ekonomik karşılaştırma

Ön İnceleme (İstikşaf)

Olası geçkileri 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 ta incelenir. Ön incelemede geçki 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 eşyüksele eğrili harita ve 1/100.000'lik jeolojik haritalardan yararlanır. 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 seçenekler

- Jeolojik açıdan mümkün olmayan seçenekler
- 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. Hazırlanan Raporda Bulunan Bilgiler

- Bölgenin topografik durumu
- Geçki boyunca jeolojik oluşum, geoteknik yapı, heyelan durumu
- Yer altı ve yüzeysel suların durumu ve drenaj imkanları
- Yolda kullanılması muhtemel malzeme ocaklarının durumu
- Muhtemel sanat yapılarının yeri, cinsi, yaklaşık boyutları ve maliyetleri
- Geçki uzunluğu
- Kamulaştırma durumu
- Kabaca bir metraj ve genel bir maliyet analizi

Etüd ve Ekonomik Analiz

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

Ön inceleme sonunda amaca uygun görülen geçkilerin daha ayrıntılı incelenmesi işi, etüd aşamasını oluşturur. Bu aşamada genel olarak **topografik etüd** ve **zemin etüdü** yapılır. 1/25.000 ölçekli haritalarla uygulama projesi ve geçkinin yerinin belirlenmesi işi için yeterli hassasiyet yoktur. İstikşaf sonunda elde edilen geçki 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 geçki şeritleri için eşyüksele eğrili haritalar hazırlanır. Otoyollarda ölçek **1/1.000** alınır.

İstikşaf aşamasındaki geçkiler, gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra hazırlanan yeni haritalara aktarılır. Haritalar üzerinde her geçki seçeneği için plan, boykesit ve enkesitler hazırlanır. Bu iş sonunda, bir nevi **avan** 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 etüdü konusu da etüd aşamasında önemli bir yer işgal eder. Her geçki seçeneği için ayrıntılı jeolojik ve geoteknik etüd yapılır. Etüdler sırasında belirlenen yerlerde ve aralıklarda sondaj kuyuları açılır. Alınan örnekler incelenmek üzere laboratuara gönderilir. Bu arada 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. Etüd 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 ihtimali vardır. 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 konusunda da bahsedildiği gibi yolun istenen şartları sağlayarak en kötü ihtimalle bu dönemin sonunda ekonomik ömrünü tamamlaması istenir. Ekonomik ömrünü tamamlayan karayolu hizmet etmeye devam eder.

Kesin Geçki İle İlgili Çalışmalar

Kesin geçki eksen hattının aplikasyonundan sonra

Geçki planının hazırlanması

- Yoksa- yerel plankoteler çıkarılır (1/5.000, 1/1.000)
- Kamulaştırma planı hazırlanır (1/2.000),.
- Şev kazıkları çakılır,

Arazi kadastro görmemişse KGM elemanlarınca; arazi kadastro görmüşse KGM ve Tapu Kadaströ Müdürlüğü elemanlarının birlikte çalışmaları ile hazırlanır.

Kamulaştırma Planının Çıkarılması: Yolun yapımı ve işletilmesi sırasında kullanılmak üzere geçki boyunca kamulaştırılması gereken taşınmazları gösteren plana kamulaştırma planı denir. Geçki ekseninin iki yanındaki taşınmaz mülkler, tesisler, yapılar, ağaçlar ve ekonomik değeri olabilecek tüm detaylar planda gösterilir ve numaralandırılır. Daha sonra kamulaştırma cetveli hazırlanır. Cetvelde numara verilen her obje(taşınmaz vd.), sahipleri, niteliği, kullanım amacı, kamulaştırılacak miktarı, toplam miktarı vb. ayrıntıları ile verilir. Planın kesinleştirilmesinden sonra taşınmazlar için önce kadaströ müdürlüğünde kontroller yapılır ardından tapu sicil müdürlüğünde tesciller yapılarak taşınmaz mülkiyetleri kamu adına TCK ya geçirilir.

Aplikasyon: Belirlenen geçki arazi üzerine applike edilir. Aplikasyonda;

- Kurplara ait some noktaları zemine işaretlenir, So
- Some noktalarına göre aliyman ve kurpların işaretlemesi yapılır (piketaj). Her 20-25 m de (maksimum 50 m) piketaj kazığı çakılır.

-Araziye çakılan kazıklar üzerinde boykesit ve enkesitler için arazi ölçüleri yapılır. 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.

• Kurbalara ait somelerin belirtilmesi (Geçkiye ait someler etüd aşamasındaki 1/2.000 ölçekli haritadan alınarak yapılırsa buna etüd aplikasyonu; arazide doğrudan doğruya yapılırsa direkt aplikasyon denir.)

• Piketaj (Aliymanların ve kurbaların arazide belirlenmesi işidir.

• Nivelman /Aplikasyon nivelmanı, piketaj sırasında araziye çakılan kazıklara mira tutularak yapılır. Bunun sonunda boyuna kesit elde edilir.

• Enkesitlerin alınması (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 enkesitlerde dolgu ve yarma şevlerinin doğal zemini kestiği şev eteği noktaları geçki boyunca belirlenerek işaretlenir. Şev kazıkları çoğu kez piketaj sırasında enkesitlerde çıkarılsa da bu bir kural değildir.

Geçkinin Planının Çizimi: Yolun yatay izdüşümünü (kuşbakışı görünümü) gösteren 1/1000 ölçekli plandır (1/2000 de olabilir). Eş yükselti eğrileri, yol eksenini boyunca enkesit alınan noktaları, kurplara ait noktaları, kilometrajları ile gösterir.

Ulaşım I Proje Ödev Verileri

Tablo 1 sunulan örnek yol geometrik standartları değerlerini kullanılarak yol proje ödevi yapılacaktır. Tablo 1'de sunulan 1.ci sınıf dağlık yol seçilecektir.

Proje hızı; 60 km/saat.

Yıllık ortalama günlük trafik (YOGT); 4000 taşıt/gün.

Minimum kurp yarıçapı; 150 m.

Maksimum boyuna eğim; %7.

Maksimum dever eğimi; %8.

Şerit genişliği; 3.50 m.

Banket genişliği; 2.50 m.

Platform genişliği; 12.00 m.

1/2000 ölçekli topoğrafik haritada projenin başlangıç (A) noktasının kotu eşyüksekti eğrisi üzerinde öğrenci numarasının son üç rakamına bağlı olarak verilecek (tek nolar bir üste yuvarlanacak), yolun son (B) noktası ise serbest bırakılacaktır,

Boykesit: yatay ölçek 1/1000, düşey ölçek ise 1/100 alınacaktır. Boykesitte görüş mesafesine göre minimum düşey burba boyu tespit edilecek; minimum düşey kurp boyu 120 m'dir.

Enkesit: Planda belirlenen her enkesit noktasından 1/100 ölçeğine göre enkesitler çıkarılarak her bir enkesitin yarma/dolgu alanları Cross yöntemine göre hesaplanacaktır.

Enkesitler arasındaki toprak hacimleri tablo ile hesaplanarak her kesite ait yarma fazlası ile dolgu fazlası tespit edilerek yol boyunca cebiric toplamları alınacaktır.

Kütleler diyagramı: Yatay ölçek 1/1000, düşey ölçek uygun ölçek seçilecektir.

SIFIR POLİGONU (sıfır hattı geçirilmesi) ÇİZİMİ:

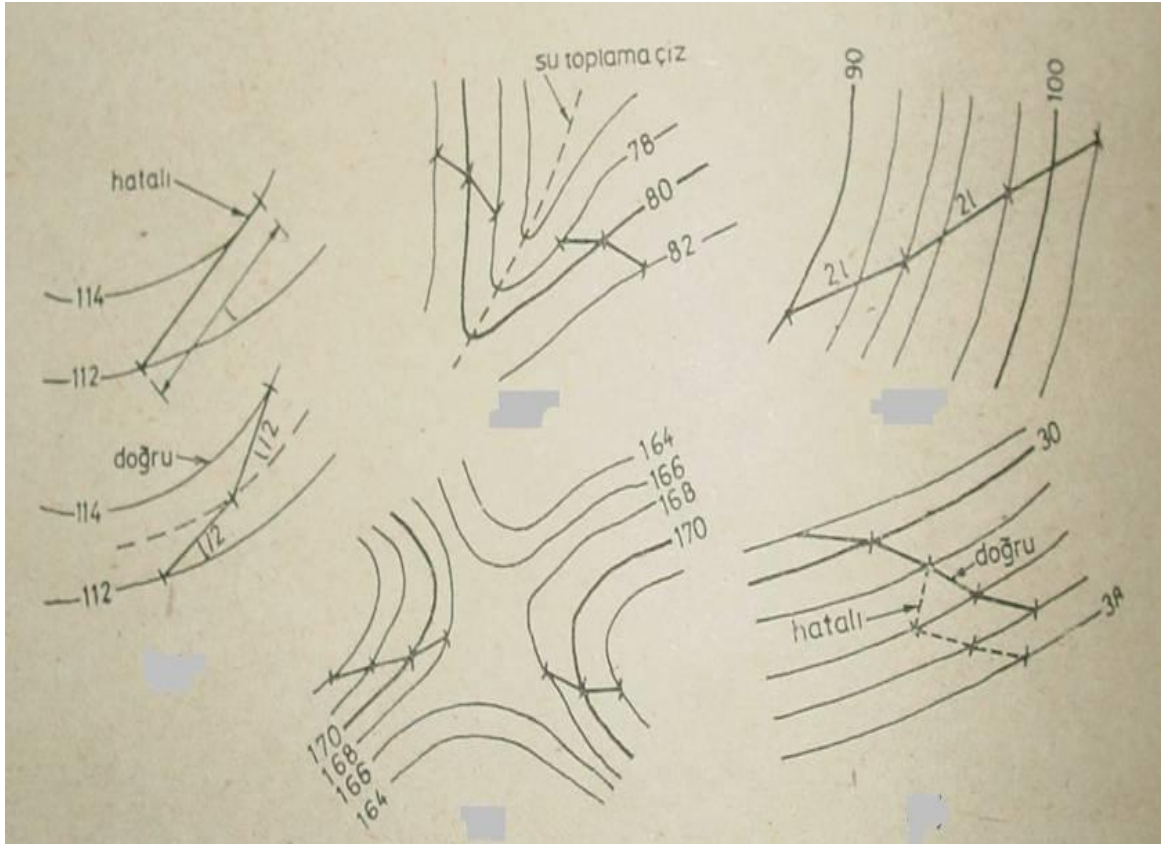
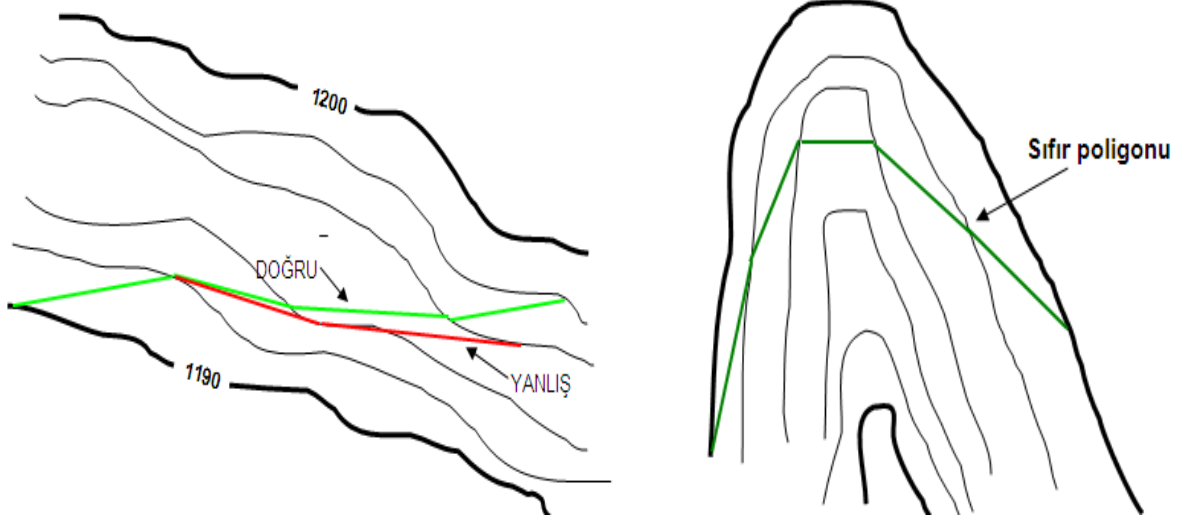
Yol yapılması düşünülen iki nokta arasında araziye eş yükseklik eğrilerine göre çizilen eğimlerle geçen kırıklı çizgiye sıfır poligonu yada sıfır hattı denir. Sıfır poligonu yarma ve dolgu gerektirmeyen bir hat olduğundan sıfır adını almıştır. Sıfır poligonu bir tür kılavuz hat işlevi görür. Yol olarak kullanılması mümkün olmamakla birlikte sıfır poligonunun kesin geçki olarak kabul görmesi halinde tüm geçki boyunca hiçbir kazı ve dolgu işlemi oluşmaz. İsmi de buradan gelir. Sıfır poligonu yol geçkisine göre daha uzun ama en düşük maliyetli çözümü işaret eder. Sıfır poligonun çizilmesinde önce tüm geçki hattı için bir boyuna eğim belirlenir. Bu eğim değeri yol geometrik standartlarına göre seçilmiş bir eğim değeridir.

A (başlangıç) ve B (bitiş) olarak kabul edilen iki zorunlu noktanın kotları biliniyor ve aralarındaki mesafe de yaklaşık olarak kestirilebiliyorsa (Kuş uçuşu veya ip poligonu yöntemiyle), belirli bir eğimle bu iki nokta arasında yol yapılabilir. Ancak yol güzergâhının nereden geçeceği, sorusuna bu aşamada kesin bir cevap vermek mümkün değildir. Zira bu kararı etkileyen iki parametreden, noktalar arasındaki mesafe ve eğimin değişimine göre gibi çok sayıda seçenek ortaya çıkar. Düz, dalgalı ve dağlık olmak üzere çeşitli arazi şekillerinin mevcudiyetine göre de seçenekler sonsuz sayıdadır. Esasen sıfır çizgi çalışması bu seçeneklerin sayısını değerlendirilebilir daha makul bir düzeye indirmek için yapılır. 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 işe de sıfır çizgisi çalışması adı verilmiştir. Sıfır poligonunun eşyükselti eğrilerini kestiği noktalarındaki kotlardan yararlanarak bir boykesit çizilecek olsa, sabit eğimli düz bir çizgi elde edilir.

Sıfır Çizgisi Çalışması Esnasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar;

- İki kontrol noktası arası birbirine bağlanırken tek eğim kullanma zorunluluğu yoktur. Bu çoğu kez mümkünde değildir.
- Arazi durumuna göre gereken yerlerde eğim değiştirilebilir. Ancak bu sırada zorunlu olmadıkça inişten çıkışa yani negatif eğimden pozitif eğime, veya pozitif eğimden negatif eğime geçilmemelidir.
- Hesaplanan l açıklığı ile iki tesviye eğrisi arasını geçmek mümkün olamıyorsa bu durum seçilen eğimin arazi eğimine göre fazla olduğunu gösterir. Bu takdirde seçilen eğim küçültülmelidir.
- Çabuk yapılması istenen ve fazla hassaslık aranmayan durumlarda sıfır poligonu, tesviye eğrilerinin bir veya bir kaç atlanarak çizilebilir. Bu sırada alınan pergel aralığı atlanan tesviye eğrisi sayısına bağlı olarak l uzunluğunun bir veya birkaç katı olur.
- Sıfır çizgisi eşyükselti eğrilerini tek bir defa ve net olarak kesmelidir. Şayet sırt ve vadilerde teğet oluyor veya iki defa kesiyorsa ardışık eğrilerin arası ikiye (gerekirse dörde) bölünerek kademeli bir geçiş yapılmalıdır. Bu işlem sırasında ardışık eşyükselti eğrileri arasına hayali eşyükselti eğrileri olduğu kabul edilir.
- Tesviye eğrilerini birbirine takiben kestirerek giderken zorunluluk olmadıkça sert dönüşler yapılmamalıdır.
- Sıfır çizgisinin eğimi proje standartlarında ön görülen maksimum eğimden düşük olmalıdır.
- Sıfır poligonu bir akarsuya gelince, akarsu bir köprü geçirileceğine göre burada sıfır poligonun doğal zemine çalışarak devam etmesi düşünülmez. Bu durumda akarsuyun en yüksek su seviyesi göz önünde tutularak belirlenen köprü üst kotuna gelen sıfır poligonu bu noktada kesilir. Akarsu mümkün mertebe dik geçilerek, karşı kıyıdaki aynı kotlu noktadan itibaren devam ettirilir. Vadi tabanlarında ve tepelerdeki boyun noktalarında aynı kotlu eşyükselti eğrisi üzerinde atlama yapılabilir ve poligon kesikli olarak çizilebilir
- Yüksek standartlı yollarda ise yüksek düzeyde ve iyi seyir şartları elde etmek için sıfır poligonunu takip hususunda tavizler verilebilir. Burada gözden uzak tutulmaması gereken nokta sıfır poligonundan uzaklaştıkça toprak işinin artacağı, yaklaştıkça toprak işinin azalacağı gerçeğidir.
- Uzun alıymanlar sonunda keskin kurplar iyi seçimler değildir. Büyük kurp yarıçapından aniden küçük yarıçapına geçiş yapılmamalıdır. Bu durum sürücü hızında ani değişme nedeniyle kaza riski

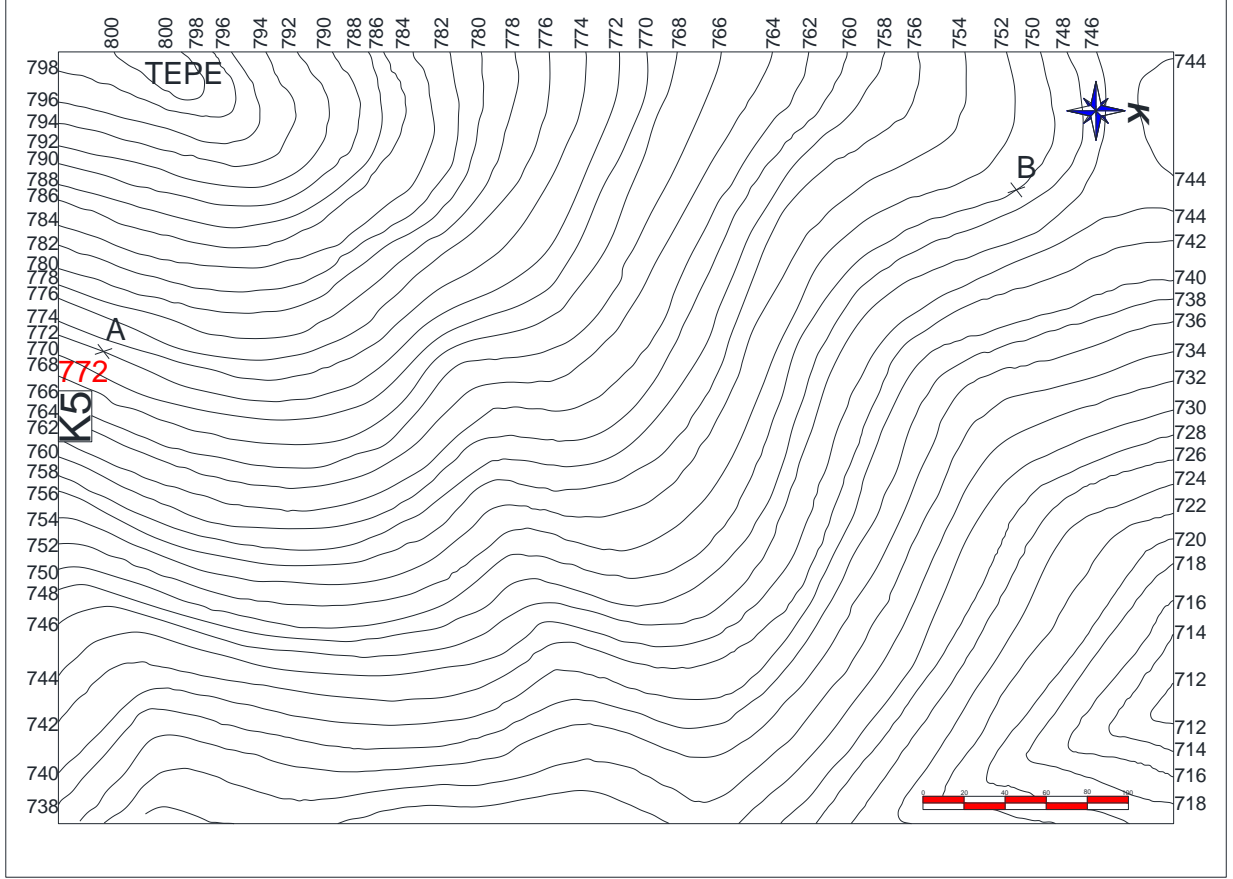
doğurabilir. Birbirine çok yakın ters kurplarda dever uygulaması tam yapılamayacağından arada tanjant bırakılmalıdır. Aynı yönde iki karp arasında kısa tanjant koymak yerine geçiş eğrisi tercih edilmelidir. Geçiş eğrileri uzun alıyman kısa kurplara da tercih edilmelidir. Dere geçişlerinde köprü maliyetini azaltmak için proje güzergah akseni mümkün olduğunca dereye dik ve derenin dar olduğu kesimler seçilmelidir.



Şekil 2. Doğru ve yanlış sıfır çizgi uygulamaları

Proje Ödevi Uygulaması

Ölçeklendirme en sağ alt köşede gösterilmiştir. Bu ölçeğe göre eş yükselti eğrileri resimin yanlarında olup “TEPE” noktasına en yüksek kotu göstermektedir. Kuzey işareti projede gösterilmelidir. Öğrenci numarasının son üç rakamı başlangıç noktasının kot’u kabul edilecektir.



Şekil 3. 1/2000 ölçeğinde eş yükselti eğrili pafta (öğrenci son numarası 772)

Projeye başlamak için ilk önce 1/2000 ölçekli haritamızda sıfır poligonu geçirmek için pergel açıklıklarının hesabını yapmamız gerekmektedir. Plan 1/2000 ölçekli olduğu için 20 m 1 cm'e karşılık gelir. O halde pergel açıklığı $i=2,5$ cm olur. Pergel açıklığı = 2,5 cm olarak istenilen iki nokta arasında sıfır poligonu çizebiliriz. 2,5 cm'den yukarı alabiliriz. 2,5 cm'den küçük alamayız.

Örnek:

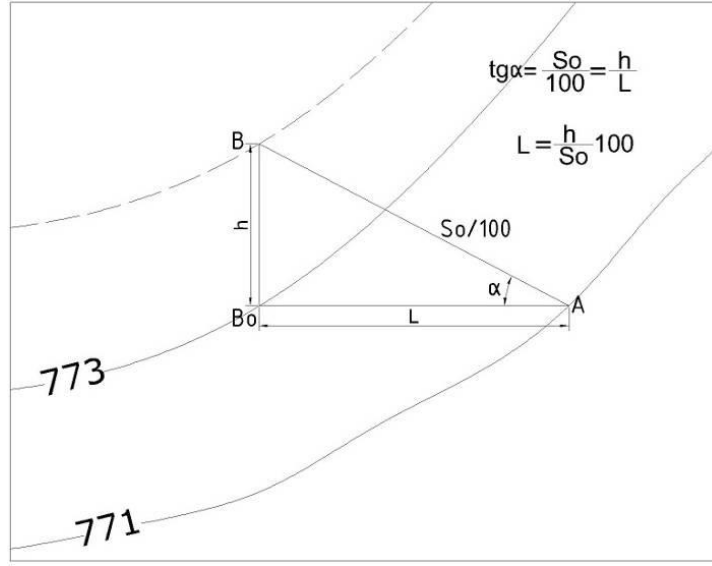
1/5000 ölçekli haritada yol güzergahı geçirmek amacıyla pergel açıklığı 4 cm açılarak 0-Hattı tespit edilmiştir. Eşyükselti eğrileri arasındaki kot farkı 10m. olduğuna göre 0-Hattı için belirlenmiş olan boyuna eğim nedir?

$$\begin{aligned} \text{Paftada (L, cm)} &= L \times 100 / \text{Ölçek} \\ 4 &= L \times 100 / 5000 & L=200\text{m.} \\ \text{Boyuna eğim} &= 10/200 & \%5 \end{aligned}$$

Örnek:

1/2000 ölçekli haritada % 5 boyuna eğimle sıfır poligonu geçirmek için sıfır poligonunun bir kenarına denk gelen pergel açıklığı ne kadardır ?

40 m lik uzunluk 1/2000 ölçeğinde 2 cm ye karşılık gelir ve pergelin ucu 2 cm açılarak işaretleme yapılır.



Şekil 4. Pergel açıklığı hesabı

1/2000 ölçekli haritada çalışmak için hazırlanan eğim ve pergel açıklığı tabloları

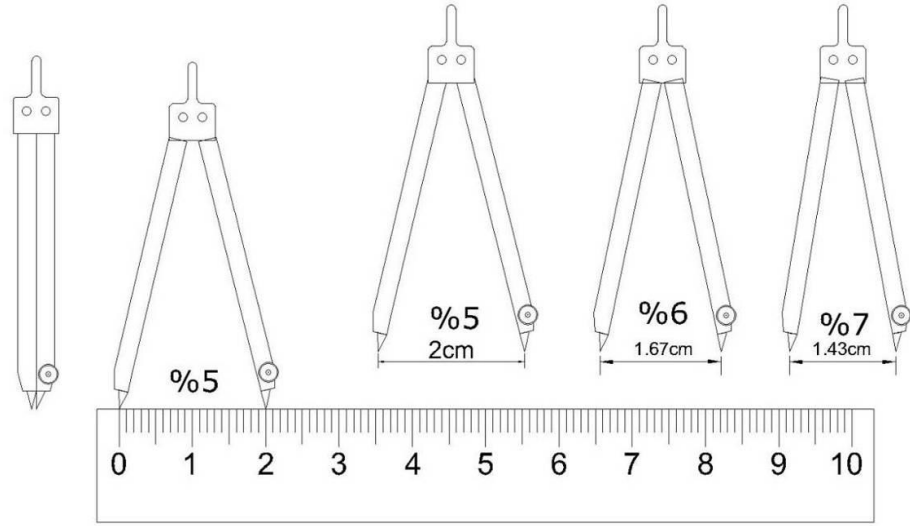
Tablo 2. Sıfır poligon hesabı

SIFIR POLİGON HESABI	
L : pergel açıklığı	
h : eşyükselti eğrileri arasındaki fark	
s ₀ : eğim	
ö : ölçek	
L' : çizim pergel açıklığı (cm)	
L = h/s ₀ * 100	L nin metre olarak değeri
L' = L/ö * 100	L nin ölçekli pafta üzerine çizim yapılacak değeri (cm)

Tablo 3. Proje pergel açıklıkları

Proje pergel açıklıkları			
		Arazide	Paftada
Eğim (s ₀) %	h (m)	L (m) L = h/s ₀ * 100	L' (cm) L' = L/ö * 100
%1	2	200	10
%2	2	100	5
%3	2	66.666	3.333
%4	2	50	2.5
%5	2	40	2
%6	2	33.333	1.666
%7	2	28.5714	1.428
%8	2	25	1.25

Sıfır Poligon hesabı için gerekli formül Tablo 2 verilmektedir. Projede kullanılacak pergel açıklıkları Tablo 3'de özet olarak sunulmaktadır. Pafta üzerinde L' ile gösterilen değerler kullanılacaktır. Unutulmaması gereken husus bu değerler 1/2000 ölçekli harita paftaları için geçerlidir. Aksi durumda Tablo 2 deki formüller tekrardan kullanılmalı. Karayolları ve Belediye gibi kurumlarda yol geçirme projelendirmelerinde 1/10000 ve 1/25000 ölçekli paftalar ayrıca kullanılmaktadır.

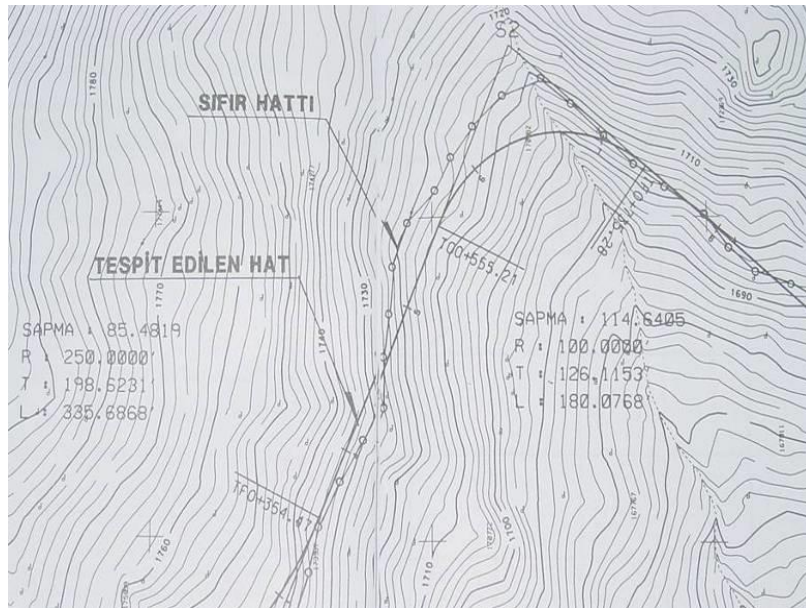


Şekil 5. Çeşitli eğimlerdeki pergel açıklıkları Pergel açıklığı örnekleri

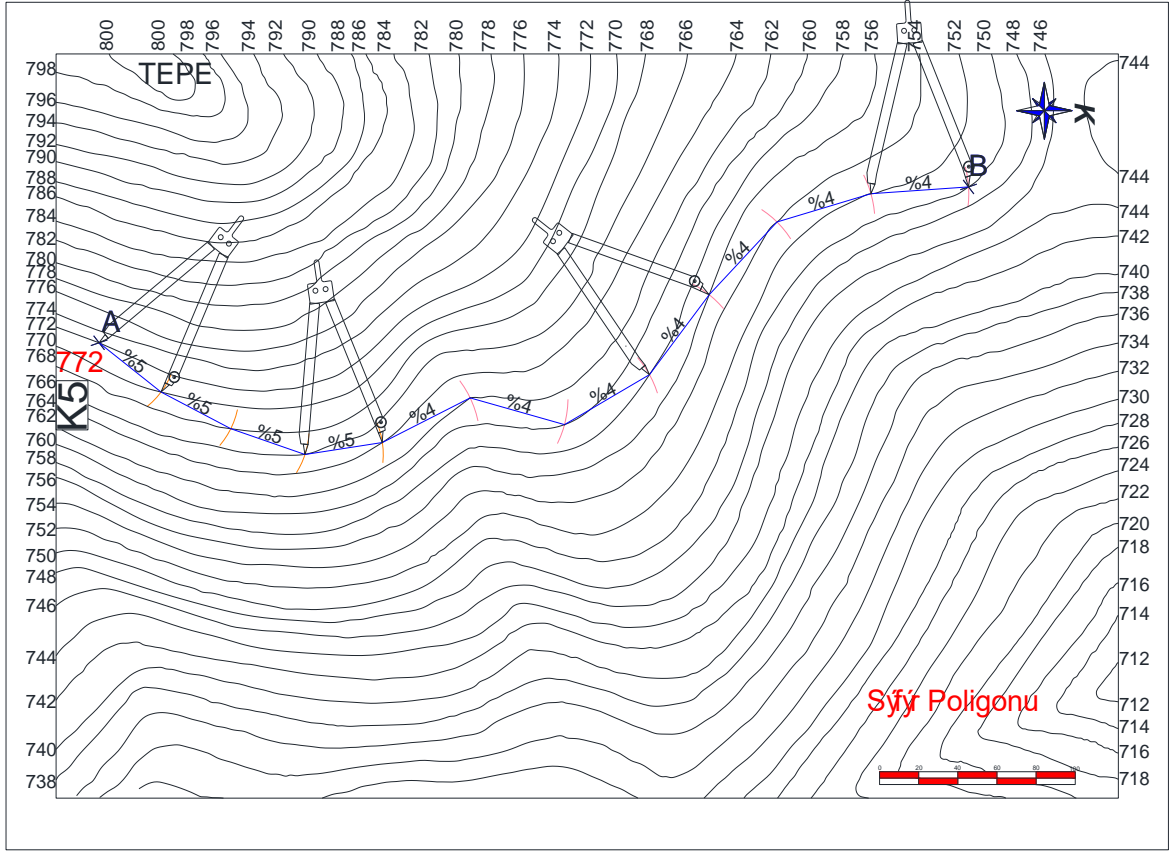
Pafta üzerinde pergel ile sıfır poligonun çizilmesi.

Hesaplanan sıfır çizgisi uzunluğunu haritaya işlemek için harita ölçeğine çevirmek gerekir. Harita ölçeğine çevrilen uzunluk, artık çalışmada kullanılacak pergel açıklığıdır. Sıfır çizgisi uzunluğu belirlendikten sonra pergelin bir ayağı yolun başlangıcındaki eşyükselti eğrisine yerleştirilir diğer ucuyla da gidiş yönündeki bir sonraki eşyükselti eğrisi kestirilir. Kesim noktasıyla başlangıç noktası cetvelle birleştirilir. Bu işlem tekrarlı olarak aynı pergel açıklığıyla yolun sonuna kadar devam ettirilir. Ardışık işlemler sonunda elde edilen poligon sıfır poligonudur.

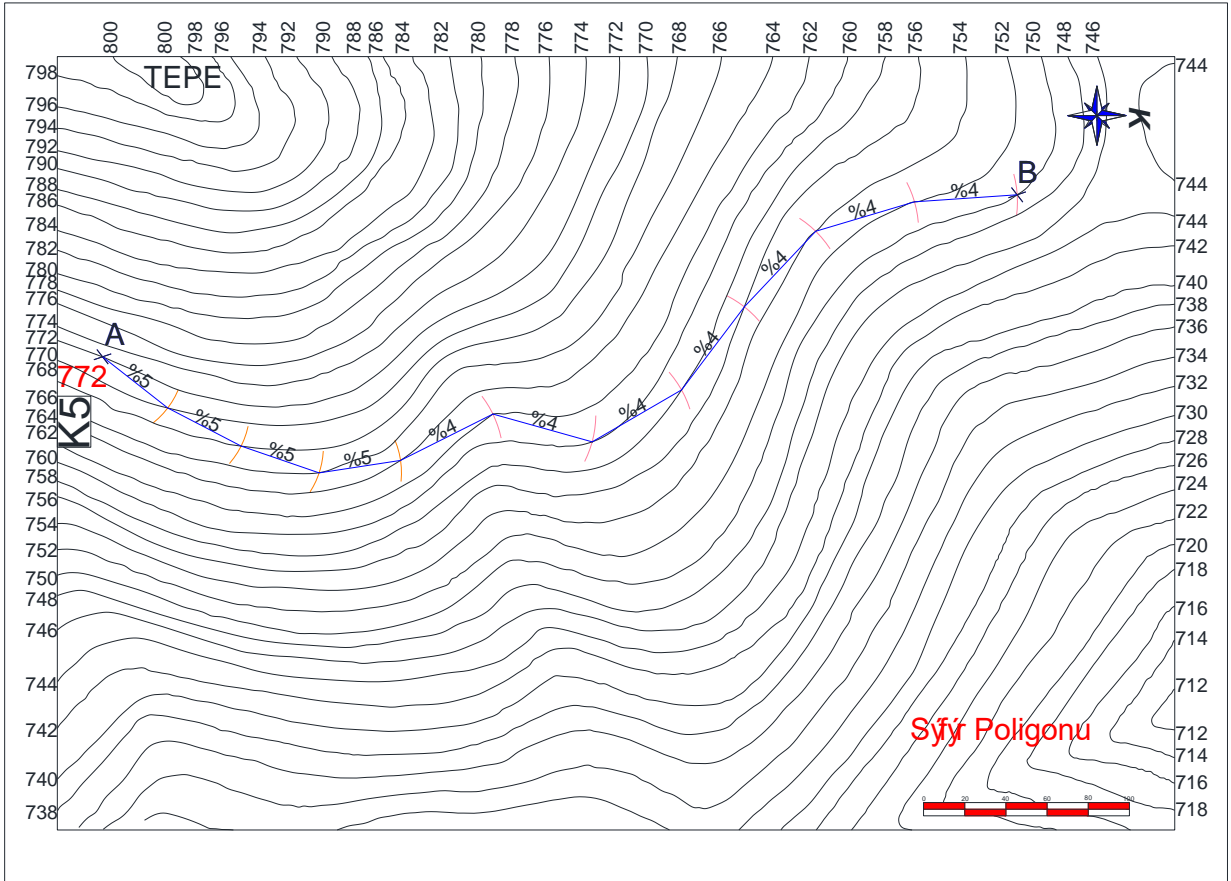
Açılan pergel ile iş yükselti eğrileri peş peşe kestirilerek (artan veya azalan) kotlara göre bir noktadan diğerine belirli bir eğim değeriyle ulaşılmaktadır. Her tesviye eğrisi üzerindeki noktanın birleşmesi ile bir kırık çizgi oluşur buna sıfır poligonu denmektedir. Proje yatay hattının bu poligona tam oturması durumunda toprak işi sıfır olacağından poligona bu isim verilmiştir.



Şekil 6. Sıfır hattı (poligonu, çizgisi)



Şekil 7. Sıfır poligonu çizilmesi



Şekil 8. A dan B ye sıfır poligonunun tamamlanmış hali

Uzun aliymanlar sonunda keskin kurplar iyi seçimler değildir. 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 eğrileri uzun aliyman kısa kurplara da tercih edilmelidir.

Some noktası: Alinymanların kesişme noktasıdır.

Plan: Yolun yatay bir düzlem üzerindeki izdüşümüdür.

Aliyman:Yol eksenini düz kısımlarına aliyman denir.

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

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

1)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.

2)Yatay kurplara ait elemanlar; yarıçap, kesişme açısı, teget boyu, açılım boyu ve bisektris boyu planda olması gerekmektedir.

3)Plan ölçeği, geometrik ölçü işareti ve yön işareti planda olması gerekir.

Yol güzergah 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 11) .

YATAY KURBA ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Kurp (Kurba): Yol geçkisinin eğri kısımlarına yatay kurp denir. Yatay bir kurp alıymanı izleyen klotoid veya benzeri bir geçiş (birleştirme) eğrisi ile daire yayından oluşur. Kurp parametreleri yolun önemli elemanlarıdır. Uygulamada üç türlü yatay kurba ile karşılaşılır. Bunlar, basit, birleşik ve ters yerleştirilmiş yatay kurbalardır.

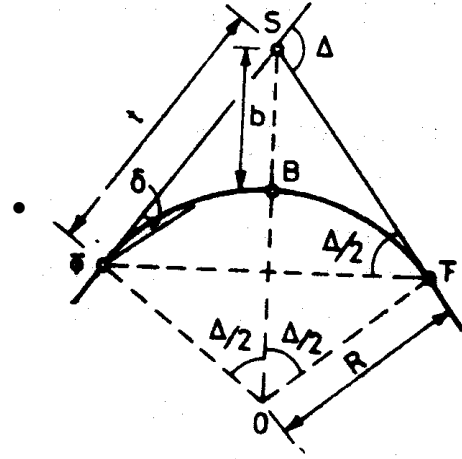
Basit Yatay Kurp

Basit yatay kurbalar iki alıymanı birbirine bağlamak için kullanılır. Basit yatay kurbada her iki teğet uzunluğu da geometri gereği birbirine eşittir.

Bir basit yatay kurbanın temel elemanları :

- sapma açısı (Δ)
- yarıçap (R)
- teğet uzunluğu (t)
- developman uzunluğu (D)

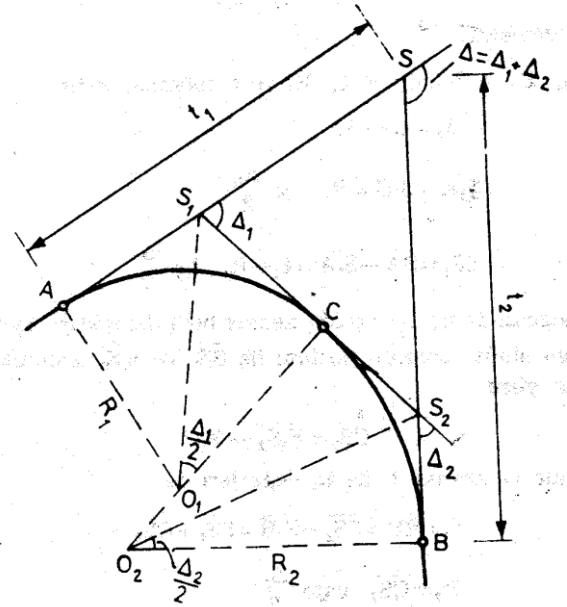
T	=	$200 \times \text{tg}(\Delta/2)$	=m
D	=	$2 \times 3,14 \times 200 \times (\Delta/360)$	=m
Bs	=	$200 \times (1/\cos(\Delta/2)-1)$	=m



Yatay kurbanın merkezini some noktasına bağlayan doğru kurba merkez açısını iki eşit parçaya böler. Basit yatay kurbanın sapma açısı ile merkez açısı da birbirine eşittir.

Birleşik Yatay Kurbalar

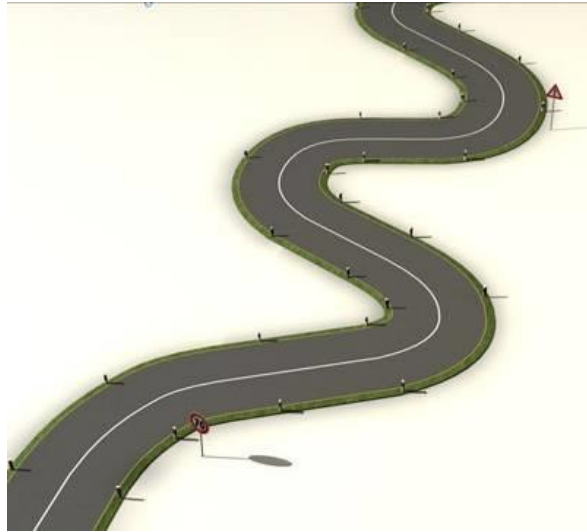
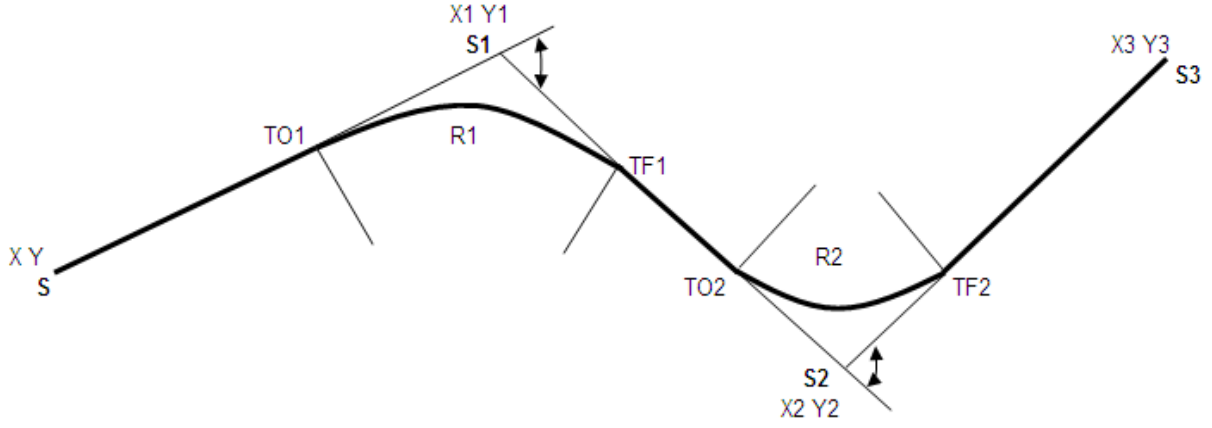
İlk kurbanın ikinci teğeti ile ikinci kurbanın ilk teğeti aynı noktadır. Kırsal yollarda özellikle topografik açıdan geçilmesi zor arazi kesimleri, maliyeti artırıcı tabii engeller ve şehir içi yollarda imar kısıtları birleşik yatay kurba kullanılmasını gerektirebilir. Birleşik yatay kurba kullanılacaksa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



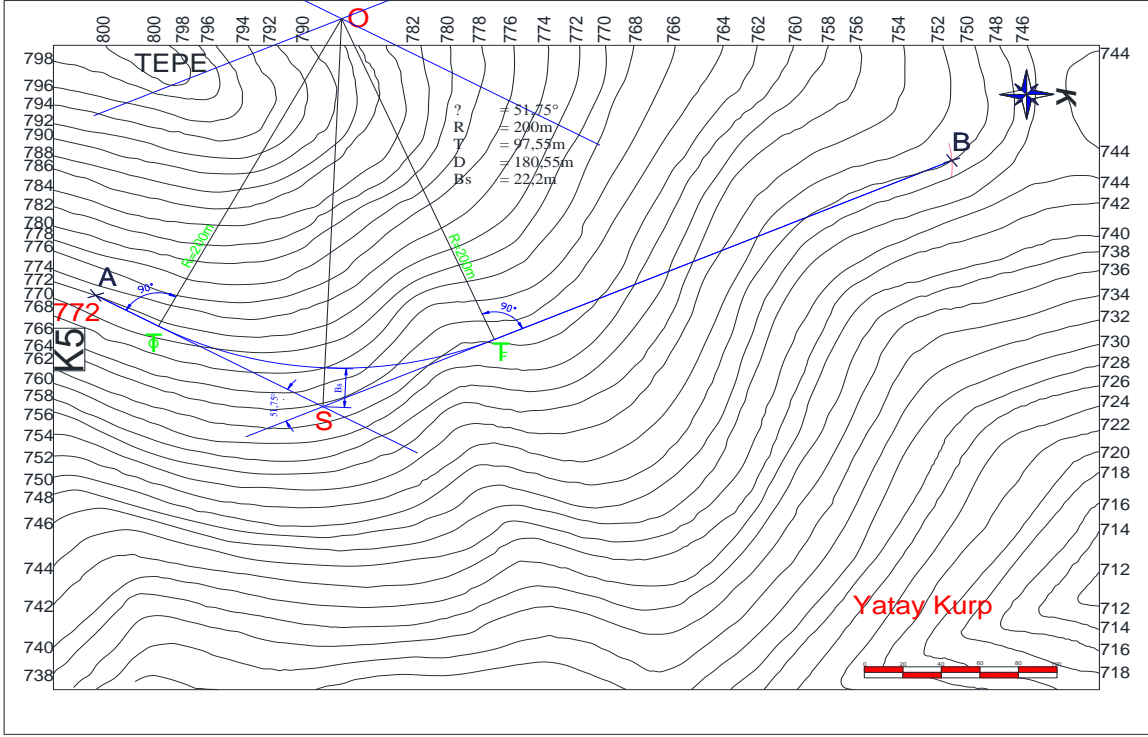
Şekil 10. Birleşik Kurp

Ters Yerleştirilmiş Yatay Kurbanlar

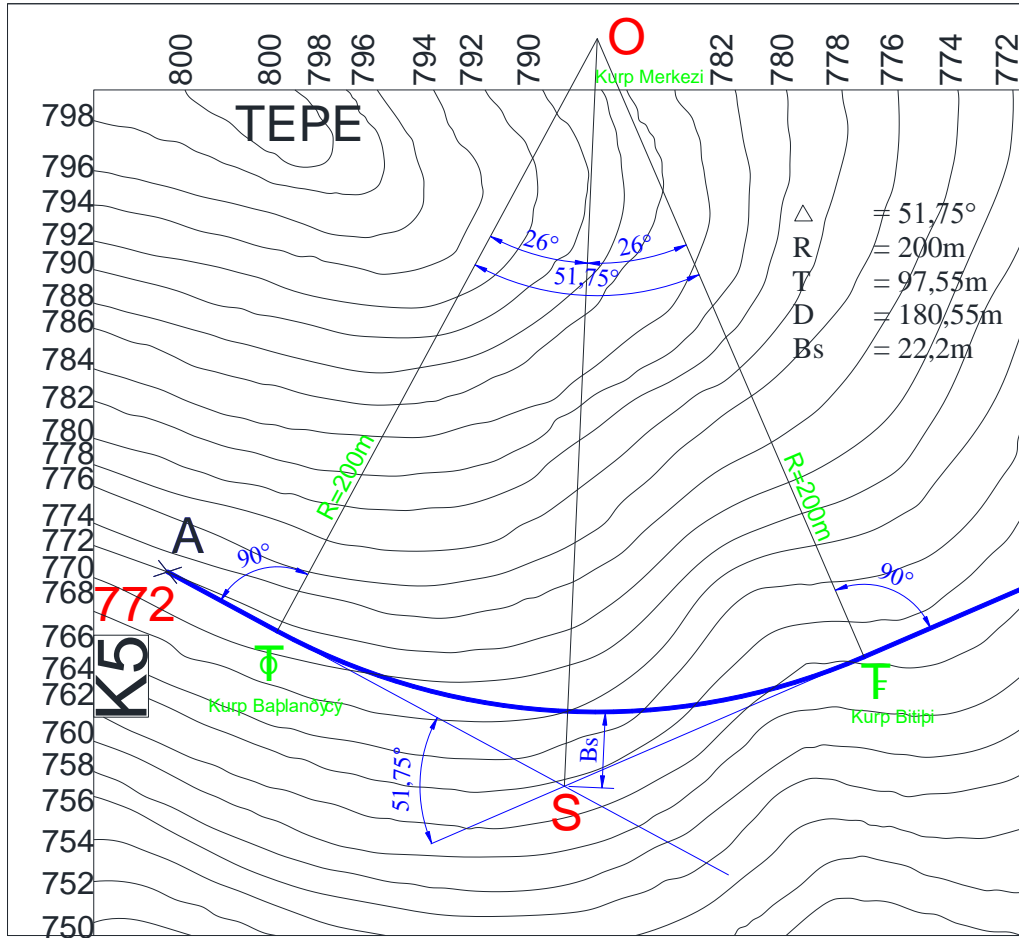
Ortak bir teğetin iki yanında (sağında ve solunda) bulunan iki daire yayından meydana gelirler. Kurbanların merkezleri ters yönlerde olduğu için ters kurba olarak da bilinirler. Kısımda yapmak bir hayli zordur. Bunun için de ilk kurbanın bitimi ile ikinci kurbanın başlangıcı arasında en azından 60 m mesafe bırakılması önerilir. Kurbanların yarıçapları önerilen minimum mesafeyi sağlayacak şekilde seçilmelidir.



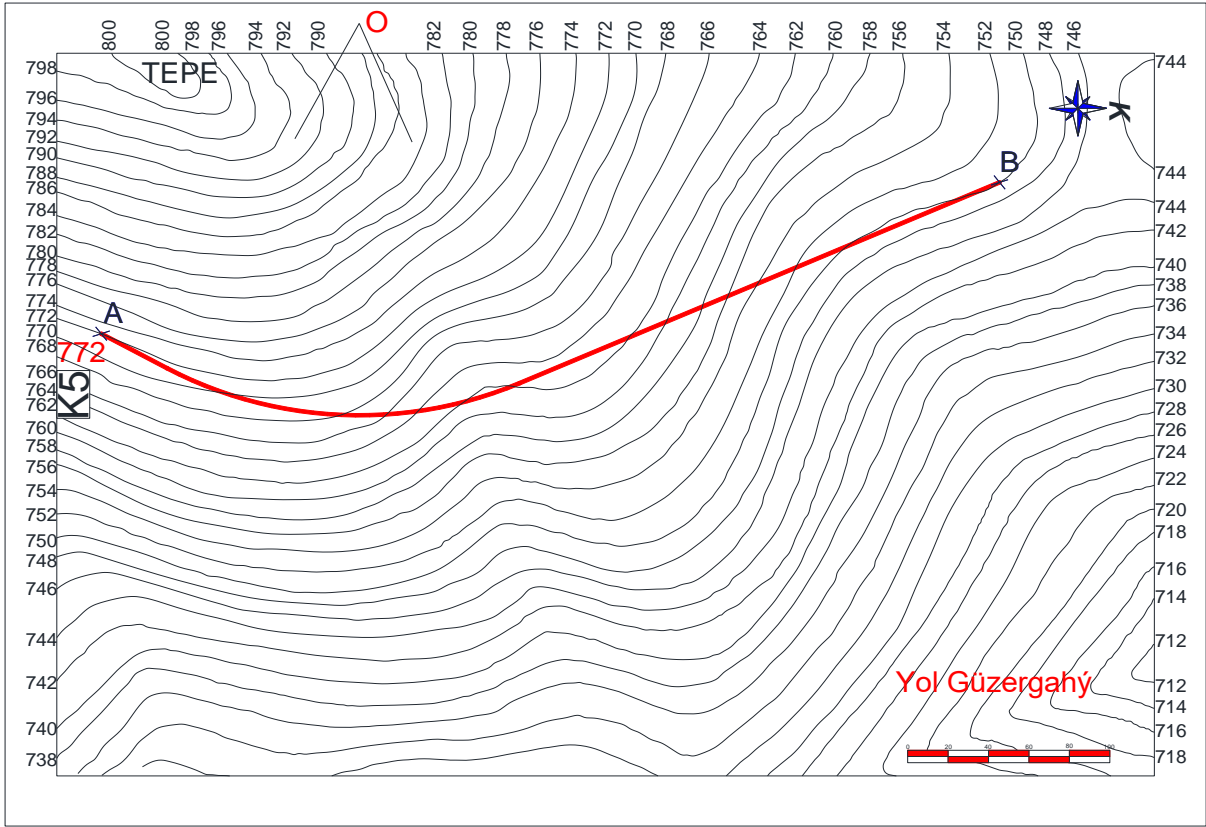
Şekil 11. Ters Yerleştirilmiş Yatay Kurplar



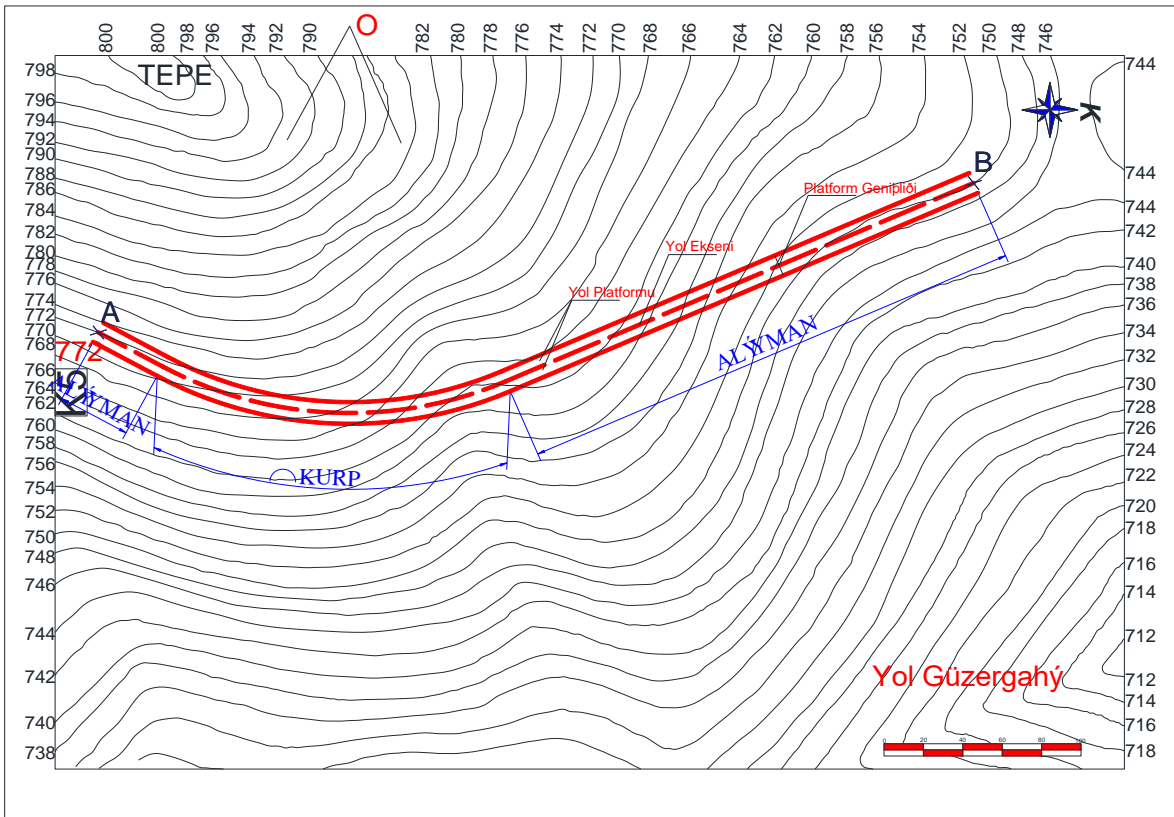
Şekil 12. Yatay Kurp Çizimi



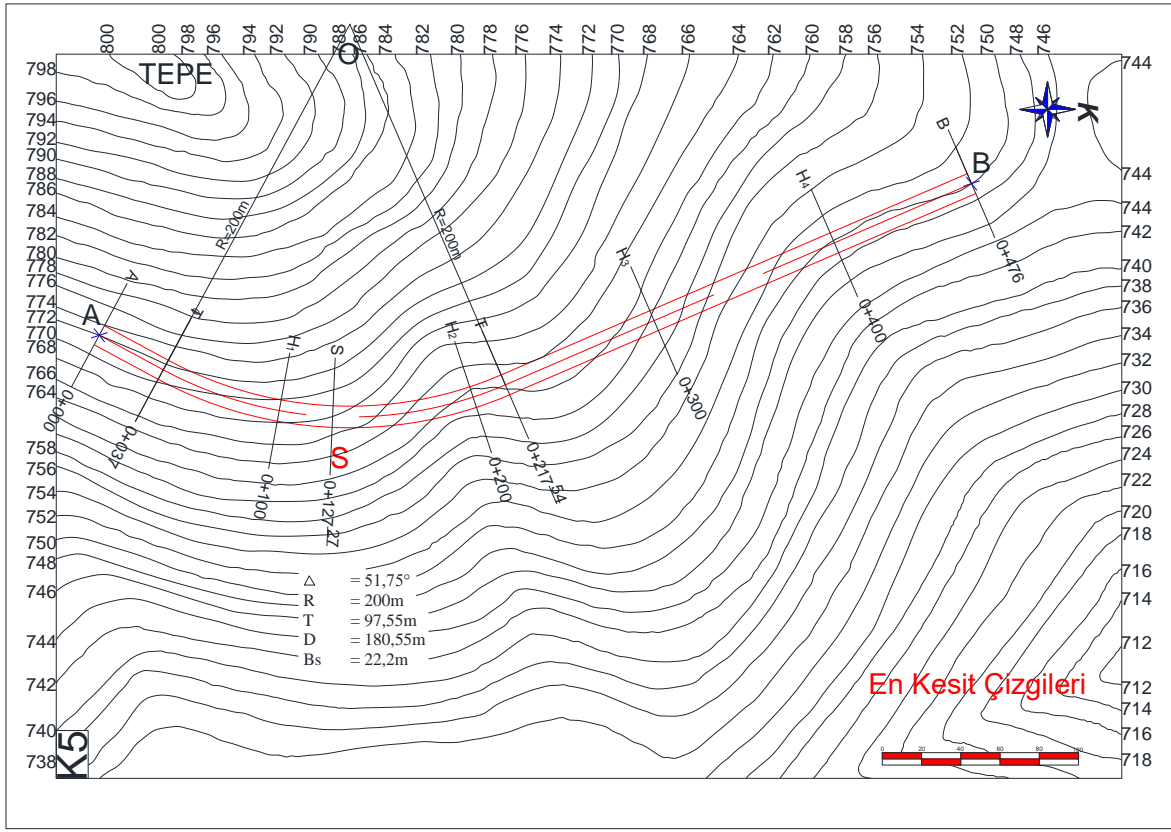
Şekil 13. Yatay Kurp Çizimi. 2.Yöntem



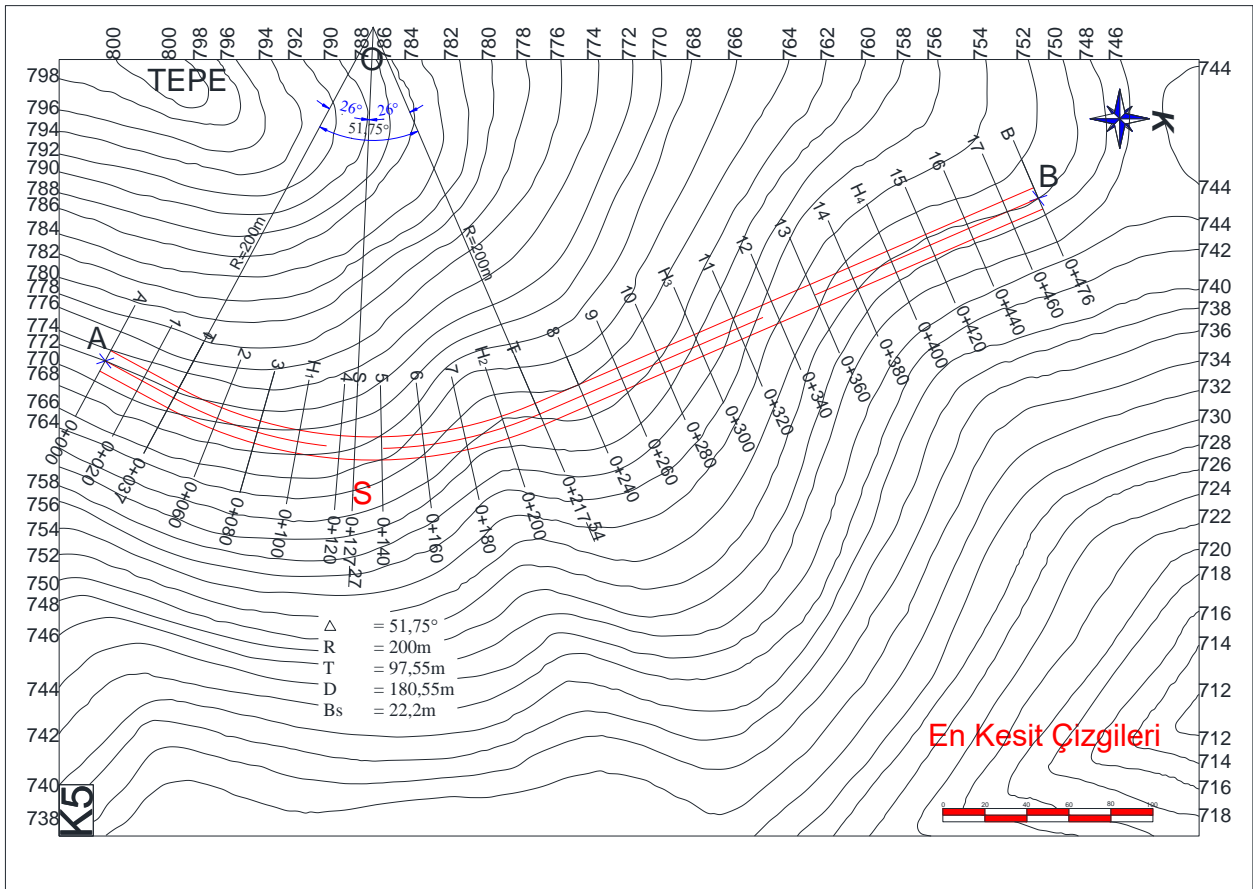
Şekil 14. A dan B ye güzergah çizim detayı



Şekil-15 Güzergah üzerinde bazı terimler



Şekil 16. Enkesit yerleşimi



Şekil-17. En kesit yerleşimi

BOYKESİT

Yatay kurp çizimi tamamlandıktan sonra güzergahımız tamamlanmış durumdadır. Bundan sonraki aşama ise güzergahın boykesitini oluşturmaktır. Boy kesitte yatay ölçeğimiz 1 / 1000, düşey ölçeğimiz 1 / 100 olarak çizimimizi yapacağız. Çizimimize başlamadan önce plandan alacağımız bilgileri boy kesite işlememiz gerekmektedir.

Boykesit (Profil): Plandaki yol ekseni bir doğru boyunca açılır ve düşey bir düzleme izdüşürülürse boykesit elde edilir. Boykesit üzerinde, belli bir kıyas hattına göre arazinin doğal durumu ile yolun bitmiş durumu gösterilir. Boykesit yol planı ve arazinin boyuna kesitteki çizimidir. Yolun düşey planıdır.

Düşey Kurp: Boykesit çıkış ve iniş eğimli düz kısımlar biçiminde ortaya çıkar. Eğimin çıkıştan inişe ya da inişten çıkışa değiştiği yerlerde birleştirme eğrileri kullanılmak gerekir. Bu eğriler düşey kurp olarak isimlendirilir. Eğimli düz kısımlara rampa denir.

Kot: Dikkate alınan bir noktanın deniz yüzeyinden veya başlangıç olarak alınan bir kıyas düzleminden yüksekliğidir.

Siyah Kot-Kırmızı Kot: Boykesitte araziye gösteren doğrulara siyah kot (arazi kotu), yolun projelendirilmiş biçimini gösteren çizgilere kırmızı h (proje kotu) denir. Kırmızı kot; yol boykesitinde kırmızı eksen çizgi üzerindeki herhangi bir noktaya ait kot.

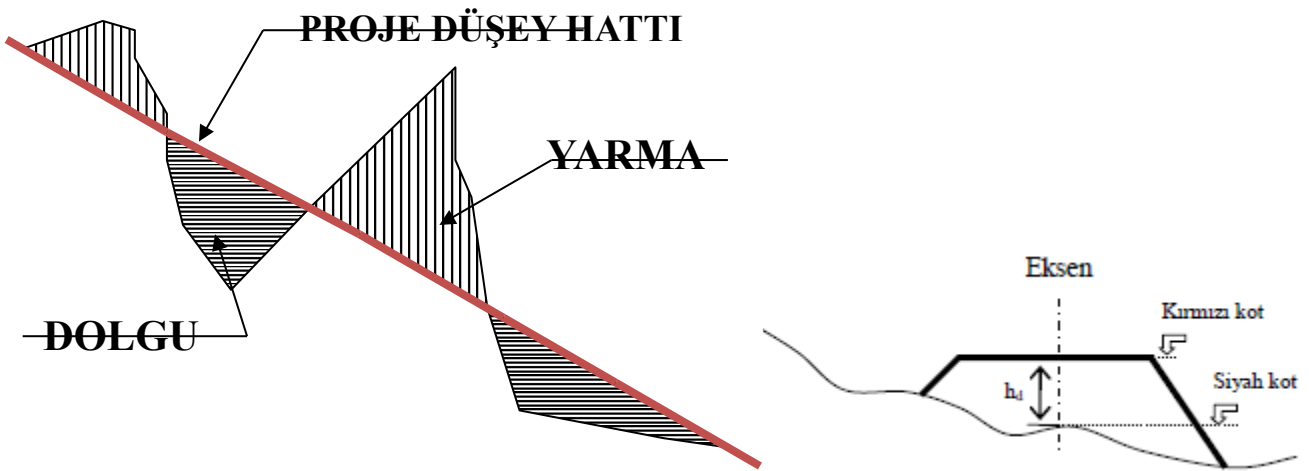
Siyah Kot: Boykesitte araziye gösteren doğrulara siyah kot (arazi kotu). Yol boykesitinde herhangi bir noktaya ait doğal zemin kotu.

Siyah Çizgi: Yol boykesitinde arazinin oluşturduğu çizgidir.

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

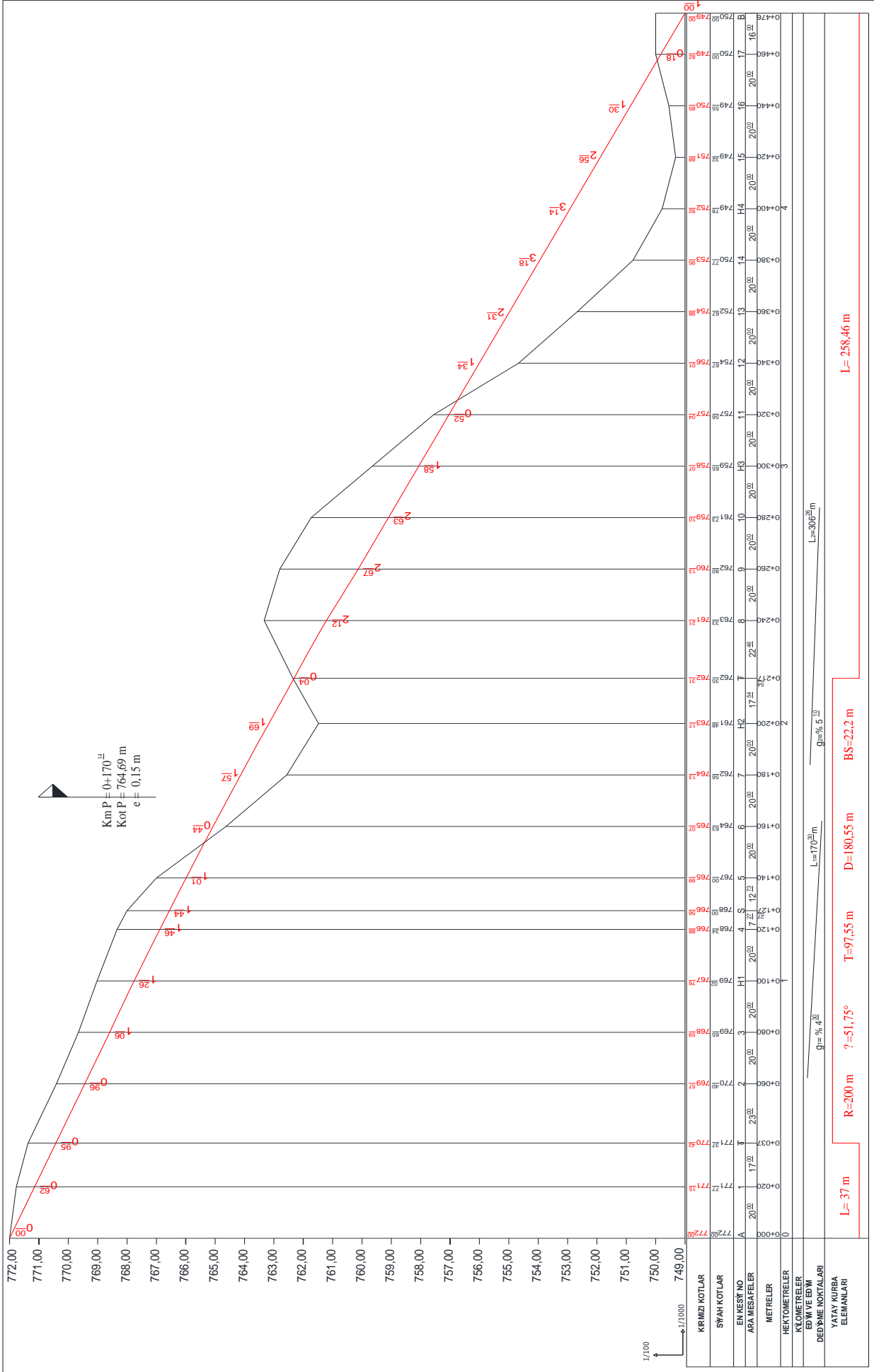
Enine Eğim: Yağış sularının tahliyesi için platformun enkesitine eksenden yanlara doğru verilen eğime enine eğim(bombe) denir. Platformun kaplama malzemesinin su tahliye kapasitesine göre enine eğim seçilir. İnce dokulu asfaltta %1 ve %2 yetebilirken, çakıl malzemede %3 ve %4 eğim gerekebilir. Minimum oranı %1,5 olmalıdır.

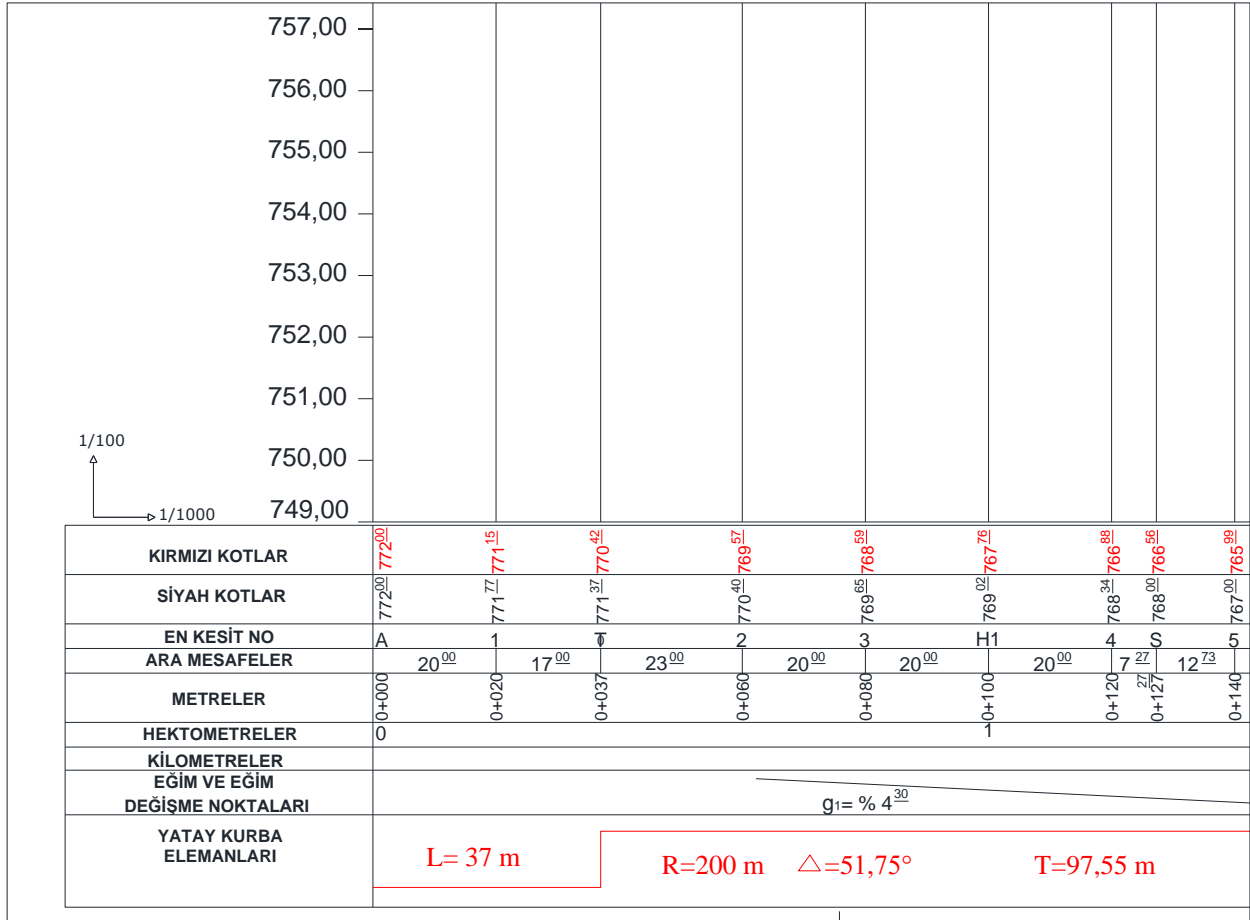
Boyuna Eğim: Yolun düşey kesitteki eğimidir. Yolda kot farkı oluşmayacak bile olsa su tahliyesi için yola en az %0,3-%0,5 arası bir boyuna eğim verilmelidir. Boyuna eğimler geçirilirken yarma ve dolguarın dengeli olmasına dikkat edilmelidir. **Şekil**



Şekil 18. Yarma ve dolguların dengeli olmasına dikkat edilmelidir. Enkesit üzerinde kotların gösterimi

Şekil-19 Boy Kesit



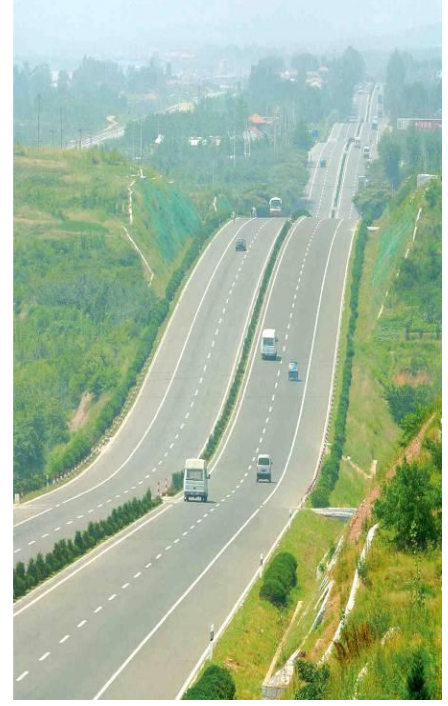
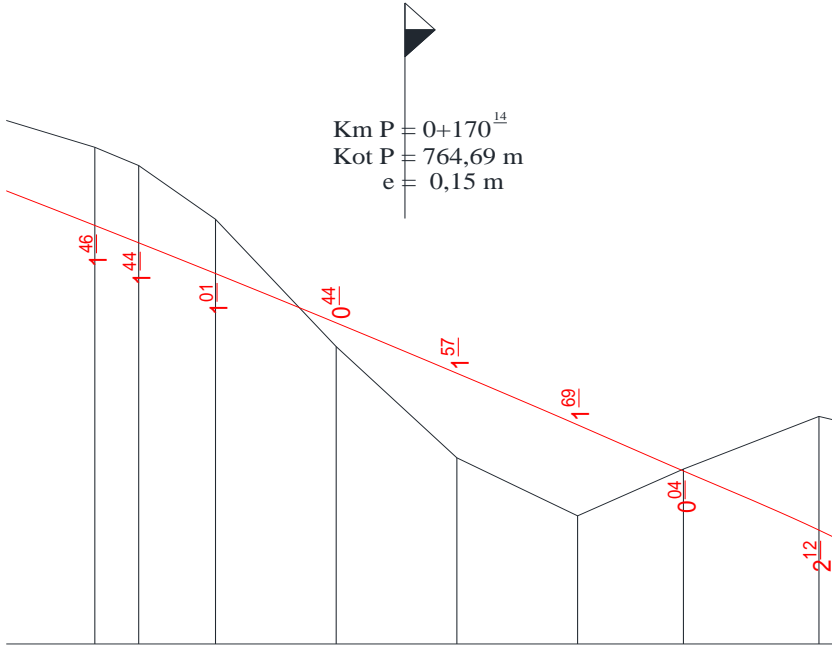


Şekil 20. Boy Kesit detayı.

Düşey Kurp

Düşey kurplar düşey ekseninde eğimlerin birbirine aşamalı olarak geçişini sağlamaktadır. Boykesit çıkış ve iniş eğimli düz kısımlar biçiminde ortaya çıkar. Eğimin çıkıştan inişe ya da inişten çıkışa değiştiği yerlerde birleştirme eğrileri kullanılmak gerekir. Bu eğriler düşey kurp olarak isimlendirilir. Eğimli düz kısımlara rampa denir.

Boy kesitte çizimi yapılırken kırmızı kot en az iki farklı eğimle geçirilir. Planda aliğmanlarda alanları eşitlemeye çalıştığımız gibi boy kesitten yol güzergahını oturturken yarma ve dolgu alanlarını eşit tutmaya gayet etmeliyiz. Bu eğimlerin kesişim tepe noktası mutlak suretle boy kesitte gösterilir. Eğim farklılıklarından dolayı boy kesitimizde düşey kurve oluşacaktır. Bu düşey kurvede kırmızı kotlar boy kesit üzerinden alınamaz düşey kurvede kırmızı kot hesabı için ayrıca formül kullanılması gerekmektedir. Düşey kurplar; kapalı (tepe) ve açık (dere) olmak üzere iki şekilde adlandırılmaktadır. 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 yazılmalıdır.

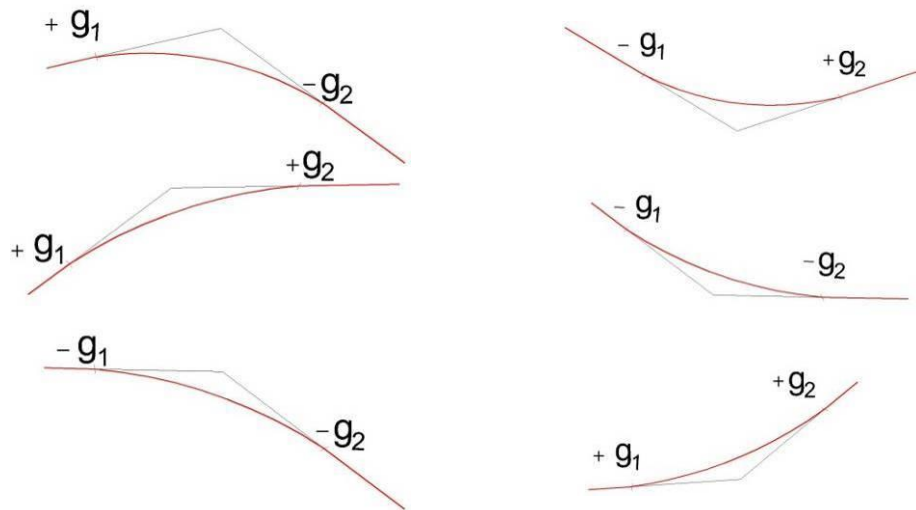


Şekil 21. Boy kesitte tepe noktası ve gösterimi ve düşey kurp arazi uygulamaları

Düşey kurp tipleri:

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 isimdir.

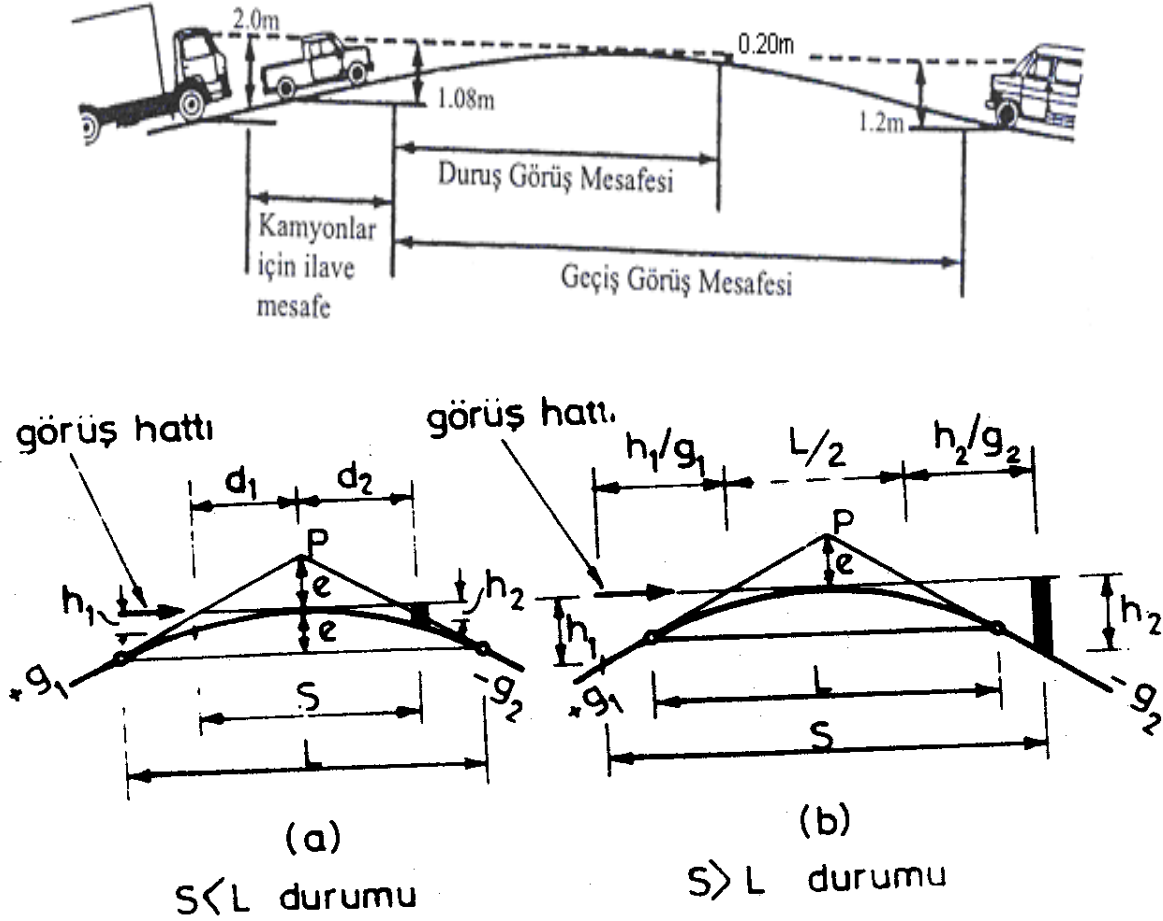
Dere (açık) düşey kurp: Bir inişi bir rampa, inişi daha az eğimli bir iniş veya bir rampayı daha dik eğimli bir rampa izlediğinde aradaki eğriye verilen isimdir.



Şekil 22. Düşey kurve tipleri

Görüş Mesafesi

Parabolik tepe düşey kurbun minimum uzunluğu görüş mesafesi esas alınarak hesaplandığında güvenlik, konfor ve estetik şartları sağlanmış olmaktadır. Tepe düşey kurplarda, kurp boyu Duruş Görüş Mesafesi (DGM) esas alınarak hesaplanmalıdır



Şekil 23. Görüş Mesafesi

$$S < L \text{ ise } L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \quad S > L \text{ ise } L = 2S - \frac{200(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A}$$

- L: Tepe düşey kurp uzunluğu, m
- S: Görüş mesafesi, m
- A: Eğimlerin cebrik farkı, %
- h_1 : sürücü göz yüksekliği, m
- h_2 : Yol üzerindeki obje yüksekliği, m

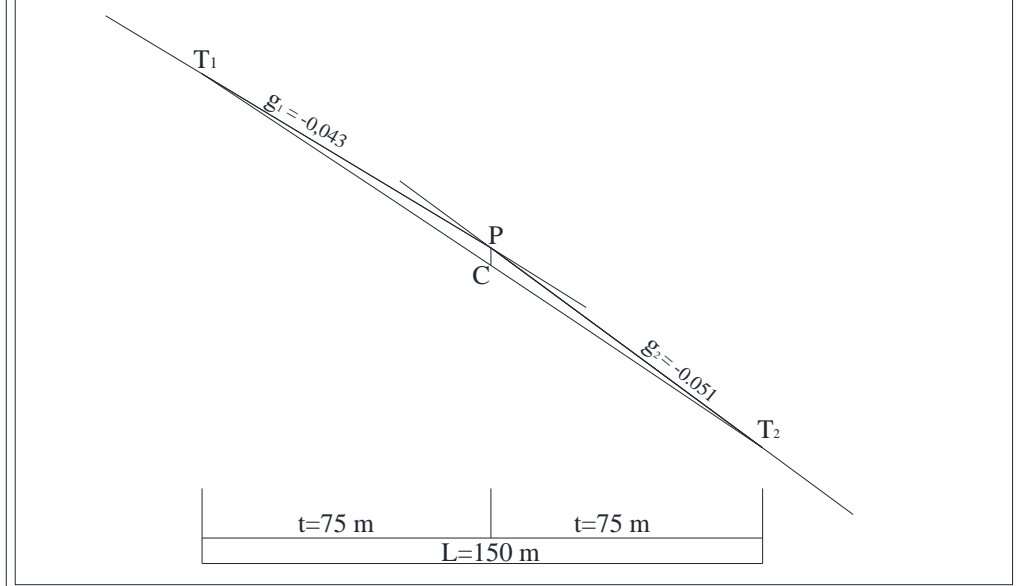
Genel sürüş emniyeti açısından bir dere tipi düşey kurp en az duruş görüş mesafesine eşit bir d far ışığı görüş mesafesi sağlayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Bu aşamada düşey kurve hesabı yapılır. İlk olarak L boy tespiti yapılır.

Tablo-4 L boy tespiti

L BOYUNUN TESPİTİ	
Far ışıması (S) = 100 m alınmıştır	
S < L için ; $L = (G \times S^2) / (1,22 \times 0,035 \times S) = 18,74 \text{ m}$	S > L için ; $L = 2 \times S - ((1,22 \times 0,035 \times S) / G) = \text{ m}$
KONFOR KRİTERİ	
$L_{\min} = G \times V^2 / 3,95 = 7,291 \text{ m}$	
ESNEKLİK KRİTERİ	
$L_{\min} = 3048 \times G = 24,384 \text{ m}$	
DRENAJ KRİTERİ	
$L_{\min} = 4360 \times G = 34,88 \text{ m}$	
PARTNAME	
$L_{\min} = 120 \text{ m} \rightarrow L = 150 \text{ m}$ alınmıştır	
$R_{\text{düşey}} = 6 \times R_{\text{yatay}} \quad R_{\text{düşey}} = 6 \times 200 = 1200 \text{ m}$	
$L = R_{\text{düşey}} \times G \Rightarrow R_{\text{düşey}} = L / G = 150 / 0,008 = 18750 > 1200 \text{ L uygundur.}$	
$t = L / 2 = 150 / 2 = 75 \text{ m}$	$e = L \times G / 8 = 150 \times 0,008 / 8 = 0,15 \text{ m}$

Düşey kurvede L boy tespiti yapıldıktan sonra düşey kurvede kırmızı kotlar ve km'ler tespit edilir. Düşey kurve içinde kalan en kesitlerin kırmızı kotları tespit edilir.

Tablo 5 Kot tespiti



$g_1 = (\text{kotA}-\text{kotP})/(\text{kmA}-\text{kmP}) = (772-764,69)/(0-171,40) = -0,043$			
$g_2 = (\text{kotP}-\text{kotB})/(\text{kmP}-\text{kmB}) = (764,69-749)/(171,40-476) = -0,051$			
$G = g_1-g_2 = -0,043-(-0,051) = 0,008$			
$e = (L \times G)/8 = (150 \times 0,008)/8 = 0,15 \text{ m}$			
kot C = kotP - e = 764,69 - 0,15 = 764,54 m			
kot T ₁ = kotP + $g_1 \times t = 764,69 + 0,043 \times 75 = 767,915 \text{ m}$			
kot T ₂ = kotP - $g_2 \times t = 764,69 - 0,051 \times 75 = 760,865 \text{ m}$			
BOY KESÝTTEN KIRMIZI KOTLAR			
KOTLAR	A = 772,00 m	MESAFELER	A = 0+000 Km
	B = 749,00 m		B = 0+476 Km
	P = 764,69 m		P = 0+171 ⁴⁰ Km
	C = 764,54 m		C = 0+171 ⁴⁰ Km
	T ₁ = 767,915 m		T ₁ = 0+096 ⁴⁰ Km
	T ₂ = 760,865 m		T ₂ = 0+246 ⁴⁰ Km

Geçiş Eğrileri: Yüksek Standartlı yollarda gerek konfor gerekse sürüş emniyeti için kurp ile alinyon arasına geçiş eğrisi konulması gerekmektedir. Geçiş eğrilerinin çeşitli tipleri mevcuttur. Dever başlangıç ve bitişleri, dever boy hesabı yapıldıktan sonra dever içerisinde kalan en kesitlerde eğim hesabı yapılır

Tablo-5 Düşey kurvede kırmızı kot

DÜŞEY KURBA GEÇİŞ PARABOL DENKLEMİ				
$y = ((g_2 - g_1)/2L) \times x^2 + g_1 \times x$				
En Kesit	Km	x	y	Kırmızı Kot
T ₁	0+096 ⁴⁰	0	0	767,915
H ₁	0+100	3,60	-0,155	767,760
4	0+120	23,60	-1,030	766,885
S	0+127 ²⁷	30,87	-1,353	766,562
5	0+140	43,60	-1,925	765,990
6	0+160	63,60	-2,843	765,072
C	0+171 ⁴⁰	75,00	-3,375	764,540
7	0+180	83,60	-3,781	764,134
H ₂	0+200	103,60	-4,741	763,174
F	0+217 ⁵⁴	121,14	-5,600	762,315
8	0+240	143,60	-6,701	761,214
T ₂	0+246 ⁴⁰	150,00	-7,050	760,865

Dever

Boy kesit tamamlandıktan sonra dever hesabına geçilir. Küçük yarıçaplı yatay kurbalarda güvenli ve konforlu seyir şartlarını sağlamak için başvurulmuş 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 kurbalar tasarlanırken yolun güvenlik, kapasite, yolculuk konforu açısından öngörülen standartları sağlaması istenir. Bu açıdan doğru tasarlanmamış yatay kurbalarda işletme hızı düşeceğinden yolun kapasitesi ve hizmet düzeyi de düşer. Taşıtların savrulma ve devrilme etkilerine maruz kalmalarından dolayı birçok trafik kazası meydana gelme ihtimali doğar. Diğer taraftan kötü tasarlanmış yatay kurbalar konforu bozarak kötü yolculuk şartlarına sebep olurlar. Küçük kurba yarıçaplarında belirli bir hızın üzerinde seyredildiğinde aliymandan kurbaya geçişte taşıt içinde bulunanlar bir savrulma etkisine maruz kalırlar. Bu etkiyle seyahat konforu düşer. Seyahat konforunu belirli bir düzeyde korumak için aliymanla kurba arasına geçiş eğrisi veya rakordman kurba adı verilen özel eğriler yerleştirilir. Böylelikle merkezkaç kuvvetinin ani etkisi azaltılmış olur

Proje Hızı: Yol için öngörülen maksimum taşıt hızını ifade eder. (Yolu kullanan araçlar için işletme hızı, seyir hızı, seyahat hızı, nokta hız, serbest akış hızı, kritik hız gibi kavramlarda tanımlanmıştır.)

- Bir karayolu projelendirilirken, geometrik tasarıma esas olan, sürücülerin emniyetli bir şekilde sağlayabilecekleri maksimum hız değerine proje hızı denir. Bu hız değerini tasarım aşamasının en başında tanımlanmak gerekir. Minimum görüş uzunlukları; en küçük yatay kurba yarıçapı; kurbadaki dever uygulaması, birleştirme eğrisi uzunluğu, genişletme miktarı; konfor parametresinin değeri, proje hızına bağlıdır.
- Proje hızı değiştiği zaman bunlar da değişeceğinden önemi büyüktür. Proje hızının belirlenmesinde, % (X) hızlarından yararlanılır. Tavsiye edilen değer, %85 hızıdır.
- Bu hız değeri yoldan geçen taşıtların %85'inin aşmadığı hızdır. Yani öyle bir hız seçilmelidir ki taşıtların ancak %15'i bu hızı aşabilsin.
- Ayrıca güzergâh boyunca topografya ve maliyetlerden dolayı proje hızı bazen korunamaz.
- Bu durumda, ilgili kesimdeki proje hızı düşürülür ve bir kısıt hızı bulunur.
- Kısıt hızı, bu kesimdeki hesaplamalarda proje hızı olarak kullanılır.
- Ancak dengeli ve güvenli bir seyir sağlamak üzere hız düşürmesi ani olmamalı; kademeli olmalıdır. Tavsiye edilen farklar, birbirini takip eden kesimler arasında en fazla 10~15 km/sa olmasıdır

Yatay Kurplar

Yol eksenlerinde doğrultuyu değiştirmek amacıyla teğetler arasına yerleştirilen eğri parçalarına kurp denir. Yatay kurpların uygun olarak projelendirilmesi karayolunun emniyeti ve konforuna etki eden en önemli özelliklerinden birisidir.

Yatay Kurplar 3 çeşittir.

- 1) Basit Dairesel Yatay Kurbalar
- 2) Birleşik Kurbalar
- 3) Ters kurbalar

Basit Kurplar ve Hesapları

İki aliymanı birbirine bağlayan kurplardır. Aliymanların kesişme noktası some noktası(S), aliymanlar arasındaki dış açığı sapma açısı (Δ), some noktası ile daire merkezi (kurbun orta noktası) arasındaki

mesafeye bisektris uzunluğu, kurbun başlangıç (TO) ve bitiş (TF) noktaları arasındaki yay uzunluğuna developman yada açılım (d), developmanın orta noktasına bisektris noktası (B) denir.

Dever

Yatay kurplarda merkezkaç kuvveti etkisiyle taşıtın savrulmasını engellemek için yola verilen enine eğime dever adı verilir. Merkezkaç kuvvetin etkisine karşı sürtünme kuvveti ve dever eğimi ile karşı konulmaya çalışılır. Bu durumda sürtünme kuvvetinin ne kadar hesaba dahil edileceğine göre dever için farklı katsayılar kullanılabilir.

Ülkemizde son bağıntı kullanılmaktadır ve dever eğimi üst sınırı % 8 civarındadır. Kar ve buzlanma olmaması halinde % 10 a kadar çıkılabilir. Tablo 3 te kurp yarıçapına göre dever eğimleri görülmektedir.

Ülkemizde son bağıntı kullanılmaktadır ve dever eğimi üst sınırı % 8 civarındadır. Kar ve buzlanma olmaması halinde % 10 a kadar çıkılabilir. Tablo 3 te kurp yarıçapına göre dever eğimleri görülmektedir.

Deverin Uygulanması

Dever yol enkesitine üç şekilde uygulanabilir.

-
- Yolun eksen hattı sabit tutulup; iç kenar düşürür dış kenar yükseltilir,
-
- Yolun iç kenar hattı sabit tutulup; eksen hattı ile dış kenar yükseltilir,
-
- Yolun dış kenar hattı sabit tutulup, iç kenar ve eksen hattı düşürülür.

Eksen hattının sabit tutulduğu durumda boykesitte kotlar değişmez ancak yol iç kenarında çukurlaşma olabilir. Çukurlaşma dış kenarın sabit tutulduğu durumda da olur. İç ve dış kenarın sabit tutulduğu durumlarda yolun kırmızı kotu değişecektir. Bu durumda dever verilen kesimde yeniden kırmızı kot belirlenmesi gerekecektir. Hangi yöntemin tercih edileceği yarma veya dolguda olmasına ve drenaj durumuna bağlı olmakla birlikte, eksen hattının sabit tutulması daha yaygın bir seçimdir.

Aliymanda çatı biçiminde olan yol enkesiti dever uygulanması ile kurpta içe eğik bir duruma dönüşür. Bu geçişin daha yumuşak olması için dever uygulamasına aliyman içinde başlanır ve kurp içinde bir noktada dever maksimum düzeyine erişir. Bir başka deyişle, deverin uygulanması için bir mesafe kullanılır ve bu mesafe;

eşitliğiyle bulunur. Dever uygulamasındaki iki sınırlamadan biri maksimum dever eğimi % 8 (veya % 10), diğeri uygulama uzunluğu için minimum 45 m koşullarıdır. Limit değerlerin aşılması durumunda ya değerler limitlere çekilir veya kurp yarıçapının büyütülmesi yada proje hızının düşürülmesi yoluna gidilir.

Hesaplanan

boyunun 2/3 ü kurp başlangıç noktasından itibaren aliymana doğru, 1/3 ise kurp içine doğru alınarak dever uygulanır.

DEVER D = 180,54m R = 200m

$$d = (0,00443 \times V_p^2) / R$$
$$d = (0,00443 \times 60^2) / 200$$
$$d = 0,08 < 0,10$$

KURBADA DERVİLME SAVRUMA

$$V_{sav} = 11,3 \times \sqrt{[R \times (\mu e + t g \alpha) / (1 - \mu e t g \alpha)]}$$
$$V_{sav} = 11,3 \times \sqrt{[200 \times (0,2 + 0,08) / (1 - 0,2 \times 0,08)]} = 85,25 \text{ km/sa}$$
$$V_{dev} = 11,3 \times \sqrt{[(R \times) h t g \alpha + e / 2] / (h - t g \alpha e / 2)}$$
$$V_{dev} = 11,3 \times \sqrt{[(200 \times (1,45 \times 0,08 + 1,95 / 2)) / (1,45 - 0,08 \times 1,95 / 2)]} = 142,50 \text{ km/sa}$$

Proje hızı $\Rightarrow V_p = 60 \text{ km/sa}$

Uygulama deveri $\Rightarrow du = \%8$

KURBADA YOL GENİŞLETMESİ

$$b = [(n \times \ell^2) / (2 \times R)] + [(0,05 \times V_p) / \sqrt{R}]$$

$n = 2$, ℓ (Dingiller arası mesafe) = 11m olduğundan;

$$b = [(2 \times 11^2) / (2 \times 200)] + [(0,05 \times 60) / \sqrt{200}] = 0,82 \text{ m}$$
$$b = 0,82 \text{ m}$$

DEVER RAMPA BOYU HESABI

$$h_1 = (B/2) \times d = (11/2) \times 0,02 = 0,11 \text{ m}$$
$$h_2 = [(b+B)/2] \times du = [(0,82+11)/2] \times 0,08 = 0,47 \text{ m}$$
$$L_g = V_p^3 / (46,7 \times R \times P) = 60^3 / (46,7 \times 200 \times 0,4) = 57,82 \sim 58 \text{ m}$$
$$L_g = 58 < D = 180,54 \text{ m}$$
$$K = (2 \times L_g \times h_1) / (h_2 - h_1) = (2 \times 58 \times 0,11) / (0,47 - 0,11) = 35,44 \sim 36 \text{ m}$$
$$M = K/2 = 18 \text{ m}$$

GEÇİŞ EĞRİSİ (Kübik Parabol)

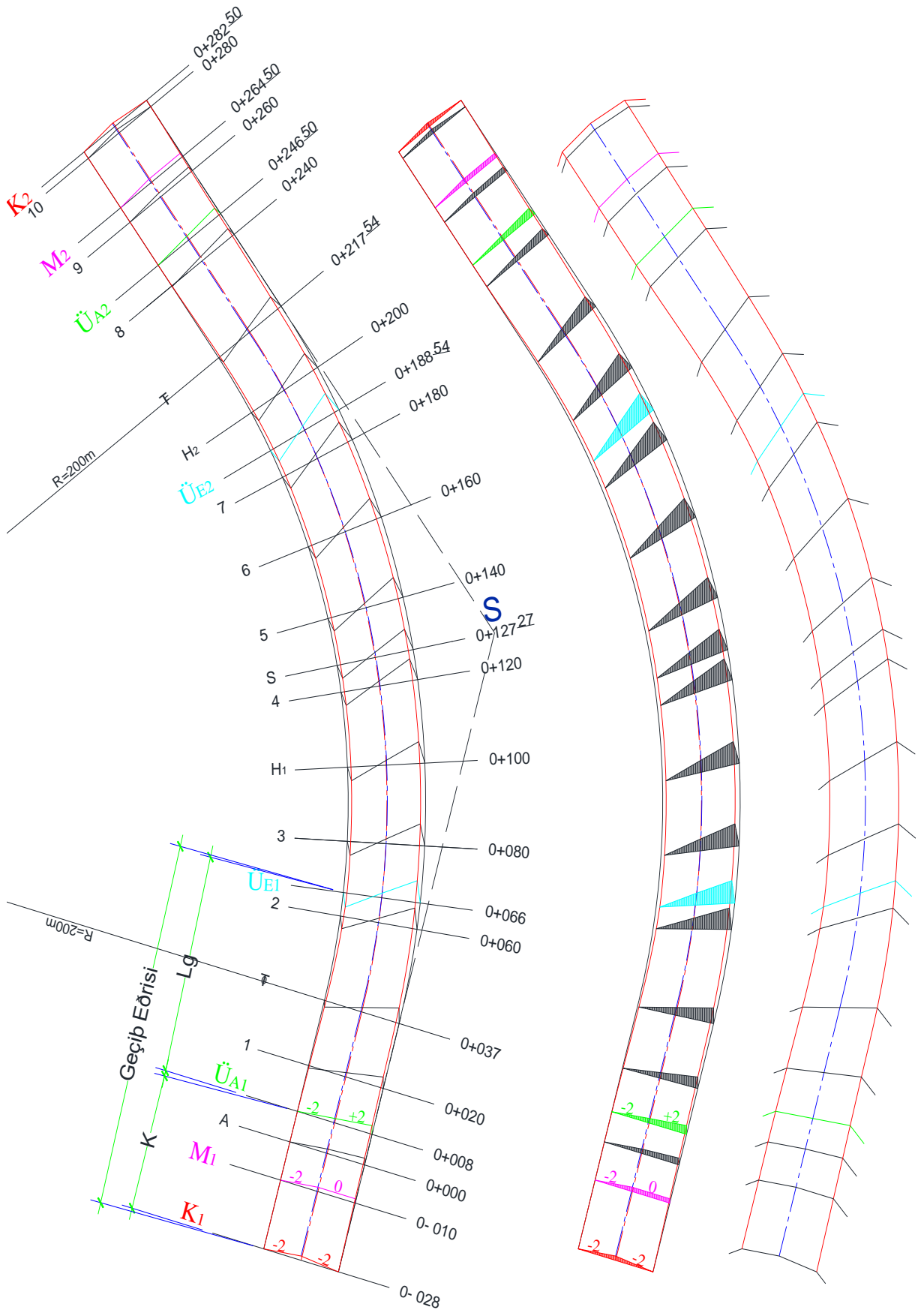
$$e = L_g^2 / (6 \times R) = 58^2 / (6 \times 200) = 2,8 \text{ m}$$
$$\Delta R = e/4 = 0,7 \text{ m}, \quad m = \Delta R/2 = 0,35 \text{ m}$$
$$K_{m\ddot{U}A1} = K_{mTo} - L/2 = 37 - 58/2 = 8 \text{ m}$$
$$K_{m\ddot{U}E1} = K_{mTo} + L/2 = 37 + 58/2 = 66 \text{ m}$$
$$K_{m\ddot{U}E2} = K_{mTf} - L/2 = 217,54 - 58/2 = 188,54 \text{ m}$$
$$K_{m\ddot{U}A2} = K_{mTf} + L/2 = 217,54 + 58/2 = 246,54 \text{ m}$$

Tablo-7 (Dever başlangıç ve bitiş değerleri)

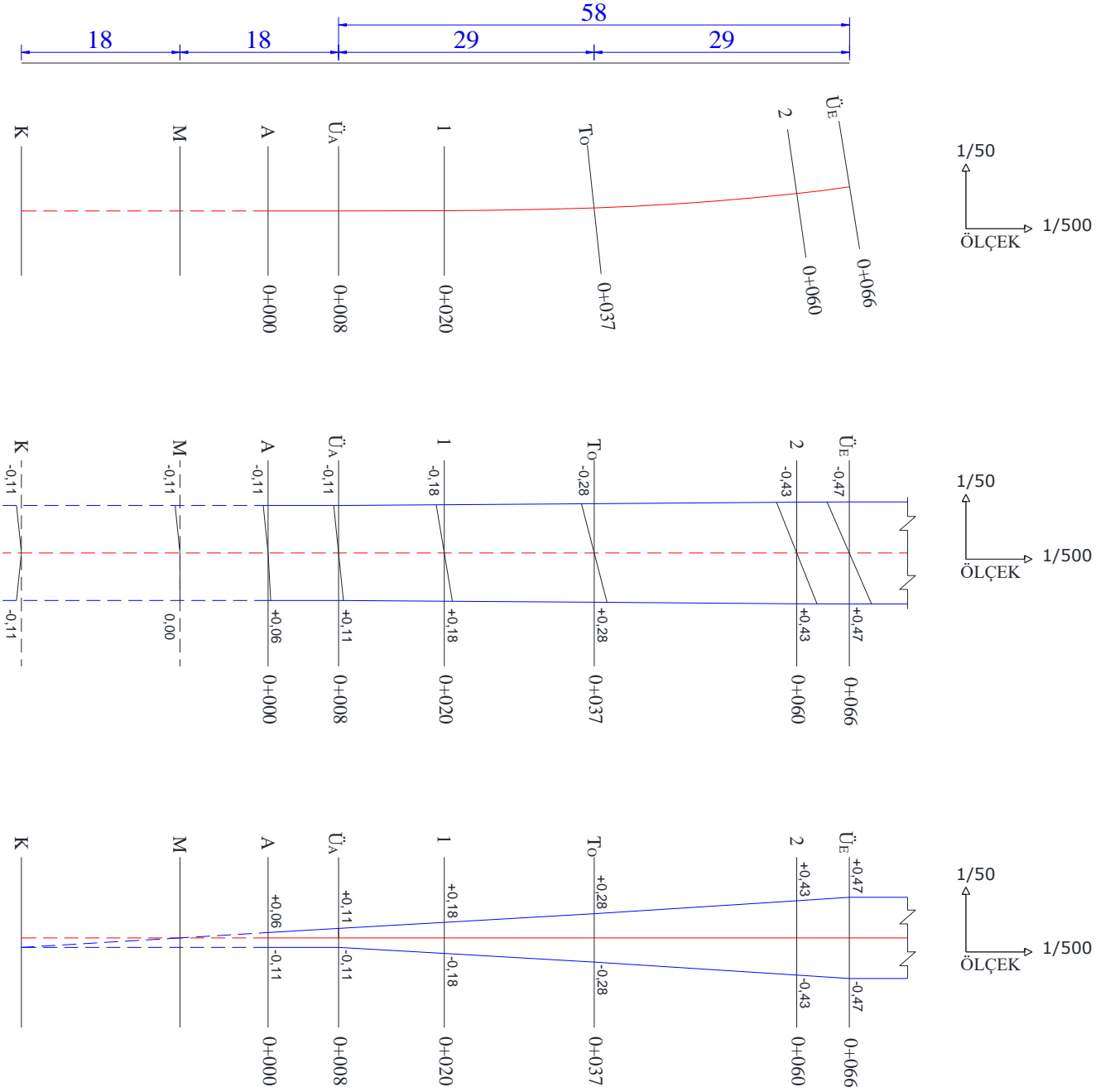
ENKESÝT No	KM	X	$Y=X^3/(6 \times R \times L)$
Ü _{A1}	0+008	0	0
1	0+020	12	0,025
T _o	0+037	29	0,350
2	0+060	52	2,020
Ü _{E1}	0+066	58	2,803
Ü _{E2}	0+188 ⁵⁴	58	2,803
H ₂	0+200	46,54	1,448
T _f	0+217 ⁵⁴	29	0,350
8	0+240	6,54	0,004
Ü _{A2}	0+246 ⁵⁴	0	0

Tablo-8 Dever içindeki en kesit eğimleri

ENKESÝT NO	KM	b	B+b	%d	Dýþ kenar $h=\frac{B+b}{2} * d$	Ý kenar $h=\frac{B+b}{2} * d$
K1	-0+028	0,000+0,000	11,000	-2,00	-0,11	-0,11
M1	-0+010	0,000+0,000	11,000	0,00	0,00	-0,11
A	0+000	0,000+0,000	11,000	1,11	0,06	-0,11
ÜA1	0+008	0,000+0,000	11,000	2,00	+0,11	-0,11
1	0+020	0,085+0,085	11,170	3,24	+0,18	-0,18
To	0+037	0,205+0,205	11,410	5,00	+0,28	-0,28
2	0+060	0,368+0,368	11,772	7,38	+0,43	-0,43
ÜE1	0+066	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
3	0+080	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
H1	0+100	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
4	0+120	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
S	0+127 ²⁷	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
5	0+140	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
6	0+160	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
7	0+180	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
ÜE2	0+188 ⁵⁴	0,410+0,410	11,820	8,00	+0,47	-0,47
H2	0+200	0,329+0,329	11,658	6,81	+0,40	-0,40
Tf	0+217 ⁵⁴	0,205+0,205	11,410	5,00	+0,28	-0,28
8	0+240	0,046+0,046	11,092	2,28	+0,13	-0,13
ÜA2	0+246 ⁵⁴	0,000+0,000	11,000	2,00	+0,11	-0,11
9	0+260	0,000+0,000	11,000	0,50	+0,03	-0,11
M2	0+264 ⁵⁴	0,000+0,000	11,000	0,00	0,00	-0,11
10	0+280	0,000+0,000	11,000	-2,00	-0,11	-0,11
K2	0+282 ⁵⁴	0,000+0,000	11,000	-2,00	-0,11	-0,11



Şekil-17. Dever perspektif çizimleri



Şekil-18 Dever çizimleri

ENKESİT

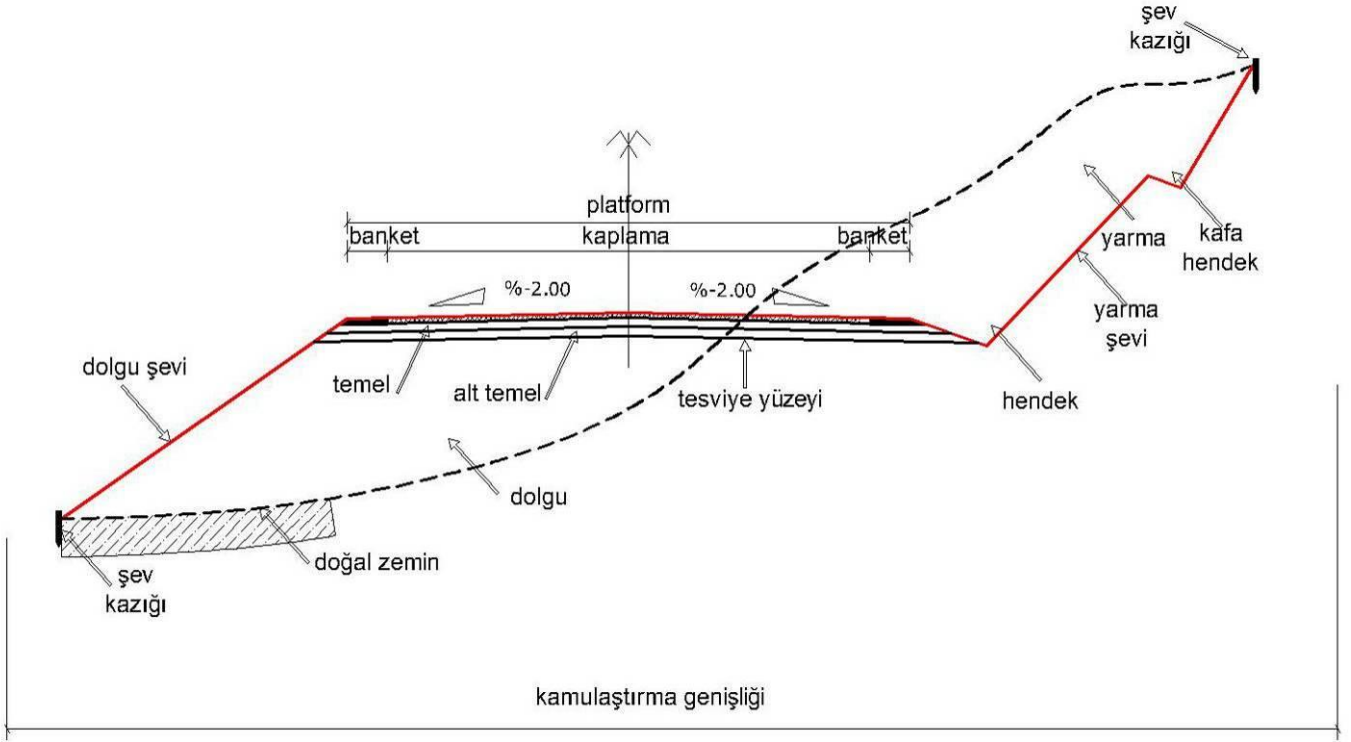
Enkesit: Yol geçkisinin herhangi bir noktasındaki arazi ve proje kotlarını gösteren, yolun yatay kesitteki çizimidir.

Geçici enkesitleri çizmek için, planda yol geçkisine dik doğrultuların düzeç eğrilerini kestiği noktalar arasındaki uzunluklar yatay eksen, noktaların kotları da düşey eksen üzerinde alınarak milimetrik kağıtlar üzerine işaretlenir. Bu noktalar birleştirilerek doğal zeminin enkesiti çizilir. Enkesit ölçeği yatay da ve düşey de aynı (1/100 veya 1/200) alınır. Bu enkesitler üzerinde yol ekseninin yeri, yol platformu ve şevler çizilerek enkesit tamamlanır. Yol ile doğal zemin arasında kalan enkesit alanları (yarma ve dolgu) yardımıyla da hacimler hesaplanır.

Gerekli inceleme ve karşılaştırmalar sonucunda en uygun kırmızı çizginin çizilebildiği geçki kesinleştirilerek aplikasyona geçilir.

Enkesit

1. Kaplamanın tipi ve bombesi
2. Şerit genişlikleri
3. Banket genişliği ve eğimi
4. Hendek genişliği ve derinliği
5. Dolgu ve yarma şevleri
6. Dever
7. Kurplarda genişleme
8. Kamulaştırma genişliği



Şekil-19 Tipik enkesit ve elemanları

TOPRAK İŞLERİ

Toprak İşi: Yol geçkisi üzerinde doğal zemin proje kotuna getirilerek bir enkesit biçimine dönüştürülür. Bu sırada arazi kotu ile proje kotunun durumlarına göre bazı yerler kazılırken bazı yerlerin doldurulması gerekir. Kırmızı hattın üzerinde kalan kısım kazılırken (yarma), kırmızı hattın altı doldurulur (dolgu). Bu işleme toprak işi ya da hafriyat adı verilir. Doğal zeminin düzeltilmesi bu işlem tesviye olarak ta bilinir. Oluşan enkesit yüzeyine tesviye yüzeyi denir. Tesviye yüzeyine projede öngörülen yatay ve düşey eğimlerin verilmesine ise ince tesviye (reglaj) denir.

Enine eğim: Yol yüzeyine düşen yağış sularının platformu bir an önce terkedebilmeleri için yol enkesitine eksenden banket ya da kaplama dış kenarına doğru olmak üzere her iki tarafta verilen eğime denir. Yağış sularının tahliyesi için platformun enkesitine 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 yetebilirken, çakıl malzemede %3 ve %4 eğim gerekebilir. Minimum oranı %1,5 olmalıdır.

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.

Kafa Hendeği: Yarmalarda yamaçlardan akan suları toplamak için yamaç üstüne şev tepesinden bir miktar geride eş yükselti eğrilerine paralel bir hendek açılabilir. Bu hendekler de kafa hendeği olarak isimlendirilir.

Yol Ekseni: Yol kaplamasının ortasından geçtiği varsayılan doğrultuya yol ekseni denir.

Toprak işi (tesviye): Yol yüzeyine düzgün bir şekil verilmesi için doğal zeminin düzeltilmesi gerekir. Bu amaçla bazı yerler kazılır, bazı yerler doldurulur. Bu işlere verilen isimdir.

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

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

Alt yapı: Yolun toprak işleri sonunda daha önceden saptanan kot ve enkesit şekline getirilmiş kısmına denir. Alt yapı sanat yapılarını da kapsar.

Üst yapı: Yolun trafik yüklerini taşımak ve bu yükü taban zemininin taşıma gücünü aşmayacak şekilde taban yüzeyine dağıtmak üzere alt yapı üzerine inşa olunan ve alt temel, temel ve kaplama tabakalarından oluşan kısımdır. Alt yapının üzerine inşa edilen temel altı, temel ve kaplama tabakalarından oluşan kısımdır. Alt yapı ve üst yapıdan oluşan yol gövdesinin oluşturduğu zemin yol tabanıdır.

Kamulaştırma Şeridi: Yol geçkisi çevresinin proje elemanları için yeterli ve güvenli olacak genişlikte bir alan için mülkiyetinin kamu adına satın alınacağı arazi parçacıklarını ifade eder.

Banket: Yol kaplamasının iki yanında, kaplamaya bitişik ve kaplama ile şev arasında kalan kısma banket denir. Daha farklı bir malzeme ile kaplanır ve kaplamaya göre daha eğimlidir. Böylece hem su tahliyesi daha iyi olur hem de kaplamaya destek sağlanır.

Platform: Yolun enine kesitine denir. Kaplama ve banketlerden oluşur. Platformun sınırları şevler, kaldırımlar ya da refüjler(orta ayırıcı) olabilir.

Şev: Dolgularda platform kenarı ile doğal zemin, yarmalarda kenar hendek ile doğal zemin arasındaki eğik yüzeye şev denir. Şev eğiminin seçiminde zeminin kayma eğilimi ile dolgu ya da yarmanın yüksekliği önemli etmenlerdir. Kayma olmayan zeminlerde şev eğimi daha dik tutulabilir. Kaya yarmalarda dik şev kullanılır. Yüksek dolgularda şev eğimi az tutulur. Şev eğiminin az olması daha geniş bir arazi şeridi anlamına gelmekte ise de yolun güvenliği tercih edilmelidir. Dolgu şevlerinde 3/2, 3/1, 4/1, yarma şevlerinde 1/2, 1/1, 2/1, 3/2 sıkça kullanılan eğimlerdir. 3/2 şev yatayda 3, düşeyde 2 birim demektir.

Tablo Örnek Şev eğimleri

Zemin türü	Şev eğimleri ($Tg\alpha = 1/n$)			
	Dolgu		Yarma	
	Kuru	Suya doymun	Kuru	Suya doymun
İnce kum	½	1/3	½	1/3
Çakıl	2/3	½	2/3	½
Kil	2/3	1/3	4/5	1/3
Taşlı kil	2/3	½	1/1	½
Kırma taş	1/1	4/5	1/1	4/5
Yumuşak kaya	1/1	1/1	3/2	3/2
Sert kaya	1/1	1/1	5/1	5/1

Sanat Yapıları: Yol geçkisinin boyunca inşa edilen köprü, viyadük, tünel, menfez, istinat duvarı, drenaj tesisleri gibi yapılara sanat yapıları denir.

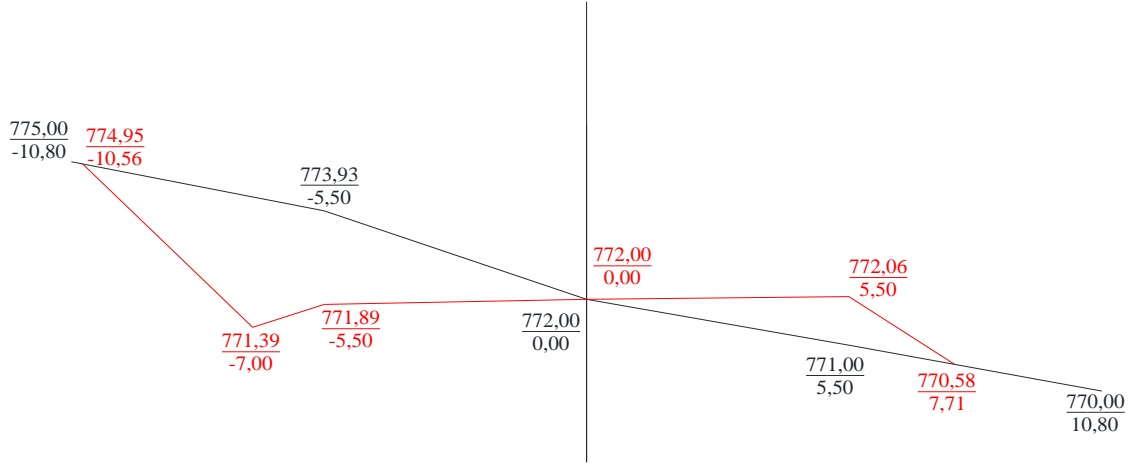
İnce tesviye (reglaj): Tesviye yüzeyinin uygun enine ve boyuna eğim de verilerek bir greyder yardımı ile son olarak düzeltilmesi işlemine verilen isimdir.

Bordür oluşu (kanivo): Kent içi yollarda kapla 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 enkesit kısmıdır.

Rögar (baca): Bordür kenarında birikip oluk boyunca akan yağış sularının yola ve yol temeline zarar vermeden kanalizasyon veya yağmur suyu drenaj şebekesine akmasını sağlayan yapılara denir.

Röfuj (ayırıcı): Taşıt yollarını veya bölümlerini birbirinden ayıran, bir taraftaki taşıtların diğer tarafa geçmesini engelleyen karayolu yapısıdır.

A
0+000



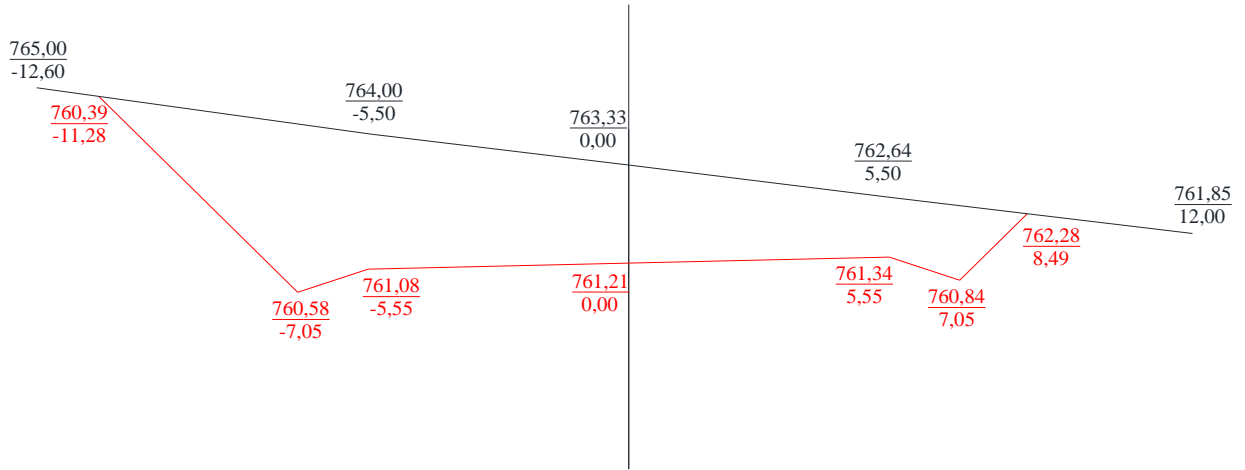
KIRMIZI KOTLAR	774.95	771.39	771.89	772.00	772.06	770.58	
SIYAH KOTLAR	775.00	773.93	772.00	772.00	771.00	770.00	
ARA MESAFELER	0.44	3.58	1.50	5.50	5.50	2.21	3.08

$$FY = 1/2 [772x(-5,5+5,5) + 773,93x(0,00+10,56) + 774,95x(-5,5+7) + 771,39x(-10,56+5,5) + 771,89(-7,00-0,00)] = 14,3312 \text{ m}^2$$

$$FD = 1/2 [772,06x(7,71-0,00) + 772x(5,50-5,50) + 771x(0,00-7,71) + 770,58x(5,5-5,5)] = 4,0863 \text{ m}^2$$

Şekil-20 Yarma ve dolgu tipi enkesit hesabı

8
0+240



$$FY = 39,4221 \text{ m}^2$$

$$FD = 0 \text{ m}^2$$

Şekil-21 Yarma tipi enkesit hesabı

Tablo-9 Hacimler tablosu

EN KESİT NO	EN KESİT KM	ARA MESAFE	GEÇİT NOKTASI	TATBİK MESAFESİ (m)		ALANLAR (m ²)		HACİMLER (m ³)		KENDİ KESTİNDE KULLANILAN	YARMA FAZLASI (m ³)	DOLGU FAZLASI (m ³)	CEBRIKTOPLAM		
				YARMA	DOLGU	YARMA	DOLGU	YARMA	DOLGU				YARMA	DOLGU	
A	0+000	20,00		10,00	14,33	4,09	143,31	40,86	40,86	40,86	102,45		102,45		
1	0+020	17,00		18,50	17,06	1,11	315,58	20,54	20,54	20,54	295,05		397,49		
To	0+037	23,00		20,00	21,61	5,72	432,25	114,50	114,50	114,50	317,75		715,25		
2	0+060	20,00		21,50	22,25	1,82	478,46	39,08	39,08	39,08	439,38		1154,63		
3	0+080	20,00		20,00	26,64	0,58	532,82	11,68	11,68	11,68	521,14		1675,77		
H1	0+100	20,00		20,00	21,89	0,16	437,79	3,26	3,26	3,26	434,54		2110,31		
4	0+120	7,27		13,64	28,95	0,00	394,72	0,02	0,02	0,02	394,71		2505,01		
S	0+127,27	12,73		10,00	27,75	0,23	277,52	2,27	2,27	2,27	275,25		2780,27		
5	0+140	20,00	16,13	14,43	22,05	0,99	318,18	14,29	14,29	14,29	303,89		3084,15		
6	0+160	20,00	3,87	11,94	5,40	10,45	64,45	124,70	64,45	64,45	60,26	60,26	3023,90		
7	0+180	20,00		20,00	0,34	30,26	6,77	605,19	6,77	6,77	598,43	598,43	2425,47		
H2	0+200	20,00		17,64	0,10	28,61	1,82	504,72	1,82	1,82	502,91	502,91	1922,56		
TF	0+217,54	17,54	15,28	12,36	7,69	3,74	95,06	46,23	46,23	46,23	48,83		1971,40		
8	0+240	22,46	2,26	21,23	39,42	0,00	836,93	0,00	0,00	0,00	836,93		2808,33		
9	0+260	20,00		20,00	49,85	0,00	996,96	0,00	0,00	0,00	996,96		3805,29		
10	0+280	20,00		20,00	30,14	0,00	602,80	0,00	0,00	0,00	602,80		4408,08		
H3	0+300	20,00		20,00	30,38	0,00	607,63	0,00	0,00	0,00	607,63		5015,71		
11	0+320	20,00		13,34	9,76	0,50	130,10	6,70	6,70	6,70	123,40		5139,11		
12	0+340	20,00	6,67	16,67	0,04	18,53	0,62	308,79	0,62	0,62	308,18	308,18	4830,94		
13	0+360	20,00	13,33	20,00	0,00	35,19	0,00	703,71	0,00	0,00	703,71	703,71	4127,23		
14	0+380	20,00		20,00	0,00	53,92	0,00	1078,35	0,00	0,00	1078,35	1078,35	3048,89		
H4	0+400	20,00		20,00	0,00	50,73	0,00	1014,64	0,00	0,00	1014,64	1014,64	2034,24		
15	0+420	20,00		20,00	0,00	40,84	0,00	816,86	0,00	0,00	816,86	816,86	1217,38		
16	0+440	20,00	16,70	18,35	0,42	18,38	7,62	337,25	7,62	7,62	329,63	329,63	887,76		
17	0+460	20,00	3,30	9,65	7,49	3,94	72,25	38,04	38,04	38,04	34,22		921,97		
B	0+476	16,00		8,00	15,72	0,12	125,74	1,00	1,00	1,00	124,74		1046,71		
				Σ				6879,38	5632,67	419,71	6459,66	5412,95			

KONTROLLER:

1) ΣY + ΣD = 1046,71

2) ΣYF + ΣDF = 1046,71

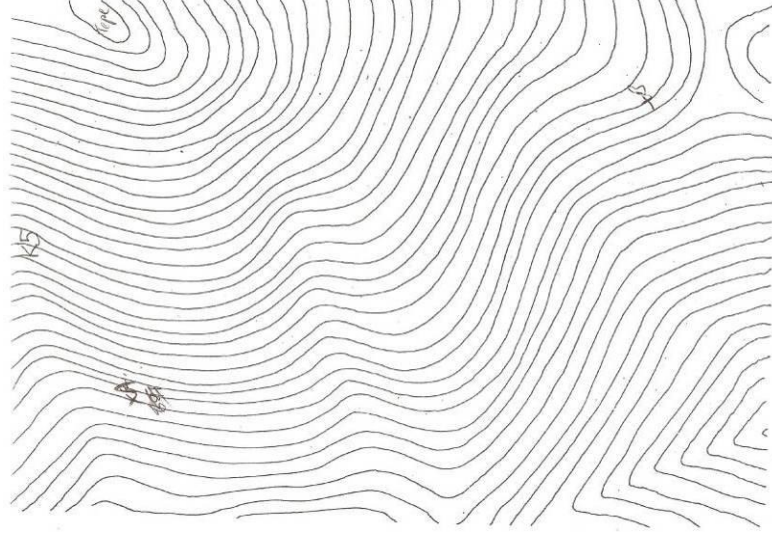
3) ΣYF + ΣKKK=ΣY = 6879,38

4) ΣDF + ΣKKK=ΣD = 5832,67

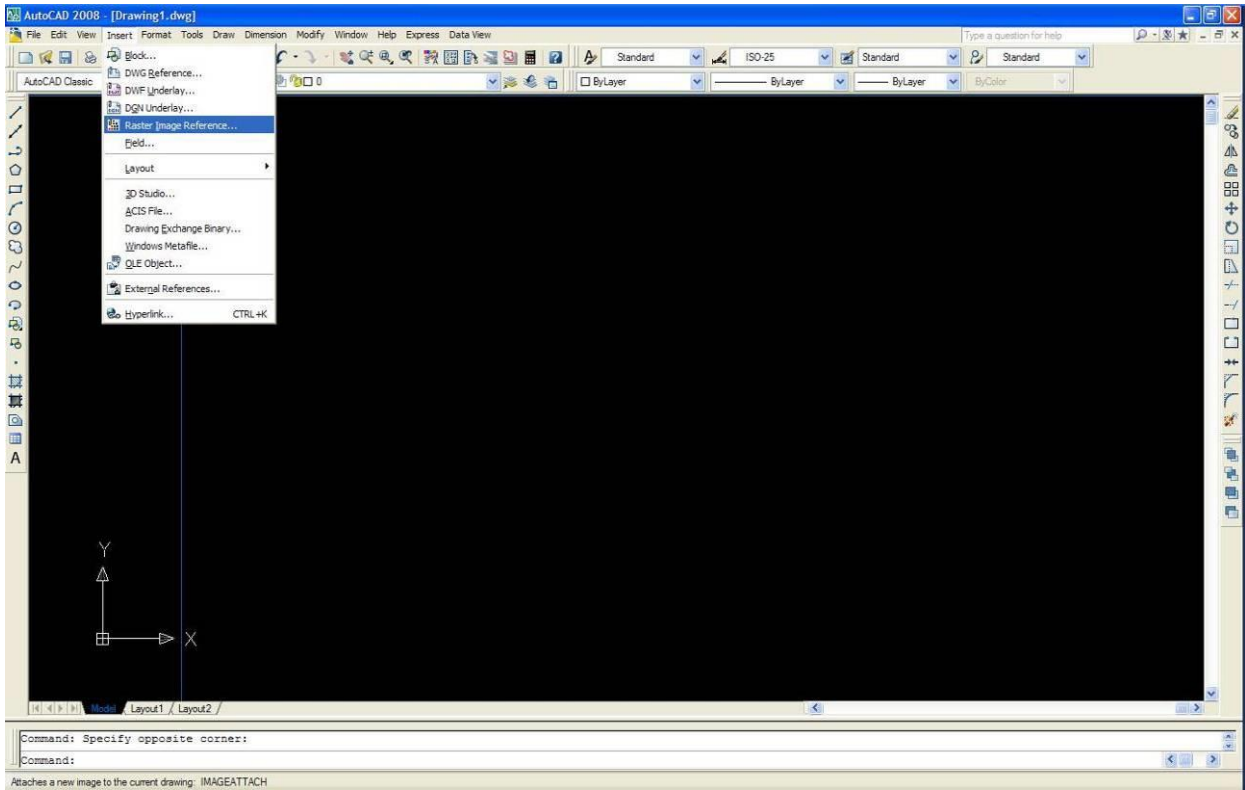
Autocad de yol projesi nasıl çizilir?

Paftaların AutoCad'a aktarılması

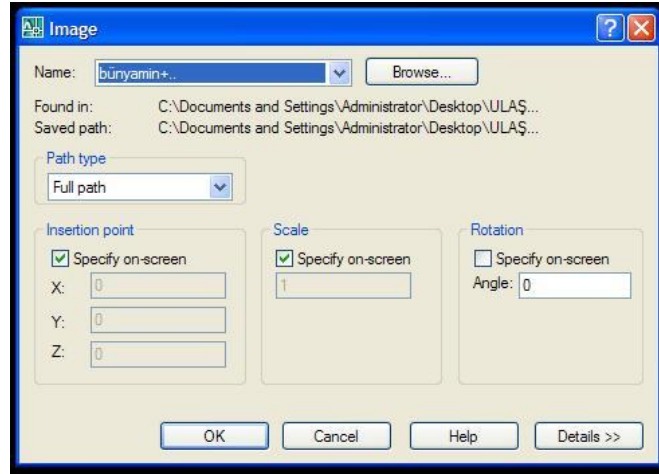
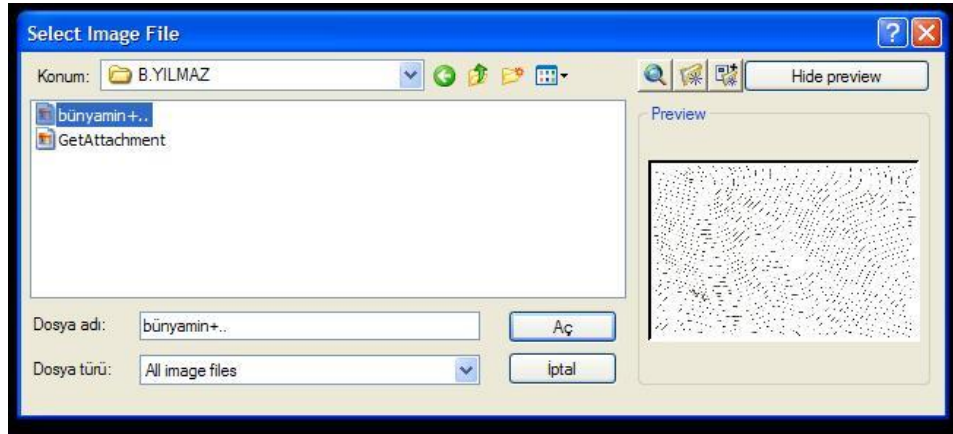
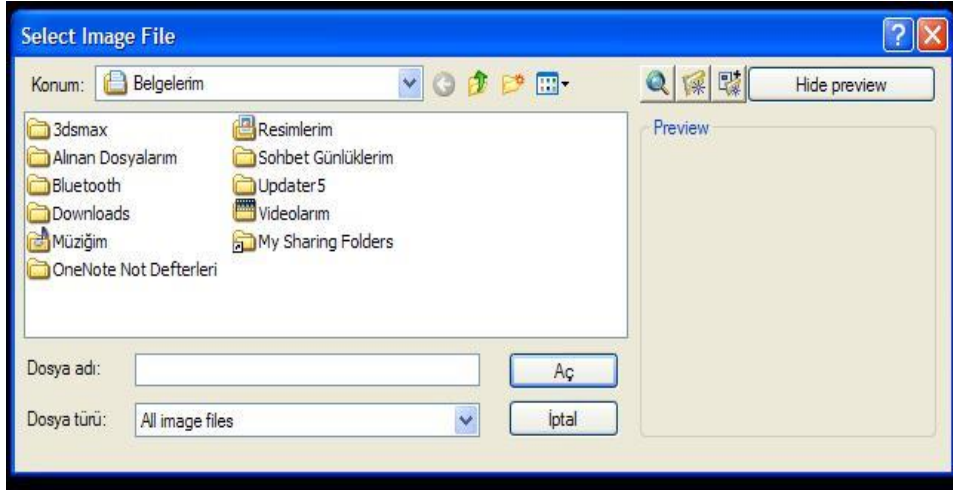
- İlk olarak paftalarımızı tarayıcı aracılığı ile .jpg olarak bilgisayarlarımıza kaydederiz.



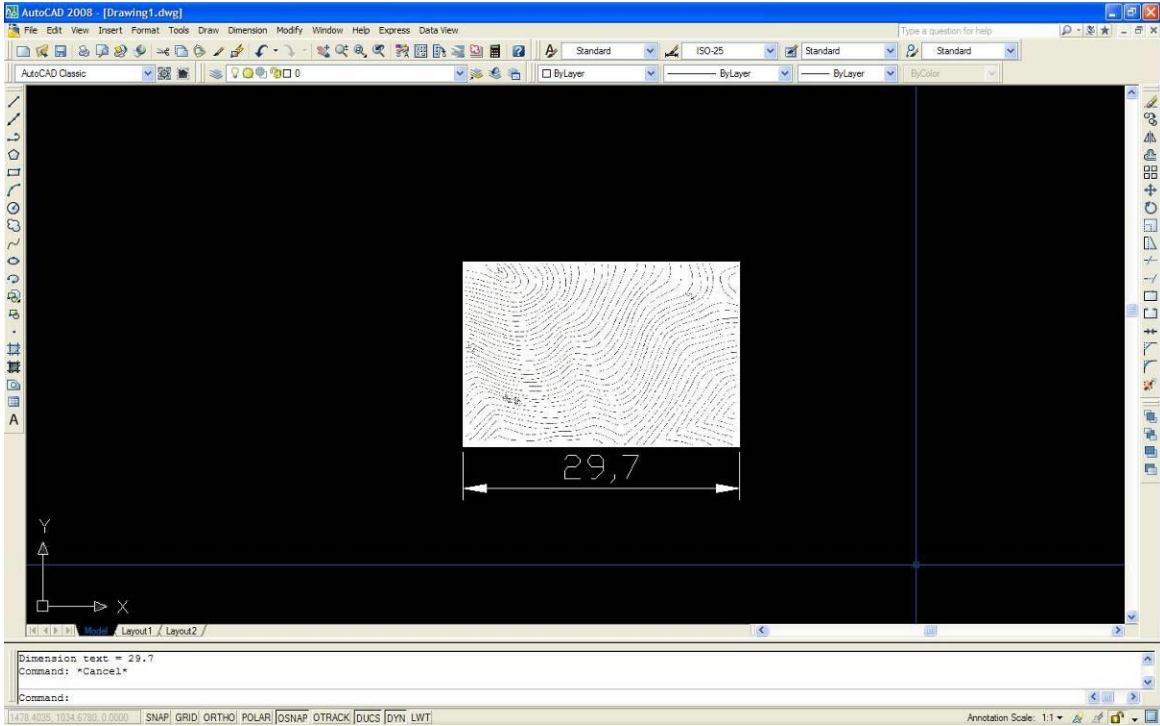
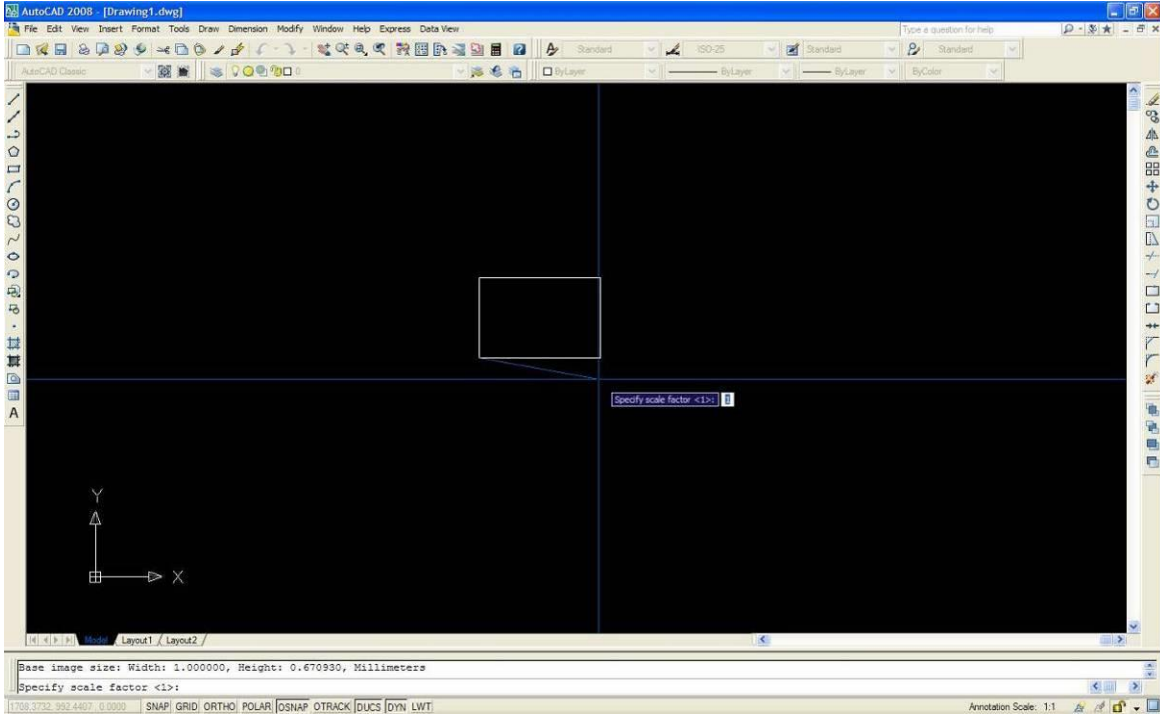
Autocad çalışma sayfasında resimden de anlaşılacağı gibi Insert-Raster Image Reference ı seçiyoruz



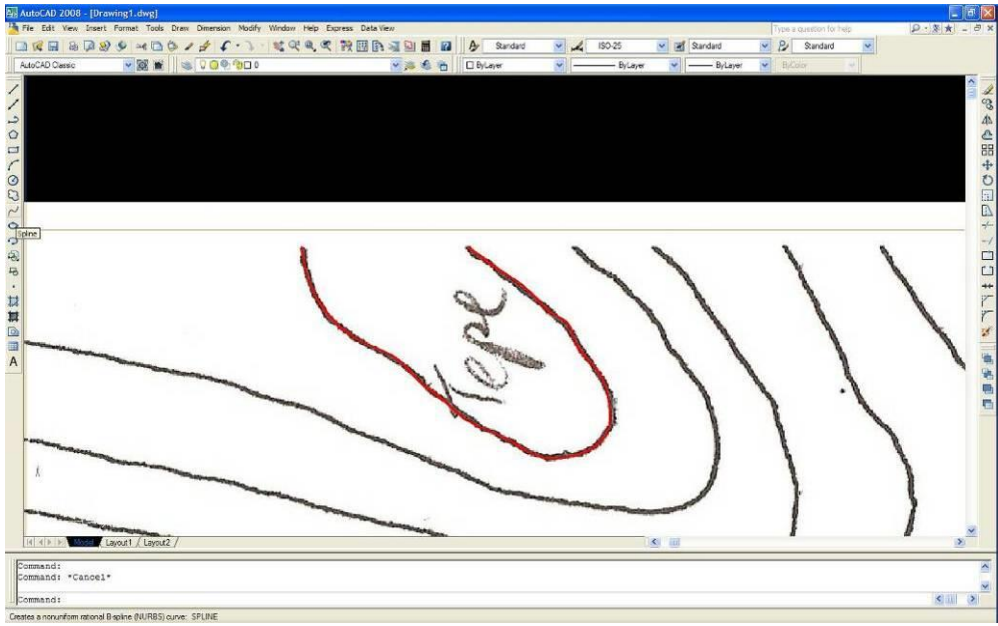
- Karşımıza Select Image File penceresi çıkacaktır. Burada bizden istenilen aktarılacak olan resmi seçmemizdir.
- Aktarılacak resmi seçip Aç butonuna tıklarız.
- Karşımıza Image penceresi gelecektir. Ok diyerek bu pencereyi kapatıyoruz.



- Autocad bizden resmi yerleştirmek için bir referans noktası seçmemizi isteyecektir. Boş bir yerde mouse nin sol tuşuna tıkladıktan sonra komut satırında Specify scale factor <1>: yazısını göreceksiniz burada autocad in bizden resimin x ekseninin kaç cm olmasını istediğini göreceksiniz bizim resmimiz yatay ve cm çalışacağımızdan A4 sayfasının yatay uzunluğu 29.7cm olduğunda burada komut satırına 29.7 yazıp entera basıyoruz. Ve resmimizi autocad e almış oluyoruz.



- Resmi autocad e aktardıktan sonra burada resime zoom yaparak Spline (spl) komutunu kullanarak paftadaki bütün eşyükselti eğrileri üzerinde geçerek paftamızı autocad e aktarmış oluyoruz.



Örnek Proje Raporları

Örnek Rapor 1

KONU: Yol Projesi

AMAÇ: 1/2000 Ölçekli Paftada Yol Projesini Uygulamak

PROJENİN VERİLİŞ TARİHİ:

PROJENİN TESLİM TARİHİ:

HAZIRLAYAN:

Uygulama alanı olarak verilen paftada verilen başlangıç kotu esas alınarak uygun bir artış yönü seçildi ve kuzey yön belirlendi. Planı yapılacak olan yolun başlangıç noktası olan **A** noktasının belirli olmasından dolayı ilk iş olarak yolun boyuna eğimi **%7**'yi geçmeyecek şekilde seçilen **%3,%4** ve **%5**'lik eğimlerle **A** noktasından belirleyeceğimiz **B** noktasına kadar "**0 poligonu**" geçirildi. 0 poligonunun geçirilmesinde pergel kullanıldı ve seçilen eğimler doğrultusunda iki eş yükseklik eğrisi arasında kesim noktaları tespit edildi. Geçirilen genelleştirilmiş doğrular arasında kalan daire kurbuna ait yarıçap **R=200 m** ve sonra sapma açısı **82°** belirlendikten sonra daire kurbasına ait gerekli hesaplamalar yapılarak kurp iki genelleştirilmiş doğru arasına yerleştirildi.

İkinci adımda boykesit çizildi. Boykesit çizimi için öncelikle yola ait siyah kotlar çıkarıldı ve uygun eğimler verilerek kırmızı kotlar hesaplandı. Boykesit çizildikten sonra düşey kurp hesabına geçildi.**L=150 m** alınarak düşey kurp için kırmızı kot hesabı yapıldı ve boykesit tamamlanmış oldu.Kurpta dever uygulamasına gidilerek gerekli hesaplamalar yapıldı ve maksimum dever **%8** alınarak yol genişletme çalışmaları tamamlandı.

Bu hesaplamalardan sonra enkesitler alındı.İlk olarak genelleştirilmiş doğruların eş yükselti eğrilerini kestiği noktalarda ve her bir hektometrede bir enkesit alındı.Ara noktalarda iki enkesit arası **30 m**'den büyük olmamak kaydıyla tüm enkesitler çıkarılmış olundu.

Porjenin son adımı olarak hacimler tablosu çizimi yapıldı.

Örnek Rapor 2

RAPOR

Bu uygulamada amaç, bize verilen pafta üzerinden uzunluğu minimum 400 m. ve 1. sınıf dağlık bölge türünde bir yol geçirmektir.

Öncelikle verilen paftalardaki tesviye eğrilerine kot verildi. Arazi topografyasına uygun olacak şekilde sıfır çizgisinin eğimi %3 - %7 arasında alınarak belirlendi ve pergel açıklığı hesaplanarak A noktasından itibaren sıfır poligonu geçirildi. Belirlenen A ve B noktaları arasında, sıfır çizgisini sağda ve solda dengeli halde kalacak şekilde genel doğrular çizildi. Doğrultu değişim noktalarında iki doğruya teğet olmak üzere bir dairesel kurba yerleştirmek amacıyla aydıneger kağıdına harita ölçeğine göre çizilmiş eş merkezli ve çeşitli kurba yarıçaplarını içeren çemberlerden faydalanıldı.

Seçilen yarıçapa ve sapma açısına göre kurba elemanları hesaplandı. Hesaplanan teğet uzunluğuna göre kurbun başlangıç ve bitiş noktaları işaretlenerek kurp merkezi bulunup kurp oluşturuldu. Yolun başlangıç ve son noktaları, kurbun teğet ve some noktası başlangıçtan itibaren her hektometrede ve en fazla 30 m de bir enkesitler alındı. Bu kesitler numaralandırılarak kilometrajlar belirlendi.

Belirlenen kurbun başlangıcına ve sonuna kübik parabol geçiş eğrisini yerleştirmek amacıyla proje hızı 60 km/sa ve platform genişliği 12 m. alınarak gerekli hesaplamalar yapıldı. Proje hızı 60 km/sa alınarak yapılan dever hesabında dever %8'i aştığı için hız sınırlamasına gidilerek hız 45.01 km/sa olarak belirlendi. Bu işlemlerden elde edilen sonuca göre kübik parabol şematik planda gösterildi.

Boy kesitin çıkarılması için plandan yararlanılarak siyah kotlar hesaplandı. Hesaplanan siyah kotlar ve kilometrajlar yardımıyla boy kesit çıkarıldı. Yarma ve dolgunun birbirini dengelemesine dikkat edilerek kırmızı çizgi geçirildi. Bu çizginin kotları kesitler boyunca hesaplandı ve diğer gerekli hesaplamalar yapılarak düşey kurp oluşturuldu. Kurbun uzunluğu 200 m. olarak belirlendi.

Plandaki her enkesite ait siyah ve kırmızı kotlardan yararlanılarak enkesitler çıkarıldı. Oluşan yarma ve dolgu alanları Cross yöntemine göre hesaplandı. Hesaplanan alanlardan yararlanılarak hacimler tablosu oluşturularak proje tamamlandı.

Öğrenci İsmi Soyismi

Öğrenci No.

ÖN PROJE (AVAN PROJE)

- Yol ekseni küçük ölçekli harita üzerine çizilir. Bir den fazla geçki ortaya çıkıyorsa bu geçkiler aynı haritada gösterilir. Ayrıca toprak işlerini ve eğimlerin durumunu izle-bilmek için boy kesitler ve en kesitler çıkarılarak gerekli karşılaştırmalar yapılır. Uygun olmayan çözümler elemine edilerek geçkinlerin sayısı azaltılır. ilk etüd sonunda ortaya çıkan çözümlerin esaslı olarak karşılaştırılması kesin etüdle yapılır.
- Ön projenin hazırlanmasında izlenen esaslar, kesin proje yapımındaki esaslara benzer. Ancak, hazırlanan plan ve kesitler daha küçük ölçekli olup ayrıntılı değildir.

YOL BİLGİSİ PROJE ÇALIŞMASI

En az 400 metre uzunluğunda şehirlerarası Birinci Sınıf bir Devlet Karayolu Projesi hazırlama.

- 1) Verilen 1/2000 ölçekli topografik harita üzerinde belirlenmiş olan A noktası kotuna göre eş yükselti eğrilerinin kotları belirlenecek. İki eş yükselti arasındaki kot farkı 2 metredir.
- 2) Yirmi yıl sonundaki Yıllık Ortalama Trafik 6500, Proje Hızı 60 km/saat olduğuna göre birinci sınıf bir Devlet Karayolu Standartlarına uygun en az iki adet sıfır poligonu geçirilecek. Yolun A başlangıç noktası sabit olup B noktası serbesttir. Bir düşey kurp uygulaması yapabilmek için eğim, usulüne uygun olarak yol boyunca değiştirilecektir.
- 3) Esas alınan sıfır poligonuna göre genel doğrularla eğrileri geçirilecek ve plan paftası hazırlanacak.
- 4) Plan paftasına uygun boykesit çıkarılarak (yatay ölçek 1/1000, düşey ölçek 1/100) Kırmızı Çizgiler ve Düşey Kurplar tasarlanacak ve boykesit paftası tamamlanacak.
- 5) Yatay kurbada kübik parabol geçiş eğrisi kullanılarak dever tasarımı yapılacak. Dever değişimi, planda, boykesitte ve enkesitte gösterilecek şekilde yatay kurba paftası hazırlanacak. Dever, eksen kotları sabit tutularak, kurbada genişletme yapılacaktır. Ölçek serbesttir.
- 6) 1/100 ölçeğinde enkesitler çıkarılarak enkesit alanları Cross Yöntemine göre hesaplanacaktır.
- 7) Plan, Boykesit, Yatay Kurp ve Enkesit Paftalarını temize geçerek tekniğine uygun şekilde A4 boyutunda katlayarak telli dosyaya içinde Yeni Yıl başında imza karşılığında teslim edilecektir. Paftalar poşet içersine konmayacaktır.. Dağıtılan imzalı orijinal pafta da mutlaka telli dosya içinde geri verilecek: aksi halde projeniz geçerli sayılmayacaktır!

NOT: Proje ödevi, Final sınavının 40% ı olarak kabul edilecektir. 40 üzerinden değerlendirilecektir. Proje değerlendirmede 40 puanın 10 puanı "Nefaset Payı" (tertip, düzen, intizam) olarak ayrılacaktır.