

# 1. ORMAN YOLLARININ PROJELENDİRİLMESİ

## 1.1. TOPOĞRAFİK HARİTADA ORMAN YOLU ETÜD VE PROJELENDİRME ÇALIŞMALARI

### 1.1.1. Orman Yollarının Planlanması ve Projelendirilmesi

Orman yolu geçki belirlemesi, orman yolu planlama çalışmalarının en önemli ve en zor aşamasını oluşturmaktadır. Bir yolun geçmesi zorunlu bulunan kontrol noktaları arasında, birden fazla geçki söz konusu olabilir. Bu nedenle geçki araştırması yaparak en uygun olanı seçmek gerekir. Aslında, bilinen iki kontrol noktasını birbirine bağlayacak geçki sayısı ilk bakışta çok gibi görünse de, çeşitli engel ve sınırlamalar nedeniyle bunların sayısı fazla değildir; hatta bazı durumlarda karşılaştırma yapmak için ikinci bir alternatif geçki bulmak bile olanaksızdır (Seçkin, 1984).

Son gelişmeler doğrultusunda orman yollarının planlanmasında yeni teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır. Coğrafi bilgi sistemlerinin orman yollarının planlanmasında kullanımına ilişkin ilk çalışmaları 1990'lı yılların başlarına rastlamaktadır. Yapılan ilk çalışmalarda orman yollarının planlanmasında kriter olarak kullanılabilir değerlerin coğrafi veri tabanından elde edilip hızlı ve doğru bir şekilde planların üretimi amaçlanmıştır. Sayısal fotogrametri destekli sayısal arazi modelleri tekniği bir çok ülkede, endüstri bölgelerinin, hava limanlarının, otoyol, demiryolu ve orman yolu ağlarının planlanmasında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda otoyolların planlanmasında kullanılan sayısal fotogrametri destekli sayısal arazi modellerinin; büyük bir bölümü dağlık bölgelerde bulunan, ülkemiz orman yollarının plan ve proje çalışmalarında kullanılması para ve zaman bakımından yapılan harcamaları büyük ölçüde azaltacağı için ekonomik ve mantıklı bir yaklaşım olacaktır. Çünkü, yapılan araştırmalar sayısal veriler ile bilgisayar ortamında çalışmanın, klasik yöntemlere göre çok daha ucuz olduğunu göstermektedir (Bayoğlu vd., 1995).

Orman yolu planlanacak alanının tanımlanması ve yol ağı planlaması açısından önemli olan faktörlerin arazide kontrol edilmesi için araziye çıkılır. Arazi çalışmaları sırasında topoğrafik harita, mevcut yol ağı planı, meşcere haritası ve hava fotoğrafları hazır bulundurulur ve haritalar ile arazi karşılaştırılarak herhangi bir uyumsuzluğun olup olmadığı kontrol edilir.

Orman yolu planlaması için Coğrafi Bilgi Sistemi çalışma modeli şu şekilde oluşturulur:

- Veri girişi (Data Input); grafik veriler AutoCad programı kullanılarak girilir.
- Verilerin düzenlenmesi ve veri tabanının oluşturulması (Data Manipulation And Maintenance); grafik veriler arasındaki konumsal ve matematiksel ilişkilerin kurulması için topoloji oluşturulur. Bu amaç için Arc/Info yazılımının Arc modülü kullanılır. Topolojisi oluşturulan grafik verilere ilişkin öz nitelik verileri, veri tabanı yönetim sistemi modülü olan Info ve grafik veri giriş ve düzenleme modülü olan Arcedit modülü kullanılarak girilir.
- Veriler arasında ilişkilerin kurulması (Database Management); oluşturulan veri tabanında yer alan veri tabloları arasındaki ilişkilerin kurulması ve sorgulanması Info modülü ile gerçekleştirilir.
- Konumsal Analizlerin Yapılması (Statial Analysis);
- Yeniden sınıflandırma, yol geçki etüdü için oluşturulan katmanlarda etkili olan faktörlerin kendi içinde alt gruplara ayrılması için kullanılır. Bu amaçla veritabanı yönetim sistemi modülü kullanılır.
- Overlay işlemleri, oluşturulan yol ağı planının, orman ile olan ilişkilerinin belirlenmesi Arc modülü kullanılarak yapılır.
- Yakınlık analizi, oluşturulan yol ağı planındaki yolların ormanın hangi kısımlarına etki edebildiğini belirlemek amacı ile Arc modülünde gerçekleştirilir.
- Topoğrafik analiz, ormanın yer aldığı arazi hakkında veri temini için sayısal arazi modeli oluşturulup Tin (Triangular irregular network) modülü kullanılarak yapılır. Verilerin sunulması (Map Display); analizler sonucunda hazırlanan harita ve tabloların sunulması Arcplot ve ArcView modülü kullanılarak yapılır.

Veri tabanının oluşturulması için, sayısallaştırması yapılan meşcere tipleri ve bölmelerin yer aldığı katmanlar üzerinde, önce gerekli düzeltme işlemleri yapılır. Daha sonra meşcere tipleri haritasında yer alan poligonlara meşcere tipi sembolleri atanır. Meşcere tipleri sınırlarının yer aldığı bu katman bölme sınırlarının, yol ve derelerin bulunduğu katmanlarla birleştirilerek planlama birimi için sayısal meşcere haritası elde edilir. (Acar vd., 2001).

Orman yol ağı planı için geçki işaretlemesi, veri tabanında eşyükselti eğrileri arasındaki kot farkı 50 m. olan topoğrafik haritadan, coğrafi bilgi sistemlerinde genelleştirme fonksiyonu kullanılarak elde edilen 10 m. kot farklı sayısal topoğrafik harita kullanılır. Ayrıca çalışmalar sırasında sayısal haritanın ölçek kolaylığı özelliğinden faydalanarak, gerekli yerlerde harita üzerine büyültme (zoom) uygulanmak sureti ile hassas bir geçki işaretlemesi yapılır. Pergel açıklıklarının uygulanması için % 2 den % 10'a kadar eğim değerleri kullanılır.

Pergel açıklığı uzunlukları klavyeden koordinat değeri olarak girilerek bilgisayar ortamında tanımlanmış uzunluklar kullanılır. Uygulanmak istenen pergel açıklığı çizgisi (arc) seçildikten sonra geçki boyunca tatbik edilmek sureti ile sıfır hattı işaretlenir (Gümüş, 1997).

Mevcut yol ağı planının işaretlenmesinden sonra yapılan gözlem ve analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek ve mevcut yol ağı planına yeni yol parçaları eklenerek alternatif plan hazırlanır. Yeni yol planlama aşamasında, ana orman yollarının dar vadilerden geçirilmemesine özen gösterilir (Acar, 1993).

Yolların planlanması sırasında genellikle güney bakılar düşünülmeli ancak planlama birimi alanının genel bakışının kuzey olduğu yerlerde ise kuzey bakılar kullanılır. Gözlem olarak, yamaç uzunlukları ölçümleri yapılır. Analizler ise; işletmeye açılmayan alanların tespiti ve bu alanların servet durumlarının belirlenmesi şeklinde yapılır. Bu işlem coğrafi bilgi sistemi konumsal analizleri ve veri tabanı sorgulaması ile gerçekleştirilir. Bu veriler doğrultusunda orman yollarının planlanması yapılır.

Bakı haritası sayısal arazi modeli kullanılarak oluşturulur. Sayısal arazi modelinden, öznitelik bilgisi olarak 0-360 derece bakı değerlerini bulunduran yeni bir katman elde edilir. Bu katman üzerinde yeniden sınıflandırma fonksiyonu kullanılarak açı değeri olarak verilen bakılar sekiz yön olarak gruplandırılır. 337,5° - 22,5° Kuzey olmak üzere 45°' lik dilimler oluşturulur.

Tablo 1. Orman yolu geçkilerini etkileyen faktörler ve puanlandırma sistemi (Gümüş,1997)

Katman Adı	Grup açıklaması	Puan
Eğim	$E^* < \% 45$	3
	$\% 45 < E < \% 65$	2
	$\%65 < E < \% 75$	-2
	$E > \% 75$	-3
Bakı	Kuzey bakılar (K, KD, KB)	-1
	Doğu ve Batı bakıları	0
	Güney bakılar ( G, GD, GB)	+1
Servetin Dağılışı	Orman toprağı	+1
	$H.S^{**} < 100m^3$	+1
	$100 m^3 < H.S < 250 m^3$	+2
	$H.S > 250 m^3$	+3
	Ziraat ve mera alanı	-3
Kayalık ve Yerleşim	Kayalıklar ve yerleşim alanları	-3
Akarsu Yatakları	Akarsu yatakları	-3

\* E : Eğim

\*\* H.S : Hektardaki servet

Düzenlenen haritalar overlay işlemi ile üst üste çakıştırılarak, öznelik tablosunda bütün bilgileri bulduran temel sorgulama katmanı elde edilir. Orman Yolu Geçki Etüdü Haritası şeklinde adlandırılan bu katmanda, her kapalı alan için yukarıda açıklanan puanlandırma sisteminden kaynaklanan beş adet değişik puan bulunmaktadır. Bu puanlar öznelik tablosunda toplatılarak her alan için bir puan elde edilir. Orman yolu geçişinin en az maliyet ve en fazla fayda oluşturacağı alanlar; orman yolunun geçmesinde değişik faktörlerin olumlu ve olumsuz etkilerinin dengelendiği alanlar ve orman yolu için fazlaca maliyet oluşturacağı, çevre tahribatının en fazla olacağı alanlar şeklinde oluşturulur. Bu düşünceden hareketle -1'den daha düşük puan alan alanlar orman yolu için uygun olmayan alanlar; -1 ile +1 arasında puan alan alanlar orman yolunun geçişinde fazlaca sorun oluşturmayacak alanlar; +1'den daha yüksek puan alan alanlar ise yol geçkisi için en uygun olan alanlar olarak değerlendirilir (Gümüş, 1997).

### *Projelendirme*

Orman yollarının projelendirilmesi esasları önceden klasik yöntemlerle yapılırken günümüzde, teknolojik gelişmelere paralel olarak bilgisayar destekli yapılmaya başlanmıştır. Orman yollarının haritalanması ve projelendirilmesinde Microsoft Windows<sup>TM</sup> içinde RoadEng programından yararlanılır. Ayrıca yatay ve düşey kurpların yerleştirilmesinde, enine profil, eğim kazıkları ile materyal hacim ve denge hesaplarının yapılmasında kullanılır.

Arazide ölçülen güzergaha ait bilgiler, sıfır hattını oluşturan veriler ve enine profillerin alınacağı noktalardaki arazi verileri Survey/Map modeline girilir. Enine profiller yolun her iki tarafındaki bir çok noktayı içerir. Akarsu yerleri zemin bilgileri de toplanarak programa girilir. Orman yolunda yapılacak ölçümler kumpas zincir ve klizimetre ile yapılmaktadır.

Orman yolunun projelendirmesine başlamadan önce bilgisayarda standart profiller oluşturulur. Bu işlem yapılırken orman yolunun genişliği, hendek boyutları, üst yapı kalınlığı ve kazı-dolgu eğimleri dikkate alınır.

Daha sonra yolun enine profilleri yardımıyla yol inşaat alanları bilgisayar tarafından otomatik olarak belirlenir. Bu yapılırken daha önce oluşturulan arazi çizgisine göre yani arazinin eğiminden yararlanarak ayrıca kot farkları ve standart profillerin oluşturulmasından sonra kazı şevinin başlangıcından dolgu şevinin sonuna kadar olan alan dikkate alınarak bilgisayar tarafından oluşturulur.

Kurplar ilave edilebilir ve kurp yarıçapından faydalanılarak **BC/EC** pozisyonları otomatik olarak belirlenir. Eğim kazıklarının yerleri yani kazı başlangıcı ve dolgu sonu projelendirme esnasında otomatik olarak belirlenir. Boyuna profil oluşturulması da enine profiller gibi olup bir katman üzerinde çizilebilir veya değerler klavye yardımıyla bilgisayara

girilir. Enine profillerin son hali boyuna profil program, tarafından oluşturulduktan sonra gösterilir. Eğimler, eğim farkları ve kazı dolgu genişlikleri de hesaplanır ve bilgisayar ekranında gösterilir. Düşey kurplar da **PI** noktaları seçilerek ve K değeri girilerek eklenebilir.

Boyuna profiller oluşturulduktan ve enine profiller elde edildikten sonra kazı ve dolduru alanları hesaplanır. Ardından materyal profili ve kazı dolgu denge hesaplamaları ayrı bir bölümde ortaya çıkarılır.

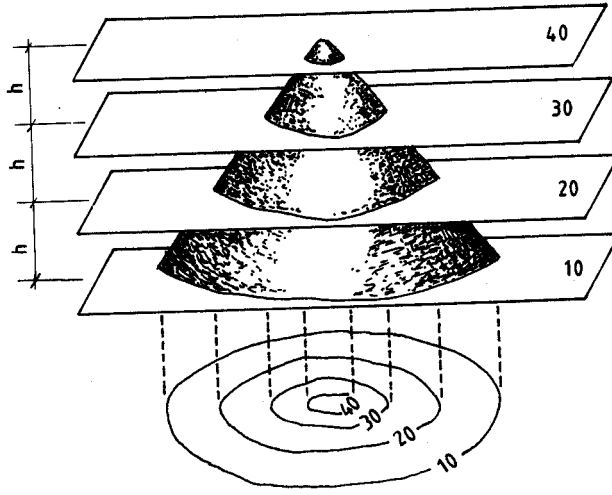
Bu program yardımıyla proje içerisinde istediğimiz veriye kolayca ulaşabiliriz. Ayrıca yaptığımız proje sonunda elde edeceğimiz kazı dolgu miktarları materyal açığı veya fazlası geriye dönülerek projeye yapılacak müdahalelerle olumsuzluklar önceden giderilebilir (Acar vd., 2001).

### **1.1.2. Eşyükselti Eğrili Topografik Haritalar**

Arazide yapılan ölçmelerin ya da hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ile elde edilen, yeryüzünün bir kısmının ya da tümünün belli oranlarda küçültülmüş çizimlerine **harita** denir. Ölçme yapılan alanların belli sınırları içinde yeryüzü düzlem olarak kabul edilir. Harita üzerindeki herhangi bir uzunluğun yer yüzeyindeki gerçek uzunluğa oranına **ölçek** denir. Ölçek payı 1 olan bir kesir ile gösterilir. Ölçek küçüldükçe, yani kesrin paydası büyüdükçe, belli bir yüzey üzerine sığdırılabilecek ayrıntı azalır.

Herhangi bir arazinin topografik yapısı bir harita üzerinde eşyükselti eğrileri ile gösterilir. Eşyükselti eğrileri, yükseklikleri eşit olan arazi noktalarının yatay bir düzlem üzerindeki izdüşümlerini birleştiren eğrilerdir.

Bir arazi parçasının eşit aralıklarla geçtikleri kabul edilen yatay düzlemlerle kesildiği düşünülürse yatay bir izdüşüm düzleminde her biri aynı yükseklik değerine sahip noktaları birbirine bağlayan eğriler elde edilir. Bu eğriler yatay düzlemlerin arazi yüzeyleri ile meydana getirdikleri ara kesitler olarak anlaşılmalıdır. Aşağıdaki şekilde herhangi bir eşyükselti eğrili şekil olarak arazinin nasıl sembolize edildiği veya değerlendirildiği görülmektedir (Şekil 4.1).

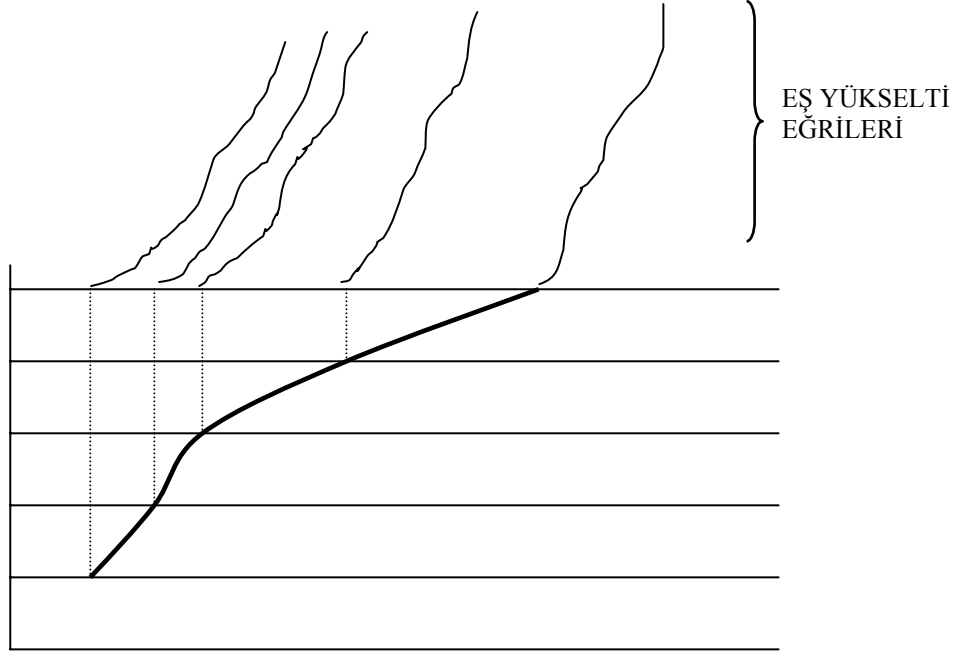


Şekil 4.1. Arazinin izdüşümü ve eşyüksekti eğrileri (Erdaş 1997)

Araziyi kesen yatay düzlemler arasındaki uzaklığa **eşyüksekti aralığı** denir. Bu duruma göre bir eşyüksekti eğrisi yer yüzünde aynı yükseltiye sahip noktaların bir kağıtta oluşturduğu geometrik şeklidir. Başka bir deyişle eşyüksekti eğrileri aynı yükseklikteki noktaları birleştiren çizgilerin yatay bir düzlem üzerindeki düşey izdüşümüdür (SEÇKİN, Ö.B.,1984).

### 1.1.3. Eşyüksekti eğrilerinin özellikleri

1. Kapalı eğriler olup genellikle dalgalı bir gidiş gösterirler.
2. Eşyüksekti eğrileri üzerindeki sayılar genellikle ortalama deniz yüzeyi olarak alınan kıyas düzlemine oranla yükseklikleri belirtir. Diğer bir ifadeyle eşyüksekti eğrisi üzerindeki bütün noktalar aynı yüksekliktedir.
3. Birbirini kuşatan kapalı eğriler bir tepeyi ya da çukuru gösterirler. Eğrilerin sayı değeri dıştan içe doğru büyüyorsa bir tepe, aksi durum söz konusuysa bir çukurdur.
4. Eşyüksekti eğrileri arasındaki mesafeler arazi eğiminin üniform olduğu yerlerde birbirine eşittir. Eşyüksekti eğrileri eğimin arttığı yerlerde birbirine yaklaşır. Eğim azalıyor ise bir birinden uzaklaşır (Şekil 4.2) (Erdaş 1997).



Şekil 4.2. Eşyüksehti eğrileri ve eğim durumu

## 1.2. Eşyüksehti Eğrili Haritalara Ait Topografik Bilgiler

Deniz yüzeyinden olan yükseklikleri eşit noktaları birleştiren eğrilere eşyüksehti eğrileri denir. Eşyüksehti eğrilerinin ifade ettiği yeryüzü şekillerinden bazıları şunlardır.

**Dağ;** Üzerinde her türlü arazi şekli bulunduran, yüksek ve geniş arazi parçalarıdır.

**Tepe;** Her yöne eğim veren ve ilk bakışta göze çarpan, tek tek yükselen arazilerdir.

**Sırt;** İki kere arasında yer alan ve uzunlamasına görüntü veren arazi kabartısıdır.

**Versan;** Sırtlar üzerinde, su dağıtım çizgisi ile dereler arasında kalan eğik yüzeylerdir.

**Sağrı;** İki derecik arası, yükseltilerin en küçüğü. Genellikle versanları üzerinde bulunur.

**Yamaç;** Sağrılar üzerinde su dağıtım çizgisi olarak varsayılan hat ile derecikler arasında kalan eğik yüzeylerdir. Bir sağrıda iki yamaç bulunur.

**Bel;** İki dağın, iki tepesi arasında geçit veren çukur yerdir.

**Boyun;** Su dağıtım çizgisinin alçalması ile iki tepe arasında en düşük kotlu yere verilen isimdir.

**Gedik;** Dar ve derin boyunlara denir.

**Boğaz,** Dere, çay ve ırmakların iki yakasının daralarak birbirine yaklaşması sonucu oluşan topografik oluşumlardır.

**Burun;** Sırt ve sağırların su dağıtım çizgisi üzerinde bulunan en uç noktasıdır.

**Vadi;** Akarsuların oyma ve aşındırması sonucu meydana gelen çukurlardaki düzlüklerdir. Uzun akarsu yataklarını sınırlayan yükseklikler arasında ve akarsu boyunca devam eder.

**Derecik (Çatak);** Yağmur sularının akışı ile eğimli yerlerde oluşan oyuklardır.

**Dere;** Birden fazla çatağın birleşmesiyle oluşan akarsu yataklarıdır. Mevsime göre kuru veya sulu dereler olabilir (Pamir A, vd., 1997)

**Talveg Çizgisi;** Derecik, dere, çay, nehir gibi tüm oluşumlarda en derin noktaları birleştiren çizgiye denir.

**Havza;** Su dağıtım çizgilerinin ayırdığı ve belli bir akarsu sistemini besleyen arazi parçasına havza denir.

**Su dağıtım Çizgisi;** Sağrı ve sırtların en yüksek noktalarını birleştiren ve böylece suları değişik havzalara akıttığı kabul edilen çizgidir.

### **1.3. Orman Yolu Geçki Etüdü ve Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Temel Esaslar**

Orman yolarının planlanması sırasında yolların nereden geçeceğini belirlemek için yapılan çalışmalara geçki etüdü sonunda ortaya çıkan ve yolun plan olarak eşyükselti eğrili harita üzerinde nereden geçeceğini belirleyen çizgiye *orman yol geçkisi* veya *orman yol güzergahı* adı verilir (Erdaş 1997).

Herhangi bir orman yol geçki etüdü yapılırken ön bilgi olarak şu bilgiler ortaya konulur.

1. Yolun üstleneceği görevin belirlenmesi,
2. Yolun geçeceği alana genel bir bakışın sağlanması,
3. Yol üzerinde nakledilecek yüklerin tahmin edilmesi,
4. Yapı alanının büyüklüğünün tartışılması,
5. Yolun diğer yollara yapacağı bağlantının nasıl olacağı,
6. Bir çok geçki seçenekleri arasından hangisinin yapılabilir olduğuna karar verilmesi,
7. Ekonomik görüşlerin ortaya konulması ,



## 8. Genel değerlendirme.

Bütün bu tartişmaların nedeni, orman yolları üzerinde motorlu araçların geçebileceği güvenli bir alan oluşturmaadır.

Orman yolu Geçki tasarımı sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar ve teknik esaslar şunlardır.

### **Teknik esaslar;**

1. Bir orman yolu, doğanın yapısını ve gürnümünü bozmamalı, tam tersine doğanın bir parçasıymış gibi ona uyum sağlamalıdır.
2. Kayma (heyelan) tehlikesi olan yamaçlardan, taşıma yeteneği olmayan bataklık gibi arazilerden, yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerden ve değerli tarım alanlarından orman yolu geçirilmemelidir.
3. Dağlık alanlardan vadilerden ve boyun noktalarından yolların geçirilmesine özen gösterilmelidir.
4. Yol bakım çalışmalarını kolaylaştırması ve zeminin kuru kalmasını temin etmesi bakımından güney yamaçlardan ve kuru yerlerden orman yolları geçirilmelidir.
5. Köprü yerleri seçiminde özellikle dikkat edilmelidir.
6. Kaliteli yol yapı malzemesi temini için bu yerlere yakın yol gekilerine öncelik verilmelidir.

### **Planlama ile ilgili esaslar;**

1. İnsanların görme, işitme ve tepkilerinin dikkate alınması
2. Motorlu aracın geometrisi, hızı ve diğer teknik özelliklerinin dikkate alınması
3. Trafik yönünün belirlenmesi (Ana Taşıma yönünün belirlenmesi)
4. Karşılaşma ve dönüş yerlerinin düzenlenmesi
5. Yolun öneminin ortaya konulması ve standardının seçilmesi
6. Yol genişliğinin belirlenmesi
7. Kurplar, çıkış eğimleri ve yolun enine eğimi optimal ve sınır değerlerinin dikkate alınması
8. Aksi eğimden kaçınılması
9. Akarsular, kayalıklar, mülkiyet sınırları, kanallar vs. gibi özelliklerin dikkate alınması
10. Güneşli yamaçların ayırt edilmesi
11. Yolun geçeceği zemin ve yapı materyali, yolun geçeceği alanda çığ ve taş yuvarlanmaları ile dere kenarlarını izleyen yollarda su taşkınları olabileceği hususlarının dikkate alınması

12. Yol yapım giderleri, toprak dengelenmesi ve sanat yapılarının düşünülmesi
13. Orman içinde orman alanı kaybını önlemek için yol yapım alanının düşük tutulması
14. Diğer yollarla ve ulaşım sistemi ile bağlantısının düşünülmesi

### **Yapım ile ilgili esaslar;**

1. Orman içi trafiğin çeşidi hızı ve amacı ile ilgili olarak gerçekleştirilecek yol yapım trafiğinin belirlenmesi
2. Yol yapım ve bakım giderlerinin düşük olması
3. Zamana ve tekniğine uygun yol standardının seçimi
4. Orman yol yapımının kısa bir sürede bitirilebilmesi
5. Kamulaştırma ile ilgili problemler nedeni ile orman yol yapımının aksamaması
6. Köprü, büz, menfez ve istinat duvarları gibi sanat yapılarının az olması
7. Yol yapımı sırasında ormanların korunması ve tahrip edilmesi için gerekli örneklerin alınabilmesi
8. Üretim çalışmaları sırasında özellikle kış üretimini arttıracak yerlerde orman yol yapımına öncelik verilmesi
9. Uzun araçlar veya uzun boy orman ürünleri halinde taşıma yapılacağı göz önüne alınarak yol yapım aşamasında bunlardan doğabilecek problemlerim önceden düşünülmesi ve gerekli aksaklıkların önceden giderilmesi.

### **1.3.1 Geçki etütlerinde geçki seçeneklerinin sağlanması gereken minimum koşullar**

Bir orman yol geçkisi etüt edilirken çıkabilecek seçenekler şu ön koşulları sağlaması gerekir. Bunlar;

- Geçki ana noktaları birbirine bağlanmalıdır. Bunlar yolun başlangıçta karar verilen ve geçmesi zorunlu olan pozitif kardinal noktalardır.
- Geçki, öngörülen yol sınıfına ilişkin proje standartlarını sağlamalı ve yapımına imkan vermelidir.
- Geçki yolun ana kullanım amacına uygun olmalıdır.
- Geçki, jeolojik oluşum yönünden kararlı, taşıma gücü yüksek, sağlam zeminli yerlerden geçmelidir.
- Geçki maliyeti, yapım, sanat yapıları, şev stabilitesi, oturmalar ve bakım yönünden en düşük olacak şekilde düşünülmelidir.

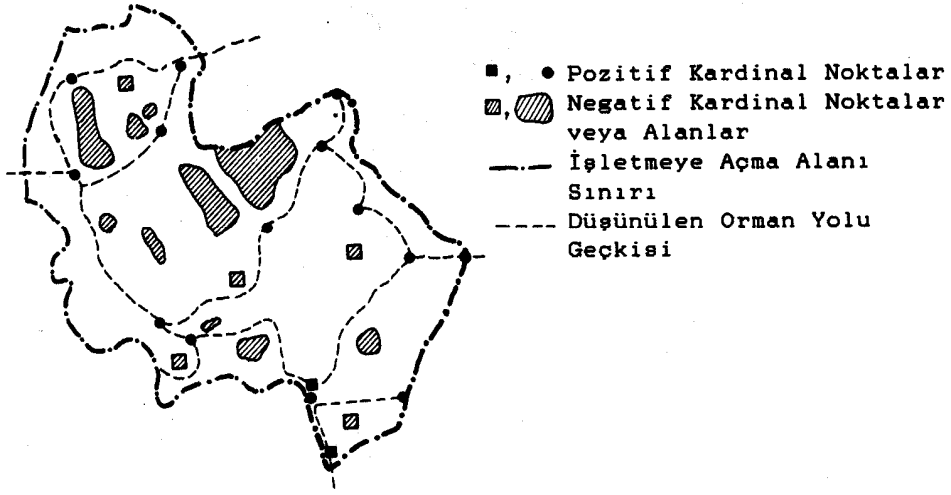
- Geçki boyunca toprak işleri mümkün olduğu kadar az, toprak taşıma ortalama mesafeleri küçük ve kazı ile doldurunun birbirini dengeleyeceği yerlerden geçmelidir.
- Normalin üstünde yüzeysel su veya yeraltı suyu etkisinde kalan orman yollarında bozulma daha çabuk olacağından drenaj imkanının en iyi olan yerlerden geçkinin geçirilmesine çalışılmalıdır.
- Akarsu geçişleri daha küçük maliyete imkan vermesi bakımından mümkün olduğu kadar dik açı altında yapılmalıdır.
- Orman yol geçkileri kamulaştırma gerektirmeden devlet arazisinden olmalıdır.
- Geçki sırasında eğim sınırları dikkate alınmalı, aksi eğim oluşturulmamalıdır.
- Mevcut karayolu şebekesi ile sözü edilen orman yolu iyi bir uyum sağlamalıdır.

Geçki, yukarıda sayılan bütün koşulları minimum düzeyde sağlamalıdır. Ancak, buna rağmen aynı koşulları sağlayan başka seçenekler söz konusu ise mevcut seçenekler içinde teknik esaslar, planlama esasları ve yapım ile ilgili esaslar yönünden en uygun olanı veya minimum koşullar dışında en çok olumlu yön toplayan seçenek projeye ve yapıma aday olan seçenektir.

#### **1.4 Kardinal Noktalar Ve Pergel Açıklığı**

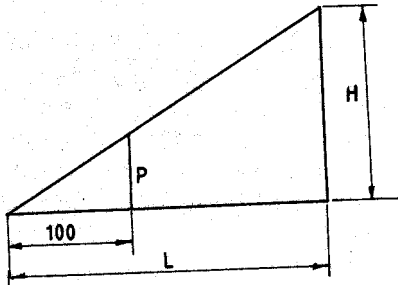
Orman yol geçkisinin etüdü için, önce geçkiye ait esas noktalar yani yolun baş noktası, yolun keseceği dereler üzerindeki uygun köprü ve menfez yerleri, yapımı düşünülen yolun mevcut yollarla yapacağı kavşaklara ait noktalar, boyun noktaları, yolun yapımıyla depo ve istif yeri olarak kullanışa elverişli olacak alanlar, fidanlıklar, yolun geçmesi istenilen orman içi yollar ve son nokta işaretlenir. Bunlar Pozitif Kardinal noktalardır.

Ayrıca yine bu harita üzerinde yolun geçmemesi gereken sarp kayalıklar, baltalıklar, heyelanlı alanlar, az bulunan kıymetli ağaçların bulunduğu alanlar, sahipli tapulu arazi gibi noktalarda haritaya işaretlenir. Bunlar da Negatif Kardinal noktalardır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Harita üzerinde gerekli işaretlemelerin yapılması

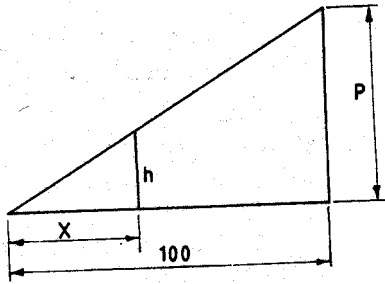
#### 1.4.1 Pergel açıklığının hesaplanması



$$\frac{P}{100} = \frac{H}{L}$$

$$P = \frac{H}{L} \times 100$$

Eşyüksekti eğrileri arasındaki farka (h) dayanarak suretiyle pergel açıklığı (x) hesaplanır.



$$\frac{h}{X} = \frac{p}{100} \quad X = \frac{100}{p} \times h \quad X = \frac{h}{p} \times 100 \text{ elde edilir.}$$

Eşyüksekti eğrili haritada eğriler arasındaki kot farkı eşittir. Birbirini izleyen iki eğri arasında bir çizgi arazide belli eğimdeki bir çizginin yatay izdüşümü demektir. Böylece iki eşyüksekti eğrisi arasında kalan ve belli bir eğimi olan çizginin yatay izdüşümünün uzunluğu değişmez işte değişmeyen bu uzunluğa Pergel Açıklığı denir.

Örnek: Bir orman yol projesinin düzenlenmesi için kullanılan 1/2000 ölçekli (eşyüksekti eğrileri arasındaki mesafe 2m) bir harita üzerinde iki nokta arasındaki yükseklik farkı H=20 m ve yatay uzaklık L=400 m olarak belirlenmiştir.

Uygulanması gerekli eğim;

$$\frac{P}{100} = \frac{H}{L} \quad \Rightarrow \quad \frac{P}{100} = \frac{20}{400}$$

$$\Rightarrow P = 5 \text{ ise Eğim} = \%5 \text{ olur.}$$

Pergel açıklığı ise;

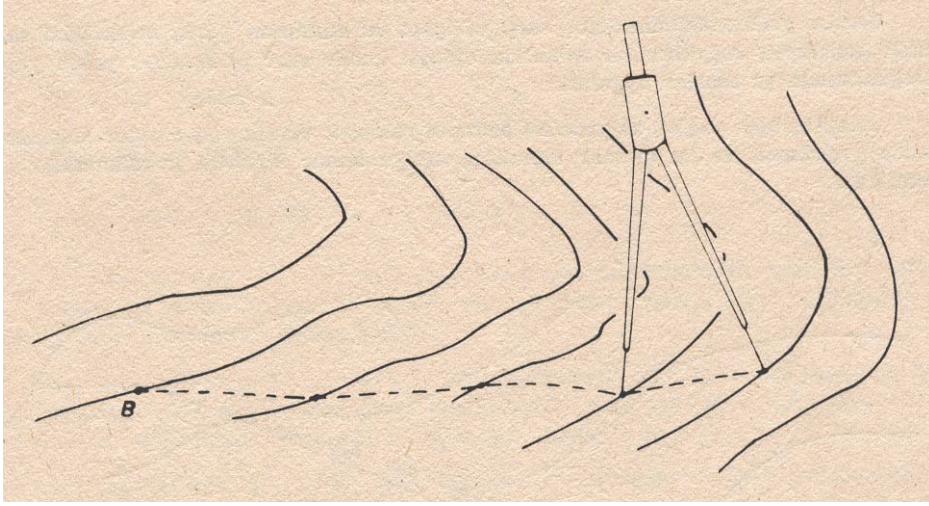
$$\frac{h}{X} = \frac{p}{100} \quad X = \frac{100}{p} \times h \quad X = \frac{h}{p} \times 100$$

$$X = \frac{2}{5} \times 100 \quad \Rightarrow \quad X = 40 \text{ m}$$

Ölçekle çarpılırsa

$$X = 40 \times \frac{1}{2000} \quad \Rightarrow \quad X = 0,02 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad X = 2 \text{ cm olarak bulunur.}$$

Eşyüksekti eğrili harita üzerine pergel yardımıyla tatbik edilir (Şekil 4.4) (SEÇKİN, Ö.B.,1984).



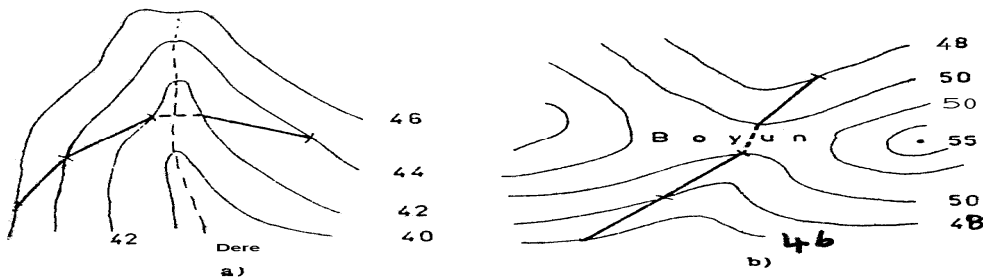
4.4. Hesaplanan pergel açıklığının haritaya tatbiki

### Sıfır çizgisinin belirlenmesi

Haritada iki eşyüksehti eğrisi arasında düz çizgi olarak çizilen, gerçekte belli bir eğimi gösteren, pergel kullanılarak oluşturulan çizgidir. Eşyüksehti eğrisini takip eden aynı uzunluktaki ardışık sıfır çizgileri kırıklı bir poligon oluşturur.

Sıfır çizgisinin geçirilmesinde şu hususlara dikkat edilmelidir.

1. İki kardinal nokta arasında tek eğim uygulanmalıdır. Ancak tek eğim zorunluluğu yoktur. Eğim değişikliğinin gerektiği yerlerde fark 2'den fazla olmamalıdır. Ancak zorunlu olmadıkça inilen çıkışa yani negatif eğimden pozitif eğime veya tersi durum olmamalıdır.
2. Hesaplanan pergel açıklığı(x) ile iki eşyüksehti eğrisi arasında geçmek mümkün olmuyorsa, eğim arazi eğiminden büyük olduğunun ifadesidir. Bu durumda seçilen eğim küçültülmelidir (Yani pergel açıklığı artırılmalıdır).
3. Su toplama çizgilerinin bulunduğu vadi tabanlarında veya tepeler arasındaki boyun noktalarında aynı kotlu eşyüksehti eğrisine atlama yapılarak poligonda kesiklik yapılabilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. a) Derede aynı yükseltiye (rakım) sahip eşyüksehti eğrisine geçiş

b) Boyun da aynı yükseltiye sahip eşyükselti eğrisine geçiş

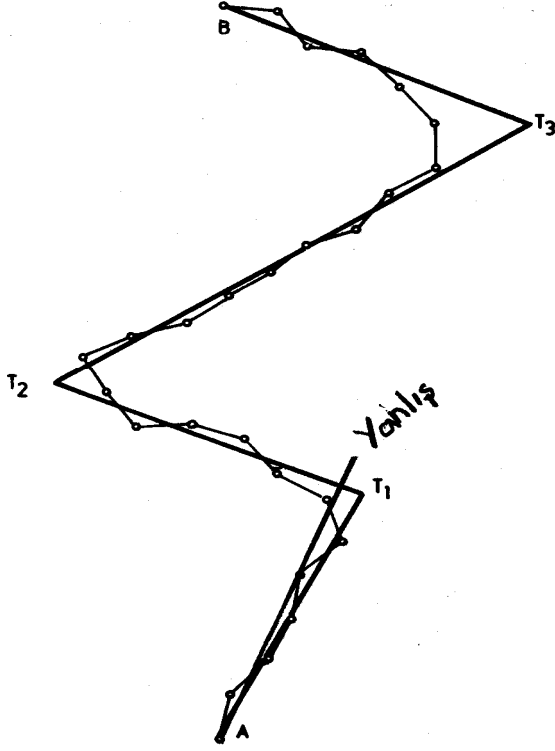
4. Bazı çok düşük ölçekli haritalarda (1/25 000 gibi) orman yollarının planlanmasının zorunlu olduğu hallerde ve işin hızlandırılması gereken durumlarda eşyükselti eğrilerinin bir yada bir kaç atlanarak sıfır poligonu çizilebilir. Bu sırada alınan pergel açıklığı, atlanan eşyükselti eğrisi sayısına bağlı olarak x uzunluğunun bir yada bir kaç katı artırılabilir.
5. Eşyükselti eğrilerini birbirini takiben kestirerek giderken zorunluluk olmadıkça sert ve keskin dönüşler yapılmamalıdır.

### **1.5 Sıfır Hattının (Çizgisinin) Doğrultulması**

Sıfır hattı açık bir poligon olup, arazinin yapısından dolayı parçalanmış kısa kırık doğrulardan oluşur. Bunun için yapımı düşünülen yolun taşımaya elverişli olması için bu kırıklıkların bertaraf edilerek mümkün olduğunca uzun doğrulara çevrilmeli ve bunlar kurplarla birleştirilmedir.

Yolun taşımaya elverişli olması için, geçki boyunca fazla ve kısa kırıklık gösteren kısımların mümkün olduğu kadar daha uzun doğrulara çevrilmesi gerekir. Bu işleme Doğrultma denir. Şu kurallara uygun olarak yapılır (Şekil 4.6).

1. Dik yamaçlarda geçki üzerindeki değişik mesafelere ait eğimlerin önemli oranda bozulmasını artmasını önlemek için geçki çizgisinden (hattan) fazla uzaklaşmamalıdır. Bu çizginin sağında ve solunda bırakılacak kısımlar mümkün olduğu kadar birbirini tamamlamalıdır.



Şekil 4.6. Sıfır hattının doğrultulması

2. Yolun araziye uyması gereği daima göz önünde bulundurularak geçki taşımanın gerektiği kadar doğrultulmalı, aşırıya gidilmemelidir.

3. Sıfır çizgisi gerek merkezleri aynı ve gerekse aksi tarafta bulunan kurplar arasındaki doğruların en az yol üzerinde taşımada kullanılacak max. aracın boyu kadar olmalıdır.

Bunu bir rakamla belirtecek olursak iki kurp arasında en az 10 m. uzunluk bırakılması gerekir. Ancak buna uygun uzunlukta mesafe bırakılmıyorsa o zaman merkezleri aynı yada ters taraflı ancak yarıçapları eşit bileşik kurplar teşkil edilmelidir.

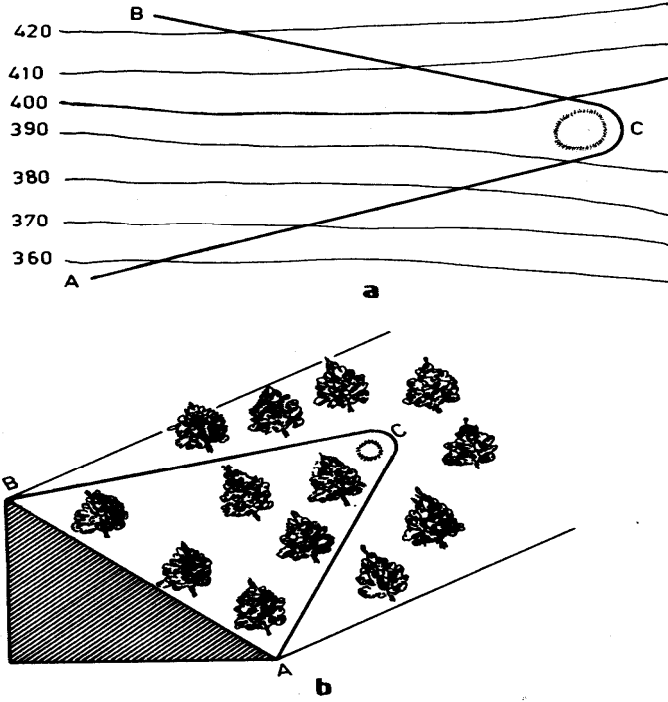
## 1.6 Sıfır Çizgisinin Geçirilmesi Sırasında Değişik Koşullarda Uygulanabilecek Bazı Temel Esaslar

Değişik arazi koşullarında farklılıklar ve güçlükler ortaya koyan yol geçkilerine bu özel hallerde nasıl bir yön verileceğini önceden kestirmek gerekir.

Bunun için bazı temel tasarımların bilinmesinde fayda vardır( Erdaş 1997).

### 1.6.1 Yamaç Dönüşleri





Şekil 4.7. a)Yamaç dönüşlerinin plan görünüşü

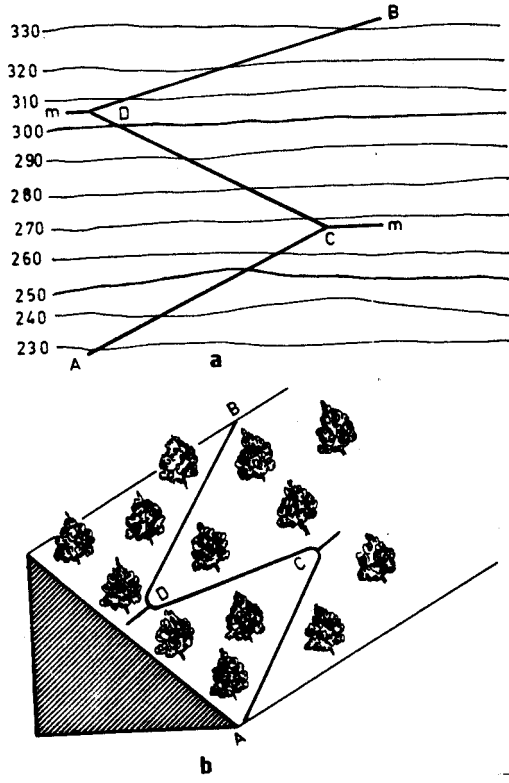
b)Yamaç dönüşlerinin perspektif görünüşü

Şekilde görülen A ve B noktalarını doğrudan birbirine bağlayacak sıfır çizgisi son derece kısa olur. Ancak, çok dik bir yol olacağı da aşikardır. Bu durum da nakliyata uygun değildir. Bunun için uygun bir eğimle sağa doğru sıfır hattı devam ettirilir ve uygun bir yerden yön değiştirerek B noktasına ulaşılır (Şekil 4.7).

Bu şekilde bir uygulama yayvan ve pek dik olmayan yamaçlarda, yani yamacın durumunun fazla yüksek doldur uya da derin kazıları gerektirmeden dönüş oluşumuna uygun olduğu yerlerde söz konusudur.

### 1.6.2 Sivri Dönüşler

Sivri dönüşlerde, yön yamaç eğimine göre küçük yarıçaplı bir kurp ile gerçekleştirilir (Şekil 4. 8).



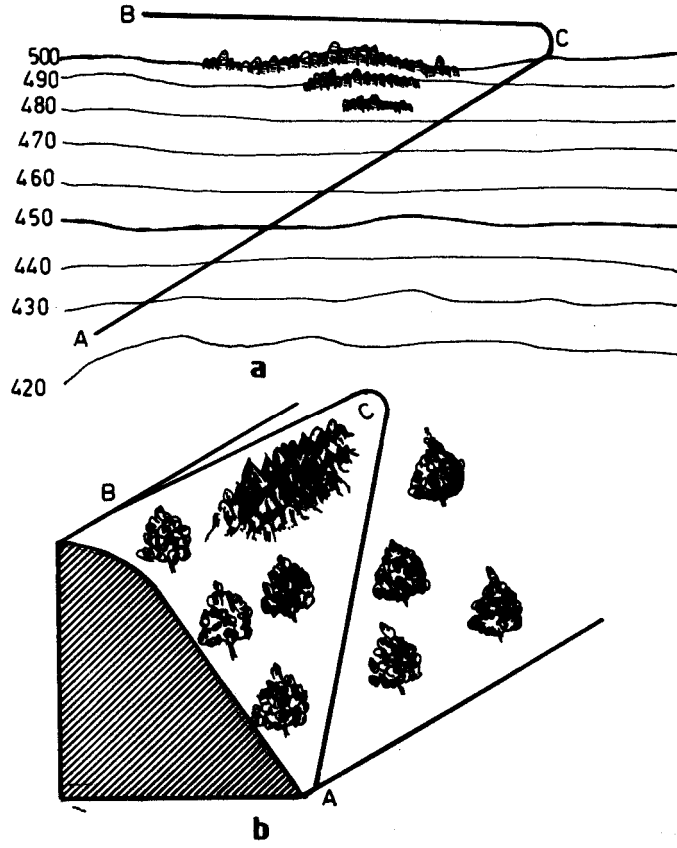
Şekil 4.8. a) Sivri dönüşlerin plan görünüşü

b) sivri dönüşlerin perspektif görünüşü

### 1.6.3 Diyagonal Çıkış

Sıfır çizgisinin geçirtileceği yamaç bir karpun teşkiline uygun olmayacak kadar dik olduğu takdirde, önce aynı seviyedeki diğer bir noktaya ancak ondan sonra B noktasına yönelir (Şekil 4.9).

Bu şekilde dik ve kayalık yamaçların yukarısında bulunan ormanları nakliyata açmak için uygulanır. Olumsuz yanı, yolun yamaç üzerinde uzanıp gitmesidir.

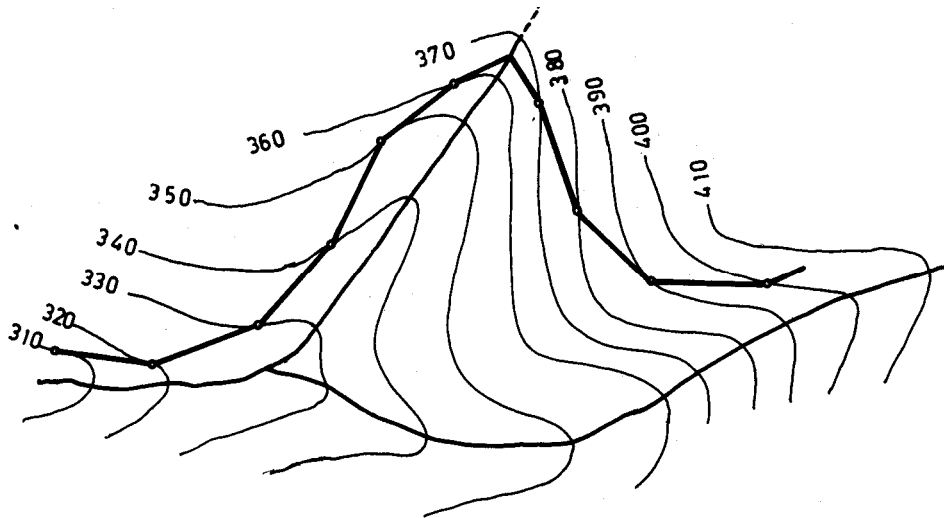


Şekil 4.9. a)Diyagonal çıkışın plan görünümü

b)Diyagonal çıkışın perspektif görünüşü

### 1.6.4 Dere Dönüşleri

Dere dönüşlerinin teşkilinde, sıfır çizgisiyle önce ana dere içinde yan dereye kadar ilerlenerek yan dereye girilir ve bu dere içinde de ilerlenerek uygun bir yerde bir dönüşle tekrar ana dereye gelinir (Şekil 4.10).



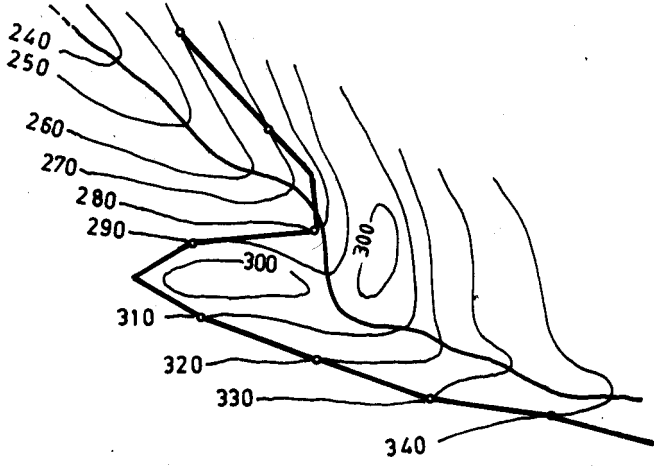
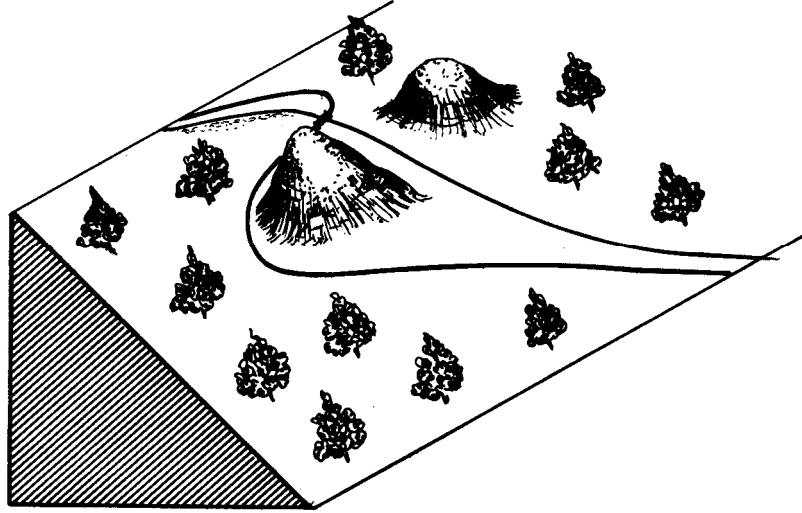
Şekil 4.10. Dere dönüşü plan görünüşü

### **1.6.5 Sağrı Dönüşleri**

Sıfır çizgisiyle ana dere içinde ilerlerken, sağrı dönüşünün teşkili dere dönüşlerinden farklı olarak dere tabanında değil, karşı taraftaki bir tepenin sağrısı üzerinde oluşur. Böyle dönüş, derenin doğal eğiminin yola verilecek eğimden az olduğu yerlerde sıfır hattını istenilen eğimde devam ettirmek için uygulanır. Bunun için dere boyunca uygun bir yerde dere tabanı terk edilerek karşı taraftaki tepenin sağrısına geçilir ve böylece ana derenin karşı tarafına geçilmiş olur.

Bu çözüm aynı zamanda ana dere üzerinde dere dönüşü için yan derenin olmadığı durumlarda da uygulanır.

Sağrı dönüşleri, daha çok dereler içinde mevcut yüksek düşüşleri ya da kayalık kısımları aşmak için ve özellikle çok kez rastlandığı gibi arazi engelinin aşağı yada yukarısında derenin eğiminin önemli ölçüde azaldığı yerlerde uygulanır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Sağrı dönüşlerinin plan ve perspektif görünüşü

### 1.6.6 Kombine dönüşler

Önce dere dönüşünün, sonra sağrı dönüşünün izlediği dönüşlerdir. Yani dere ve sağrı dönüşlerinin kombinasyonudur.

### 1.7 Doğrultması Yapılmış Hat Üzerinde Yatay Kurpların Yerleştirilmesi

Orman yollarında doğrultulmuş yol poligonunda kırıklık gösteren yerlerde geçiş, uygun yarıçapta seçilmiş dairesel kurplarla gerçekleştirilir.

Kurplarda (=viraj=kavis) esas, karp yarıçapının tespitidir. Bunun için iki alternatif söz konusudur.

1. Teknik, estetik ve ekonomik açıdan araziye uygunluk: Yani yolun mümkün olduğu kadar sıfır. hattı üzerinde kalması demek. Bunun için küçük yarı çapta ve çok sayıda kurp planlamak daha uygundur.

2. Toleranslı ve gergin bir yol geçkisi isteği: Düz ve düze yakın yerlerde, yollarda rahat, hızlı ve emniyetli bir transport için uzun doğrultma çizgileri ve büyük kurp yarı çapları seçmek daha uygundur.

Kurp yarıçapının seçiminde bu iki alternatiften hangisinin seçileceği iyice tartışılmalıdır. Genel olarak arazi ne kadar engebeli ve dik ise araziye uyum o kadar öncelik kazanır. Ancak, bu arazilerde minimum kurp yarıçapının altına düşmemelidir.

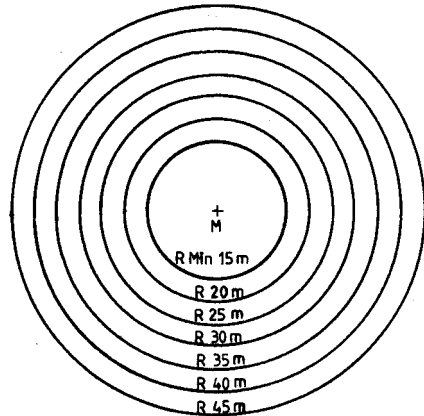
Kurp yerleştirilmesinde şu hususlara dikkate alınmalıdır.

1. Açılar içine uygun yarıçaplı kurplar seçilmeli
2. Kurp nedeniyle geçki fazla kısaltılmamalı, sıfır hattı fazla değiştirilmemeli, açı ile kurp uyumlu olmalıdır.
3. Kurp yarıçapı min. değerlerden daha küçük alınmalıdır.

Kurplar herhangi bir açı içerisinde şu metotlardan biriyle yerleştirilir. Kurp yerleştirme yöntemleri;

1. Grafik Yöntem
2. Hesap yöntem
3. Deneme Yanılma Yöntemi

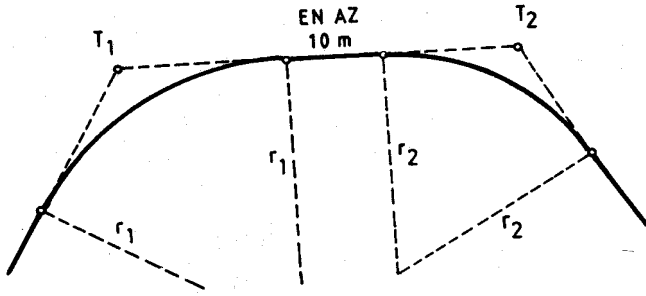
**1.7.1 Grafik Yöntem:** İçerisine kurp yerleştirecek açının kenarlarının uygun yarıçaplı kurplarla düzeltilmesi için min. yarıçapı  $r=15$  m' den başlayarak 5'er m farklı, değişik yarıçapta daireler kağıda çizilip kalıplar (kurp şablonu) çıkarılır (Şekil 4.12).



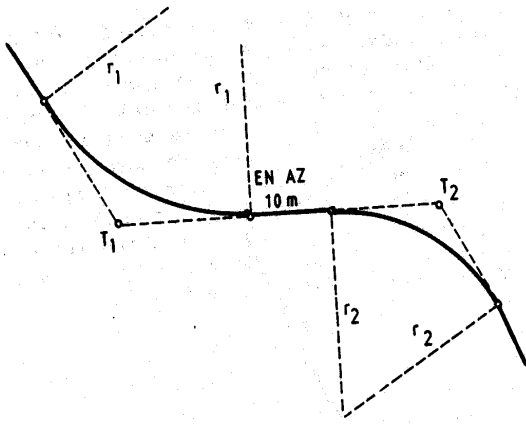
Şekil 4.12. Kurp şablonu



yarıçapı amacımızı karşılıyorsa kurp yerleştirilmiş olur. Aksi takdirde yeni bir t uzunluğu seçmek gerekir.

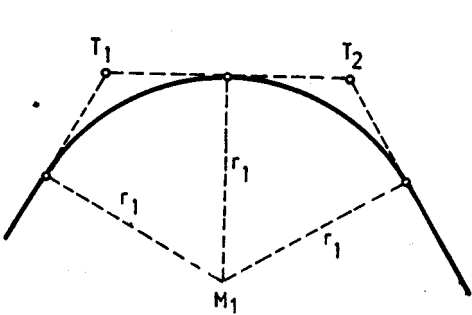


Şekil 4.14. Aynı yönlü kurplar

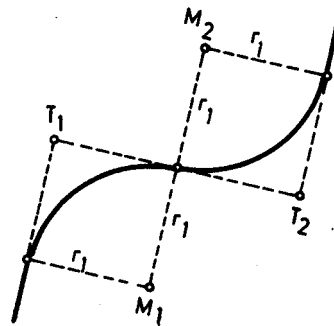


Şekil 4.15. Ters yönlü kurplar

İmkansız olduğu durumlarda yarıçapları eşit;  $r_1 = r_2$  'ye alınır ve tek bir merkezde kurplar birleştirilir.



Şekil 4.16. Aynı yönlü bileşik kurplar



Şekil 4.17. Ters yönlü bileşik kurplar

Orman genel Müdürlüğünün 202 sayılı tebliğine göre kurp yarıçap standartları şöyledir.



Ana yol	50 m
A Tipi tali yol	35 m
B Tipi tali yol	10-12 m
Traktör yolu	8 m

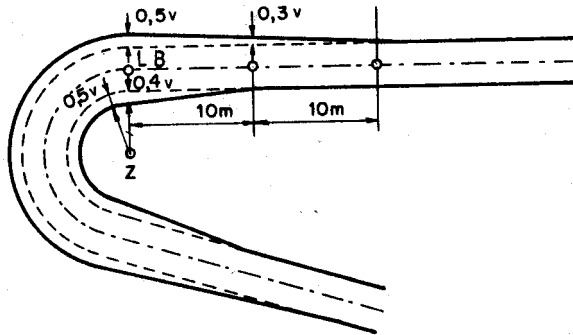
Yol boyunca hız 20 km/sa değerine kadar düşerse yarıçap 15 m'den az olamaz. Yatay kurplarda kurp yarıçapları;

- Yanlış yakacak odun taşınması yapılacak yollarda  $r = 15$  m
- Kısa tomruk nakliyatı yapılacak yollarda  $r = 20$  m
- Uzun boy tomrukların nakliyatında ön aksı hareket eden araçlarda  $r = 40$  m, ön ve arka aksı hareket edebilen araçlarda  $r = 25$  m olarak uygulanır.

### 1.8 Orman Yollarında Laseler

Laseler  $r_{\min} = 8-12$  m ve merkez açıları  $\ell > 144^\circ$ ,  $\ell > 160$  grad'dan büyük olan kurplar olarak tanımlanabilirler.

İki noktanın uygun bir eğimle birbirine doğrudan doğruya bağlanmadığı dik yerlerdeki dönüş yerleri için laseler gereklidir. Laselerde de yol genişliği 4 m'dir. Ancak kurplardaki yol genişliği kuralı burada da geçerlidir.

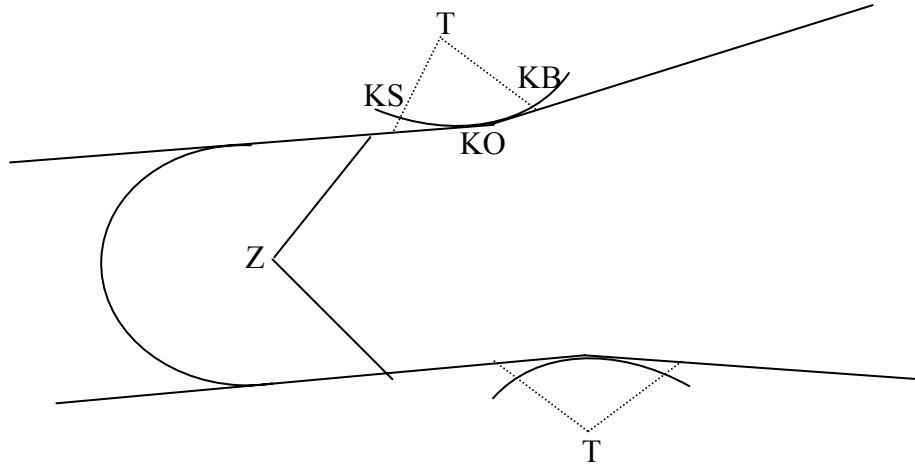


Şekil 4.18. Laselerde yol genişliği

Laseler yerleştirilirken şu şekilde hareket edilmelidir:

Laseler oluşturulmadan önce doğrultma yapılır. Sıfır hattının yön değiştirdiği nokta merkez kabul edilmek üzere belirlenecek lase yarıçapıyla bir daire çizilir.

Doğrultmalara mümkün olduğunca yakın ancak uygun yarıçaplı bir kurbun yerleştirilebileceği bir mesafeden tespit edilen lase öncesi ve lase sonrası T noktalarından, çizilen yarım çembere teğetler çizilir ve T noktalarına da kurplar yerleştirilerek bir yol geçkisi ve lase tamamlanmış olur (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Lasenin yerleştirilmesi

### 1.9 Yol Geçkisinin Ölçülmesi

Yolun boyuna profilinin çizilebilmesi ve profil noktalarının tespit edilip, baş noktadan olan uzaklığın bilinebilmesi için, yol ekseninin ölçülmesi gerekir.

Bunun için, yolun başlangıç noktasından itibaren yol ekseni (Yani doğrulmaları yapılmış, kurp ve laseleri yerleştirilmiş) 10 m'de bir işaretlenir. 10 m harita ölçeği dikkate alınarak pergel açıklığı tespit edilir. Her bir nokta belirgin olacak şekilde işaretlenir. Her 100m'de de I hektometre işaretlenir.

### 1.10 Boyuna Profil

Yol ekseni boyunca düşey olarak geçirildiği düşünülen bir düzlemin araziyi kesmesiyle elde edilen kesittir.

Yol geçki planından ölçükle alınan uzaklıkların boyuna profilde kolayca işaretlenebilmesi için boyuna profilde uzunluk ölçeği plan ölçeğine eşit alınır. Yani 1/1000 veya 1/2000 olarak alınır. Yüksekliklerin işaretlenmesinde kullanılacak ölçekte 1/100 veya 1/200 olarak alınır. Böylece profil noktalarının yükseklik farklarını ve bununla birlikte arazi değişiminin daha belirgin bir şekilde görülmesi sağlanmış olur.

Boyuna profilin çizilmesi şu aşamalarla ifade edilebilir:

1. Yol geçkisinde, yol ekseninin eş yükselti eğrilerini kestiği noktanın, kurp baş, orta ve son noktalarının konum planı üzerinde belirlenmesi ve sıra ile numaralandırılması yapılacak. Numaralama sırasında numaranın ifade ettiği duruma göre;

- D : Doğru üzerinde  
KB : Kurp başı  
Kİ : Kurp içi  
KO : Kurp ortası  
KS : Kurp sonu

gibi harflerle rumuzlandırılır. Böylece noktalar karakterize edilmiş olur. 1D, 2D, 3D, 4D, 5KB, 6Kİ, 7Kİ, 8KO, 9Kİ, 10KS, 11D...gibi.

2. İşaretlenmiş olan profil noktalarının bilgilerinin aktarıldığı x-y koordinat sistemi ve bu sistemin altında oluşturulan bir çizelgede toplanır (Şekil .

1/200 1/100

↑

1/2000 1/1000

PROFİL NO	1B
ARA UZAKLIKLAR	
BAŞLANGIÇ NOKTASINA OLAN UZAKLIK	0
SİYAH KOTLAR	0
KIRMIZI KOTLAR	0
KOT FARKLARI	0
HEKTOMETRE	

Şekil 4.20. Boyuna profilde oluşturulan çizelge

Bu çizelgede profil noktalarının ara uzaklıkları, başlangıça olan uzaklıkları, siyah kot, kırmızı kot ve kot farkları olmak üzere ve ayrıca çizelgenin sonunda yolun hektometre cinsinden uzunluğunu gösterir kısımla çizelge tamamlanmış olur.

3. Oluşturulan koordinat sistemi üzerine işaretlenmiş olan profil numaralarının ara uzaklıkları ve baş noktaya olan uzaklıkları (ölçek dikkate alınmak suretiyle) çizelgeye geçirilir.

4. Profil noktalarına ait siyah kotlar eşyükselti eğrili haritalardan okunarak veya entepolasyon yapılarak bulunur. Bulunan bu kot değerleri çizelgede ilgili profil noktasının altına işlenir.

5. İşaretlenmiş olan siyah kotlar ara uzaklıkları y ekseninde belirtilen profil noktasının x ekseninde kotu bulunarak koordinat sistemine işaretlenir. Bu noktaların birleştirilmesiyle "Arazi Hattı" ortaya çıkmış olur.

6. Çizilen siyah hattın başlangıç ve bitiş noktalarının (yani yolun başlangıç ve son noktasının) birleştirilmesiyle kırmızı hat oluşturulur.

7. Kırmızı hattın kotları çizilmiş olan hattın ilgili profil noktasının yani y eksenindeki noktanın x ekseninde karşılık gelen kot, koordinat sistemi altında oluşturulan çizelgeye işlenir.

Diğer bir ifadeyle Kırmızı Kot Şu şekilde hesaplanır;

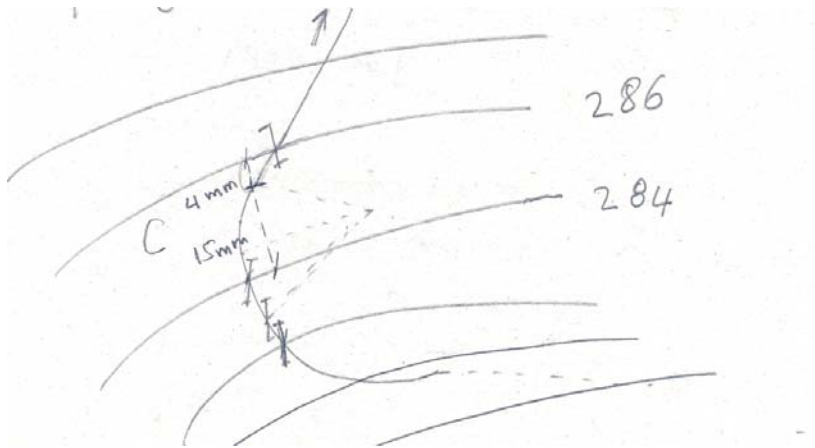
Kotları bilinen iki nokta arasında kalan aynı eğimdeki bir kısmın baş ve son noktaları arasındaki yükseklik farkı hesap edilir. Bu fark, noktalar arasındaki yatay mesafeye bölünerek o kısmın eğim oranı bulunur. Bu oran sırasıyla ele alınmış olan kısmın baş noktasından olan uzaklıklarıyla çarpılır. Bulunan değerler baş noktaya göre durumlarına göre ilave edilir ya da çıkarılarak bu profil noktasının kırmızı kotu bulunmuş olur.

Kırmızı Kot yapımı biten yolun profil noktalarının Kotunu oluşturur.

Boyuna profilde Kırmızı Hat ile Siyah Hat'ın birleştiği yerlerde ayrıca işaretlenir "G" (Geçki noktası) olarak rumuzlandırılır. Bu işlem, hacimleri daha sağlıklı hesaplanmasını sağlar.

8. Çizelgedeki kot farkları satırı; Kırmızı kot'dan Siyah Kot'un çıkarılması suretiyle bulunur ve işaretiyle birlikte çizelgeye işlenir. İşaretin (-) olması Kazı fazla, (+) olması Dolduru fazlası olduğunu gösterir.

Entepolasyona örnek:



Şekil 4.21. Entepolasyonun harita üzerinde gösterilmesi

19 mm. ← → 2 m. yükseliyorsa  
15 mm. ← → ? yükselir

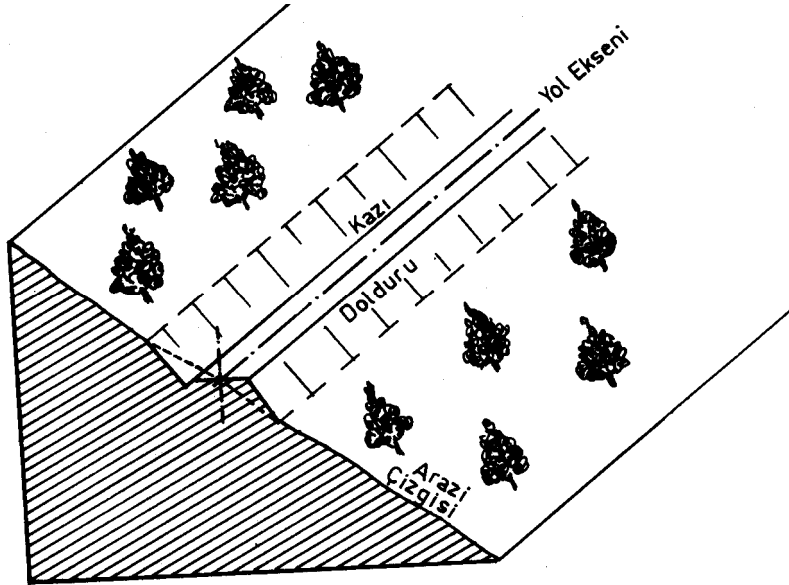
$$? = \frac{15}{19} \times 2$$

? = 1.58 m. yükselir

C. noktasının SİYAH KOT'u  $284 + 1.58 = 285.58$  olur.

### 1.11 Enine Profillerin Çizilmesi

Enine profil, ilgili profil noktasında boyuna profile dik olarak alınan düşey düzlemin araziye kesmesiyle elde edilen ara kesittir. En kesit, yol geçkisi boyunca, yol geçkisine dik olarak alınan kesit üzerinde, arazi çizgisinin elde edilmesi, yol eksenine dik yönde arazinin eğimini yani topografik yapısını ortaya koyar.

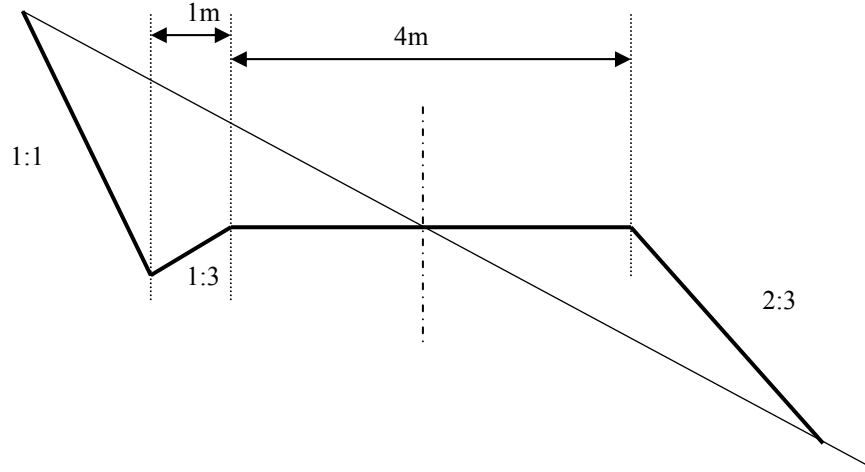


Şekil 4.22. Yolun kesit görünüşü

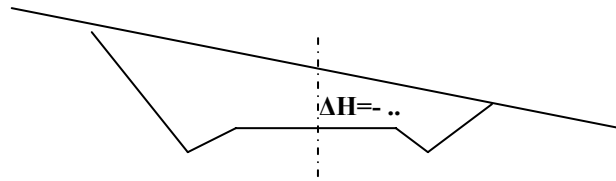
Şekilden de görüleceği üzere yol boyunca kazı ve dolduru hacimlerinin bulunması bu kesite bağlıdır.

Çabuk kolay ve doğru olabilmesi için milimetrik kağıda çizilir.

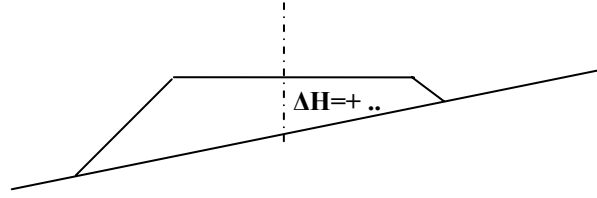




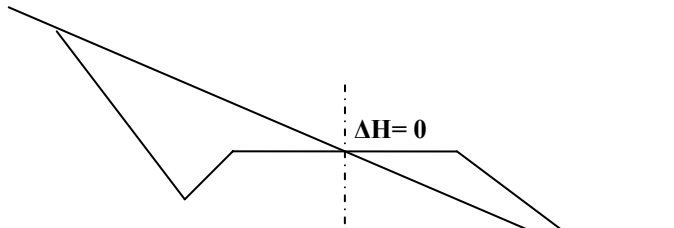
Şekil 4.24. B Tipi Bir Orman Yolu Standart Profili



a) Kazı Profili



b) Dolduru Profili



c) Karışık Profil

Profil Noktasının adı

$\Delta H =$  Kot farkı [ $+$ (Kazı fazla) veya  $-$ (dolduru fazla)]

$F_k =$  Kazı miktarı

$F_d =$  Dolduru miktarı

Yol genişletilmesi, genişletme miktarının yarısı yolun bir tarafından , diğer yarısı diğer tarafından olacak şekilde yapılacaktır.

Enine profillerin çiziminde karşılaşılan bir sorun da büz, menfez gibi bazı sanat yapılarının nasıl gösterileceğidir. Özellikle büzlerin.

Dere geçişlerinde veya bazı dereciklerde yol altından suların akıtılması gerektiği hallerde büz veya menfez gibi hidrolik yapıların enine profillerde mutlaka gösterilmesi gerekir. Bunun için dairesel büzlerden, tam metrelerce karşılık gelen büzlerin yerleştirilmesine özen gösterilir.

Yerleştirilen büzlerden, akan suyun oyucu etkisine karşı, Toprak şevlerin Taş ile kaplanması ya da büz ile aşağıya akıtılarak korunması gerekir.

Büzler derenin eğimine uydurularak yerleştirilir. Suyun bu yapıların içinde kolaylıkla akması için bu yapılara, en az %2, en çok %5 oranında bir eğim verilmelidir. Büzlerin tekerlek basıncından etkilenmemesi için yolun dolduru yüzeyinden en az 0,30 m derinlikte ve yol eksenine dik biçimde açılan hendeklere, ince bir kum tabakası serilerek yerleştirilmelidir. Zorunluluk olmadıkça da büzler toprak doldurular da çok fazla derine döşenmemelidir.

Büz veya menfez iki enine profil arasında yerleştirilecekse en yakın profil noktasında gösterilir ve uzaklığı (önce,sonra) ifadeleriyle açıklanır.

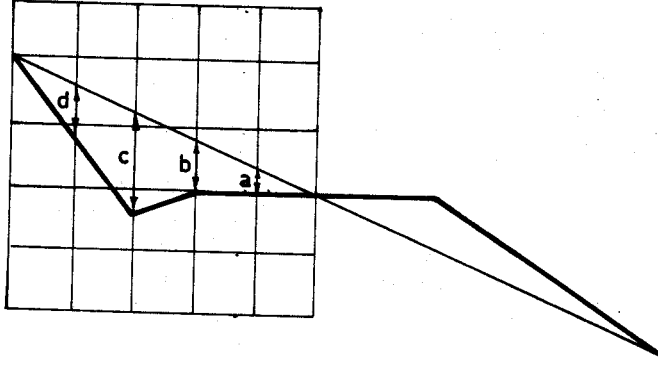
Enine profillerde diğer bir sorunda genellikle sağrılar üzerine inşaa edilecek olan kaşılaşma ve dönüş noktalarının gösterilmesidir.

Karşılaştırma veya dönüş yerlerinin yolun kazı veya dolduru tarafında mı olacağı arazinin yapısına ve materyal dengelemesindeki fark belirler. Diğer bir ifadeyle boyuna profil ve enine profillerden yararlanılarak dolduru fazlası halinde bu yerlerin kazı tarafına, kazı fazlası halinde ise dolduru tarafına inşaa edilmeleri gerekir.

### **1.11.1 Kazı ve Dolduru Alanlarının Hesabı**

Planimetre ile ölçümü yapılabileceği gibi alan formülü bilinmeyen şekil; bilinen şekillere (üçgen, yamuk,...) dönüştürülerek de hesap yapılabilir.



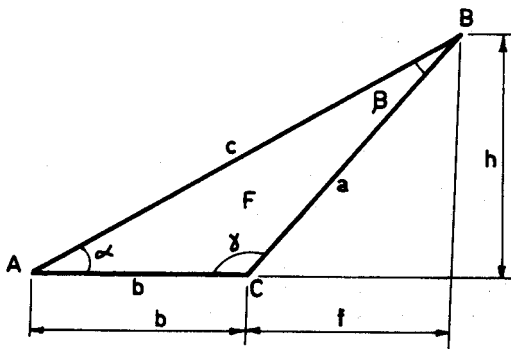


Şekil 4.25. Karelej yöntemiyle alan hesabı

$$\begin{aligned}
 F_{\text{kazı}} &= a \frac{1}{2} + \frac{a+b}{2} \times 1 + \frac{b+c}{2} \times 1 + \frac{c+d}{2} \times 1 + \frac{d+e}{2} \times 1 + e \times \frac{1}{2} \\
 &= \frac{1}{2} [ a + a + b + b + c + c + d + d + e + e ] \\
 &= \frac{1}{2} [ 2a + 2b + 2c + 2d + 2e ] \\
 &= \frac{1}{2} \times 2 (a + b + c + d + e)
 \end{aligned}$$

$$F_{\text{kazı}} = a + b + c + d + e$$

Yalnız bu yöntemin (karelaj) milimetrik kağıt üzerinde pratik olarak uygulanabilmesi için standart profilin kazı şevinin 10 mm'lik kalın çizgiye denk gelmesi gerekmektedir. Yani şevin arazi çizgisiyle başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki uzaklık tam (1,2,...) değerler olmalıdır. Böyle bir hataya maruz kalmamak için enine profiller bilinen alanlara bölünerek toplam alanının hesaplanması daha doğru olacaktır.



Şekil 4.26. Üçgen ve elemanları

$$1. \quad F = a \times h \frac{1}{2}$$

$$2. \quad F = \sqrt{u(u-a)(u-b)(u-c)}$$

$$u = \frac{a+b+c}{2}$$

$$3. \quad F = \frac{a \times c \times \sin B}{2} = \frac{b \times c \times \sin A}{2} = \frac{a \times b \times \sin C}{2}$$

$$4. \quad F = \frac{a^2 \times \sin C \times \sin B}{2 \sin(B+C)} = \frac{b^2 \times \sin C \times \sin A}{2 \sin(C+B)} = \frac{c^2 \times \sin B \times \sin A}{2 \sin(B+A)}$$

### 1.11.2 Kübaj Tablosunun Oluşturulması

Kübaj tablosu enine profillerde hesaplanan materyal miktarını kazı veya dolduru olarak genel toplamını ve her bir profildeki durumunu görmeye yarayan çizelgedir. Bu tablonun oluşturulması şu şekildedir.

1. Birinci sütuna profil noktalarının isimleri yazılır.
2. İkinci sütuna enine profildeki her bir profil için hesaplanan kazı miktarları m<sup>2</sup> olarak yazılır.
3. Üçüncü sütuna her bir noktada hesaplanmış olan dolduru miktarı yazılır.
4. Bu sütuna 2. sütundaki kazı miktarlarının birbirini takip eden kazı alanlarının toplamı yazılır.
5. Bu sütuna da 3. sütundaki dolduru miktarlarının birbirini takip eden dolduru alanlarının toplamı yazılır.
6. 4. ve 5. sütuna toplamları yazılan, birbirini takip eden profil noktalarının ara uzaklıkları yazılır. Bu uzaklıklar, daha önce boyuna profilin oluşturulmasında koordinat sisteminin altındaki çizelgenin üçüncü satırındaki ara uzaklıklardır.
7. Bu sütun; kazı materyalinin m<sup>3</sup> hacminin hesaplanabilmesi için daha önce 4. sütunda bulunan iki enine profil alanının toplamı değerinin 6. sütunda ifade edilen ara uzaklıkla çarpılması ve hacim formülü gereği 2' bölünmesi suretiyle oluşturulur.

8. Kazı hacminin tespiti için izlenen yol geçerlidir. Ancak, doldurularda eğimden dolayı materyalin aşağıya doğru kayması söz konusu olduğundan bu oranı bertaraf etmek için çıkan hacim miktarının %20 fazlasının alınması uygundur.
9. Bu sütuna 7. ve 8. sütunlardaki en az materyal miktarı yerinde kullanılacağından; yani kazı yapılacaksa da o profil noktasında dolduru yapılacaksa da o profil noktasında o kadar miktarda bu materyal kullanılacak ve uzaklaştırılacaktır. Bundan dolayı bu sütuna 7.ve 8. sütundan az miktarda olanı yazılır.
10. 9. sütuna yazılan miktardan geri kalan kısım hangi işlem sonucunda kalıyorsa o işlemin sütununa yazılır. Yani 10. sütuna kazı miktarı fazla olup 9. sütundan fazla alınmak suretiyle yazılır.
11. Bu sütuna da aynı suretle dolduru miktarı yerinde kullanılan kazı miktarından fazla ise fazlasını almak suretiyle bu sütuna yazılır.
12. Bu sütun kümülatif olarak oluşturulur. Şöyle ki; Kazı surumu + ile gösterilmek suretiyle bir sonraki profil noktasındaki materyal miktarının kazı(+) veya dolduru(-) durumuna göre aritmetik olarak ilave edilmesiyle oluşturulur (Çizelge 4.1 ).

Çizelge 4.1. Kübaj tablosunun oluşturulması

**KÜBAJ TABLOSU**

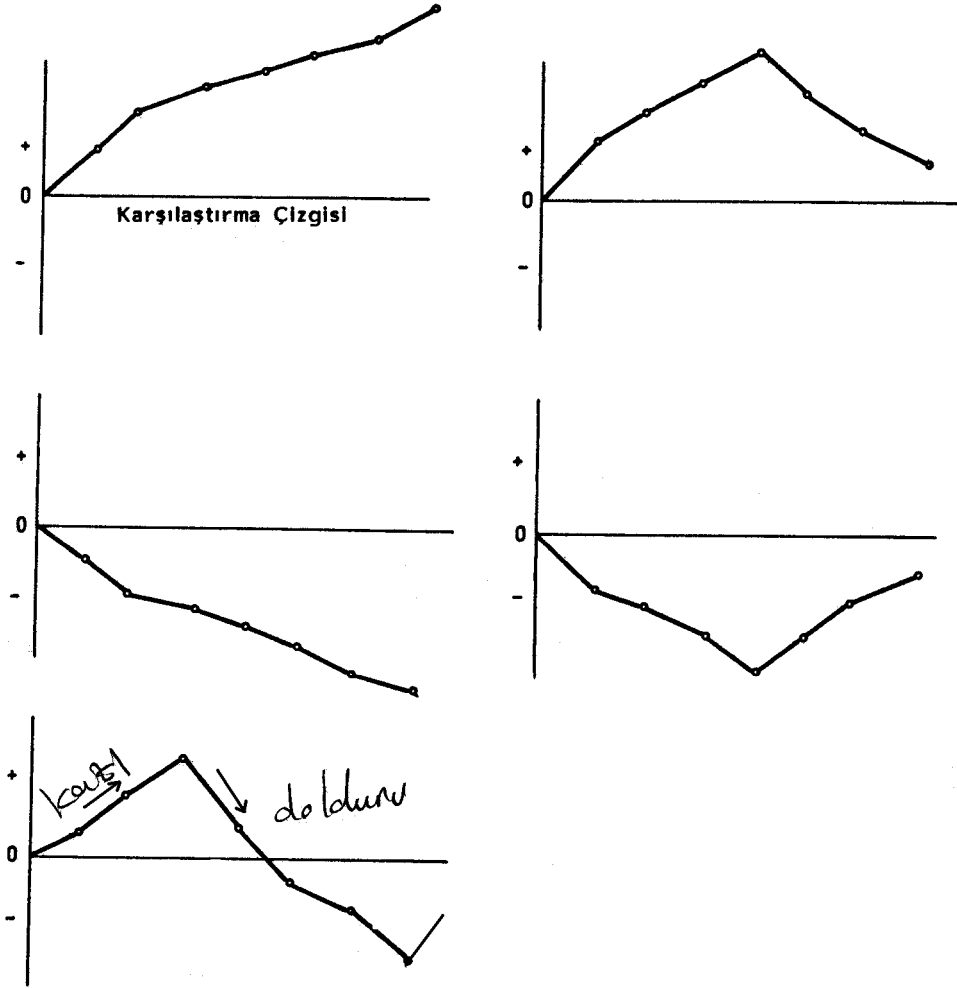
PROFİL NO	ENİNE PROFİL ALANI			ENİNE PROFİL ALAN TOPLAMI		L	İKİ PROFİL ARASINDAKİ MATERYAL HACMİ			MATERYAL KULLANIMI		İLGİLİ PROFİLDEKİ MATERYAL MİKTAR	
	KAZI	DOLDURU	0,8	KAZI	DOLDURU		M	KAZI	DOLDURU	YERİNDE KULLANIM	TAŞIMA		
											KAZI		DOLDURU
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1B	1,7	0,5		4,6	1,0		55,2	%20 14,4	14,4	40,8	-	0,00 +40,80	
2D	2,9	0,5	0,8	7,6	1,3	2	25,28	4,37	4,37	16,91	-	+57,71	
3KB	4,7	13,8		4,7	14,6	4	62,04	231,26	62,04	-	169,2	-111,51	
4KO	-	6,4		-	20,2	5,6	-	169,68	-	-	169,7	-281,19	
5KS	-	0,8		2,7	7,2	26	14,69	47,00	14,69	-	32,31	-313,50	
6D	2,7	0,1		5,9	0,9	4	9,20	1,68	1,68	7,52	-	-305,98	
7D	3,2					14,0							
						10,883,12							

## 1.12 Materyal Profiline Hazırlanması Ve Materyal Dağıtım

Kübaj tablosu; yol yapımı sırasında kazı ve dolduru miktarını, iki profil arasında kullanılacak materyal miktarını ve son olarak materyal kullanıldıktan sonra ilgili profildeki kalan kazı ve dolduru miktarı değerlerini vermektedir.

Ancak Kübaj Tablosu;

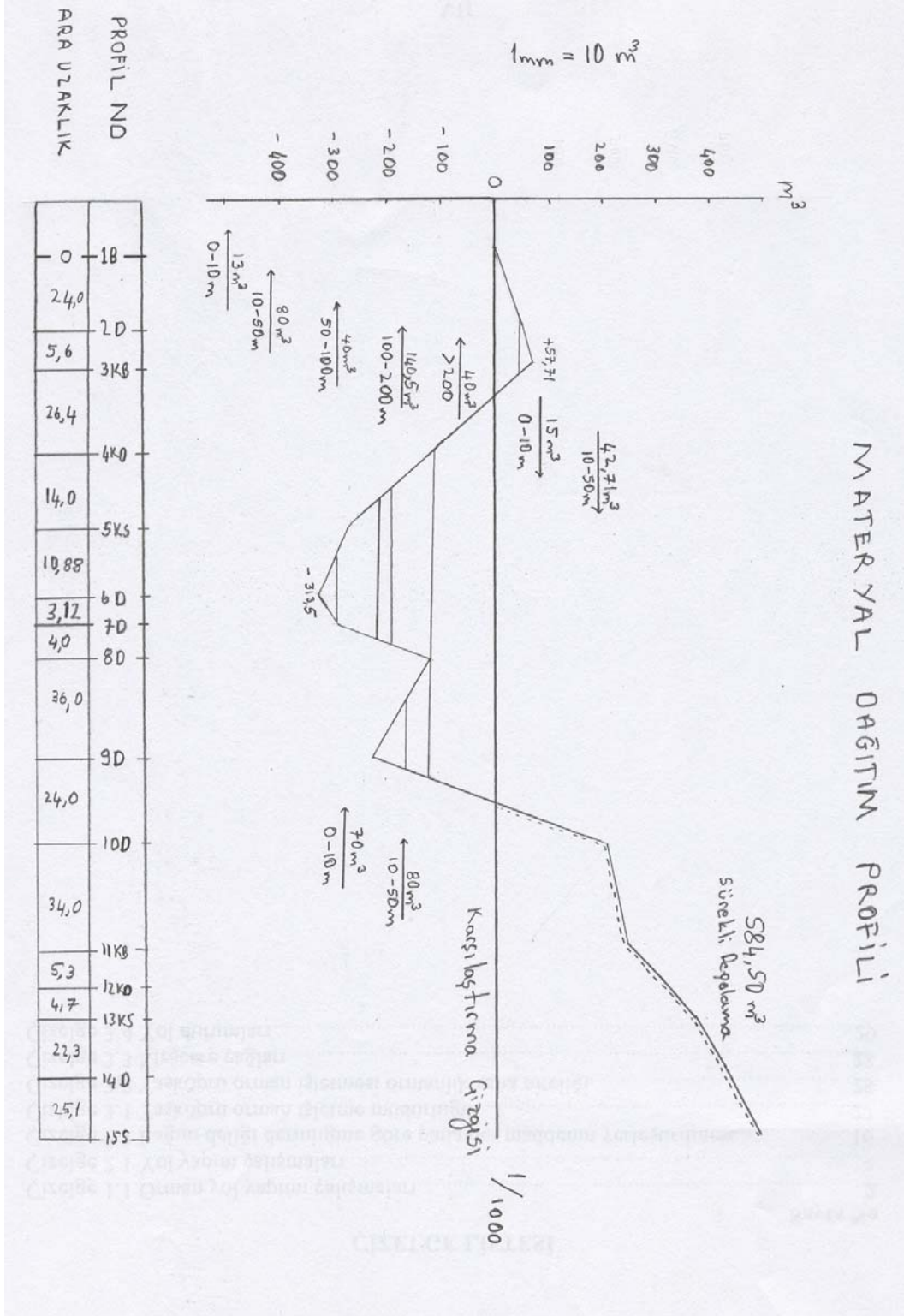
- Materyalin taşınması gerekiyorsa taşıma ile hangi uzaklığa götürüleceği
- Materyalin ileriye doğru, geriye doğru taşınmasının gerekeceği
- Materyalin eksik gelmesi halinde proje alanı içinden mi yoksa proje alanı dışından mı temin edileceği; yani kazanımların nasıl oluşturulacağı
- Kazı fazlası materyalin nasıl kullanılacağı konularında bilgi vermez. Bu sorulara cevap verebilmek için Kübaj Tablosunun son sütunundan faydalanarak "MATERYAL PROFİLİ" çizilir.



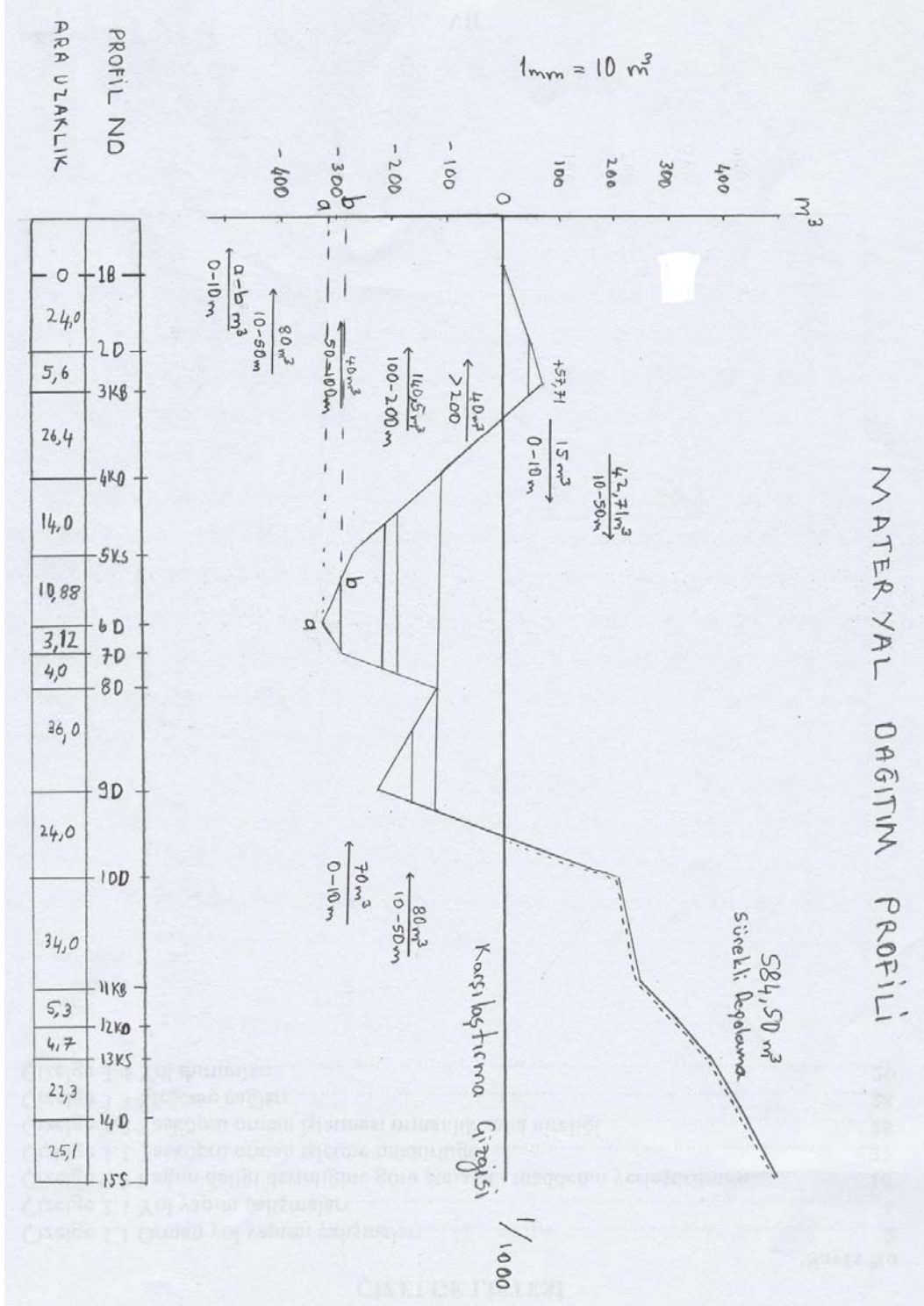
Şekil 4.27. Oluşabilecek Bazı Materyal Profili Örnekleri

Materyal dağıtım profiline oluşturulmasında, kolaylık sağlaması için Profilin altına profil noktalarının ve ara uzaklıkların gösterildiği bir çizelge oluşturulur. Böylece karşılaştırma çizgisinin

uzunluğu da belirlenmiş olur. Sınır taşıma mesafelerinde taşınacak olan materyal miktarının tespiti; apsis eksen (X) üzerinde gösterilen m<sup>3</sup> materyal miktarlarının farkını almak suretiyle bulunur (Şekil 4.28- Şekil 4.29).



Şekil 4.28. Materyal profilinin çizilmesine örnek



Şekil 4.29. Materyal profilinin çizilmesi

### 1.12.1 Materyal Profilinin Özellikleri

1. Herhangi bir max. noktasıyla ondan sonraki min. Noktası arasındaki yol daima *DOLDURU*, min. noktasından max. noktası arasındaki yol *KAZI* dır.
2. Karşılaşma çizgisinin üstünde ve altında kapalı alanlar oluşabilir. Bu alanlardan herhangi birisi hacim olarak birbirine eşit kazı ve dolduruyu gösterir. Kazı ve dolduru hacimleri alanın maksimum ordinatına eşittir. Alanın kirişi kazı ve doldurunun dengelendiği yol kısmını gösterir.
3. Herhangi bir materyal profiline ait kaç tane max. ve min. Noktası olursa olsun, her max. ve min noktasında karşılaştırma çizgisine çizilen paralel ile birbirini dengeleyen kazı ve dolduru hacimleri ile bu hacimlerim yol üzerindeki konumlarını saptamak olanağı vardır.
4. Materyal profilinin en son noktası tam karşılaştırma çizisi üzerinde ise bu bütün yol üzerindeki kazı ve dolduru hacimlerinin birbirini dengelediğini gösterir.

### 1.12.2. Depo ve Yandan Kazanım Yerleri

Herhangi bir materyal profilinde kazı materyalinin oldukça fazla olduğu yerlerde, kazı materyalinin sürekli taşıma işi yol yapım giderlerini arttıracığından ekonomik olmaz. Bu nedenle fazla kazı materyalinin projenin uygun bir yerinde depolanması gerekir.

Aynı şekilde dolduru eksiğinin çok fazla olduğu yerlerde, genelde yol kenarlarından materyal kazanılarak dolduru eksiği giderilir. İşte böyle yandan ek materyal kanma olayına *yandan kazanım* adı verilir.

Depolama ve yandan kazanım yerlerin rasgele seçilemezler. Depolama yerlerini seçerken bunların yol eksenine yakın yerlerde olması ve materyal dökmeye uygun yerler olmasına özen gösterilmelidir. Yandan kazanım yerlerinin seçiminde zeminin taşıma sırasında toprak kaymasına meydan verilmemesi, yandan kazanım yerlerinin yol ekseninden çok uzakta olmaması ve yandan kazanımın araziye tahrip etmemesi gibi faktörler göz önüne alınmalıdır.

### 1.12.3. Sınır Taşıma Mesafeleri ve Materyal Dağıtım Tablosu

Materyal profilinde sınır taşıma mesafeleri hangi miktarda kazı fazlası materyalin hangi uzaklığa taşınacağı ve hangi dolduru materyalini karşılayacağını bulmak amacıyla belirlenir. Orman yollarında sınır taşıma mesafeleri 0-10 m, 10-50 m, 50-100 m, 100- 200 m ve >200 alınır.



Sınır taşıma mesafelerine göre ayrılan materyal miktarlarını kontrol amacıyla son olarak bir materyal dağıtım tablosu düzenlenir. Bu tablo yardımıyla hangi miktarda materyalin hangi uzaklığa taşınacağı kolaylıkla izlenebilir.

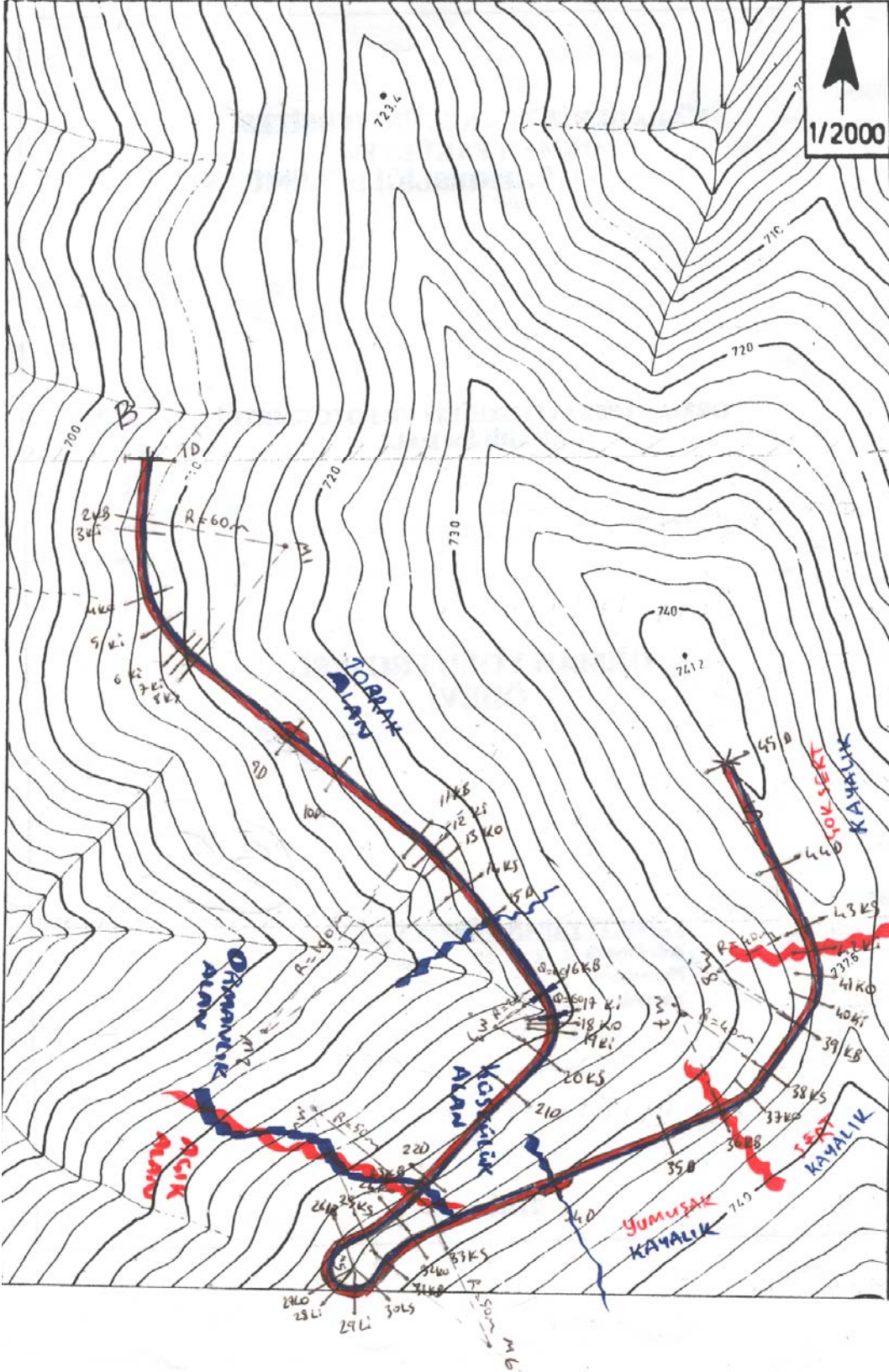
## MATERYAL DAĞITIM TABLOSU

Materyal Kazanımı		Materyal Kullanımı												
		Yerinde Kullanım	Dolduru						Başkaca Kazanım	Depolama				Diğer Kullanım
			Taşıma ile Dolduru							Taşıma Uzaklığı				
Kazi	Yandan Kazanım	Diger Kazanım	0-10 m	10-50 m	50-100 m	100-200 m	> 200 m	0-10 m	10-50 m	50-100 m	100-200 m	> 200 m		
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1714	-	-	727	26	94	30	158	-	-	181	-	-	-	-
				28	152	30	126							
				20	86	56								
<b>Toplam</b>	1714	-	727	74	332	116	284	-	-	181	-	-	-	-
<b>Kontrol</b>	1714		727+806+181											
	$\Sigma_{1,3}=1714$		$\Sigma_{4-16}=1714$											

### **1.13 Orman Yol Geçki Planının Çizilmesi**

Materyal profili çizildikten sonra yol projesi tamamlanmadan önce yol geçki planının da çizilmesi gerekir. Yol geçkisinin çizilmesinde esas, bir yolun arazide izlediği geçkinin yolun diğer elemanları ve arazi ile olan ilişkisini planda göstermektir. Yol geçki planı, belirlenen yol geçkisinin gerek o sırada var olan gerekse yolun ileride planlanacak diğer kısımları ile ahenkli bir bütün oluşturmadığının son kez kontrolünü sağlar. Ayrıca projeyi uygulayacak kişi veya işletmenin yol yapımına başlamadan önce yol geçki planına bakarak bir görüş sağlayabilmesi bakımından da önem arz eder.

Geçki planı üzerinde profil noktaları, kurp yarıçapı, zemin cinsi ve bitki örtüsü ayrımı, sanat yapılarının yerleri, yol genişliği, karşılaşma ve dönüş yerleri gibi yola ait unsurlar gösterilmelidir. Çizim ölçeği sıfır hattı geçirilen haritanın ölçeğine uygun olmalıdır(Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Konum planı

## 1.14 Teknik Rapor

Teknik raporun oluşturulmasın da dikkat edilecek hususlar bir örnek üzerinde görülerek, ayrıca izah edilmeyecektir.

# TEKNİK RAPOR

## 1. Giriş

Ekte projesi verilen orman yolu, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Samsun İşleme Müdürlüğü, Kavak Orman İşleme Şefliği yol şebeke planına ait Kavak – Demiköy orman yoluna aittir. Orman yolunun geçtiği yerde verimli Sarıçam- Kayın karışık koru kuruluşunda ormanlar söz konusu olup ormanda hektar başına ortalama cari artım  $3.1 \text{ m}^3$  olup ormanda hektar başına ortalama servet  $193 \text{ m}^3$  dür. Orman yolunun toplam uzunluğu 324 m olup yol üzerinde bulunan Çukurbük Köyü bu yol geçkisi ile bir yola kavuşmuş olacaktır. Köyün ulaşımının yaz ve kış aylarında kesintisiz sağlanması ile köy ürünlerinin pazarlanması açısından da önemi büyük olacaktır. Orman yolunun yapımı ile bölgede kış kesimi ve transportu da mümkün olabilecektir.

## 2. Yol Yapımından Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirilmesi

Orman Yolu yapımından önce orman ürünlerinin istihsalı (Üretimi) büyük problemler arz ediyordu. Bölge ortalama yol yoğunluğu 10 m/ha ve ortalama yol aralığı 1200 m olup kaydırma suretiyle bölmeden çıkarma sırasında büyük ölçüde meşcere ararları ortaya çıkıyordu. Aynı şekilde ortalama yol aralığının yüksek yüksek oluşu nedeni ile kısa ve orta mesafeli vinçli hava hatların çalıştırılması mümkün olamamakta idi. Bu hali ile  $1 \text{ m}^3$  tomruğun ortalama sürütme masrafı “34 000 000 TL” ye ulaşıyordu. Yol yapımından önce alanda bir orman yolu bulunmadığından ağaçların kesimi ve nakliyatı büyük bir sorun ortaya çıkarıyordu. Kesim işleri düzenli yapılamıyordu ve ormanın mekan düzeni bozuluyordu.

Orman yolu yapımından sonra orman ürünlerinin taşınması sırasında ortalama sürütme mesafesi  $150 \text{ m}^2$  ye düşürülmüş olup bu hali ile meşcere zararları da azaltılmış bulunmaktadır. Aynı şekilde bu hali ile kısa ve orta mesafeli vinçli, hava hatlarının da kullanımı imkan dahilinde girmiş bulunmaktadır. Bu yolun yapı ile  $\text{m}^3$  başına sürütme gideri 5 600 000 TL’ye düşecek ve kamyon nakliyatı  $\text{m}^3$  başına depoya kadar 6 000 000 TL değerini bulacaktır. Bu ise ideal bir değer olarak düşünülmektedir. Yol

yapımı ile işletmede transport işlerinin bir düzene kavuşması yanında ağaçlandırma, silvikültür, orman koruma ve orman bakımı gibi çalışmalarda yıllık programlara göre yürütülebilecektir.

### 3. Etütler

Kavak –Demirköy orman yolu geçkisinin projede görülen güzergahı yanında standartlara uygun daha iki geçki imkanı da belirlenmiştir. Bunlardan üsteki geçki aşırı kayalıklara rastlaması nedeniyle, alttaki geçki ise Çukurbük köyüne ulaşım imkanı sağlamayacağı ve sürütme mesafesini artıracığı nedeniyle dikkate alınmamıştır.

Seçilen geçki boyunca heyelan alanları, bataklık ve aşırı kayalık şeklinde bir engel bulunmamaktadır. Geçki boyunca zemin toprak, küskülük ve son 150 m’de yer yer kayalıklarda oluşmaktadır. Kayalıklar yumuşak ve sert kaya niteliğinde olup yol yapımı için bir engel çıkarmamaktadır.

Kayaların parçalanması sırasında yol aşağısında kalan meşcerelerin zarar görmemesi için kesilen ve değeri düşük olan ağaç gövdelerinin ve dallar yol dolduru tabakası bitiminde yol eksenine paralel olarak yerleştirilecektir. Bu şekli ile gerek doldurunun tutulması ve gerekse kayaların aşağıya yuvarlanmaması için önemli bir önlem alınmış olur.

Seçilen yol geçkisinde yol uzunluğu 324 m olup geçki boyunca %6.79 eğim kullanılmıştır.

Orman yolu B tipi tali orman yolu niteliğinde olup yol platformu genişliği 4.0 m hendek genişliği 1.30 m, hendek derinliği 0.50 m2dir Hendek üçgen kesitli olarak açılacaktır. Yol yapımı sırasında kazı sevi 3:2 dolduru sevi 2:3 olarak alınacaktır. En küçük kurp yarı çapı 18 m, en büyük kurp yarıçapı 24 m olarak alınmış olup bütün yol boyunca 2 adet kurp kullanılmıştır. Kurplarda, kurp yarıçapı kullanılmaması araç hızlarının taşıma sırasında aşırı şekilde düşmesini de önlemiştir.

Yol yapımı sırasında toplam olarak 1714 m<sup>3</sup> kazı oluşmaktadır.Bu miktar toplam yol uzunluğuna bölümü ile birim m başına 5.29 m<sup>3</sup> kazı ortaya çıkmaktadır. Bu ise böyle dağlık bir arazi için kabul edilebilir iyi bir değer olarak nitelendirilemez.

Kavak-Demirköy orman yolunda kil-kum-çakıl malzemedan oluşmuş 20 cm kalınlığında bir kaplama tabakası kullanılmış olup, bombeli olarak düzenlenecek bu kaplama tabakası altında kum-çakıl

malzemeden oluşuş 15 cm kalınlığında bir alt temel ve yine 15 cm kalınlığında bir temel tabakası düşünülerek üst yapı teşkil edilmiştir. Böylece orman ürünleri taşıyan ağır motorlu araçların yola zarar vermesi önlenmiş ve dolayısıyla alanda kış evsimi transportu düşünüldüğünden transportun yıl boyunca aralıksız sürmesi sağlanmış olacaktır.

Yol üstü sularının vadi tarafına akıtılması acıyla yaklaşık her 25 m’de bir olmak üzere yol üstü açık ahşap oluklar düşünülmüştür.

#### **4. Mülkiyet Durumu**

Kavak-Demirköy orman yolu tamamen devlet ormanları içinde projelendirilmiş olup geçki alanı içinde hiçbir şekilde tapulu veya tapusuz özel mülkiyet bulunmamaktadır.

#### **5. Yolun Yapım Bakım ve Onarımı**

Orman yolu yapımı sırasında D6 tipinde bir dozerin kullanımı veya buna denk eskavatör tipinde bir kepçeli yol yapım makinesinin kullanımı yeterli olacaktır. Yol yapımının yaklaşık bir ay içinde bitirileceği ön görülebilir.

Yol yapımını takiben özellikle toprak ve küskülük olan bölgelerde açıklık alanlarda Sarıçam veya hızlı büyüyen diğer bazı ağaç türleri ile kazı ve dolduru şevleri ağaçlandırılmalıdır. Bu amaç için Sedir kullanılabilir. Bazı alanlar çim tohumu atmak suretiyle son baharda yağışların henüz yeni başladığı sıralarda çimlendirilmelidir. Çimlendirilecek alan 140 m<sup>2</sup> olup 2D ile 10 KD noktaları arasındadır. Kazı ve dolduru şevi ağaçlandırılmaları için açılacak fidan çukurları 3’er m aralıklı olup toplam sayısı 240’dir.

Yol yapımı sırasında kazı ve dolduru şevlerinde ahşap erozyon setleri ve çitleri kullanılmak suretiyle aşağıdaki şekilde önlem alınmıştır.

Yol yapım özel sektöre ihale edilecektir. Bu nedenle de ihale birim fiyatları üzerinden yapım maliyeti hesaplanmıştır. Yola her yıl sürekli bakım yapılacaktır.

#### **6. Yol Yapım Giderleri**

Yol yapımından önce yol yapım alanına rastlayan ağaçlar kesilecektir. Ağaçlar için bir kesim ücreti tahakkuk ettirilmemiştir. Bu ücret istihsal giderleri içinde değerlendirilecektir. Bütün yol yapımı için harcanan miktar “7 845 438 000 TL” olup birim m başına düen yapım giderleri “24 214 315 TL” dir Bu miktar 2001 yılı ihale birim fiyatları ile hesap edildiğine göre oldukça ekonomik olduğu söylenebilir.

Yol bakımı için her yıl yol yapım giderlerinin %3’ü oranında bir ödenek ayrılmalıdır.

Orman Mühendisi

.....