

SERİ

B

CİLT

40

SAYI

4

1990

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



ORMAN YOLLARINDA BOYUNA TESVİYE VE HACİM GRAFİĞİ

Prof. Dr. Selçuk BAYOĞLU¹⁾

Kısa Özet

Genellikle karışık enkesitlerin söz konusu olduğu orman yollarının projelendirilmesinde enine hacim dengelemesi sağlandıktan sonra sınırlı ölçüde de olsa belirli enkesitler arasında ortaya çıkan kazı fazlaları ile dolgu noksanlarının dengelenmesi için yol eksenine boyunca materyal taşınması gerekmektedir. Boyuna tesviye için gerçekleştirilecek bu işlemin yol yapım masrafları üzerindeki etkisi de ancak taşınacak materyalin hacmi ve taşıma mesafelerinin belirlenmesi ile sağlanabilir. Bu amaçla orman yollarının özelliklerine uygun bir hacim grafiği ve dağıtım çizgisi çizilmesi yeterli olmaktadır.

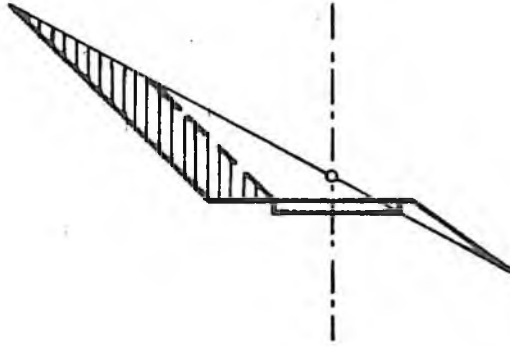
1. GİRİŞ

Orman yollarının projelendirilmesinde genellikle karışık enkesitler söz konusu olduğu ve özellikle sırım çizgisini esas alan bu projelendirmelerde her enkesitte kazı ve dolgu alanlarının dengelemesinin gerçekleştirilmesine çalışıldığı için boyuna materyal taşınmaları sınırlı ölçüde söz konusu olmaktadır. Bundan dolayı karayollarının projelendirilmelerinde gerek birbirini takip eden enkesit çiftleri arasında ortaya çıkan büyük kazı fazlaları ile dolgu noksanlarının dengelenmesi için boyuna materyal taşınması ve gerekse bu dengeleme sonucu artı kalan kazı fazlalarının depoya taşınması veya bunlarla giderilemeyen dolgu noksanlarının enkesitler dışından alınan ödünç materyal ile tamamlanması keyfiyeti ile orman yollarında herşeyden önce bu ölçüde karşılaşılmamaktadır. Bunun dışında gene klasik yöntemlerle projelendirilen orman yollarının yer aldıkları dağlık arazi şartları ile bunların genişlikleri ve benzeri sebeplerden dolayı sınırlı ölçüdeki boyuna tesviye işlemlerinden artan kazı fazlası materyal genellikle hemen bu hacimlerin söz konusu olduğu enkesitler arasında dolgu sevi üzerine atılarak yol genişliğini arttıracak şekilde yol kenarına depo edilmektedir (Şekil 1). Dolgu noksanları da gene bunların bulunduğu enkesitler arasındaki kazı şevinden yavaş kazılarak ödünç alınmak suretiyle giderilmektedir (Şekil 2). Böylece bu her iki durum-

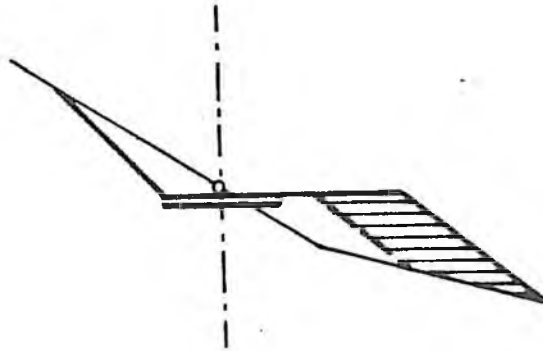
1) I. Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı.

da da boyuna tesviye için uzak mesafelere materyal naklinden büyük ölçüde kaçınılmış, ücretsiz taşıma mesafesi içinde gerçekleştirilen bu çalışma ile yol yapım masrafları minimize edilmiş olur. Daha açık bir ifade ile dağlık arazi şartlarının bir sonucu olarak enine hacim dengelemesinden artan kazı fazlası materyalin, ortaya çıktığı enkesitler arasında depo edilmesi, bu materyalin uzak mesafelere taşınarak hacim dengelemesi amacıyla kullanımından daha ekonomik ve daha uygun olmaktadır. Ancak tabiatın ve dolayısıyla ormanın büyük ölçüde zarar görmesinin söz konusu olmasında artan kazı fazlası materyalin daha başka bir yere taşınması (depo) veya dolgu noksanının karşılanması için materyalin enkesitler dışında bir yerden kazılıp götürülmesi söz konusu olur (ödünç).

Bu açıklamalardan da kolayca anlaşılacağı gibi kazı fazlası ve dolgu noksanının, dolayısıyla boyuna tesviye için materyal taşınmasının söz konusu olduğu orman yollarında hacim dengelemesinin sağlanması karayollarının projelendirilmesindeki Brückner Hacim Grafiği uygulamasından farklılıklar gösterecektir. Aşağıda orman yollarının projelendirilmesinde yararlanılacak hacim grafiği ve dağıtım çizgisinin geçirilmesi ile bu grafiğe dayalı olarak boyuna hacim dağıtım tablosunun düzenlenmesi ile ilgili esaslar üzerinde durulacaktır.



Şekil 1: Yandan ödünç

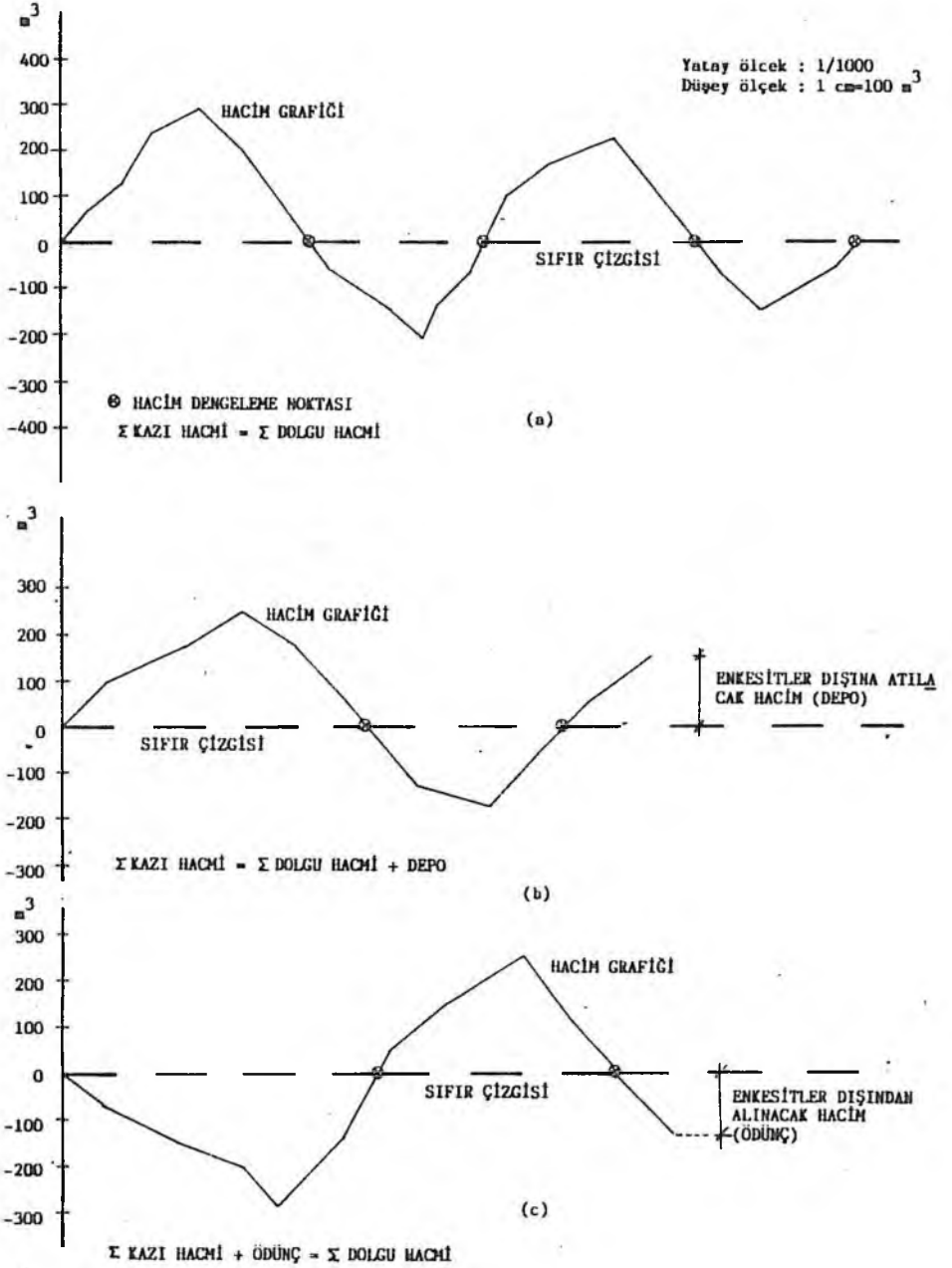


Şekil 2: Yana depo

2. HACİM GRAFİĞİ VE DAĞITIM ÇİZGİSİ

Enkesit alanlarına dayanarak düzenlenen Toprak Hacminin Hesabı ve Enine Tesviye tablosunda (Tablo 1), birbirini takip eden enkesit çiftleri arasında kazılacak hacim ile bu hacmin ne kadarının aynı enkesitler arasında kullanılacağı, ne kadarının boyuna tesviye amaçları için başka enkesitler arasına taşınabileceği gösterilmektedir. Boyuna materyal taşımaları belli ekonomik sınırlar içinde gerçekleştirilebileceği için enine tesviyeden sonra geri kalan kazı fazlası materyalin bir kısmını yol ekseni boyunca taşınarak başka enkesitler arasındaki dolgu noksanlarını gidermek için kullanılmakta, artan kısmı ise enkesitler dışına taşınarak uygun yerlerde toplanmaktadır (depo). Aynı şekilde boyuna taşımalarla giderilemeyen dolgu noksanları da enkesitler dışından kazılarak getirilen materyal ile giderilmektedir (ödünç). İşte bu hacim hareketleri, yani boyuna taşımaların miktarı, yönü ve mesafeleri Tablo 1'de 10. kolondaki kazı fazlasını (+), 11. kolondaki dolgu noksanlarını (-) kabul ederek bunların cebrik toplamlarını hesaplayıp 12. kolona yazdıktan sonra bu ordinat değerlerine dayanarak çizilecek hacim grafiği yardımıyla belirlenmektedir. Bu grafikte enkesitlerin yolun başlangıç noktasına uzaklıkları 1/1000 ölçeğinde olmak üzere yatay eksen üzerinde; ordinatlar ise bunların en büyük cebrik değerlerine göre seçilecek bir ölçükle (1 cm = 10 m³ veya 100 m³ gibi) ve işaretlerine göre yukarı veya aşağı doğru olmak üzere alınır. Böylece alınan yatay eksen sıfır çizgisi veya karşılaştırma ekseni, ordinat değerleri yardımıyla elde edilecek kırıklı çizgi de hacim grafiği olarak isimlendirilir (Şekil 3 a, b, c). Bu grafikte yükselerek seyreden kısımlar kazı fazlasını, alçalarak seyreden kısımlar ise dolgu noksanlarını ifade etmektedir ve bu grafik yardımıyla söz konusu hacimlerin boyuna taşımalarla dengelenmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Diğer bir ifade ile hacim grafiğinin yükselen kısımlarından alçalan kısımlarına doğru taşımalar yapılarak bu dengeleme sağlanacaktır. Bu taşımaların yönleri ve miktarlarını belirlemek amacıyla dağıtım çizgisi çizilir. Bu çizgi tam bir hacim dengesi sağlayabileceği gibi depo veya ödünç durumlarının ortaya çıkması sonucunu da doğurabilir. Şüphesiz burada en uygun olan, dağıtım çizgisi ile sıfır çizgisinin aynı olmasıdır (Şekil 3 a). Zira böyle bir durumda kazı fazlası ile dolgu noksanları birbirini karşılar, dolayısıyla depo veya ödünç durumu söz konusu olmaz ve en ekonomik hacim dağıtımı gerçekleştirilmiş olur. Bunun aksi durumunda ise ya depo ya da ödünç söz konusu olur (Şekil 3 b, c, 4, 5). Yukarıda da belirtildiği gibi dağlık arazide yer alan orman yollarının bir özelliği olarak enine tesviyeden arta kalan kazı fazlası materyalin, bunun ortaya çıktığı enkesitler arasında dolgu sevi üzerine serilmesi, genellikle uzunca mesafelerdeki dolgu noksanlarını karşılamak ve dengelemeyi sağlamak amacıyla taşınmasından daha ekonomik olabilir (Şekil 1). Buna paralel olarak dolgu noksanlarının da boyuna taşımalar yerine bunların bulunduğu enkesitler arasındaki kazı sevi tarafından ödünç malzeme alınarak karşılanması aynı şekilde genellikle amaca daha uygun olabilir (Şekil 2). Orman yolları yapımında tesviye ve taşıma işlerinde genellikle sadece angledozerlerden faydalandığı, ancak sarp ve kayalık arazide özel durumlarda traskavatör ve ekskavatörlerin sözkonusu olduğu, buna karşılık skreyper ve benzeri ekipmanların ise hemen hiç kullanılmadığı düşünülürse bu uygulamanın önemi kendiliğinden ortaya çıkar. Diğer taraftan kazı fazlası ve dolgu noksanlarının, buldukları enkesitler arasında ve dolayısıyla kendi içlerinde çözülmesi sonucu bu kesimlerde yol genişlikleri artmakta ve buralarda çevreden üretilen odun hammaddesinin taşınacağı kadar istiflenmesi için çok faydalı alanlar oluştururlar. Ancak böyle bir uygulama durumunda tabiata zarar verilmemesine ve peyzajın bozulmamasına özellikle dikkat etmek gerekir.

Bu açıklamalardan da görüleceği gibi hacim grafiğinde depo iki ayrı şekilde gerçekleştirilir. Bunlardan birincisi kazı fazlası materyalin ortaya çıktığı enkesitler arasında dolgu sevi üzerine dökülerek yol genişliğinin bir miktar artırılması buna kısaca **yana depo**; diğeri ise materyalin elde edildiği yerde depoya serilmesinin (tabiata zarar vermesi gibi) sakıncalı bulunarak uygun bir yere taşınıp bu işlemin gerçekleştirilmesi durumudur ki, buna da kısaca **taşınarak depo** adı verilebilir. Aynı şekilde dolgu noksanının giderilmesinde de iki farklı şekil söz konusudur. Bunlardan birincisi dolgu noksanının bulunduğu enkesitler arasında kazı sevi tarafından yamacı kazarak bu materyali

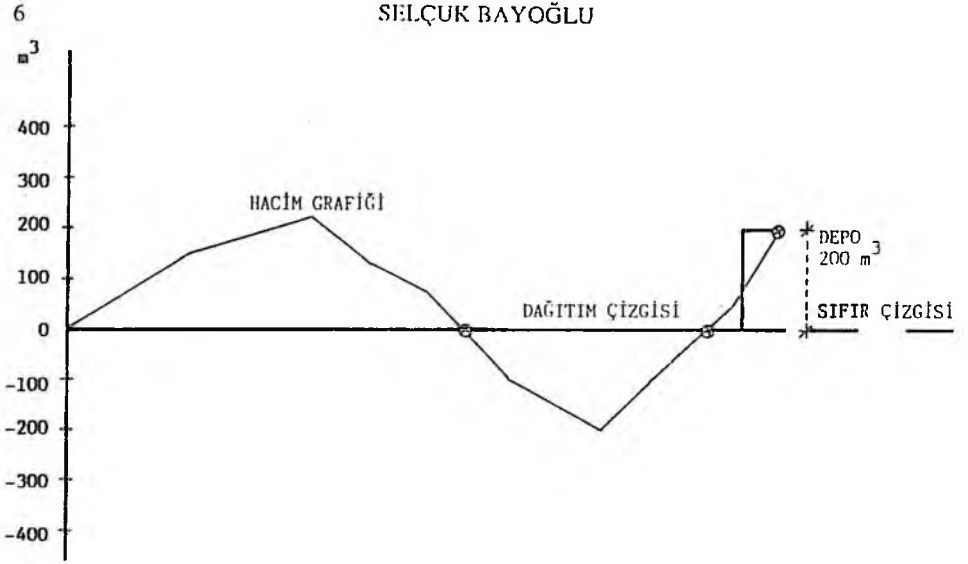


Şekil 3: a- Kazı ve dolgu hacimleri dengeli, b- Depo durumu, c- Ödünç durumu

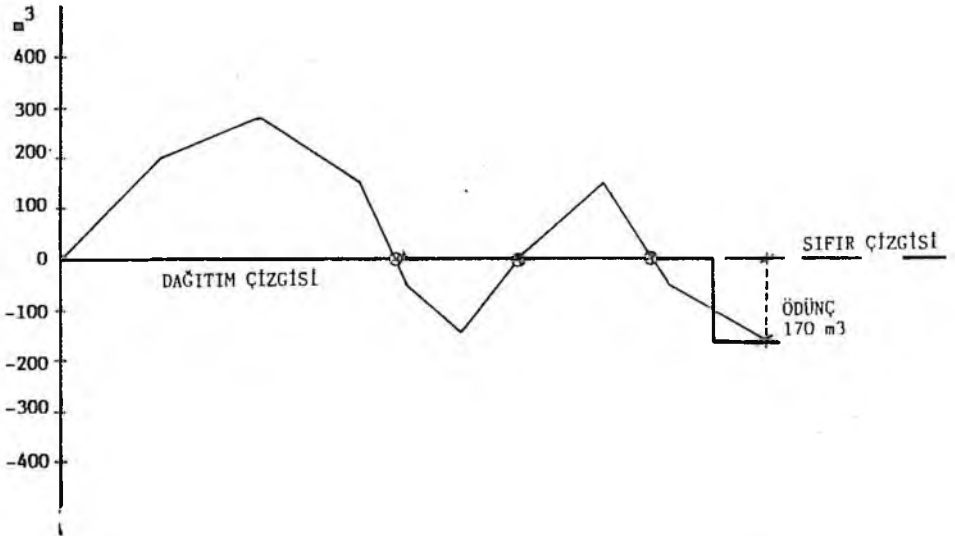
temin etmek ki, buna kısaca **yandan ödünç** adı verilebilir; diğeri de söz konusu enkesitler dışındaki bir yerden kazılarak elde edilen materyali buraya taşıyarak dolgu noksanını karşılamaktır ki, bu da kısaca **taşınarak ödünç** olarak ifade edilebilir.

Tablo 1. Toprak hacminin hesabı ve enine tesviye tablosu

Enkesit No.	Alanlar		Alanlar Ortalaması		Ara Mesafe	İlacım		Materyal Kullanımı			Ordinat
	Kazı	Dolgu	Kazı	Dolgu		Kazı	Dolgu	Enkesitler Arasında Kullanılan	Kazı Fazlası	Dolgu Noksanı	
	m ²	m ²	m ²	m ²	m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0+000	2.14	5.04	1.80	4.19	14	25	59	25	—	34	-34
0+014	1.46	3.34	2.54	2.91	19	48	55	48	—	7	-41
0+033	3.62	2.48	2.83	1.46	16	45	23	23	22	—	-19
0+049	2.04	0.44	1.33	1.99	17	23	34	23	—	11	-30
0+066	0.62	3.54	1.53	2.45	15	23	37	23	—	14	-44
0+081	2.44	1.36	2.90	0.90	17	49	15	15	34	—	-10
0+098	3.36	0.44	4.89	1.58	15	73	24	24	49	—	+39
0+113	6.42	2.72	5.97	5.15	13	78	67	67	11	—	+50
0+125	5.52	7.58	6.07	4.81	12	73	58	58	15	—	+65
0+138	6.62	2.04	3.31	4.46	14	46	62	46	—	16	+49
0+152	—	6.88	—	—	—	483	434	352	131	82	—



Şekil 4: Kazı fazlası hacmin dolgu noksanı hacimden fazla olması durumunda dağıtım çizgisi

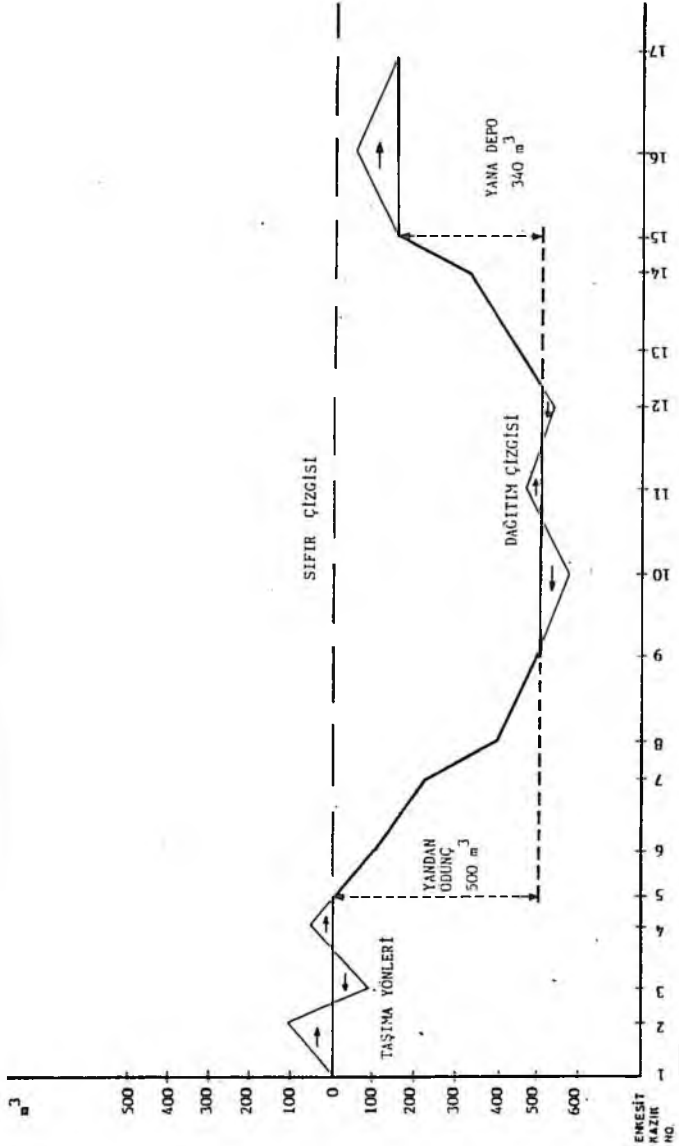


Şekil 5: Dolgu noksanının kazı fazlasından daha fazla olması durumunda dağıtım çizgisi

2.1 Dağıtım Çizgisinin Çizimi

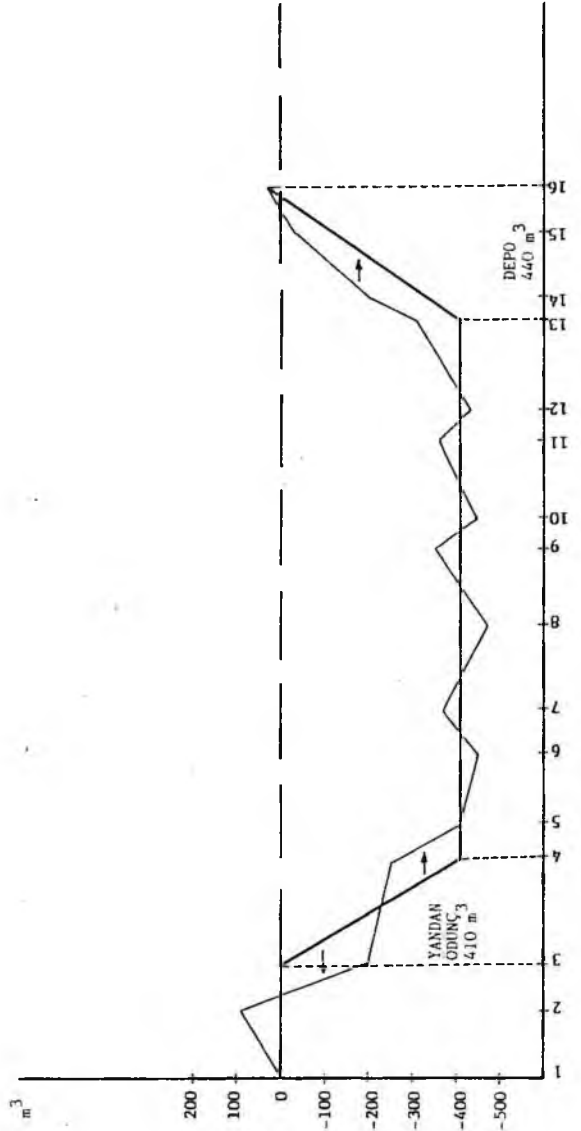
Hacim grafiği ile dağıtım çizgisinin her kesişme noktası o kesim için bir hacim dengelemesi ifade eder ve aşağıda açıklanacağı gibi herhalde projenin ilk ve son noktalarında hacim grafiği ile dağıtım çizgisinin aynı noktada birleşmesi gerekir.

Orman yollarında bir taraftan arazi şartları ve zeminin yapısı (yer yer kayalık ve yer yer zemin taşıma gücünün yetersizliği vb.) bir taraftan da bu amaçla kullanılan makinaların özellikleri (dozer, traktör, ekskavatör gibi) göz önüne alınırsa boyuna toprak taşımalarının ancak kısa mesafelerde mümkün olabileceği görülür. Bu hususun dağıtım çizgisinin geçirilmesinde gözden uzak tutulmaması gerekir. Diğer taraftan orman yollarında enkesitler çoğunlukla karışık enkesit şeklinde ortaya çıktığı ve hacim dengelemesinde yana depo ve yandan ödünç şeklindeki uygulama yaygın olduğu için dağıtım çizgisi bu bölümlerde hacim grafiğine yapışık olarak seyrederek (Şekil 6). Zira bu kesimlerde enine hacim dengelemesi vardır, fakat herhangi bir şekilde boyuna taşıma söz konusu değildir.

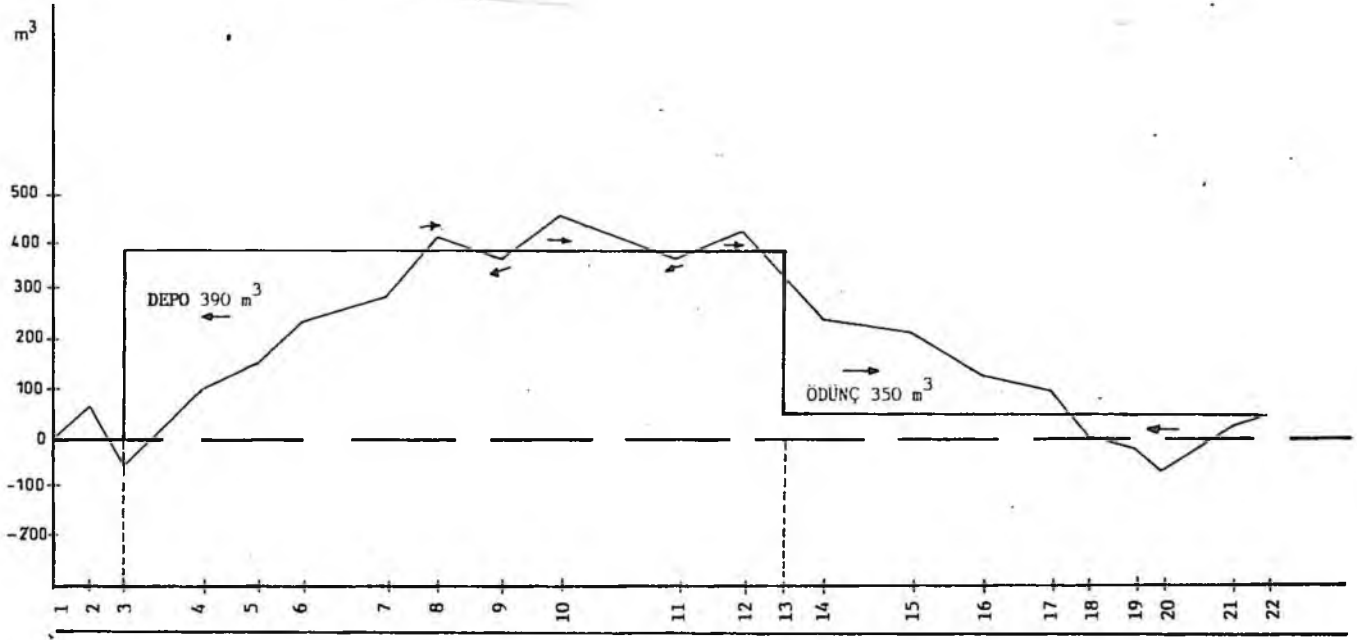


Şekil 6: Aynı enkesitler arasında (boyuna taşımasız) yandan ödünç ve yana depo durumu

Belirli enkesitler arasında kazı şevinden ödünç olarak aynı enkesitler arasındaki dolgu noksanını gidermek veya belirli enkesitler arasındaki kazı fazlası materyali gene bu enkesitler arasında dolgu şevi üzerine ilâve ederek depo işlemini gerçekleştirmek durumunda dağıtım çizgisi bu enkesitler arasında eğik bir çizgi şeklinde seyrederek (Şekil 7). Buna karşılık yolun belli bir kesiminden elde edilen kazı fazlası materyalin bu aradaki belli iki enkesit arasında depoya serilmesi veya gene yolun belirli bir kesimindeki dolgu noksanının giderilmesi için gerekli materyalin bu aradaki belli iki enkesit arasından sağlanması durumunda ise dağıtım çizgisi birbiri ile dik açı yapan parçalardan oluşur (Şekil 8). Hiç şüphesiz bu iki durumda da Şekil 6'daki durumun aksine boyuna taşıma söz konusu olur.



Şekil 7: Belli enkesitler arasında ödünç ve depo durumu (boyuna taşıma olarak)



Şekil 8: Belirli iki enkesit arasında depo ve ödünç durumu (boyuna taşımali olarak)

2.2 Hacim Grafiğinin Değerlendirilmesi İle İlgili Esaslar

Hacim grafiği esas itibariyle tesviye amacıyla taşınacak toprak hacimleri ve bunların taşınacakları mesafeleri belirlemek amacıyla çizilirler. Elde edilen bu sonuçlar da toprak işleri maliyet masraflarının hesaplanmasında kullanılır.

Yukandaki açıklamalarda da ifade edildiği gibi toprak taşımalarında taşımının yönü, uzaklığı ve miktarı ile ilgili değerlendirmelerde aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmaktadır.

- Taşımalar daima kazı fazlası olan kesimlerden (grafiğin yükseliş gösterdiği yerler), dolgu noksanı olan yerlere (grafiğin alçalarak seyrettiği yerler) doğru yapılır.

- Orman yollarında geniş uygulama alanı olan yandan ödünç yana depo durumlarında da hacim grafiğinin yükselen kesimlerinden yükselen dağıtım çizgisine doğru; alçalan dağıtım çizgisinden hacim grafiğinin alçalan kesimine doğru taşıma yapılır (Şekil 7). Diğer bir ifade ile taşıma daima yükselen dağıtım çizgisine doğru (depo) ve alçalan dağıtım çizgisinden (ödünç) yapılır.

- Dağıtım çizgisinin ayırdığı her bir kapalı alanda, yani bir taşımaya ait başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki kazı ve dolgu hacimleri toplamları birbirine eşittir ve bunlara ait taşıma mesafeleri de doğrudan doğruya hacim grafiğinden, dağıtım çizgisine çizilecek paraleller üzerinden ölçülerek belirlenebilir.

- Dağıtım çizgisinin üzerinde kalan alanlarda taşıma güzergâhın gidişi yönünde, yani soldan sağa doğru, altında kalan alanlarda ise aksi yönde, yani sağdan sola doğru yapılır (Şekil 6, 7, 8).

- Geçirilmesi düşünülen dağıtım çizgisine göre ortaya çıkacak taşıma yönü yol boykesitinin kıvrımı çizgi eğimleri ile karşılaştırılarak bu taşımaların iniş aşağı doğru mu, yoksa yokuş yukarı doğru mu yapılacağı hususu belirlenir. Şüphesiz taşımaların imkân ölçüsünde iniş aşağı doğru yapılması daha ekonomik olacağı için dağıtım çizgisinin geçirilmesinde bu hususa dikkat edilmelidir. Bu husus bugün ancak nadiren söz konusu olan inşaatın insan gücü ile yapılması ve boyuna materyal taşımalarının el arabası ile benzeri araçlarla yürütülmesi durumlarında daha büyük önem taşımaktadır.

- Genellikle orman yolları dağlık arazide ve dik yamaçlar üzerinde inşa edildikleri için boyuna materyal taşımaları da ekseriya ancak tesviye ile açılan platform üzerinde gerçekleştirilebilir. Bu da materyalin açılan platform boyunca çoğunlukla geriye doğru taşınması şeklinde ortaya çıkar. Dolayısıyla bu hususun da dağıtım çizgisinin geçirilmesinde göz önüne alınması gerekir. Çok özel durumlarda kullanılacak materyal arada bir noktada depo edildikten sonra esas gerekli olduğu kesime de taşınabilir.

Boyuna materyal taşımaları ile gerçekleştirilecek hacim dengelemelerinde her bir kapalı alanda taşınacak hacim için ya ortalama taşıma mesafesi belirlenir ya da bu alan içinde sınır taşıma mesafeleri işaretlenerek bu mesafelere yapılacak taşımalar belirlenir. Orman yolları için genellikle sınır taşıma mesafelerinin uygulanması daha uygundur ve bu mesafeler de yapım ve taşıma işlerinde kullanılan ekipman ile inşaatın yapılaş tarzına göre saptırılır. Yol yapım çalışmalarında materyal taşıma mesafeleri 20; 50; 100-200 m ile 200 m'den büyük olmak üzere sınırlanabilir ve buna göre taşınacak hacimler ile bunların taşınacağı mesafeler şu şekilde belirlenir:

m ³	0	-	20 m
m ³	20	-	50 m
m ³	50	-	100 m
m ³	100	-	200 m
m ³	>		200 m

Orman yollarında genellikle yapım çalışmaları için yamaç kazısına elverişli olan angledozerlerden yararlanılmaktadır. Ancak dik yamaçlarda tabiatın ve ormanın zarar görmesi sözkonusu ise bu taktirde dozer yerine ekskavatör, kazıcı kepçeli loader veya traskavatör gibi ekipmanlardan yararlanmak gerekmektedir. Zira bu makinalarla tesviyede kullanılacak materyali dolgu şevi oluşturulurken kontrollü bir şekilde yerine bırakmak ve böylece yamaçtan aşağı serbestçe yuvarlanmasını önlemek mümkün olabilmektedir. Buna ilâve olarak oluşturulan bu dolgu şevinin alt kenarına tesviye makinesinin (meselâ dozerin) bıçağının oturtulup sonra da yukarıya, kendine doğru çekilmesi ile bu şevin daha iyi bir şekilde sıkıştırılması da sağlanabilmektedir.

Hacim grafiğinin değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkacak taşıma mesafeleri için sözkonusu olacak taşıma araçları ve bunların maliyet masrafları ile ilgili olarak da aşağıdaki hususları belirlemek mümkündür.

- 20 m'ye kadar olan mesafelerdeki taşımalar doğrudan doğruya kazı işini yapan ekipman (dozer) tarafından gerçekleştirilir, zira bu mesafe sözkonusu makinaların direkt çalışma alanı içinde kalır. Bu sebeple orman yolları yapımında 20 m'ye kadar olan taşıma mesafeleri için ayrıca bir masraf hesabı yapılmaz ve bunlarda enine tesviyede kullanılan materyal gibi değerlendirilir.

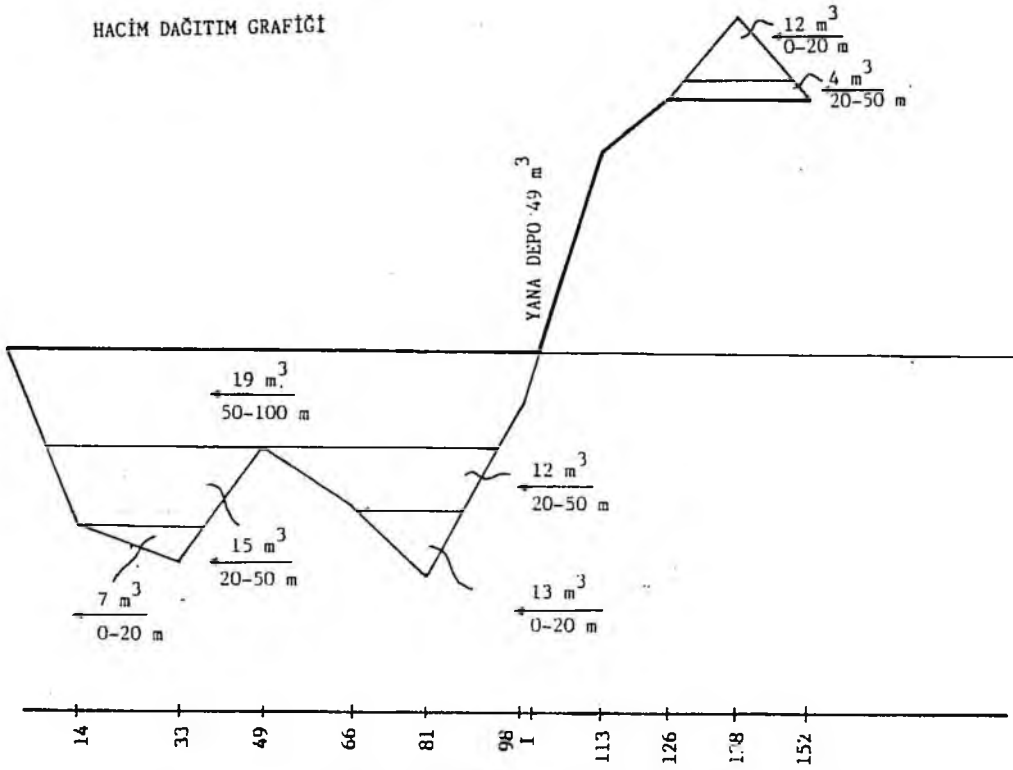
- 20-50 m arasındaki taşımalar da genellikle gene kazı işini yapan makina tarafından gerçekleştirilir. Bu amaç için ayrı bir taşıma aracının kullanılması hiçbir şekilde ekonomik olmaz. Ancak maliyet masraflarının hesabında bu taşıma işi karşılığı olarak kazı masrafına bir ilâve yapmak uygun olur.

- 50-100 m ile 100-200 m mesafelerdeki taşıma işleri için kazı işini yapan ekipman dışında başka bir taşıma aracının kullanılmasına gerek olup olmadığına hacim grafiği ve zemin şartlarına göre bir karar verilmelidir. Bir projenin değişik kesimlerinde bu mesafelere küçük miktarlarda taşıma yapılacaksa bu, çoğunlukla dozer veya loader yardımıyla gerçekleştirilir. Zira böyle durumlarda özel bir taşıma aracının iş yerine getirilip götürülmesi ekonomik olmaz. Buna karşılık 100 m veya 200 m mesafelere büyük miktarlarda toprak taşınması gereken durumlarda, zemin şartları elverişli olduğu taktirde damperli kamyonlar gibi lastik tekerlekli taşıyıcı araçlardan faydalanılır. Zira bunlar gerek bir defada taşıyabildikleri hacim ve gerekse yüksek hızları sebebiyle paletli araçlara nazaran çok daha yüksek verim sağlarlar. Ayrıca gerektirdikleri zaman da diğerlerinden % 30 - 70 daha azdır.

- Taşıma mesafelerinin 200 m'yi aşması durumunda ise zeminin taşıma gücü yönünden bir engel bulunmadığı taktirde mutlaka kazı makinaları dışında ayrı taşıma araçlarından faydalanmalıdır.

Taşıma masraflarının hesabına esas olmak üzere taşınacak materyalin taşıma mesafelerine dağılımı hacim grafiğinde sınır taşıma mesafelerini işaretlemek suretiyle belirlenir (Şekil 9). Burada her bir dengeleme alanındaki değişik mesafelere yapılan taşınacak hacimler toplamının bu dengeleme alanındaki maksimum ordinat ile gösterilen toplam hacme eşit olması gerekir.

Böylece düzenlenmiş bulunan toprak hacminin hesabı ve enine tesviye tablosundan da (Tablo 1) faydalanarak çizilen hacim grafiğinde belirlenen değişik mesafelere taşınacak toprak hacimleri, hacim dağıtım tablosuna (Tablo 2) taşınır. Bu tabloda projenin gerektirdiği kazı hacmi değeri



Şekil 9: Boyuna tesviye için taşınacak materyalin taşıma mesafelerine dağılımının belirlenmesi

Tablo 1'den alınarak bunun dışında yandan ödünç alınacak hacim ile diğer kazılardan (başka proje vb.) elde edilecek toprak hacimleri sırası ile 1, 2 ve 3 nolu kolonlarda; birbirini takip eden enkesitler arasında enine tesviye amacıyla kullanılacak hacim de 4 nolu kolonda gösterilir. Enkesitler arasındaki kazı fazlası hacimlerden boyuna tesviye için kullanılacak miktarlar taşıma mesafelerine göre 8, 9 ve 10 nolu kolonlara yazılır (yandan ödünç 0-20 m mesafeden alınacaktır).

Boyuna tesviyenin bu şekilde tamamlanmasından sonra artan kazı fazlası materyal de depoya taşıma mesafelerine göre 11, 12 ve 13, 14 nolu kolonlarda yer alır. Burada da yana depo edilecek materyal için taşıma sınırı 0-20 m'dir. Kazı fazlası materyalin başka bir amaçla kullanımı durumunda ise bunlar ayrıca tabloya eklenecek 16. ve 17. kolonlarda belirtilir.

Boyuna hacim dağıtım tablosunda kazı ve dolgu hacimleri yerlerine yazıldıktan sonra her kolondaki hacimler toplamı aşağıda gösterilir. Hesapların doğruluğunun araştırılması amacıyla ilk üç kolondaki kazı hacimleri toplamının genel toplam ile; bunların dışındaki bütün kolonlarda belirtilen kullanılacak hacimler ile depo ve ödünç hacimlerinin genel toplamının birbirine eşitliğinin sağlanması gerekir.

Tablo 2. Boyuna hacim dağıtım tablosu

	Kazılar			Kazı Materyalinin Kullanımı							Depo			
	Kazı Hacmi	Yandan Ödünç	Diğer Kazılardan	Enkesitler Arasında Kullanılan	Dolgularda						Taşıma Mesafesi			
					Taşınarak Dolgu						Taşıma Mesafesi			
					Kazı ve Yandan Ödünçten Taşımalar									
					0-20 m	20-50 m	50-100 m				0-20 m	20-50 m	50-100 m	
m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
483	—	—	352	7	15	19				49				
				13	12									
				12	4									
Toplam	483			352	32	1	19				49			
	$\Sigma 1 + \Sigma 2 + \Sigma 3$			352 + 82							+ 49			
	$-\Sigma 1 - 3 = 483$			$\Sigma 4 - 17 = 483$										

3. TÜRKİYE'DE ORMAN YOLLARI YAPIMINDAKİ UYGULAMA İLE İLGİLİ ESASLAR

Türkiye'de kamu kesimindeki her çeşit yapım çalışmalarında Bayındırlık Bakanlığı'nca tesbit edilmiş bulunan esaslara uymak gereklidir. Bu bakımdan orman yolları yapımında yukarıdaki teorik esasları açıklanan boyuna tesviye için toprak taşıma mesafelerinin belirlenmesinde ve taşıma masraflarının hesabında sözkonusu Bakanlıkça düzenlenen Fiyat Analizi Tabloları ile Birim Fiyat Cetvellerinde gösterilen esaslar gözönüne alınarak bir değerlendirme yapılması zorunludur. Gerçekten Fiyat Analizi cetvellerinde dozerlerle yapılan sert toprak kazıları için birim fiyat hesabında uygulanacak değerler şu şekilde verilmiştir:

Yerinde ölçülen 1 m³ sert toprağın kazılması ve kullanımı 1 m³ fiyatı

Poz. No.	Cinsi		
15004	kazı, yükleme, boşaltma sürme, düzeltme		
	Traktör-Buldozer (03.511)	0.0045	saat
	100 m mesafeye taşıma (7.004)	0.0046	k

(Bu fiyat karışık kesitlerde taşıma mesafesi M = 60 m olan kesimlerde uygulanır.)

Burada k = TL cinsinden taşıma katsayısı olup her yıl Bayındırlık Bakanlığı'nca belirlenmektedir ve 1993 yılı için bu değer 472.000 TL olarak verilmiştir. Bu, kullanılan motorlu aracın cinsi ve ağırlığı ne olursa olsun 8 saatlik gündeliğine eşit bir değerdir.

Bu açıklamalara göre orman yolları yapımında 60 m'ye kadar taşımalar birim hacim kazı masraflarına dahil edilmiştir, dolayısıyla ayrıca bir taşıma ücreti ödenmeyecektir ve sadece 60-100 m, 100-200 m mesafelere yapılacak taşımalar için taşıma masrafı hesap etmek yeterli olacaktır. Aynı husus depo için yapılacak taşımalar için de geçerlidir.

Buna göre 2 nolu tablonun bu esaslara göre yeniden düzenlenmesi gerekecektir. Aynı şekilde bu tabloyu sadeleştirmek bakımından 3. kolonda gösterilen ve proje dışındaki yerlerden gelebilecek "diğer kazılar"la gene artan kazı fazlasının proje dışındaki "diğer kullanım alanları" da ancak bazı özel hallerde sözkonusu olacağından, 16. ve 17. kolonların da çıkarılması durumunda Boyuna Hacim Tablosu ekteki şekle gelecektir (Tablo 3). Burada 1. kolonda yol yapımı için sözkonusu olan toplam kazı hacmi (1 nolu tabloda 7. kolondaki kazı hacimleri toplamı olarak); 2. kolonda dolgu noksanları için yandan alınacak ödünçler hacim grafiğinden taşınarak teker teker; 3. kolonda ise kazılan hacimden enine tesviye için kullanılacak hacim (1 nolu cetvelde 9 nolu kolondaki hacimler toplamı olarak) yer alacaktır. Aynı şekilde 4., 5., 6. kolonlarda yol yapımı için kazılan hacimden boyuna tesviye için kullanılacak materyal ile ödünç alınıp aynı amaçla kullanılacak materyalin hangi mesafelere taşınacağı hacim grafiğinden bulunarak yerlerine yazılacaktır. Diğer taraftan kazı fazlası materyalin boyuna tesviye için kullanılan arta kalan kısmının depoya taşınması gerekeğinden bunun da değişik mesafelere taşınacak miktarları, gene hacim grafiğinden elde edilerek 8., 9. ve 10. kolonlarda yerlerine yazılacaktır. Şüphesiz burada sözü edilen mesafelerden daha uzaklara taşıma gerekiyorsa bu amaçla boyuna tesviye için 7., depo için ise 11. kolonlar kullanılabilceği gibi ihtiyaca göre bu kolonların sayıları da artırılabilir.

Tablo 3. Boyuna hacim dağılım tablosu

	Kazılar		Kazı Materyalinin Kullanımı								
	Kazı Hacmi	Yandan Ödünç	Enkesitler Arasında Kullanılan	Dolgularda				Depo			
				Taşınarak Dolgu				Taşıma Mesafesi			
				Kazı ve Yandan Ödünçten Taşımalar							
			0-60 m	60-100 m	100-200 m m	0-60 m	60-100 m	100-200m m	
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	428	124	316	46	38	17		11 96	21	7	
Toplam	428	124	316	46	38	17		107	21	7	
	$\Sigma 1 + \Sigma 2$		$\Sigma 3 + (4 + 5 + 6 + 7) + \Sigma (8 + 9 + 10)$								
			316 + 101				+ 135				
	$\Sigma 1 + \Sigma 2$		552				$\Sigma 3$ 'ten 11'e kadar				

Örneğimizde (Tablo 3) 428 m³ kazı hacminin 316 m³ 'ü enine tesviye için enkesitler arasında kullanılmış (Tablo 1'den), geri kalan 112 m³ 'ün ise hacim grafiğinden elde edilen değerlere göre 46 m³ 'ü 0-60 m, 38 m³ 'ü 60-100 m; 17 m³ 'ü 100-200 m mesafeye taşınarak boyuna tesviyede kullanılmış, 11 m³ 'ü ise kazı fazlası olarak kalmış, bu da 0-60 m mesafeye (depoya) taşınmıştır. Aynı şekilde hacim grafiğinden belli bir kesimden, dolgu noksanını karşılamak üzere 124 m³ yandan ödünç alındığı ve bunun 96 m³ 'ünün 0-60 m 21 m³ 'ünün de 100-200 m mesafelere taşındıkları belirlenerek ait oldukları kolonlarda gösterilmiştir.

Yol yapımında yukarıda açıklandığı gibi 0-60 m mesafelere yapılacak taşımalar kazı masrafları içinde yer aldığı için ücretsiz olacak, yani bunlar için ayrıca bir masraf hesabı yapılmayacaktır. Buna karşılık 60-100 m ve 100-200 m mesafelere taşınacak beher ton zemin için ödenecek taşıma masrafları Bayındırlık Bakanlığı'nca düzenlenen Fiyat Analiz tablolarında "buldozer ve skreyper ile her cins kazı taşımaları" için verilen aşağıdaki eşilikten faydalanılarak hesap edilecektir (Poz No. 07.004):

$$F = 0.00023 \times k \times \sqrt{M} \quad \text{TL/ton}$$

Burada M = toprağın taşıma mesafesi (m); k = yukarıda açıklandığı gibi taşıma katsayısı; F = 1 ton zeminin verilen bir mesafeye (m) taşıma bedelidir. O halde 1 m³ toprak taşıma bedeli F değerini toprağın özgül ağırlığı (ton/m³) ile çarpmak suretiyle elde edilecektir.

Yukarıda belirtildiği gibi orman yolları yapımında toprak taşıma masraflarının hesabında sınıır taşıma mesafeleri esas alındığına göre örneğimizde 60-100 m için 100 m ve 100-200 m içinde 200 m taşıma mesafesi uygulanacaktır. Şu halde:

$$100 \text{ m için taşıma masrafı } F_1 = 0.00023 \times 472000 \times \sqrt{100} = 1086 \text{ TL/ton}$$

$$200 \text{ m için taşıma masrafı } F_2 = 0.00023 \times 472000 \times \sqrt{200} = 1535 \text{ TL/ton}$$

olarak elde edilir.

Kazılan zeminin özgül ağırlığı 1.6 ton/m³ ise

$$1 \text{ m}^3 \text{ toprağın } 100 \text{ m mesafeye taşıma masrafı } 1086 \times 1.6 = 1750 \text{ TL/m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 \text{ toprağın } 200 \text{ m mesafeye taşıma masrafı } 1535 \times 1.6 = 2450 \text{ TL/m}^3$$

olarak bulunur.

Boyuna hacim tablosunda (Tablo 3) 5. ve 6. kolonlarla 9. ve 10. kolonların toplam miktarları yukarıda verilen birim fiyat değerleri ile çarpılarak yol yapımında tesviyenin gerektirdiği toplam masraf hesap edilir.

K A Y N A K L A R

- ATALAY, İ. F. ve diğer. 1973. *Yol Yapım Notları, Karayolları Genel Müdürlüğü Yayın No. 210.*
 ERSOY, S. 1975. *Yapı Makinaları Cilt 2, İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi Sayı 1024.*
 KUONEN, V. 1983. *Wald-und Güterstrassen, Buchdruck Offset Mengis, 3930 Visp.*
 SONUÇ, T. 1975. *Karayolları Tekniği Cilt 1, Sermet Matbaası, İstanbul.*