

ESKİŞEHİR BÖLGESİNDE DOZERLE ORMAN YOL YAPIM TEKNİKİNİN İNCELENMESİ

Tolga ÖZTÜRK¹, Muhittin İNAN², Necmettin ŞENTÜRK¹

¹İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 34473 Bahçeköy/İstanbul,
tozturk@istanbul.edu.tr, inan@istanbul.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Eskişehir bölgesindeki ormanlarda orman yol yapım teknikleri, çevresel zararlar ve dozerin yol yapımı sırasındaki verimliliği araştırılmıştır. Çalışmada, yol üzerinde enkesitler alınarak dozerin kazı ve dolgu şevleri incelenmiştir. Yol yapımı esnasında maksimum dolgu şevi uzunluğu %70 eğimde 17 m olarak bulunmuştur. Dozerin maliyeti 8.5 \$/m olarak ve verimliliği ortalama 105.8 m³/saat olarak hesaplanmıştır. Bunun yanında, yol yapımı sırasında ağaçlarda meydana gelen zarar tipleri gözlemlenmiştir. Bu tipler yaralanma, eğilme ve kırılmadır. Yol yapımı esnasında %36-70 arasında değişen yamaç eğiminde yolun dolgu şevinde kalan ağaçların %40'ında zarar gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dozer, orman yol yapımı, çevresel zararlar, verimlilik

INVESTIGATION OF FOREST ROAD CONSTRUCTION TECHNIQUE BY BULLDOZER IN ESKİSEHIR REGION

ABSTRACT

In this study, forest road construction techniques, environmental damages and productivity by using bulldozer were researched in forested lands in Eskişehir region. In this study, cut and fill shapes of bulldozer were investigated. Maximum length of fill slope during road construction was found 17 m on 70% slope gradient. The cost of forest roads for bulldozer was calculated \$8.5 per meter and average productivity of bulldozer was found 105.8 m³/hr. The types of damages on trees are determined. These types are wounded, bending and crushing. 40% of trees under road fill during road construction are occurred for 36-70 % ground slope.

Key words: Bulldozer, forest road construction, environmental damage, productivity

1. GİRİŞ

Orman yollarının yapımında kullanılan ekipmanların seçimi yolun maliyeti, yolun hangi fonksiyonları yerine getireceği ve yol yapımının çevresel etkileri göz önüne alınarak yapılmaktadır. Ülkemizde orman yollarının yapım çalışmalarında mekanizasyona geçildikten sonra uzun yıllar boyunca farklı tiplerdeki dozerler kullanılmıştır (Acar ve Eker, 2003). Bunun yanında, özellikle son 10-15 yıldır orman yollarının inşasında hidrolik ekskavatörler de kullanılmaya başlanmıştır. Ekskavatörler özellikle dik arazilerde çevreye dost makineler olarak gözükmektedir. Bu tür alanlarda ekskavatörlerin yol yapım teknikleri çevresel zararları minimumda tutabilmektedir (Stjermberg, 1986). Bu nedenle, yamaç ortalama eğiminin %40'dan fazla olduğu alanlarda ekskavatörün tercih edilmesi daha uygundur (Bayoğlu, 1986). Yamaç eğiminin artmasıyla birlikte dozerlerin yol yapım çalışmaları sırasında yol inşaatının altında kalan meşçerelere büyük zararlar

verilebilmektedir. Erdaş (1986) yaptığı bir çalışmada, ekskavatörlerin kullanımı ile meşçeredeki çevre zararlarının azaldığını belirtmiştir (Erdaş, 1986).

Olumlu ve olumsuz yanlarına rağmen ülkemiz ormancılığında dozerler yol yapım çalışmalarında halen kullanılmaktadır. Bu makineler kazı çalışmalarında gerek güçleri ve gerekse dayanıklı olmaları nedeniyle en iyi verimi sağlayan araçlardır. Hız ve verimin fazla olması maliyeti de etkileyen en önemli faktörlerdir. Dozerler özellikle toprak ve küskülük zeminlerde oldukça verimli çalışan makinelerdir. Fakat kayalık alanlarda, kayaların geçilmesinde patlayıcı maddeye ihtiyaç duyabilmektedirler. Dozerin arkasında bulunan ripperler vasıtasıyla küçük kayalık alanların parçalanması ve geçilmesinin sağlanabilmesine rağmen, özellikle daha geniş kayalık alanların geçilmesinde ripperler ve dozerlerin gücü yetersiz kalmaktadır. Zemin tipi her ne olursa olsun arazinin yamaç eğimi yüksek olan dağlık mıntikalarda dozerlerin yol seviyesinden uzaklaştırdığı kazı materyalinin yuvarlanma mesafesi artmaktadır (Tunay ve Melemez, 2001). Yuvarlanma mesafesi arttıkça meşçere içerisindeki ağaç ve fidanlarda meydana gelen zarar miktarları da doğru orantılı olarak fazlalık göstermektedir (Öztürk vd., 2009).

Bu çalışmada, Eskişehir bölgesinde planlanan ve yapım çalışmaları gerçekleştirilen bir orman yolunda dozerlerin farklı zemin tiplerine göre verimi ve maliyeti bulunmuştur. Bunun yanında, dozerin yol yapım tekniği incelenmiştir. Yol yapımı esnasında yapılan yolun alt kısmında bulunan meşçereadaki ağaçlarda meydana gelen zarar tipleri ve zarar oranları belirlenmiştir.

2. MATERYAL ve METOD

Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Seyitgazi Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan bir orman yolu seçilmiştir. Bu işletme şefliğinin genel alanı 104 000 ha olup, ormanlık alanı 36 000 ha'dır. İşletme şefliği içerisindeki orman yollarının toplam uzunluğu 372 km'dir. Bölgeye ait ticari ağaçlar meşe türleri (*Quercus* sp.) ve sarı çam (*Pinus sylvestris* L.)'dir. Çalışma alanının denizden yüksekliği ortalama 1250 m'dir. Çalışmaya konu olan yolun toplam uzunluğu 2975 m olup, yolun platform genişliği 4 m ve hendek genişliği 1 m olarak planlanmıştır. Yol güzergâhı boyunca zemin toprak ağırlıklı olup, toprak tipi balçıktır.

Dozerin Teknik Özellikleri

Çalışma alanında orman yolunun yapım çalışmasında Caterpillar D7G marka dozer kullanılmıştır (Şekil 1). Dozerin teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Caterpillar D7G'nin teknik özellikleri (Anonim, 2008)

Özellikler	Değerler	Özellikler	Değerler
Ağırlık	20600 kg	Yakıt tankı	435 litre
Motor tipi	Cat 3306 turbo	Hidrolik tank	50 litre
Motor gücü	200 BG	Bıçak kapasitesi	4.2 m ³
Maksimum hız		Bıçağın yüksekliği	1270 mm
Öne	10 km/saat	Bıçağın genişliği	3660 mm
Arkaya	11.9 km/saat	Kazma derinliği	447 mm
Emniyet valf ayarları		Temizleme yüksekliği	1170 mm
Bıçak	15516 kPa	Maksimum kaldırma	720 mm
Riper	15513 kPa	Bıçak ağırlığı	3475 kg



Şekil 1: Caterpillar D7G

Metod

Yol yapım çalışmaları esnasında güzergâh boyunca belirli mesafelerde enkesitler alınmıştır. Bu enkesit noktalarında kazı-dolgu sevi eğimleri, yol platformunun genişliği, hendek genişlikleri, yamaç eğimi, kazı materyalinin yamaç aşağı yuvarlandığı mesafeler gibi tüm bilgiler toplanmış ve kayıt edilmiştir. Yol güzergâhı boyunca toplam 100 adet enkesit alınmıştır. Bu enkesitler içerisinde eğim gruplarına göre 20 adet enkesit seçilerek bu enkesit noktalarında yol inşaatı altında kalan meşcerelerdeki ağaçlarda meydana gelen zararlar belirlenmiştir. Öncelikle birbirini takip eden iki enkesit arasındaki mesafe belirlenmiş ve dolgu sevi başlangıcından kazı materyalinin yuvarlandığı en son noktaya kadar olan mesafeler ölçülerek bulunmuştur. Daha sonra, iki enkesit arasında kalan bu aralıktaki zarar gören ve zarar görmeyen ağaçlar tespit edilmiştir. Ayrıca ağaçlarda meydana gelen zarar tipleri de sınıflandırılmıştır.

Dozerin verimliliğini hesaplayabilmek için zaman etüdüleri yapılmıştır. Yol güzergâhı boyunca kazık noktaları göz önüne alınarak belirli mesafelerde güzergâh üzerine işaretler konulmuştur. Dozerin yol enkesitini oluştururken bu mesafelerin başlangıcında kronometre başlatılmış ve dozer işaretli alanının kazı ve dolgu çalışmalarını bitirdikten sonra kronometre durdurularak bulunan zaman kayıt edilmiştir. Farklı zemin tiplerine ve yamaç eğimlerine göre bu şekilde belirli örnek alanlar alınarak dozerin saatlik verimi bulunmuştur

(Şekil 2). Arazi çalışmalarında klizimetre, çelik metre, çap ölçer, kronometre, altimetre ve kayıt defteri kullanılmıştır.



Şekil 2: Dozer verimliliğinin hesaplanması için yapılan işaretlemeler

3. SONUÇLAR

Seyitgazi Orman İşletme Şefliğinde inşa edilen yolun toplam uzunluğu 2975 m olup, yol genişliği 4 m ve hendek genişliği 1 m'dir. Yol güzergâhı boyunca toplam 645 adet ağaç işaretlenmiş ve kesilerek güzergâhtan uzaklaştırılmışlardır. Yol güzergâhı boyunca toplam 6110 m³ kazı yapılmıştır. Bu kazı miktarının %57'si (3482.7 m³) toprak, %13'ü (794.3 m³) küskülük ve %30'u (1833.0 m³) kayalık zeminden oluşmaktadır. Yol güzergâhı boyunca patlayıcı madde kullanılmamıştır. Kayalık alanların geçilmesinde dozer arka kısmında monteli bulunan ripper aracılığıyla kayaları parçalayarak güzergâhı oluşturmuştur. Dozerin günlük çalışma süresi 8 saattir. Çalışma esnasında bir adet operatör ve bir adet operatör yardımcısı olmak üzere toplam iki işçi çalışmıştır.

Verim ve Maliyet

Yol yapım çalışması sırasında alınan enkesit bilgileri bilgisayar ortamına aktarılarak değerlendirilmiştir. Bu yol yapım çalışmasında ortalama kazı genişliği 7.47 m olarak hesaplanmıştır. Yolun toplam uzunluğu 2975 m olduğuna göre yol yapım çalışmasından etkilenen orman alanı yaklaşık 2.20 ha'dır. Yol yapımı sırasında meydana gelen kazı materyali dozer tarafından yoldan dışarıya doğru atılmaktadır. Yoldan dışarı doğru atılan bu kazı materyalinin yuvarlanma mesafesi 2 ile 17 m arasında değişiklik göstermiştir. Ortalama yuvarlanma mesafesi 10 m olarak alınmıştır. İnşa edilen yolun başlangıcı bir sırt yolundan olup daha sonra yol bir dereyi takip etmekte ve sonra bir yamaç yolu olarak devam edip başka bir orman yoluna bağlanarak son bulmaktadır. Dere yolu olarak devam ettiği bölümde (yaklaşık 1 km) kazı materyali dere yatağına kadar yuvarlanmıştır.

Yolun toplam maliyeti 25 500 \$ olup, metre olarak maliyeti 8.5 \$'dır. Dozerin verimlilik çalışmalarında zemin tipi toprak, küskülük ve kaya olarak alınmış ve eğim grubu olarak arazi şartlarına göre %35-45 eğimler arasındaki verimliliği hesap edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2: Farklı zemin tiplerine göre dozerin verimliliği

Eğim (%)	Zemin tipi	Enkesitler arası mesafe (m)	Verimlilik (m ³ /saat)
35-45	Soil	15 m	189.0
35-45	Loose rock	15 m	83.7
35-45	Rock	15 m	44.8

Tablo 2'de görüldüğü üzere aynı eğim grubunda dozerin toprak zemindeki verimi 189 m³/saat olurken, kuskülük zeminde verim 83.7 m³/saat ve kayalık zeminde verim 44.8 m³/saat'e düşmektedir. Kayalık zeminde verimin düşük olmasının en büyük nedeni dozerin kayalık bölgeyi riperi kullanarak söküp çıkarabilmesi için çok sık dönüş manevrası yapmasından dolayıdır. Her dönüş hareketi için makine zaman kaybetmekte ve yakıt kullanımı artmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3: Kayalık alanlarda riperin kullanılması

Çevresel Zararlar

Bu çalışmada yol yapımı esnasında inşa edilen yolun dolgu sevi kısmında kalan ağaçlarda meydana gelen zararlar ve zarar tipleri incelenmiştir. Dozerin yol güzergâhından iterek uzaklaştırdığı ve yerçekimi etkisine bağlı olarak yuvarlanan kazı materyali toprak ve kayalar yol altındaki ağaçlara zarar vermiştir. Ağaçlarda meydana gelen ve gözlemlenen zarar tipleri şu şekilde sınıflandırılmıştır:

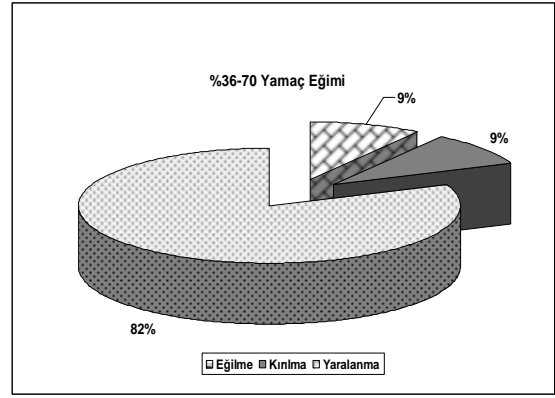
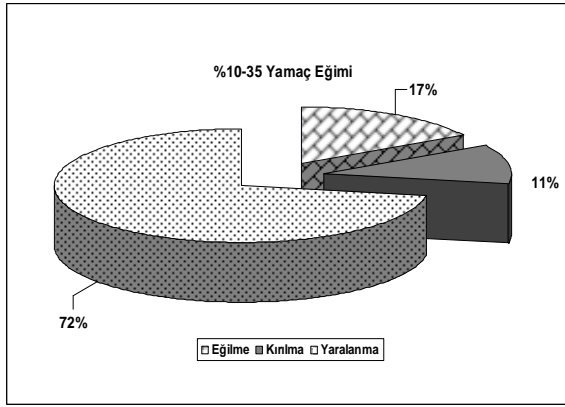
1. Ağaç kabuklarının yaralanması
2. Ağaçların eğilmesi
3. Ağaç tepelerinin ve gövdelerinin kırılması

Çalışma alanında örnek olarak seçilen enkesitler arasında kalan alandaki tüm zarar görmüş ve görmemiş ağaçlar sayılarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Arazi eğiminin %10-35 arasında değiştiği alanlarda yol inşaatı altında kalan toplam 123 ağaçtan 18 tanesi zarar görmüştür. Yamaç eğiminin %36-70 arasında olduğu örnek alanlarda sayılan toplam 131 ağaçtan 53'ü çeşitli şekillerde zarar görmüştür. Zarar oranı eğim gruplarına göre sırasıyla %15'den %40'a çıkmıştır.

Tablo 3: Zarar gören ağaçların sayısı ve oranı

Makine tipi	Ortalama arazi eğimi (%)	Zarar gören ağaç sayısı	Zarar görmeyen ağaç sayısı	Zarar tipleri			Toplam ağaç sayısı	Zarar oranı (%)
				Eğilen ağaç sayısı	Kırılan ağaç sayısı	Yaralanan ağaç sayısı		
Dozer	10-35	18	105	3	2	13	123	15
	36-70	53	88	5	5	43	131	40

Buradan da anlaşılacağı üzere yamaç eğimi arttıkça yol platformundan aşağı doğru yuvarlanan kazı materyali meşçere içerisindeki ağaçlara daha fazla zarar vermektedir. Ağaçlarda meydana gelen zarar tiplerinden en fazla görüleni kabuğun yaralanmasıdır. Daha sonra eğilme ve kırılma zararları görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4: Ağaçlarda meydana gelen zarar tiplerinin eğim sınıflarına göre oranları

Yamaç eğimi arttıkça ağaç kabuklarında meydana gelen zarar oranı da artmaktadır (%82). Ağaç kabuklarında meydana gelen zararlar genellikle göz ardı edilmektedir. Fakat bu zararlar özellikle uzun dönemlerde orman için daha büyük sorunlar çıkarabilmektedir. Bölgesel olarak kabuk böceklerinin yayılışı içerisinde olan ormanlarda yol yapımı sırasında meydana gelen kabuk zararları bu ağaçlarda sekonder zararlı böceklerin çoğalmasına sebep olabilmektedir. Yol yapımı sırasında ağaçlarda görülen zararlar Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5: Dolgu şevlerindeki ağaçlarda meydana gelen eğilme ve kabuk yaralanmaları

Orman yolunun yapımı sırasında meydana gelen bu zararlardan başka yolun dereye olan etkisi de göz önünde bulundurulmuştur. Özellikle yolun dereyi takip ettiği yaklaşık bir km'lik kısmında yoldan çıkan kazı materyali dere tabanını etkilemiştir. Bazı dar noktalarda derenin içerisindeki akışın yönünü değiştirebilecek kadar daralmalar gözlemlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6: Kazı materyalinin dere tabanına akması

Bu çalışmada, ince çaplı ağaçların kalın çaplılara göre daha fazla zarar gördüğü ve özellikle kırılma zararlarının ön plana çıktığı belirlenmiştir. Çevresel zararlara neden olan faktörler şunlardır; arazinin eğimi, bitki türü, bitki yoğunluğu, yuvarlanan kayaların büyüklüğü, kazı materyalinin hacmi. Özellikle yüksek eğimlerde (%36-70) yol altında kalan ağaçların %40'ı uç yaralanma şeklinden birine maruz kalmıştır. Tunay ve Melemez (2004), Antalya bölgesinde yaptıkları benzer bir çalışmada yamaç eğiminin %51'den büyük olduğu alanlarda zarar oranının %55 olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, yol güzergâhı boyunca yamaç eğimleri %30-70 arasında değişiklik göstermiştir. Yol güzergâhı boyunca yapılan enkesit ölçümlerinde yol inşa genişliği ortalama 7.47 m olarak hesaplanmıştır. Tunay ve Melemez'in çalışmasında ise, %36-50 yamaç eğimleri olan çalışma alanında yol inşa genişliği ortalama 12.18 m olarak hesaplanmıştır (Tunay ve Melemez, 2004). Diğer yandan yapılan bu örnek yolun maliyeti 8.7 \$/m olarak hesaplanmıştır. Winkler (1999) tarafından Bhutan - Himalaya'larda dozer ile yapılan orman yolunda ise benzer koşullarda yol yapımı 6.1 \$/m olarak bulunmuştur.

Benzer diğler bir çalışmada yamaç eğiminin %30-50 arasında olduğu bir alanda yol yapım maliyeti 15-25 \$, yamaç eğiminin %50'den daha fazla olduğu bir alanda ise 8-15 \$ arasında değiştiği belirlenmiştir (Anonim, 2005).

4. ÖNERİLER

Bu çalışmanın işığında aşağıdaki bazı öneriler ortaya konmuştur;

- Orman yollarının yapımında dozer, ekskavatör ve greyderlerin kombine çalışması yapılan için hızını ve kalitesini artırmaktadır. Gzergh üzerinde bulunan kayalık alanların geçilmesinde ekskavatörlerin kırıcı ekipmanının kullanılması yolun inşasında zaman ve hız kazandırmaktadır. Bundan dolayı, mümkün olduğunca orman yollarının yapım çalışmalarında bu kombinasyon uygulanmalıdır.
- Arazi yamaç eğiminin %40-45'in üzerinde olduğu alanlarda buldozerlerin kullanımı çevreye zararı artırmaktadır. Bu tür eğimli ve sarp arazilerde ekskavatörlerin kullanımı tercih edilmelidir.
- Özellikle dere yollarında yol gzerghi dereye çok yakın olarak geçmemelidir. Yağışın çok olduğu Karadeniz bölgesi gibi alanlarda derelerin kazı materyali ile doldurulması ilerki zamanlarda sel olaylarına neden olabilmektedir.

TEŐEKKÜR

Bu alışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından UDP-6343/15032010 sayılı proje ile desteklenmiştir.

5. KAYNAKLAR

- Acar, H.H. ve Eker, M., 2003. The use of excavators in forest road construction and their environmental benefits. *Journal of South-West Anatolia Forest Research Institute* 5, 98-128.
- Bayoğlu, S., 1986. Ormancılıkta mekanizasyon ve gelişmesi. Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği 1.Ulusal Sempozyumu, MPM Yayınları No.339, Ankara.
- Erdaş, O., 1986: Orman yollarında proje ve yapım tekniğine bağlı olarak kazı ve taşıma makinelerinin rasyonel kullanımı. Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği 1.Ulusal Sempozyumu, MPM Yayınları No.339, Ankara.
- ztrk, T., İnan, M. , Akgl, M., 2009. Environmental damages of forest road construction by bulldozer on steep terrain. *African Journal of Biotechnology*, 8(18), 4547-4552.
- Anonim, 2005. Private Access Road Construction. Division of Forest Research, Second Edition, N.C.
- Anonim, 2008. Caterpillar technical catalog. www.borusan.com.tr
- Stjermberg, E.L., 1982. The Use of Hydraulic Backhoes in Forest Road Construction: Centre and Eastern Canada. Feric Publications, No 59, Canada.
- Tunay, M. ve Melemez, K., 2004. The assessment of environmentally sensitive forest road construction technique in difficult terrain conditions. *I.T.U. Journal of Engineering*, 3 (2-3-4-5), 3-10.
- Winkler, N., 1999. Environmentally Sound Forest Infrastructure Development and Harvesting in Bhutan. FAO Forest Harvesting Case Study 12, Rome.