

Zor arazi koşullarında çevreye duyarlı orman yolu inşaatı teknığının değerlendirilmesi

Metin TUNAY*, **Kenan MELEMEZ**

ZKÜ Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın

Özet

Bu çalışmada, dozer ve ekskavatör makine türleri ile dik eğimli arazide (% 35-50) örnek alanlar seçilerek incelemeler yapılmış, orman yollarının yapımı sırasında ormana verilen doğrudan çevresel zararlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, orman yolu inşaatlarının neden olduğu orman alanlarındaki kayıplar, yol altında kalan ağaçlara verilen zararlar, ormanın görsel değeri açısından verilen zararlar ortaya konmaya çalışılmıştır. Ekskavatör ile yapılan çalışmada açılan orman alanının dozere göre %22.16 oranında daha az olduğu belirlenmiştir. Dozer ile çalışma yapılan alanda görsel bozukluk oluşturan şeridin daha büyük ve ekskavatörünün yaklaşık 1.5 katı genişlikte olduğu, yol güzergahı aşağısındaki ağaçlarda dozer ile çalışılan alandaki hasar oranının (% 38), ekskavatör ile çalışılan alandaki hasar oranından (% 19) büyük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Orman yolu inşaatı, çevresel zarar, ekskavatör.

The assessment of environmentally sensitive forest road construction technique in difficult terrain conditions

Abstract

Forest road construction by dozers in mountainous terrain causes considerable damage to environment and forest standing alongside the road. This situation obliges to study on environmentally sound road construction. This study is carried out in sample sites which are selected in steep terrain conditions (35-50 % gradient) with dozer and excavator machine kinds and direct damages to forest during road construction are determined. Forest area losses, damages to downhill trees, negative visual impacts are brought out in this scope. Opening forest area at construction by excavator was estimated 22.16 % less than the construction by dozer. Area dedicated to forest road and disturbance of the landscape is determined higher when compared to road construction by excavator according to dozer. Material escaping during the construction or excess material wasted downhill causes damage to trees 38 % rate at construction by dozer and 19 % rate at which by excavator. The environmentally sound forest road construction by use of excavator must be considered as appropriate and reliable solution for mountainous terrain where areas of sensitive forest ecosystems are to be opened up. The potential damage and impact on the environment as well as on the landscape inherent in traditional construction technique by dozer should encourage the use of excavators in forest road construction even in less steep terrain. At first, forest roads must have well-planned alignment and proper design.

Keywords: Forest road construction, environmental damage, excavator.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Metin TUNAY. Mtunay74@ttnet.net.tr; Tel: (378) 227 74 22 dahili: 332.

Makale metni 31.10.2003 tarihinde dergiye ulaşılmış, 15.03.2004 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.03.2005 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Giriş

Ülkemizde; dağlık ve zor arazi koşullarının hakim olduğu alanlar üzerinde bulunan ormanların bakımı, silvikültürel girişimlerin, ekim ve dikim gibi tamamlama çalışmalarının gerçekleştirilmesi, ormanın koruma işlerinin sürekli ve kontrollü olarak yürütülmesi, özellikle orman yangınları ve böcek afetlerinin gözetim altına alınması, malzeme ve personelin işyerlerine ulaştırılması, orman ürünlerinin ekonomik olarak taşınması görevlerini üstlenen orman yolunun rasyonel olarak planlanması, modern orman işletmeciliği bakımından zorunlu bulunmaktadır (Seçkin, 1978).

Orman yolu yapım çalışmalarında dozer kullanımı sırasında yol boyunca yapılan tesviye nedeniyle yolların aşağısında kalan orman alanlarında büyük zararlar meydana gelmektedir. Gerek arazi kaybına gerekse yol altında kalan ağaçların, kısaca orman örtüsünün büyük zarar görmesine neden olan bu uygulama, geri kalmış ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de uygulanmaktadır. Dağlık arazide sıkça görülen topoğrafik yapı (yüksek eğim) ve jeolojik yapı (kayalık alanlar) nedeniyle yol yapımı sırasında ortaya çıkan zararlar çok fazla olmaktadır. Planlama sırasında yanlış geçki seçimi ile birlikte koruma açısından hassas bölgelerde bu durum daha da önemlidir (Bayoğlu, 1989).

Yeni yol yapımlarında dozer kullanılması diğer alternatiflere göre son derece süratli ve ucuz olmasına karşılık çevreye vermiş olduğu zarar günümüz değerlerine göre kabul edilemez düzeydedir. Ülkemiz ormanlarında ortalama yamaç eğiminin % 50-60 olması nedeniyle, yapılan yollardan çıkan kazı materyalinin yamaç aşağı atılması sonucu büyük tahribat olmakta, ayrıca dozer ile yapılan yollarda sert zemin kazıları için patlayıcı maddelerin kullanılması da ayrı bir tahrip unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır (DPT, 2001).

Ülkemizde orman yolu yapımında büyük aşamalar kaydedilmiştir. Ancak sayısal olarak elde edilen bu başarının teknik ve ekolojik açıdan tartışılması gerekir. Bugüne kadar inşa edilen 125 000 km orman yolunun tamamıyla orman

alanlarından geçtiği düşünüldüğünde ve dağlık arazide 4 m'lik yol genişliği için 20 m genişliğinde orman alanı açıldığı (FAO, 1985) dikkate alındığında, yaklaşık 250 000 hektarlık (tüm ülke ormanlarının yaklaşık % 1.25'i) verimli orman alanı kaybı ortaya çıkmaktadır. Ağaçlandırma seferberliği çağrılarının yapıldığı günümüzde orman yolları için harcanan verimli orman alanı kaybının azaltılması bir mühendislik gereği olmaktadır. Büyük miktarda gerçekleşen ve gelecekte de yapılması gerekli olan orman yol ağı yatırımlarını hem doğru kullanmak hem de doğada kalıcı bir iz bırakan orman yollarının çevreye minimum zarar vermesini sağlamak, çağdaş bir orman işletmeciliği gereğidir (Acar, 1999).

Sarp, dağlık ve kayalık arazide dozerlerle inşaatın yolun alt tarafında yer alan tesislerle tarım alanları ve ormanlara verdiği büyük zararlar ve çevrenin tahribi ciddi eleştirilere sebep olmuş ve bütün bunlar çevreye zarar vermeyen, doğayı ve ormanları koruyan bir yol inşaat şekli üzerinde çalışmalar yapılmasını zorunlu hale getirmiştir (Bayoğlu, 1986).

Winkler, Avusturya'da yaptığı araştırmasında, özellikle orman açılması, orman peyzajı, su drenajı ve güzergahtaki ağaçlara verilen hasarlar yönünden değerlendirildiğinde orman yolu inşaatında ekskavatörlerin dozerlere oranla çevreye daha az hasar verdiğini belirtmiştir (Winkler, 1998).

Görcelioğlu, orman yollarında erozyonla bağlantılı olan faktörleri, yol genişliği, yarma ve dolgu şevlerinin eğimi, yapım yöntemleri ve drenaj tesisleri şeklinde sıralamıştır. (Görcelioğlu, 1996).

Bu çalışmada, örnek alanlar seçilerek bu alanlarda incelemeler yapılmış, orman yollarının yapımı sırasında ormana verilen direkt (doğrudan) zararlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, orman alanlarında yol inşaatlarının neden olduğu kayıplar, yol altında kalan ağaçlara verilen zararlar, ormanın görsel değeri açısından oluşan zararlar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

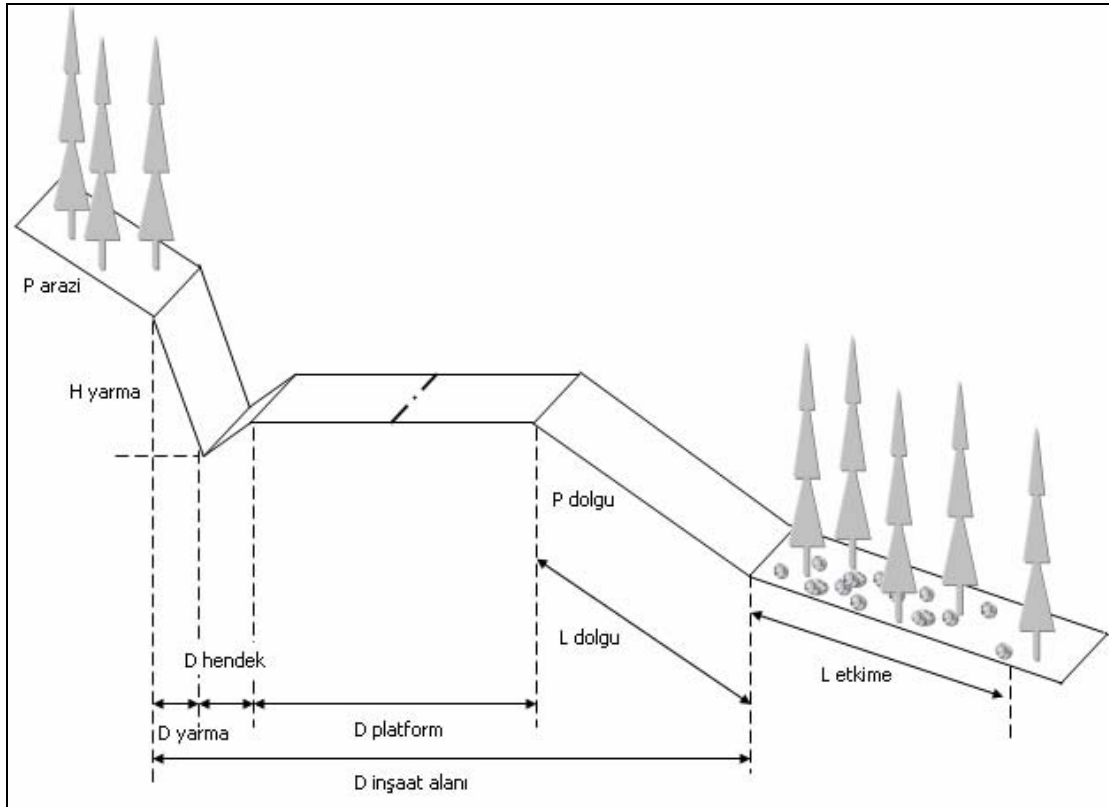
Materyal ve metod

Araştırma alanı olarak, Antalya Manavgat ve Serik Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içinde yol yapım çalışması olan benzer özelliklere sahip iki alan seçilmiştir. Çalışma alanlarındaki ağaç türü kızılçamdır. Her iki alandaki ağaçların çoğunluğu 20-36 cm çap sınıfı içindedir ve kapalılığı 3'tür (Çzc3 meşcere tipi). Her iki arazi de birbirine yakın eğim değerinde ve IUFRO tarafından kabul edilen sistemdeki eğim sınıflarına göre dik arazi (% 36-50) eğim sınıfına girmektedir. Alanların yaklaşık % 30'unu yumuşak kaya, geri kalanını toprak ve küskülük zemin oluşturmaktadır.

Yol yapım makinesi olarak araştırma alanlarının birinde Dozer diğerinde ise Ekskavatör çalışmıştır. Yol inşaatında; CAT D8 marka dozer ve CAT 320 marka hidrolik ekskavatör, kayaların parçalanmasında dozerin arka tarafında bulunan tek dişli ripper, ekskavatörlü çalışmalarda ise kayaların parçalanmasında ekskavatörün kepçesi yerine monte edilen kırıcı ekipman kullanılmıştır. Ayrıca dozerle yapılan çalışmalarda ripper

gücünün yeterli olmadığı yerlerde kayaların parçalanmasında dinamit de uygulanmıştır.

Araştırma alanlarında 2003 ağustos ayı içerisinde yol yapımı sonuçlanıncaya kadar olan arazi çalışmaları incelenmiş, çalışma sırasında ve yol yapım çalışmaları tamamlandıktan sonra gerekli ölçümler yapılmıştır. Yol enine kesitlerinde yapılan ölçümler: yarma şevinin yüksekliği (H yarma), yarma şevinin genişliği (D yarma), hendek genişliği (D hendek), yol platform genişliği (D platform), dolgu şevinin uzunluğu (L dolgu), dolgu şevinin eğimi (P dolgu), inşaat alanı genişliği (D inşaat alanı), etki mesafesi (taşların aşağıya yuvarlandıkları mesafe, L etkime), arazi eğimi (P arazi). Ölçümler klizimetre, çelik şerit metre, 10'ar metrelik dört adet ip, altimetre ve pusula kullanılarak yapılmıştır. İnşaatı yapılan orman yollarında toplam 1500 metrelik kısımda, her 50 metrede bir 10 metrelik genişlikte 30 adet deneme alanı alınmıştır. Sistemik örnekleme yapılarak araziden örnek alınacak deneme alanı yerleri belirlenmiştir. Her deneme alanının bir başlangıcında bir de sonunda olmak üzere iki enkesit alınarak toplam 60 ölçüm yapılmıştır.



Şekil 1. Arazide enkesitler üzerinde yapılan ölçümler

Ayrıca yapılan gözlemlerde inşaat alanı aşağısındaki ağaçlara en fazla hasarın ilk 10 metrelik kısımda verildiği görülmüştür. Bu nedenle deneme alanlarının dolgu şevinin bitiminden itibaren 10 x 10 metrelik (100 m²) kısım ip ile çevrilerek bu alandaki hasarlı ağaçlar sayılmıştır.

Elde edilen verilerin ortalama ve standart sapma değerleri Microsoft Excel programı yardımıyla hesaplanmıştır. Her iki arazide, yol enkesitlerinde ölçülen değerler arasında istatistiksel anlamda fark olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Statgraf istatistik paket programı ile t-testi yapılmıştır.

Her iki arazideki 100 m²'lik 30 alanda ölçülen hasarsız ve hasarlı ağaç sayıları üzerinde parametrik olmayan Khi-kare testi uygulanmıştır. Bu testte her iki makine ile yapılan çalışmalar sırasında ağaçlara verilen hasarlar arasında bir fark olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bulgular

Enkesitlerde elde edilen bulgular

Her iki araştırma sahasının deneme alanlarındaki enkesitlerde yapılan ölçümlere ait ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Orman yolu inşaatı sırasında yamaç eğimi % 36 - 50 arasında değişen alanlarda, yol inşaat alanı genişlikleri ekskavatörde ortalama 9.40 m, dozerde ise 12.18 m olarak, dolgu şev uzunlukları ise ekskavatörde ortalama 3.97 m, dozerde ise 5.95 m olarak bulunmuştur. Bu uzunlukların ekskavatör ile daha küçük tutulabildiği açık olarak görülmektedir.

Bu değerler arasında istatistiksel anlamda bir fark olup olmadığının anlaşılması için t-testi yapılmıştır.

$$t(118;0.05) = 1.98 \text{ dir.}$$

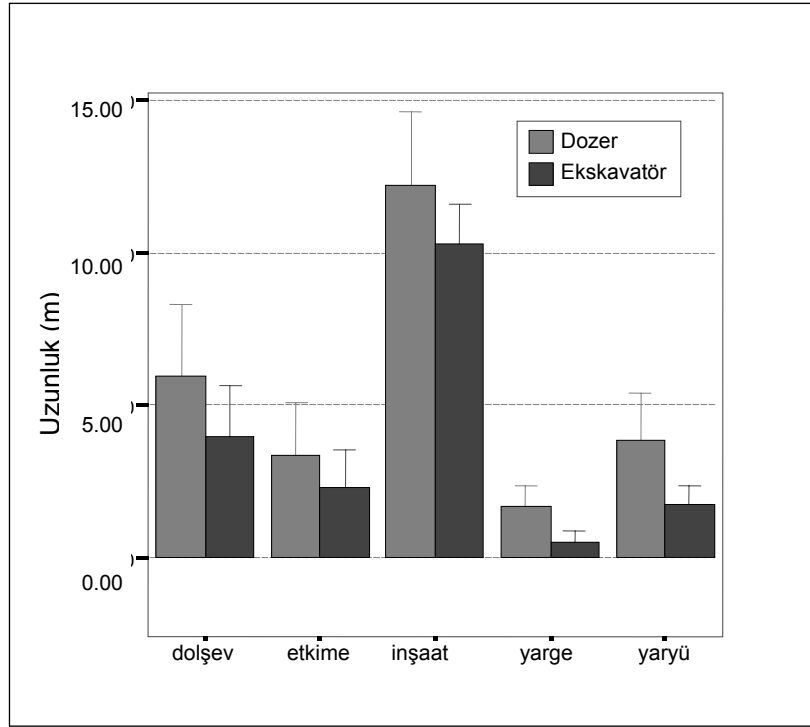
Hesaplanan t- değerleri, tablo t-değeri ile karşılaştırılarak her bir basamak için ayrı ayrı yapıldığında, t hesap > t tablo (=1.98) olduğu zaman, % 95 güven düzeyinde gruplar arasında fark olduğu söylenebilir. Hendek genişliği, yol platform genişliği, dolgu şevi eğimi arasında, % 95 güven düzeyinde fark olmadığı görülmüştür.

Yarma şevi yüksekliği, yarma genişliği, dolgu şevi uzunluğu, etki mesafesi ve inşaat alanı genişlikleri değerleri arasında %95 güven düzeyinde fark olduğu tespit edilmiştir. Şekil 2'de ölçülen değerlerin ortalama ve standart sapmaları karşılaştırmalı olarak görülmektedir. İnşaat alanı genişliğinin ekskavatörde daha küçük tutulduğu görülmektedir. Bu nedenle dar bir inşaat alanı sayesinde daha az bir orman alanı açılmış olmakta, yol yapma alanının temizlenmesi için kesilen dikili ağaç hacmi de azalmaktadır.

Etki mesafesine bakıldığında, ekskavatör ile bu mesafenin çok daha düşük tutulabildiği görülür. Bu durum, yol altındaki ağaçların daha az hasar görmesi ve yol boyunca oluşan çirkin görüntünün önlenmesi açısından önemli bir faktördür. Operatör tarafından kazılan materyal görüş alanı içinde istenilen bir yere tamamen kontrol altında bırakılabildiğinden dolgu şevi uzunluğunun da ekskavatör ile daha kısa tutulduğu görülmüştür. Dozerle çalışmada ise materyal dolguya itilerek yerleştirilmektedir.

Tablo 1. Arazide elde edilen verilere ait istatistiksel değerler

	EKSKAVATOR		DOZER		t-değeri
	Ort.	Std. Sap.	Ort.	Std. sap.	
Yarma H	1.72	0.62	3.83	1.55	9.80
Yarma D	0.54	0.32	1.70	0.67	12.20
Hendek D	1.101	0.04	1.096	0.14	0.27
Platform D	4.36	0.47	4.31	0.55	0.51
Dolgu şev L	3.97	1.66	5.95	2.33	5.36
Dolgu şev P	0.55	0.12	0.58	0.10	1.48
Etkime L	2.30	1.24	3.37	1.72	3.90
İnşaat D	9.40	1.31	12.18	2.42	7.80



Şekil 2. Dozer ve ekskavatör çalışmalarında, sırasıyla dolgu şevi uzunlukları, etki mesafesi uzunlukları, inşaat alanı genişlikleri, yarma genişliği ve yarma yüksekliklerinin karşılaştırılması

Etki mesafesine bakıldığında, ekskavatör ile bu mesafenin çok daha düşük tutulabildiği görülür. Bu durum, yol altındaki ağaçların daha az hasar görmesi ve yol boyunca oluşan çirkin görüntünün önlenmesi açısından önemli bir faktördür. Operatör tarafından kazılan materyal görüş alanı içinde istenilen bir yere tamamen kontrol altında bırakılabildiğinden dolgu şevi uzunluğunun da ekskavatör ile daha kısa tutulduğu görülmüştür. Dozerle çalışmada ise materyal dolguya itilerek yerleştirilmeye çalışılmaktadır.

Yeni oluşturulan yumuşak dolgu şevi yüzeyi en çok erozyona uğrayan kısım olduğu için, kısa tutulması erozyonla kaybedilen toprak kaybını da azaltmaktadır. Ekskavatör kullanımında dolgu şevi kepçe darbeleriyle sıkıştırılabildiğinden erozyonun azalması sağlanmaktadır; aynı zamanda dolgu şevi uzunluğunun kısılmasıyla uzun dolgu şevlerinde ortaya çıkan çirkin görüntü de önlenmektedir.

Yarma şevi yükseklik ve genişliği değerleri de ekskavatör ile daha küçük tutulabilmektedir. Yarma şevinden yol platformu üzerine ve yol kenarı hendeklerine zarar veren toprak kaymalarının önüne geçilmiş olmaktadır. Düzgün ve

arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, şev yüksekliği ve şev açısının artmasıyla, yarma şevlerinde kayma olasılığının arttığı belirtilmiştir (Düzgün vd., 1996).

Materyal kaymaları sonucu yol kenarı hendeklerinin tıkanması ile hendeklerden çıkarak yol platformu üzerinden akan su, yol platformuna zarar vermekte, yüzeysel akış sonucu erozyona neden olmakta ve ayrıca yol altı dolgu şevlerine hasar vermektedir. Çalışma alanları karşılaştırıldığında hendek yapımında ekskavatör ile orman yolu standartlarına daha iyi uyulduğu görülmüştür. Overend, British Columbia'da Cat 235 ve Cat 245 ekskavatörlerin buldozer yerine kullanılmasını konu alan çalışmada, ekskavatörler ile yapılan orman yolu çalışmalarında drenaj hendeklerinin daha etkili olarak açılabilirdiklerini ve çevresel zararın daha az olduğunu tespit etmiştir (Overend, 1977). Tochiki ve Kaibori tarafından yapılan bir çalışmada, Hiroşima'nın kuzeybatı bölgesindeki orman yolları boyunca meydana gelen yamaç bozulmalarının ve materyal akmalarının ana nedeninin, şiddetli yağmurlar sırasında orman yolu üzerinde akan sular olduğu ifade edilmiştir (Tochiki ve Kaibori, 1990).

İnşaat sırasında açılan orman alanı değerleri
1500 m yol boyunca her 50 metrede bir ikişer tane alınan enine profillerde arazide ölçülen değerler yardımıyla 60 adet inşaat alanı genişliği hesaplanmıştır. Ara mesafeler ve inşaat alanı genişlikleri (D) kullanılarak 1500 m uzunluğundaki yol için açılan toplam orman alanı bulunmuştur. Her bir çalışma alanında 1500 metrelik yol inşaatı boyunca açılan orman alanı hesaplanmıştır. Ayrıca bu verilerden yararlanılarak her bir km yol için açılacak orman alanı da hesap edilmiştir (Tablo 2).

1 km'lik yol için dozerde yaklaşık 1.2 hektarlık, ekskavatör ile yaklaşık 0.9 hektarlık orman alanı kaybı oluşacaktır. Artvin'de yapılmış bir çalışmada buldozer ile % 60 eğimli 2 km uzunluğunda yapılan yol inşaatı sırasında toplam 3.8 hektar orman alanı kaybı olduğu tespit edilmiştir (Erdaş vd., 1997).

Tablo 2'de görüldüğü gibi; arazide, dozerin çalıştığı alanda açılan orman alanı daha fazladır. Ekskavatör ile % 22.16 oranında daha az bir orman alanı açıldığı tespit edilmiştir. Ekskavatör kullanımıyla daha az bir orman alanı açılmakta, dozerle çalışmaya göre ormanın daha küçük bir kısmı yol ile işgal edilmektedir. Ayrıca dar tutulabilen yol inşaat alanında daha az sayıda ağaç kesildiği için ormanın tahrip edilmesinin de önüne geçilmiş olmaktadır.

Tablo 2. Çalışma alanlarında açılan orman alanı miktarları

Makina	Açılan orman alanı (1500 m)	Açılan orman alanı (1000m)
Ekskavatör	14 048.5 m ²	9 365.67 m ²
Dozer	18 048.5 m ²	12 032.33 m ²

Acar ve Şentürk, dağlık arazide inşa edilen yolların büyük kazıya ve orman alanı kaybına neden olduğunu, bu nedenle orman ekosistemi üzerinde en az zararlı yol yapılması için, orman yol şebekelerinin çok dikkatli bir şekilde planlanması ve inşaat sırasında ekskavatör ve damperli kamyon gibi modern araçların kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir (Acar ve Şentürk, 1996).

Çalışma alanlarında görsel açıdan verilen zarar

Orman yolu inşaatı tamamlandıktan sonra, yol boyunca dolgu şevinin görünümü, taş ve benzeri materyelin yol aşağısına yuvarlanması ile oluşan yığıntı sonucu görsel bozukluk oluşturmaktadır. Ayrıca, yuvarlanan taş ve kayaların yol aşağısındaki bitki örtüsünün tahribine de yol açtığı görülmüştür. Yol boyunca, dolgu sevi ile etki mesafesi uzunluğu toplamından oluşan ve görsel bozukluk oluşturan bu şeridin ortalama genişliği Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Görsel bozukluk oluşturan değerlerin ortalamaları

Makine	Dolgu şev uz.	Etki mesafesi	Toplam
Ekskavatör	3.97 m	2.3 m	6.27 m
Dozer	5.94 m	3.36 m	9.30 m

Dozer ile çalışma yapılan alanda görsel bozukluk oluşturan şeridin daha büyük ve ekskavatörün yaklaşık 1.5 katı genişlikte olduğu görülmektedir. Ekskavatör ile yapılan orman yolu çalışmalarında, ormanın görsel değeri çok daha yüksek tutulabilmektedir.

Cha-DuSong ve arkadaşları, yaptıkları çalışmalarında, orman peyzajı ile orman yolları arasındaki ilişkiyi, yolların, ormanın estetik değerini nasıl etkilediğini ve çevreyi koruyucu yol inşaatının nasıl yapılacağını ele almışlardır. Yapılan psikometrik analiz sonucunda; orman peyzajı üzerinde, orman yolunun yapısı ve güzergahı ile yamaçlar üzerindeki bitki örtüsü oranı en önemli faktörler olarak ortaya çıkmıştır (Cha-DuSong vd., 1996).

Makina türü ile ağaçlara verilen hasarlar arasındaki ilişki

Her iki inşaat alanında 100 m²'lik bölümlerde hasarlı ve hasarsız ağaçlarla ilgili değerler Tablo 4'te belirtilmiştir.

Hasarlı ağaç sayısının toplam ağaç sayısına bölünmesi ile elde edilen hasar oranı değerlerine bakıldığında; arazide dozer ile çalışılan alandaki hasar oranının (0.38), ekskavatör ile çalışılan

alandaki hasar oranından (0.19) büyük olduğu görülmüştür (Tablo 4).

Orman yollarının yapımı sırasında yamaç aşağı yuvarlanan taş ve kayalar, orman alanının önemli bir bölümünü yok etmektedir. Yapılmış bir çalışmada, taş ve kaya darbesiyle yaralanan ağaçlarda kabuk böceklerinin epidermi yapılarının kolaylaştığı, bakteri, mantar ve diğer zararlıların birinci sınıf kerestelik ağaçların %50'sini yok ettiği tespit edilmiştir (Sekendiz ve Özder, 1983).

Çalışma alanlarında, hasarlı ağaç sayısı üzerinde makine türünün bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Khi-kare testi ile bağımsızlık kontrolü yapılmıştır.

$$\chi^2 = 13.27, SD = 1$$

H_0 = "Orman yolu inşaatı sırasında hasar verilen ağaç sayısı üzerinde makine türünün bir etkisinin olmadığı" şeklindedir.

$\chi^2_{hesap} = 13.27 > \chi^2_{tablo} = 3.84$ olarak bulunduğu için sıfır hipotezi reddedilir. Orman yolu inşaatında kullanılan iş makinesi türünün hasar verilen ağaç sayısı üzerinde etkisi olduğu anlaşılmıştır.

Ekskavatör ile yapılan çalışmalarda kazılan materyalin operatör tarafından dolgu tarafında nereye konulduğunun görülebilmesi ve kontrol edilebilmesi yol inşaat alanı aşağısında daha az hasar meydana getirmektedir.

Sonuçlar

Yamaç eğimi % 36-50 arasında değişen orman yolu inşaat alanlarında, yol inşaat alanı genişlikleri ekskavatörde ortalama 9.40m, dozerde ise 12.18m, dolgu şev uzunlukları ise ekskavatörde ortalama 3.97m, dozerde ise 5.95m olarak bu-

lunmuştur. 1 km'lik yol için dozer ile yaklaşık 1.2 hektarlık, ekskavatör ile yaklaşık 0.9 hektarlık orman alanı kaybı olduğu ve ekskavatör ile yapılan çalışmada açılan orman alanının dozere göre % 22.16 oranında daha az olduğu belirlenmiştir. İnşaat alanının küçük tutulmasıyla daha az orman alanı açılmış olmakta, sonuçta daha az dikili hacmin kesilmesi gerekmektedir. Orman yolu inşaatında ekskavatör kullanılması ile meydana gelen orman alanı ve dikili ağaç hacmi kaybı en aza indirilmektedir.

Dozer ile çalışma yapılan alanda görsel bozukluk oluşturan şeridin daha büyük ve ekskavatörünün yaklaşık 1.5 katı genişlikte olduğu görülmüştür. Ekskavatör ile yapılan orman yolu çalışmalarında, ormanın görsel değeri çok daha yüksek tutulabilmektedir. Dozer ile çalışma yapılan alanda görsel bozukluk oluşturan şeridin daha büyük ve ekskavatörünün yaklaşık 1.5 katı genişlikte olduğu görülmüştür. Ekskavatör ile yapılan orman yolu çalışmalarında, ormanın görsel değeri çok daha yüksek tutulabilmektedir.

Dozer ile yapılan çalışmada yol inşaat alanı aşağısındaki ağaçlarda daha fazla hasar olduğu tespit edilmiştir. Ekskavatör kullanımı ile ağaçların yaralanması sonucu oluşan hasarlar ve böcek, mantar vb. unsurların ağaçlarda oluşturduğu zararlar önlenmektedir.

Dozer ile çalışılan alandaki hasar oranının (%38), ekskavatör ile çalışılan alandaki hasar oranından (% 19) büyük olduğu görülmüştür.

Dozer ile çalışma yapılan alanda görsel bozukluk oluşturan şeridin daha büyük ve ekskavatörünün yaklaşık 1.5 katı genişlikte olduğu görülmüştür. Ekskavatör ile yapılan orman yolu çalışmalarında, ormanın görsel değeri çok daha yüksek tutulabilmektedir.

Tablo 4. Çalışma alanlarında hasar gören ağaç sayısı değerleri

Makina Türü	Hasarlı Ağaç Sayısı	Hasarsız Ağaç Sayısı	Toplam	Hasar Oranı
Ekskavatör	31	133	164	0.19
Dozer	54	90	144	0.38

Dozer ile yapılan çalışmada yol inşaat alanı aşağısındaki ağaçlarda daha fazla hasar olduğu tespit edilmiştir. Ekskavatör kullanımı ile ağaçların yaralanması sonucu oluşan hasarlar ve böcek, mantar vb. unsurların ağaçlarda oluşturduğu zararlar önlenmektedir. Dozer ile çalışılan alandaki hasar oranının (%38), ekskavatör ile çalışılan alandaki hasar oranından (%19) büyük olduğu görülmüştür.

Yol inşaatının dozer ile yapımında yüksek yarma şevleri nedeniyle oluşan materyal kaymaları sonucu yol kenarı hendeklerinin tıkanmasıyla hendeklerden çıkarak yol platformu üzerinden akan su, yol platformuna zarar vermekte, yüzeyel akış sonucu erozyona neden olmakta ve ayrıca dolgu şevlerine hasar vermektedir. Ekskavatör ile yarma şevleri daha küçük tutularak bu durumun önüne geçilebilmektedir. Çevreye duyarlı bir orman yolu inşaatının yapılabilmesi için, öncelikle yol planlaması tekniğine uygun yapılmalı, inşaat sırasında da makine türü olarak ekskavatör kullanılmalıdır.

Kaynaklar

- Acar, H.H., (1999). Orman İşletmeciliğinde Yol İnşaatı, Üretim ve Transport Çalışmalarının Doğal Çevre ve Korunması Açısından Değerlendirilmesi. *I. International Symposium on Production of Natural Environment and Ekrami Karaçam*, 497-507, Kütahya.
- Acar, H. H. ve Şentürk, N., (1996). Dağlık Arazide Orman Yollarının Planlaması ve Yapımı ile Üretim Çalışmalarının Orman Ekosistemi Üzerine Olan Etkileri, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* seri: B, İstanbul.
- Bayoğlu, S., (1986). Ormanlıkta Mekanizasyon ve Gelişmesi, *Ormanlıkta Mekanizasyon ve Verimliliği 1. Ulusal Sempozyumu*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayını, No: 339, Ankara.
- Bayoğlu, S., (1989). Dağlık Arazide Ormana ve Çevreye Zarar Vermeyen Bir Yol İnşa Tekniği. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 26,12,6-9.

- Cha-DuSong, Kim-So Yeon, Ji-Byoung Yun, Lee-HaeJoo, Cha-DS, Kim-SY ve Ji-BY Lee-HJ, (1996). Studies on landscape evaluation of forest road with a psycometrical method. *Research Bulletin of the Expariment forests Kangwon National University*. 16, 132-143. Korea Republic.
- DPT, (2001). *Ormanlık Özel İhtisas Komisyon Raporu*. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2531, 547, Ankara.
- Düzgün, B., Bozdağ T. ve Paşahmetoğlu A.G., (1996). Kaya Şevlerinin Duyarlılık Analizlerine Bir Güvenlik Yaklaşımı, 3. *Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu* bildiriler Kitabı, 169-180, Ankara.
- Erdaş, O., Acar, H., Karaman, A. ve Gümüş, S. (1997). Road Construction in Mountains Regions and Its Environmental Impacts from a View Point of Sustainable Forestry, *Proceedings of the XI World Forestry Cogress*, Antalya, III, 214.
- FAO, (1985). *Logging and Transport in Steep Terrain*, Forestry Paper 14. rev. 1, 333 p. Rome.
- Görcelioğlu, E., (1996). Ağaçlandırma Alanlarında Su ve Toprak Koruma Amacıyla Kullanılan Teraslar ve Orman Yollarında Erozyon Kontrolü, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* Seri:A, 46, 2, İstanbul.
- Overend, M., (1977). How to Build Logging Roads with Excavator. *Canadian Forest Industries*. 97, 7, 38-39.
- Seçkin, Ö.B., (1978). *Demirköy Karamanbayırı Devlet Orman İşletmesi Çakmaktepe Bölgesi Yol Şebeke Planlama Tekniği Bakımından Araştırılması*, OGM yayın no 622/122. Ankara.
- Sekendiz, O.A. ve Özer, Z. (1983). Doğu Karadeniz Ormanlarımızda Yamaç Yollarının Kabuk Böceği (Scolytidae) Salgınları Üzerine Etkileri. *KTÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 6, 1, 127-134.
- Tochiki, S. ve Kaibori, M. (1990). Slope Failures along the Forest Road by the Storm Rainfall and Their Characteristics, *Memoirs, Hiroshima University, Faculty of Integrated Arts and Sciences IV*, 1-18.
- Winkler, N. (1998). *Environmentally Sound Road Construction in Mountainous Terrain*, FAO Harvesting Case-Study, 10,56s, Rome.