

DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİNDE BÖLME DEN ÇIKARMA ÇALIŞMALARININ ORMAN TOPRAĞININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Habip EROĞLU^{1*} Temel SARIYILDIZ¹ Mehmet KÜÇÜK¹ Erhan SANCAL²

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Müh. Bölümü, 08000, ARTVİN

²Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, 08000, ARTVİN

*habip_eroğlu@yahoo.com

ÖZET

Bu çalışmada üç farklı bölmeden çıkarma tekniğinin (insan gücü, traktör ve hava hattı) Doğu ladini orman topraklarının bazı fiziksel özellikleri üzerinde etkileri araştırılmıştır. Tomrukların yüklendiği, sürütüldüğü, boşaltıldığı, hava hattı altı ve bozulmamış doğal alan, topraklarının permeabilite, nem, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, ince ve kaba kısmı ve tekstürü iki derinlik kademesinde (0-15 cm ve 15-30 cm) belirlenmiştir. Sonuç olarak, Artvin yöresinde traktör ve insan gücü ile yapılan bölmeden çıkarma çalışmalarının orman topraklarının permeabilite, hacim ağırlığı ve toprak suyu dengesinde önemli bir etkiye sahip olduğu, bu etkilenmenin de toprak organizmaları, bitkilerin kök gelişimi, bitki besin elementleri ve bitkilerin su alımı açısından olumsuz etkiler doğuracağı ve zamanla Doğu ladini ağaçlarının gelişimini yavaşlatabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bölmeden çıkarma, Doğu ladini, Toprak zararı

EFFECTS OF LOGGING TECHNIQUES ON PHYSICAL PROPERTIES OF FOREST SOILS IN ORIENTAL SPRUCE STANDS

ABSTRACT

In this study, we investigated the effects of three timber logging techniques (skyline, tractor and manpower) on some physical properties of Oriental spruce (*Picea orientalis*) forest soil. Permeability, moisture, water holding capacity, bulk density, fine and coarse soil and soil texture (sand, silt and clay) at two soil depths (0-15 cm and 15-30 cm) were determined at the loading, unloading, skid road, under skyline and undisturbed plots. The results show that in the region machine passes and manpower can have an important influence on soil permeability, bulk density and the soil water balance, and may therefore considerably affect soil organisms, root development, nutrient and water uptake and in turn lead to reduced Oriental spruce tree growth.

Keywords: Logging, Oriental spruce, Soil damage

1. GİRİŞ

Ülkemizde odun hammaddesi üretimi faaliyetleri; insan, hayvan ve kısmen de makine gücüne dayalı tekniklerin kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Bu süreçte üretilen ürün (Eroğlu vd., 2009a), orman toprağı (Quesnel ve Curan, 2000; Croke vd., 2001; Demir vd., 2007a; Akay vd., 2007) dikili ağaçlar ve fidanlar (Fairweather, 1991; Johns vd., 1996; Krzic vd., 2003; Rushton vd., 2003) ile yaban hayatı (Scrimgeour vd., 2000; Mangan ve Bertolo, 2003) ve su kaynakları üzerinde çeşitli şekil ve düzeylerde zararlar ortaya çıkmaktadır. Gerek ormanların devamlılığının sağlanması ve gerekse ormanların ekonomik şekilde işletilmesi noktasında, yukarıda sıralanan zararların önüne geçilmesi bir zaruret olarak ortaya çıkmaktadır.

İnsan gücü, hayvan gücü ve traktörlerle zemin üstünde yapılan sürütmelerde söz konusu zararlar, dikili ağaçlara çarpmalar sonucu ağaç gövdelerinde meydana gelen yaralanmalar, gençlik bulunan sahalarda gençliklerin sökülmesi veya orman toprağının humus tabakasının bozulması, yine toprak üst yüzeyinin yırtılması ve erozyona zemin hazırlanması vb. şekilde kendini göstermektedir (Eroğlu, 2007).

Yapılan çalışmalarda; hasat zararlarını azaltıcı planlama ile devirme yönünün önceden belirlenerek planlanması, kullanılacak makine ve ekipmanın belirlenmesi, sürütme yollarının ve istif yerlerinin planlanması ile orman toprağına, kalan meşcereye ve çevreye olan zararın azaltılabileceği sonucuna varılmıştır. (Johns vd., 1996; Pereira vd., 2002; Hartanto vd., 2003; Pinard vd., 2000).

FAO (1997 ve 1998) tarafından tropik ormanlardaki üretim faaliyetlerinin araştırıldığı bir çalışmada, odun hammaddesi üretim çalışmalarının toprak erozyonu ve manzara görünümü açısından olumsuz etkiler meydana getirdiği ve özellikle orman ve sürütme yollarının inşaatı ve bu yollar üzerindeki taşımanın bir takım zararlı etkilerinin olduğu ifade edilmektedir.

Smidt ve Blinn (1995), bir ormanın uzun süre verimliliğini korumanın, başta ekolojisi olmak üzere birçok canlı ve cansız bileşenlerini korumakla mümkün olabileceğini, bu nedenle günümüzde bunun bilincinde olarak yapılan kesim ve taşıma işleri sırasında, orman ekosisteminde çeşitli şekillerde etkilenen biyolojik çeşitlilik, besin döngüsü ve orman sağlığı gibi unsurların da dikkate alınmakta olduğunu belirtmişlerdir.

Froehlich (1981), donmuş zeminde veya kalın kar tabakası üzerinde yapılan bölmeden çıkarma çalışmalarının toprakta oluşacak zararı azaltacağını, hatta ortadan kaldıracabileceğini belirtmiştir. Birçok alanda bu tür koruyucu şartları sağlamak her zaman mümkün olmayıp zeminde sürütme yapılan yerlerde orman toprağının zarar görmesinin kaçınılmaz olacağını belirtmiştir.

Bettinger vd. (1994) yaptıkları bir çalışmada, karışıklık sonucu toprakta oluşan sertleşmenin; toprak özelliklerine, hasatta kullanılan ekipman türüne ve alandan geçen araç sayısına bağlı olduğunu, zeminde sürütme işlemlerinin istihsal alanından daha fazla alanda etkili olduğunu ve zarar verdiğini, kablolu sistemlerin buna göre daha az, helikopter ve balon ile bölmeden çıkarmanın ise en az zarara neden olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Croke vd. (2001)'nin üretim çalışmalarının toprak üzerindeki etkilerini

araştırdıkları çalışmalarında; bölmeden çıkarma çalışmalarının orman toprağı üzerinde önemli derecede etki oluşturduğunu, özellikle sürütme yolları üzerinde yapılan bölmeden çıkarma çalışmalarının zeminlerin yüzey sıklığı, infiltrasyon (geçirimsizlik) ve erozyona eğilim değerlerini değiştirdiğini tespit etmiştir.

Dykstra ve Heinrich (1996) ise, planlama yapılmadan gerçekleştirilen orman üretim işlemleri sonucunda; iş güvenliği ve üretim yüzdesinin azalmasıyla birlikte sigorta, tazminat ve taşıma giderlerinin de arttığı, tomrukta meydana gelen hacim ve değer kayıplarının yanı sıra orman toprağında, kalan meşcerede ve akarsularda da zararlar meydana geldiğini ve su kalitesinin düştüğünü öne sürmektedirler.

Froehlich vd. (1981) yaptıkları bir çalışmada; sürütme yolları üzerinde orman traktörleriyle yapılan sürütme çalışmalarından orman toprağı, zemininin direncine, nem içeriğine, organik madde miktarına ve kullanılan traktörün özelliklerine göre % 10-80 oranında zarar gördüğünü tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, Artvin yöresinde Doğu ladini meşcerelerinde bölmeden çıkarma çalışmalarında kullanılan 3 değişik bölmeden çıkarma tekniğinin (insan gücü, traktör, hava hattı) orman toprağının bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

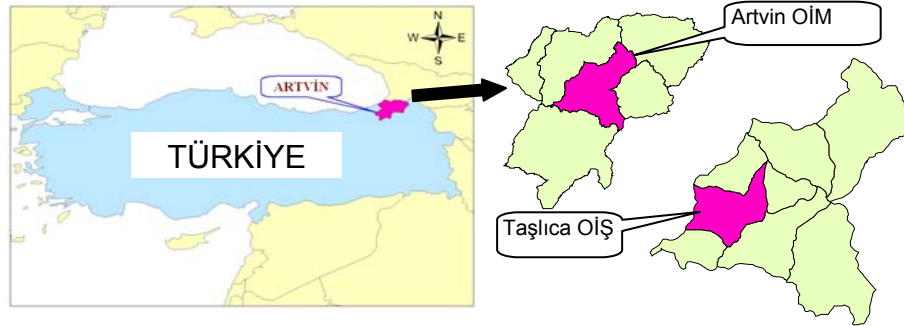
2. YÖNTEM

Bölmeden çıkarma tekniklerinin orman toprağının fiziksel özellikleri üzerine etkilerini belirlemek ve birbiriyle karşılaştırmak amacıyla; çalışma alanında kullanılan, hava hatları ile bölmeden çıkarma, insan gücüyle zemin üzerinde sürütme ve orman traktörleri ile kablo çekimi çalışmaları incelenmiştir. Bölmeden çıkarma tekniklerinin orman toprağının fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için Artvin Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Artvin Orman İşletme Müdürlüğü (OİM), Taşlıca Orman İşletme Şefliği (OİŞ) sınırları içerisinde deneme alanları alınmıştır.

Araştırma alanı olarak seçilen Artvin yöresi arazi yapısı, iklim şartları, dağlık ve orman durumu itibarı ile Doğu Karadeniz Bölgesi şartlarını taşımaktadır. Araştırma alanının coğrafi konumu Şekil 1'de gösterilmiştir. Artvin, ormanlık alanların yüksek eğim ve engebeliğinden doğan güç arazi şartlarına sahiptir. Bu arazi şartlarının da etkisiyle odun hammaddesi üretiminin olumsuz çevresel etkileri yoğun olarak yaşanmaktadır. Artvin ili coğrafi açıdan 40°35' – 41°32' kuzey paralelleri ile 41°07' – 42°26' doğu meridyenleri arasında kalmaktadır.

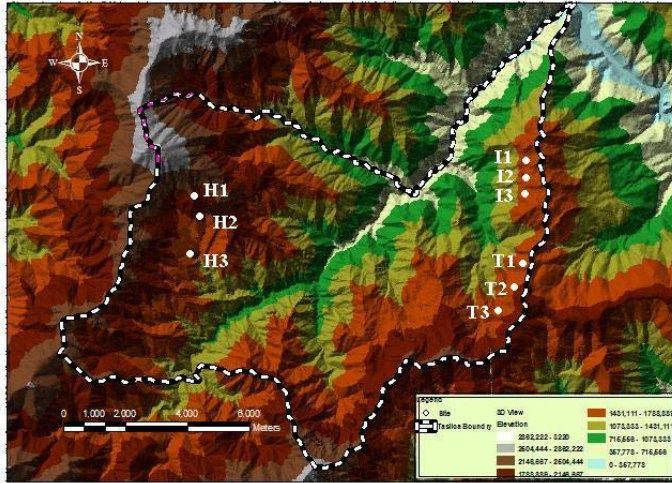
Çalışmalar, Taşlıca OİŞ'nde 2007 yılı yaz aylarında bölmeden çıkarma çalışmalarının yapıldığı bölmelerde gerçekleştirilmiştir. Son kuruluş değişikliği nedeniyle Taşlıca Orman İşletme Şefliği ormanlarının büyük kısmı Milli Park olarak ayrılmıştır. Taşlıca OİŞ 303 adet bölmeden oluşmaktadır. Bu bölmelerde 2007 yılında, 26894 m³ damga yapılmış, bunun 25032 m³'ü vahidi fiyatla üretime verilmiştir. Üretilen odunun 18453 m³'ü endüstriyel odun (7329 m³ tomruk, 11124 m³) ve 530 ster'i yakacak odundur. Ayrıca bunun yanında çeşitli nedenlerden dolayı oluşan 22689 m³ olağanüstü eta mevcuttur (Anonim, 2008).

DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİNDE BÖLME DENİZİ ÇIKARMA ÇALIŞMALARININ
ORMAN TOPRAĞININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ



Şekil 1. Taşlıca OİŞ'nin konumu

Bölmeden çıkarma çalışmalarının orman toprağının fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini ortaya koyabilmek için 3'ü hava hattı (H1, H2, H3) ile 3'ü traktörle (T1, T2, T3) ve 3'ü de insan gücü (I1, I2, I3) ile bölmeden çıkarmanın yapıldığı toplam 9 deneme alanı alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Deneme alanlarının Taşlıca OİŞ'ne ait sayısal haritadaki konumları

Bu çalışmada, bölmeden çıkarma tekniklerinden insan gücüyle yukarıdan aşağıya sürütme, MB Trac 900 orman traktörü ile aşağıdan yukarıya kablo çekimi ve URUS M III hava hattı ile aşağıdan yukarıya askıda taşıma tekniklerinin orman toprağının fiziksel özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. İnsan gücüyle bölmeden çıkarma tekniğinde yerçekiminden yararlanarak işçilerin ürünlere ilk hareketi vermelerinden sonra kendi ağırlıkları ile aşağıya doğru kontrolsüz hareketleri sonucunda gerçekleşmiştir.

Yukarıdan aşağıya doğru sürütülecek tomruklara ilk hareketi vermek için levye vb gibi araç-gereç kullanılmıştır. Ürünlerin kalın uçları aşağıda olacak şekilde kaydırılması söz konusu olmuştur. Ürünlerin aşağıya doğru taşınmasında sürütme şeritleri oluşturulmuştur. Bölme içerisinde dağılmış halde bulunan ürünler öncelikle

kısa sürütme mesafelerinde bu şartlara yine kendi ağırlıklarından yararlanarak yamaç aşağıya doğru sürütülerek ulaştırılmıştır. Daha sonra bu ana şartlar üzerinden taşımalar gerçekleştirilmiştir. Bu sırada ürünler zeminle doğrudan temas ederek sürütülmüştür. Sürtünmeyi azaltmak için ürünlerin uç kısımları bazen yuvarlatılmıştır. Bu işlem tüm ürünlerde uygulanmamıştır.

Traktörle bölmeden çıkarmanın yapıldığı deneme alanlarında MB Trac 900 marka orman traktörleri kullanılmıştır. Bölmelerde orman traktörü ile bölmeden çıkarmada kablo çekimi uygulanmıştır. Bu bölmeden çıkarma tekniğinde traktör yol kenarında sabitlenmiş ve halat bir işçi tarafından sürütülerek tomruğa kadar çekilmiş ve bağlama işlemi gerçekleştirildikten sonra traktörün motor gücünden yararlanarak tamburun halatı sarmasıyla ürünler aşağıdan yukarıya doğru yol kenarına kadar sürütülmüştür. Bu esnada bir işçi ürünle hareket ederek takılma durumunda ürünü kurtarmıştır.

Orman traktörlerine monte edilen tamburlar ile 150 m'ye kadar mesafelerden kablo çekimi yapılarak bölmeden çıkarma gerçekleştirilebilmektedir. Böylece orman traktörünün ormanlık alana girmeden, orman yolunda durarak çalışması da sağlanmaktadır. Bu sayede hem traktörün orman toprağına yaptığı sıkıştırma basıncı engellenmiş olmakta hem de çalışma kolaylığı sağlanmaktadır. MB Trac 900 orman traktörü'nün teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir (Acar, 1998).

Orta mesafeli (800 m'ye kadar) taşıma yapabilen URUS M III hava hatlarının kullanıldığı 3 farklı bölmeden deneme alanı alınmıştır. URUS M III hava hattı bir adet Mercedes Benz Unimog U1500 model kamyon üzerine monte edilmiş orta mesafeli hava hattıdır. Genellikle aşağıdan yukarıya doğru bölmeden çıkarma işlemi yapılmaktadır (Öztürk ve Demir, 2007).

Çizelge 1. MB Trac 900 orman traktörünün teknik özellikleri

Motor Gücü	85 HP (63 kW)
Tüm Ağırlık	6360 kg
Çekiş Gücü	2x6083 daN
Hız	2,8-30/40 km/saat
Hacim	3780 cm ³
Soğutma sistemi	Suyla
Kablo Çapı	12 mm
Kablo Uzunluğu	100 m
Kablo Hızı	540 devirde 33/61 m/dk 1000 devirde 19/35 m/dk
Kaldırma Gücü	2000 daN
Depo Hacmi	120 litre
Verim	3,33-8,40 m ³ /saat - 67-3,16 m ³ /sefer
Tambur iç çapı	155 mm
Tambur dış çapı - genişliği	366 mm - 225 mm
Tambur kablo kapasitesi	125 m
Tambur çalışma sistemi	Pnömatik
Tambur sarma ve boşaltma hızı	0,60 m/sn
Alın tablası ebadı	550x1900 mm
Destek tablası ebadı	620x1900 mm

DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİNDE BÖLME DEN ÇIKARMA ÇALIŞMALARININ
ORMAN TOPRAĞININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

URUS M III hava hattı ortalama günde 25 m³ verimle çalışmaktadır. Bu hava hatları 800 m uzunluğa kadar kurulabilirler. Vagon yukarıdan aşağıya 500 m'yi yerçekimi etkisi ile ortalama 1 dakikada, aşağıdan yukarıya 500 m'yi ortalama 10 dakikada gitmektedir. Kule yüksekliği 9 m, maksimum taşıma kapasitesi 4000 kg'dır. Ana kablo 18 mm çapında 650 m uzunluğunda, çekme halatı 10 mm çapında 1000 m uzunluğunda, geri hareket halatı 8 mm çapında 1300 m uzunluğunda ve 18 mm çapında 60 m, uzunluğunda 4 adet emniyet halatına sahiptir. Tambur sayısı 3 adet olup gücünü monte olduğu kamyondan alır (Acar, 1998).

Aşağıdan yukarıya taşıma yaptıkları gibi yukarıdan aşağıya doğru taşıma yapabilirler. Bunun için geri hareket halatı kullanılır. Bu halatı saran ayrı bir tambur bulunmaktadır. URUS M III hava hattının yandan çekme mesafesi maksimum 35 m'dir. Ancak bu ana halatın yüksekliğine bağlı olarak değişir. Ana halat yüksekliği ortalama 8 m'dir. Çalışan işçi sayısı 1 operatör, 1 operatör yardımcısı ve 4 işçi olmak üzere toplam 6'dır. Aracın günlük çalışma süresi 8 saatlik iş günü süresince net 4 saattir (Acar vd., 2000; Eroğlu vd., 2009b).

Toprak etkilerinin belirlenmesi için alınacak deneme alanları, bölmeden çıkarma faaliyetlerinin gerçekleştirildiği çalışma alanlarında, ürünlerinin taşınmasıyla orman toprağı üzerinde en fazla etkilenmenin olduğu; 1-taşınacak ürünlerin yüklendiği, 2-ürünlerin boşaltıldığı, 3-taşıma veya sürütmenin etkilediği yerlerden ve 4-kontrol olmak üzere 4 farklı toprak etkilenme alanından toprak örnekleri alınmıştır. Her bir deneme alanında, 3 toprak profili açılmış ve her bir profilin 2 farklı derinlik kademesinden (0-15 cm ve 15-30 cm) toprak örnekleme yapılmıştır. Buna göre toplam 216 toprak örnekleme yapılmıştır [3 (3 bölmeden çıkarma tekniğı) x 4 (toprak etkilenme alanı ve kontrol) x 3 (toprak profili) x 2 (toprak derinlik kademesi) x 3 (çalışma alanı) = 216 toprak örneğı].

Tekniğine uygun olarak alınan toprak örnekleri etiketlenerek laboratuara getirilmiştir. Toprak örnekleri, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmî ve Ekolojî Anabilim Dalı laboratuvarında kâğıt üzerinde serilmiş ve oda sıcaklığında hava kurusu hale getirilmiştir. Bu örnekler daha sonra porselen havanda dövülmüş, 2 mm'lik elekten elenmiş ve poşetlere koyularak etiketlenmiştir. Bu örnekler üzerinde fiziksel [geçirgenlik (permeabilite), nem, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, ince kısım, kaba kısım, kum, kil ve toz oranları, higroskopik nem ve pH tayini] analizler yapılmıştır. Hacim ağırlığını belirlemeye yönelik silindir örnekleri alınırken; silindirler belirlenen derinlik kademelerinde, toprağın yapısı bozulmadan ahşap takozlar yardımıyla toprağı çakılmış ve alttan kürek yardımıyla çıkarılarak ve silindir yüzeyini taşan kısımlar temizlenerek kapakları kapatılmış ve poşetleme ve etiketleme yapılarak laboratuara taşınmıştır.

Tekstür tayini Bouyoucos (1936)'un hidrometre yöntemine göre, hacim ağırlığı Tompson (1952)'a göre, permeabilite (geçirgenlik) Özyuvacı (1976) ve Balcı (1978)'ya göre, su tutma kapasitesi Sevim (1956)'e göre, nem tayini Tüzüner (1990)'e göre yapılmıştır.

Bölmeden çıkarma çalışmalarının orman toprağı üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek için tek yönlü ANOVA testi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunu takiben, farklılıkların önem derecesi Tukey testi (HSD) ($\alpha=0.05$) yardımıyla ortaya

konulmuştur. Bütün istatistik testler SPSS® 15.0 for Windows® yazılımı kullanılarak ve $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine göre yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üç farklı bölmeden çıkarma tekniğinin, orman topraklarının üst (0-15 cm) ve alt (15-35 cm) derinlik kademelerindeki bazı fiziksel özellikleri (permeabilite, yüzde nem, higroskopik nem, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, ince ve kaba kısmı, yüzde kum kil ve toz miktarları) üzerine olan etkileri Tablo 2’de verilmiştir. Kontrol alanlarıyla karşılaştırıldığında, hava hattı kullanılarak bölmeden çıkarma çalışmalarının yapıldığı alanlarda hem üst hem de alt toprakların fiziksel özelliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Benzer çalışmalarda da (Baumgras vd., 1995; Elias, 1998; Bock ve Van Rens, 2002) hava hatları kullanılarak yapılan odun hammaddesi taşınmasının taşınan ürünlerin zeminle temasını en aza indirerek toprağın fiziksel özelliklerinde önemli değişimler oluşturmadığı yönünde sonuçlar bildirilmiştir.

Orman traktörü ile bölmeden çıkarma yapılan alanlarda ise orman toprağının üst kısmının (0-15 cm) permeabilite ve hacim ağırlığı değerleri önemli derecede etkilenmiştir (anılan sıralamaya göre $F=161$, $p<0.001$ ve $F=35$, $p<0.001$). Orman traktörü ile yükleme (alt) ve boşaltma (üst) yapılan yerlerdeki permeabilite değerleri (anılan sıralamaya göre 0,53 cm/h ve 0,47 cm/h) sürütme yapılan (orta) (0,67 cm/h) ve kontrol alanlarına göre (0,93 cm/h) daha düşük bulunmuştur. Permeabilite değerlerinin tersine, orman traktörü ile bölmeden çıkarma yapılan alanlarda toprakların hacim ağırlığı değerleri, kontrol alanlarına göre oldukça yüksek bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 2).

Orman traktörü ile bölmeden çıkarma çalışmalarının orman toprağının alt kısmının (15-35 cm) fiziksel özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde, orman toprağının üst kısmında olduğu gibi permeabilite değerlerinin çalışma yapılan yerlerde önemli derecede ($p<0.001$) azaldığı belirlenmiştir. Alt toprakların hacim ağırlığında önemli bir değişme belirlenemez iken alt toprakların yüzde nem ve su tutma kapasitesi önemli derecede etkilenmiştir. Ürünlerin taşındığı ve boşaltıldığı yerlerin topraklarının alt kısımlarında yüzde nem ve su tutma kapasitesi önemli derecede ($p<0.05$) artmıştır. Çalışmaların yapıldığı yerlerin topraklarının alt kısmındaki kil miktarının da önemli derecede azaldığı ($p<0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 2).

İnsan gücü kullanılarak bölmeden çıkarma yapılan deneme alanlarının üst topraklarında da, orman traktörü kullanılarak yapılan çalışmada olduğu gibi orman topraklarının üst kısmının permeabilite ve hacim ağırlığı değerlerinde önemli derecede bir değişme olmuştur. Bölmeden çıkarma faaliyetlerinin gerçekleştiği yükleme, sürütme ve boşaltma yapılan yerlerde permeabilite değerleri azalmış, hacim ağırlığı değerleri ise artmıştır. Yine orman traktöründe olduğu gibi, insan gücü ile yapılan çalışmalar orman toprağının alt kısmının permeabilite değerlerinin önemli derecede ($p<0.05$) azalmasına neden olmuş, fakat diğer fiziksel özellikleri önemli derecede etkilenmemiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bölmeden çıkarma tekniklerine göre orman toprağındaki fiziksel özelliklerdeki değışimler, F ve p değerleri

Bölmeden	Çıkarma Tekniğı	Toprak Özellikleri	Toprak Derinliğı										
			0-15 cm					15-30 cm					
			Alt	Orta	Üst	Kontrol	F	p	Alt	Orta	Üst	Kontrol	F
Hava Hattı	Permeabilite (cm/h)	0,71	0,88	0,77	0,94	2,328	0,151	0,41	0,52	0,29	0,20	0,653	0,603
	Nem (%)	27,86	31,79	28,69	25,52	1,034	0,428	27,15	25,97	24,08	22,91	0,828	0,515
	Su tutma kapasitesi (%)	46,43	53,05	56,20	47,30	0,555	0,659	44,41	40,86	38,30	36,83	0,547	0,664
	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	0,94	1,00	0,83	0,79	0,860	0,500	1,10	1,19	1,20	1,13	0,286	0,835
	İnce kısım (%)	55,37	67,08	53,95	56,42	0,499	0,693	67,43	74,78	55,64	54,89	2,590	0,125
	Kaba kısım (%)	44,63	32,92	46,05	43,58	0,499	0,693	32,57	25,22	44,36	45,11	2,590	0,125
	Kum (%)	64,19	65,65	69,01	63,53	1,649	0,254	66,41	58,72	63,8	60,73	1,597	0,265
	Kil (%)	20,46	19,03	16,29	19,42	0,854	0,503	23,23	22,49	19,60	24,63	1,754	0,233
	Toz (%)	15,35	15,32	14,70	17,05	0,836	0,511	10,36	18,79	16,60	14,64	2,414	0,142
	Higroskopik nem (%)	4,75	4,60	5,05	6,50	1,002	0,440	4,47	4,59	3,82	4,54	0,202	0,892
Traktör	Permeabilite (cm/h)	0,53 ^a	0,67 ^b	0,47 ^a	0,93 ^c	161,485	0,000	0,32 ^a	0,44 ^b	0,34 ^{ab}	0,58 ^c	27,436	0,000
	Nem (%)	14,31	19,59	14,61	12,18	0,921	0,473	11,53 ^a	19,12 ^b	18,31 ^b	12,59 ^a	4,589	0,038
	Su tutma kapasitesi (%)	24,25	33,98	41,32	31,36	3,035	0,093	25,54 ^a	35,32 ^b	32,30 ^b	28,66 ^a	6,272	0,017
	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	1,26 ^b	1,25 ^b	1,34 ^b	0,94 ^a	34,842	0,000	1,26	1,23	1,24	1,17	0,838	0,510
	İnce kısım (%)	29,26	47,70	43,55	49,14	2,775	0,110	47,82	41,56	44,86	52,85	0,424	0,741
	Kaba kısım (%)	70,74	52,30	56,45	50,86	2,775	0,110	52,18	58,44	55,14	47,15	0,424	0,741
	Kum (%)	69,39	69,87	73,55	67,52	0,318	0,813	70,53	69,49	71,62	65,56	1,044	0,424
	Kil (%)	12,62	13,43	11,94	15,29	0,398	0,758	12,12 ^a	14,63 ^a	13,25 ^a	18,60 ^b	5,224	0,027
	Toz (%)	17,99	16,70	14,51	17,19	0,248	0,860	17,35	15,87	15,13	15,84	0,512	0,685
	Higroskopik nem (%)	3,68	4,42	3,89	3,38	0,233	0,871	4,10	3,59	3,39	3,10	0,524	0,678
İnsan Gücü	Permeabilite (cm/h)	0,16 ^a	0,23 ^a	0,22 ^a	0,72 ^b	25,937	0,000	0,18 ^a	0,20 ^a	0,25 ^{ab}	0,34 ^b	9,289	0,006
	Nem (%)	39,05	24,34	35,25	26,79	0,579	0,645	22,94	25,62	24,91	26,08	0,648	0,606
	Su tutma kapasitesi (%)	71,38	32,94	39,18	45,26	1,512	0,284	49,37	41,86	36,27	42,74	1,528	0,280
	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	1,33 ^b	1,22 ^{ab}	1,27 ^b	0,91 ^a	5,860	0,020	1,26	1,33	1,29	1,23	2,599	0,125
	İnce kısım (%)	48,44	69,04	53,08	59,35	1,633	0,257	52,13	60,28	47,72	49,52	0,430	0,738
	Kaba kısım (%)	51,56	30,96	46,92	40,65	1,633	0,257	47,87	39,72	52,28	50,48	0,430	0,738
	Kum (%)	65,61	63,66	63,80	65,97	0,210	0,887	67,33	58,78	60,55	56,51	1,182	0,376
	Kil (%)	16,23	20,53	24,14	20,47	1,115	0,399	19,07	22,99	17,67	22,25	1,329	0,331
	Toz (%)	18,16	15,81	12,06	13,56	0,972	0,452	13,60	18,23	21,78	21,24	0,968	0,454
	Higroskopik nem (%)	10,54	9,81	9,49	9,57	2,553	0,129	9,89	10,79	10,30	10,78	1,225	0,362

İnsan, havyan ya da traktör kullanılarak, bölmeden çıkarma yapılan çalışmalar sırasında meydana gelen sürütme şeritleri topraklarının fiziksel özelliklerindeki değişimler birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Örneğin, Makineci vd. (2007) tarafından göknar meşcerelerinde bölmeden çıkarma çalışmaları sırasında oluşan sürütme yollarının farklı mesafelerinde, orman toprak özellikleri üzerindeki değişimi incelediği çalışmalarında, toprakların 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerinde kil, ince kısım, yüzde nemin ve hacim ağırlığının önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Yine aynı bölgede, aynı konuda fakat kayın meşcerelerinde bölmede çıkarma çalışmalarının orman toprakları üzerine etkisini inceleyen Demir vd. (2007a) ise sürütme çalışmalarının 0-5 cm derinlik kademesinde ince kısım, yüzde nem ve hacim ağırlığının önemli derecede azaldığını, fakat toprakların tekstüründe önemli bir değişime neden olmadığını bulmuşlardır. Toprakların 5-10 cm derinlik kademesinde ise tüm bu özelliklerin sürütme yapılan topraklarda önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar, Demir vd. (2007b) tarafından aynı bölgede meşe meşcereleri içinde belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın bulguları da, Doğu ladini meşcerelerinde bölmeden çıkarma faaliyetlerinin traktör ve insan gücü teknikleri kullanılarak yapılması neticesinde oluşan sürütme sırasında toprakların hem üst hem de alt kısımlarının toprak özelliklerinin, özellikle permeabilite ve hacim ağırlığının, önemli derecede etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bununla beraber, toprak özelliklerindeki etkilenmenin sadece sürütme yapılan yerlerde değil, hasadı yapılan Doğu ladini tomruklarının yüklendiği ve boşaltımının yapıldığı alanların topraklarının da önemli derecede etkilendiğini göstermesi açısından önem kazanmaktadır. Bunun yanında, hava hattı kullanılarak Doğu ladini tomruklarının bölmeden çıkarılmasının orman topraklarının fiziksel özelliklerinde olumsuz bir değişime neden olmadığı görülmektedir.

İnsan gücü ya da traktörle yapılan bölmeden çıkarma çalışmalarında toprak yüzeyinde meydana gelen basınç, vibrasyon ve kesme stresi toprak sıkışmasına neden olmaktadır. Bazı çalışmalarda bu etkilerin toprakların toplam boşluklarının %20 ye varan oranda azalmasına ve mikro boşluklar yönünde makro boşlukların %50-60 oranında azaldığı bildirilmiştir (Herbauts vd., 1996). Bunun sonucunda, toprakların hacim ağırlığının yaklaşık %22 oranında artabileceği Abla vd. (1994) tarafından not edilmiştir. Miller vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada ise hacim ağırlığı değeri %40'a kadar çıkmaktadır. Son yapılan çalışmada bu artış traktör ile bölmeden çıkarmada %42, insan gücü ile bölmeden çıkarmada %46 olarak bulunmuştur. Toprakların boşluk boyutundaki azalma yüksek bir su tutulmasına neden olmaktadır (Ballard, 2000). Topraklarda meydana gelen sıkışma toprakların geçirim gücünün de %30-50 oranında azalmasına neden olabilmektedir (Aust vd., 1998). Bu etkiler neticesinde, Dickerson (1976) tarafından yapılan bir çalışmada, toprak sıkışması olmayan yerlerin permeabilite oranlarının (11.4 cm/h), traktör tekerlerinin geçtiği yerlerde 1.1 cm/h düştüğü bildirilmiştir. Benzer sonuçlar Cullen vd. (1991) ve Ballard (2000) tarafından da bildirilmiştir. Bu çalışmada traktör ile bölmeden çıkarmada permeabilite değerlerinde %50 azalma meydana gelirken, insan gücü ile bölmeden çıkarmada bu azalma %70'e ulaşmıştır.

Ağır makinelerin ya da insan faaliyetlerinin sıkıştırmaları toprakların yapısal

karakteristikleri, havalanması ve toprak su dengesi üzerinde oldukça önemli olup, toprak organizmalarını ve kök gelişmesini önemli derecede etkileyebilmektedirler (Makineci vd., 2007). Bu etkilenme, ilksel köklerin uzama ve topraklarda ilerleme gücünü azaltarak besin elementi ve su alma yeteneğini düşürmektedir (Kozłowski, 1999). Sonuçta, toprakta meydana gelen bu sıkışma ağaçların gelişmesini azaltmaktadır (Gebauer ve Martinkova 2005). Toprakların bu şekilde bozulması, sıkışması ve özelliklerinin değişmesi toprakta önemli roller üstlenen organizmalarının (örneğin, ölü örtü ayrışmasındaki önemli rolleri) aktifliğini ve çeşidini etkileyerek, toprak verimliliğinin düşmesine neden olabilmektedir (Gobat vd., 1998).

Genellikle killi ve balçıklı topraklara sahip alanlarda ağır makinelerin ve insanların sıkışma üzerinde etkili olduğu kabul edilmesine rağmen (Fisher ve Binkley, 2000), bazı çalışmalarda kum miktarının fazla olduğu topraklarda da ağır makineler ve insan faaliyetlerinin toprak sıkışmasına neden olarak permeabilite ve hacim ağırlığını önemli derecede etkileyebileceği belirtilmiştir (Ampoorter vd., 2007). Benzer şekilde, bu çalışmada da kum miktarı oldukça yüksek olmasına rağmen traktör ve insan gücü ile bölmeden çıkarma çalışmaları toprakların permeabilite ve hacim ağırlıklarını önemli derecede etkilemiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hava hattı, traktör ve insan gücü ile Doğu ladini meşcerelerinde yapılan bölmeden çıkarma çalışmalarının, tomrukların yüklendiği, taşındığı ve boşaltıldığı yerlerin topraklarının fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, hava hatlarının toprağın fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Traktör ve insan gücü ile yapılan bölmeden çıkarma çalışmaları toprakların hem üst hem de alt kısımlarının permeabilite değerlerini önemli derecede azalmakta, hacim ağırlığı değerlerini önemli derecede arttırmaktadır. Traktörle kablo çekimi ve tomrukların insanlar tarafından sürütülmesi esnasında toprak yüzeyine uygulanan basınç toprakların sıkışmasına ve boşluk boyutlarının küçülmesine neden olarak permeabilite değerlerinin düşmesine, hacim ağırlığının artmasına neden olmaktadır. Bu değerlerde meydana gelen farklılıkların zaman içerisinde toprakların yapısal özelliklerini, toprak su dengesini, kök ilerlemesini, toprak organizmalarını, besin elementi ve su alımını etkileyerek toprak verimliliğini ve bunlara bağlı olarak ağaç gelişmesini etkileyebilecektir. Bu faktörler bu çalışmada araştırılmamıştır, fakat gelecekte bu konuda yapılacak araştırmalar konunun daha iyi anlaşılması açısından önem kazanmaktadır.

Bölmeden çıkarma faaliyetlerinden kaynaklanan toprak zararlarını azaltmada; uygun bölmeden çıkarma zamanının ve tekniğinin belirlenmesi, insan gücü ile serbest kaydırmada ve traktör gücü ile kablo çekiminde uygun şeritlerin belirlenmesi, hava hatları ile bölmeden çıkarmada ürünlerin hat boyunca tamamen askıda taşınması, kesim ve bölmeden çıkarma planının doğru yapılması önemli faydalar sağlayabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TUBITAK) tarafından 106O054 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ablan, H.D., Host, G.E., Elioff, J.D., Shadis, D.A., 1994. Soil and Vegetation Response to Soil Compaction and Forest Floor Removal after Apsen Harvesting, Research Paper NC-315, USDA Forest Service, St. Paul, Minnesota.
- Acar, H.H., 1998. Transport Tekniği ve Tesisleri. KTÜ Orman Fakültesi Yayın No:56, Trabzon, 235 s.
- Acar, H.H., Eroğlu, H., Yoshimura, T., 2000. Technical and economical analysis of the wood production system using Koller K 300 and Urus M III on steep terrain. In: Proceeding of Forest and Wood Technology vs. Environment, Brno, Czech Republic, pp. 13-19.
- Akay, A.E., Sessions, J., Aruga, K., 2007. Designing a forwarder operation considering tolerable soil disturbance and minimum total cost. *Journal of Terramechanics*, 44: 187-195.
- Ampoorter, E., Goris, R., Cornelis, W.M., Verheyen, K., 2007. Impact of Mechanized logging on compaction status of sandy forest soils. *Forest Ecology and Management*, 241: 162-174.
- Anonim, 2008. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Artvin.
- Aust, W.M., Burger, J.A., Carter, E.A., Preston, D.P., Patterson, S.C., 1998. Visually determined soil disturbance classes used as indices of forest harvesting disturbance. *Southern Journal of Forest Research*, 22: 245-250.
- Balcı N., 1996. Toprak Koruması, İÜ Orman Fakültesi, Yayın no: 439 İstanbul.
- Ballard, T.M., 2000. Impacts of forest management on Northern forest soils. *Forest Ecology and Management*, 133: 37-42.
- Baumgras, J.E., Herar, J.R., LeDoux, C.B., 1995. Environmental impacts from skyline yarding partial cuts in an Appalachian hardwood stand: A case study. Council On Forest Engineering 18th Annual Meeting, Sustainability, Forest Health & Meeting The Nation's Needs for Wood Products, North Carolina, pp. 413-419.
- Bettinger, P., Armlovich, D., Kellogg, L.D., 1994. Evaluating Area in Logging Trails with a Geographic Information System, *Transactions of the ASAE*, Volume 37: 1327-1330.
- Bock, M.D., Van Rees, K.C., 2002. Forest harvesting impacts on soil properties and vegetation communities in the Northwest Territories, *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 713-724.
- Bouyoucos, G.J., 1936. Direction for making Mechanical Analysis of Soils by Hydrometer Method, *Soil Science Soc. Amer. Proc.* Volume 42, 225-229p.
- Croke, J., Hairsine, P., Fogarty, P., 2001. Soil Recovery From Track Construction and Harvesting Changes In Surface Infiltration, Erosion and Delivery Rates With Time, *Forest Ecology and Management*, 143: 3-12.
- Cullen, S.J., Montagne, C., Ferguson, H., 1991. Timber harvest trafficking and soil compaction in Western Montana, *Soil Science Society of American Journal*, 55:1416-1421.
- Demir, M., Makineci, E., Yılmaz, E., 2007a. Harvesting impacts on herbaceous understory, forest floor and top soil properties on skid road in a beech, *Journal of Environmental Biology*, 28:427-432.
- Demir, M., Makineci, E., Yılmaz, E., 2007b. Investigation of timber harvesting impacts on herbaceous cover, forest floor and surface soil properties on skid road in oak (*Quercus Petrea L.*) stand. *Building and Environment*, 42:1194-1199.
- Dickerson, B.P., 1976. Soil compaction after tree-length skidding in Northern Mississippi. *Soil Science Society of American Journal*, 40:65-966.
- Dykstra, D., Heinrich, R., 1996. FAO model code of forest harvesting practice, FAO, Rome, 85s.

DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİNDE BÖLME DEN ÇIKARMA ÇALIŞMALARININ
ORMAN TOPRAĞININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

- Elias, A., 1998. Reduced impact timber harvesting in the tropical natural forest in Indonesia. Forest Harvesting Case-Study 11. Rome.
- Eroğlu, H., 2007. A theoretical approach for determining environmental hazards caused by technical forestry operations. International Symposium, The 150th Anniversary of Forestry Education In Turkey: Bottlenecks, Solution, and Priorities In The Context of Functions of Forest Resources. İstanbul, Turkey, pp. 374-383.
- Eroğlu, H., Öztürk U.Ö., Sönmez, T. Tilki F., Akkuzu E., 2009a. The Impacts of Timber Harvesting Techniques on Residual Trees, Seedlings, and Timber Products in Natural Oriental Spruce Forests, African Journal of Agricultural Research, 4:220-224.
- Eroğlu, H., Özkaya M.S., Acar H.H., Karaman A., Yolastıgımaz H.A., 2009b. An Investigation on Roundwood Extraction of *Fagus orientalis* Lipsky, *Abies nordmanniana* (Stew.) Spach. and *Picea orientalis* (L.) Link. by URUS MIII Forest Skyline on Snow. African Journal of Biotechnology, 8:1082-1089.
- Fairweather, S.E., 1991. Damage to residual trees after cable logging in Northern hardwoods, Northern Journal of Applied Forestry, 8: 15-17.
- FAO, 1997., Forest Harvesting in Natural Forests of the Republic of the Congo, Forest Harvesting Case-Study 7, Rome.
- FAO, 1998., Reduced Impact Timber Harvesting In The Tropical Natural Forest In Indonesia. Forest Harvesting Case-Study 11. Rome.
- Fisher, R.F., Binkley, D., 2000., Ecology and Management of Forest Soils. Wiley, New York.
- Froerlich, H.A., 1981. Designing Skid Trail Systems to Reduce Soil Impacts From Tractive Logging Machines, Forest Research Lab, Oregon State University.
- Froehlich, H.A., Aulerich, D.E., Curtis, R., 1981. Designing Skid Trail Systems to Reduce Soil Impacts from Tractive Logging Machines, Oregon State Univ., Research Paper: 44: 1981, 15 p.
- Gebauer, R., Martinkova, M., 2005. Effects of pressure on the root systems of Norway spruce plants (*Picea abies* (L.) Karst.). Journal of Forest Science, 51: 268-275.
- Gobat, J.M., Aragno, M., Matthey, W., 1998. Le sol vivant. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
- Hartanto, H., Prabhu, R., Widayat, A.S.E., Adsak, C., 2003. Factors Affecting Runoff and Soil Erosion: Plot-Level Soil Loss Monitoring For Assessing Sustainability of Forest Management, Forest Ecology and Management, Volume 6210, pp.1-14.
- Herbauts, J., El Bayad, J., Gruber, W., 1996. Influence of logging traffic on the hydromorphic degradation of acid soils developed on loessic loam in middle Belgium, Forest Ecology and Management 87:193-207.
- Johns, J.S., Barreto, P., Uhl, C., 1996. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the Eastern Amazon. Forest Ecology and Management, 89: 59-77.
- Kozłowski, T.T., 1999. Soil compaction oand growth of woody plants. Scandinavian Journal of Forest Research, 14: 596-619.
- Krzić, M., Newman, R.F., Broersma, K., 2003. Plant species diversity and soil quality in harvested and grazed boreal aspen stands of Northeastern British Columbia. Forest Ecology and Management, 182: 315-325.
- Makineci, E., Demir, M., Yılmaz, E., 2007. Long-Term Harvesting Effects on Skid Trail Road in a Fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.) Plantation Forest. Building and Environment, 42: 1538-1543.
- Mangan, P., Bertolo, A., 2003. Impact of logging on yellow perch recruitment in Boreal Shield Lakes. Project Reports 2003/2004, Sustainable Forest Management Network.
- Miller, R.E., Scott, W., Hazard, J.W., 1996. Soil Compaction and Conifer Growth after tractor yarding at three coastal Washington Locations. Canadian Journal of Forest Research, 26:225-236.
- Öztürk, T., Demir, M., 2007. Transporting of oriental spruce timbers by Urus M III cable system from selective forests of Artvin region, Building Environment 42: 1278-1282.

- Özyuvacı, N., 1976. Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 221 İstanbul.
- Pinard, M.A., Barker, M.G., Tay, J., 2000. Soil disturbance and post-logging forest recovery on bulldozer paths In Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 130: 213-225.
- Quesnel, H.J., Curan, M.P., 2000. Shelterwood harvesting in root-disease infected stands-post-harvest soil disturbance and compaction. *Forest Ecology and Management*, 133: 89-113.
- Rushton, T., Brown, S., McGrath, T., 2003. Impact of tree length versus short-wood harvesting systems on natural regeneration. *Forest Research Report 70*. Nova Scotia Department of Natural Resources. 14 s.
- Scrimgeour, G.J., Tonn, W.M., Paszkowski, C.A., Aku, P.M.K., 2000. Evaluating the effects of forest harvesting on littoral benthic communities within a natural disturbance-based management model. *Forest Ecology and Management*. 126: 77-86.
- Smidt, M., Blinn, C.R., 1995. *Logging For The 21st Century: Forest Ecology and Regeneration*, University of Minnesota, FO-06517, 23 p.
- Tompson, L.M., 1952, *Soil and Soil Fertility*, Mc Graw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Tüzüner, A., 1990. *Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı*, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.