



## **Hafif Eğimli Arazilerde Benzinli El Vinci ile Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Verim Açısından Değerlendirilmesi**

Abdullah E. AKAY<sup>1,\*</sup>, Mustafa SERT<sup>1</sup>, Neşe GÜLCİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş  
\*İletişim Yazarı: akay@ksu.edu.tr

### **Özet**

Bu çalışmada, hafif eğimli arazilerde yamaç yukarı yönde bölmeden çıkarma çalışmalarında alternatif bir yöntem olarak benzinli el vinci incelenmiştir. Bu kapsamda, Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği sınırlarında bir kızılçam meşceresinde gerçekleştirilen aralama kesimlerinde, benzinli el vinci ile bölmeden çıkarma çalışmaları verim açısından değerlendirilmiştir. Arazi çalışması sırasında benzinli el vinci iki farklı uygulamada test edilmiştir. Birinci uygulamada, odun hammaddeleri benzinli el vinci, sentetik halat ve zincir çoker yardımı ile kesim sahasından rampaya sürütülmüştür. İkinci uygulamada ise benzinli el vinci sürütme konisi ile kombine olarak kullanılmış ve böylece sürütme konisinin bölmeden çıkarma çalışmalarında etkisi incelenmiştir. Her iki uygulamada da arazi eğimi %11-20 arasında olup, ölçümler üç ayrı sürütme mesafesinde (20 m, 40 m ve 60 m) gerçekleştirilmiştir. Bölmeden çıkarma uygulamalarında verim, zaman etüdü yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve daha sonra verim üzerinde etkili olan faktörler değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, sürütme mesafesi ve ürün hacminin verim üzerinde etkili olan ana faktörler olduğu belirlenmiştir. Çalışmada verimlilik değerinin, her iki uygulamada da düşük hacim sınıfından, orta ve yüksek hacim sınıfına doğru artış gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca, sürütme konisi kullanıldığından ürünün kalan ağaç, kütük ve diğer engellere takılma riskinin azaldığı, bu durumun sürütme zamanı ve dolayısı ile verim üzerinde olumlu sonuçlar doğurduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tomruk üretimi, Bölmeden çıkarma, Benzinli el vinci, Verim

## **Evaluating Productivity of Mobile Winch System Used in Logging Operation on Gentle Ground Slope**

### **Abstract**

In this study, mobile winch system was examined as an alternative method used in log extraction activities on gentle slope. The productivity of a mobile winch system, implemented during a thinning operation in Brutian pine stand located in Başkonuş Forest Enterprise Chief of Kahramanmaraş Forest Enterprise Directorate, was evaluated. In field study, mobile winch system was examined in two different applications. In the first application, forest products were transported from stand to landing area by using a mobile winch, a synthetic rope, and a chain choker. In the second application, the mobile winch was combined with skidding cone so that the effects of the skidding cone on logging operation were evaluated. In both applications, ground slope was 11-20% and field measurements were performed for three skidding distances (20 m, 30 m, and 60 m). For logging applications, productivity was determined by using time studies and then factors affecting productivity were evaluated. The results indicated that the main factors were skidding distance and log volume. It was found that productivity increased from low volume logs to high volume logs. It was also found that using skidding cone decreased the risk of hanging logs to residual trees, stumps, and other obstacles, which lead to positive effects on skidding time and therefore productivity.

**Keywords:** Log production, Logging operation, Mobile winch system, Productivity

## **1. GİRİŞ**

Orman ürünlerinin üretiminde temel aşamalar; kesilecek ağaçların ve devrilmesi, devrilen ağaçların dallardan temizlenmesi ve kabukların soyulması, gövdelerin boylanması ve ürünlerin rampalara ve depolara taşınması aşamalarıdır (Acar ve Şentürk, 2000). Ülkemizde üretim çalışmalarında genellikle tomruk metodu kullanılmaktadır. Bu metot sırasında dalların temizlenmesi, tepenin kesilmesi, kabukların soyulması ve boylanması işleri ağacın kesim yerinde gerçekleşmektedir (Erdaş, 2008).

Tomruk metodu, her türlü bölmeden çıkarma metotları (insan ve hayvan gücü, traktörler, hava hatları) ile uyumludur ve diğer üretim metotlarına oranla daha düşük seviyede mekanizasyon gerektirmektedir (Aykut ve Demir, 1996). Ayrıca, ülkemizde tomruk nakliyatında kullanılan kamyonların ve mevcut orman yollarının standartları, bütün gövde ve bütün ağaç metotları ile üretilen odun hammaddelerinin nakliyatına imkan vermemektedir (Erdaş, 2008).

Mekanik üretim yöntemlerinin yeterli düzeyde kullanılmaması bölmeden çıkarma çalışmalarında maliyeti artırmakta ve orman ekosistemi üzerinde önemli zararlara neden olabilmektedir (Acar & Şentürk, 2000; Eroğlu & Özmen., 2010). Ayrıca, uygun planlanmayan çalışmalar, meşcerede kalan ağaçlar, gençlik ve orman toprağı üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir (Akay ve ark., 2007; Eroğlu, 2012). Bu nedenle, bölmeden çıkarmada sadece maliyeti en aza indiren değil aynı zamanda çevre zararlarını minimize eden modern yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

Bölmeden çıkarma yöntemi arazinin teknik özelliklerine bağlı olarak tespit edilmektedir. Arazinin teknik özelliklerine bağlı faktörler arasında üretim yapılacak arazinin eğimi başta olmak üzere, zemin yapısı ve işletmeye açma tesis ve taşıtlarının varlığı yer almaktadır. IUFRO tarafından ormancılıkta bölmeden çıkarma çalışmaları için önerilen eğim sınıfları sırasıyla; düz arazi (% 0-10), hafif eğimli arazi (% 11-20), orta eğimli arazi (% 21-33), dik arazi (% 34-50) ve çok dik arazi (>% 51) olarak sıralanmaktadır (Erdaş, 2008).

Ülkemizde, bölmeden çıkarma çalışmaları % 80'in üzerinde insan ve hayvan gücü ile sürüterek, atarak ya da kaydırılarak gerçekleştirilmektedir. Odun hammaddesi üretim çalışmalarından insan gücüyle bölmeden çıkarma çalışmaları; doğrudan zemin üzerinde kaydırarak (arazi eğimi %35-%65), doğrudan insan gücüyle taşıyarak (düz veya yamaç aşağı inişlerde), basit el gereçleri ve yardımcı araçlar kullanarak ve oluklar içerisinde kaydırarak gerçekleştirilmektedir. Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma çalışmaları (yamaç yukarı arazi eğimi %0-15, yamaç aşağı arazi eğimi ise %0-25) ise doğrudan zemin üzerinde sürüterek, hayvanların sırtına yükleyerek ve hayvan gücü ile çekilen kızak ve benzeri arabalarla sağlanmaktadır. Traktörle bölmeden çıkarma çalışmaları; zemin üzerinde sürüterek (arazi eğimi %0-33) ve kablo çekimiyle (eğimin %30'dan fazla olduğu dağlık alanlarda) gerçekleştirilmektedir (Gülci ve ark., 2014).

Hafif eğimli arazilerde (%11-20) insan gücü, hayvan gücü, tarım traktörleri ve orman traktörleri ile bölmeden çıkarma çalışmaları yapılabilmektedir. Bu arazi koşullarında insan gücü kullanıldığında sadece ince çaplı odun hammaddelerinin bölmeden çıkarılması verim ve ergonomik açıdan daha uygundur. Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma çalışmaları bu alanlarda uygulanabilir, ancak verim mekanik yöntemlere oranla daha düşüktür. Diğer taraftan, bu alanlarda tarım traktörleri ve orman traktörleri ile kablo çekimi veya zeminde sürütme suretiyle bölmeden çıkarma çalışmaları gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, orman traktörleri ve tarım traktörlerinin düşük eğimli alanlar yerine daha yüksek eğimli ve zor arazi koşullarında kullanılmaları ekonomik açıdan daha uygundur.

İnsan ve hayvan gücüyle bölmeden çıkarmanın uygun olmadığı alanlarda ve traktörle bölmeden çıkarmanın tercih edilmediği durumlarda, taşınabilen benzinli el vinçleri ile kablo çekimi yapılarak bölmeden çıkarılma önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (Gülci, 2014). Odun hammaddeleri benzinli el vinci ile zemin üzerinde sürütülebildiği gibi sürütme konisi ile kombine edilerek de sürütülebilmektedir. Sürütme konisi kullanıldığından ürünlerin kalan ağaç, kütük ve diğer engellere takılma riski azalmakta, bu durum operasyon verimini artırmakta ve meşcere zararını ise azaltmaktadır (Akay ve ark., 2014).

Bu çalışmada, hafif eğimli arazilerde yamaç yukarı yönde bölmeden çıkarma çalışmalarında benzinli el vincinin verimliliği incelenmiştir. Çalışma Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği sınırlarında bir kızılçam meşceresinde gerçekleştirilen aralama kesimlerinde yürütülmüştür. Uygulama sırasında ayrıca benzinli el vinci sürütme konisi ile kombine olarak kullanılmış ve böylece sürütme konisinin bölmeden çıkarma çalışmalarında etkisi de incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### Çalışma Alanı

Arazi çalışmaları, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Başkonuş Orman İşletme Şefliğinde yürütülmüştür (Şekil 1). İşletme şefliğinde hakim ağaç türleri; kızılçam, karaçam, Toros sediri ve Toros göknarıdır. Ortalama arazi eğimi ve rakım sırası ile %20 ve 882 m'dir.



**Şekil 1.** Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği

## Benzinli El Vinci

Orman ürünlerinin yamaç yukarı yönde çekilmesinde kullanılan benzinli el vinci "PCW5000" marka olup, teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. "Honda" marka güçlü motoru sayesinde zor arazi şartlarında bölmeden çıkarma çalışmalarında kullanılabilir. Benzinli el vinciyle bölmeden çıkarılma çalışmalarında ayrıca; sürütme konisi, 12 mm çapında sentetik halat, 1,5 m boyunda zincir çoker, 2 m boyunda polyester çoker, üç adet metal kilit ve iki adet metal kanca kullanılmaktadır (Şekil 2). Çalışma kapsamında kullanılan sürütme konisi polimer plastik malzemeden üretilmiştir. Sentetik halata metal kilitler yardımıyla monte edilen zincir çoker odun hammaddesine sarılarak metal kancalar yardımıyla tespit edilmektedir. Vincin kenarında yer alan 2 adet metal kanca ve polyester çoker kullanılarak dikili ağaçlara veya sahada kesilmiş ağaç kütüklerine monte edilmektedir (Şekil 3). Benzinli el vinci, sentetik halat ve diğer aparatlar bir orman işçisinin omuzunda ergonomik olarak ve kolaylıkla taşınabilmektedir.

**Tablo 1.** Benzinli el vinci teknik özellikleri

Teknik Özellikler	
Motor	4 Zamanlı Honda GXH-50cc
Ağırlık	16 kg
Maksimum Çekiş Gücü (Tek Halat)	1000 kg
Maksimum Çekiş Gücü (Çift Halat)	2000 kg
Minimum Halat Çapı	10 mm
Maksimum Halat Çapı	20 mm



**Şekil 2.** Benzinli el vinci (sol), sürütme konisi (orta), sentetik halat, çokerler ve metal kilit (sağ)



**Şekil 3.** Benzinli el vinci kurulumu

## Arazi Çalışması

Arazi çalışması sırasında benzinli el vinci iki farklı uygulamada test edilmiştir. Birinci uygulamada, odun hammaddeleri benzinli el vinci, sentetik halat ve zincir çoker yardımı ile

kesim sahasından rampaya sürütülmüştür. İkinci uygulamada ise benzinli el vinci sürütme konisi ile kombine olarak kullanılmıştır (Şekil 4). Her iki uygulamada da arazi eğimi %11-20 arasında olup, ölçümler üç ayrı sürütme mesafesinde (20 m, 40 m ve 60 m) gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 4.** Benzinli el vinci ile sürütme

Zaman analizi çalışmaları sırasında kronometre yardımı ile kümülatif zaman ölçme tekniği kullanılmıştır. Ölçüm işlemleri sürütme operasyonunu ve çevresini görebilecek hakim bir noktadan yapılmıştır. Benzinli el vinci ile bölmeden çıkarma çalışmasında değerlendirilen iş aşamaları; sürütme kancasının ürüne çekilmesi, sürütme kancası ve sürütme konisinin ürüne bağlanması, ürünün sürütülmesi, sürütme kancasının çıkarılması (ana faaliyet), benzinli vinci kurulması (yan faaliyet), benzin doldurma, küçük tamirat ve takılan ürünü kurtarmadır (ek faaliyet).

Bölmeden çıkarma çalışmasının zaman verileri etüt formuna kaydedilmiştir. Çalışmada sürütme mesafesi şerit metre ve ortalama arazi eğimi ise eğim ölçerle belirlenmiştir. Benzinli vinçle sürütülen tomrukların çap ve boy bilgileri ölçülerek kaydedilmiştir.

Sürütme sırasında meydana gelen meşcere zararı (kalan ağaçlarda yaralanmalar ve toprak zararı) veri kaydı tablolarına işlenmiştir. Yaralanan dikili ağaçlarda, yaranın tipi (kabuk, odun), yaranın boyutu (en x boy) ve yaranın yerden yüksekliği gibi bilgiler kaydedilmiştir. Orman toprağı üzerinde oluşan zarar ise sürütülen ürünlerin üst toprakta meydana getirdiği iz derinlikleri ölçülerek değerlendirilmiştir.

Zaman ölçümü ile elde edilen veriler kullanılarak sürütme operasyonunun saatlik verimi (m<sup>3</sup>/saat) hesaplanmıştır. Bu amaçla oluk sistemi ile taşınan tomrukların hacimleri hesaplanmıştır. Hacim hesaplanması için Yüzey Formülü (Formül 1) kullanılmıştır (Carus, 2002). Bu formülde hacim, tomrukların çap ve boy bilgilerine bağlı olarak hesaplanmaktadır:

$$V = \frac{\pi}{40000} d^2 L \quad (1)$$

$V$  = tomruk hacmi (m<sup>3</sup>)

$d$  = tomruk çapı (cm)

$L$  = tomruk boyu (m)

Daha sonra, zaman ölçümü ile elde edilen veriler kullanılarak saatlik verim (m<sup>3</sup>/saat) değerlendirilmiştir. Verim hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$Verim = \frac{O\ddot{U}H}{TS} * 60 \quad (2)$$

$O\ddot{U}H$  = Bir döngüdeki ortalama ürün hacmi ( $m^3$ )

$TS$  = Bir döngüdeki ortalama toplam süre (dk)

60 = Süreyi dakikadan saate çevirmek için kullanılan katsayı

### İstatistiksel Analizler

Arazi çalışmaları sırasında kaydedilen veriler kullanılarak SPSS 16.0 yazılımı yardımı ile istatistik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 0,05 anlamlılık düzeyinde Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Çalışmada değerlendirilen parametrelerin normal dağılım özellikleri gösterebilmesi için minimum örnek büyüklüğü olan 30 sayısı dikkate alınarak (Batu, 1995), her sürütme güzergahında 30 adet odun hammaddesi ölçülmüştür. Sürütme konisi kullanılmadan ve kullanıldığı durumda arazi eğimi sabit (%11-20) kalmak şartıyla, sürütme mesafesi ve tomruk hacminin operasyon verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca, benzinli vinçle sürütülen tomrukların hacim sınıflarının verimlilik üzerinde etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, tomruk hacimleri üç sınıfta (düşük < 0,20  $m^3$ , orta: 0,20  $m^3$  - 0,24  $m^3$ , yüksek > 0,24  $m^3$ ) değerlendirilmiştir.

## 3. BULGULAR

### Doğrudan Zemin Üzerinde Yamaç Yukarı Sürütme

#### 20 m'lik Sürütme Mesafesi

Her bir turda taşınan ürünler için ortalama tomruk çapı, boyu ve hacmi sırası ile 22,73 cm, 2,11 m ve 0,22  $m^3$  olarak belirlenmiştir. Toplam sürütme zamanı ve verim için ortalama değerler ise sırası ile 1,77 dakika ve 7,31  $m^3$ /saat bulunmuştur. Ortalama ürün takılma zamanı 6,2 saniye olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, farklı hacim sınıflarının verimlilik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir,  $p$  (0,000) < 0,05. Ortalama verimlilik, düşük hacim sınıfından (6,42  $m^3$ /saat), orta (7,91  $m^3$ /saat) ve yüksek (10,00  $m^3$ /saat) hacim sınıfına doğru artarak değişmiştir.

Sonuçlar 4 dikili ağacın sürütülen tomruklardan dolayı yaralandığını göstermiştir. Yaraların üçü ağacın dip kısmında kabukta, diğeri ise gövde üzerinde (yerden 5 cm yükseklikte) diri odunda zarar oluşturmuştur. Yaralı ağaçların ortalama çapı 28,5 cm, yaraların ortalama eni ve boyu sırasıyla 17,5 cm ve 16,25 cm olarak bulunmuştur. Sürütme sırasında sürütülen tomrukların üst toprakta neden oldukları iz derinliği maksimum 7 cm ölçülmüştür.

#### 40 m'lik Sürütme Mesafesi

Her bir turda taşınan ürünler için ortalama tomruk çapı, boyu ve hacmi sırası ile 22,40 cm, 2,25 m ve 0,23  $m^3$  olarak belirlenmiştir. Toplam sürütme zamanı ve verim için ortalama değerler ise sırası ile 2,71 dakika ve 5,12  $m^3$ /saat bulunmuştur. Ortalama ürün takılma zamanı 7,13 saniye olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, farklı hacim sınıflarının verimlilik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir,  $p$  (0,000) < 0,05. Ortalama verimlilik, düşük hacim sınıfından (4,12  $m^3$ /saat), orta (4,95  $m^3$ /saat) ve yüksek (6,24  $m^3$ /saat) hacim sınıfına doğru artarak değişmiştir.

Sonuçlar 5 dikili ağacın sürütülen tomruklardan dolayı yaralandığını göstermiştir. Yaraların üçü kabukta (0-8 cm yükseklikte), diğer ikisi ise diri odunda (0-6 cm yükseklikte) zarar oluşturmuştur. Yaralı ağaçların ortalama çapı 26,6 cm, yaraların ortalama eni ve boyu sırasıyla 13,6 cm ve 16,8 cm olarak bulunmuştur. Sürütme sırasında sürütülen tomrukların üst toprakta neden oldukları iz derinliği 5-10 cm ölçülmüştür.

### **60 m'lik Sürütme Mesafesi**

Her bir turda taşınan ürünler için ortalama tomruk çapı, boyu ve hacmi sırası ile 22,33 cm, 2,18 m ve 0,22 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Toplam sürütme zamanı ve verim için ortalama değerler ise sırası ile 3,53 dakika ve 3,76 m<sup>3</sup>/saat bulunmuştur. Ortalama ürün takılma zamanı 8,13 saniye olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, farklı hacim sınıflarının verimlilik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir, p (0,000) < 0,05. Ortalama verimlilik, düşük hacim sınıfından (3,04 m<sup>3</sup>/saat), orta (3,87 m<sup>3</sup>/saat) ve yüksek (4,24 m<sup>3</sup>/saat) hacim sınıfına doğru artarak değişmiştir.

Sonuçlar 6 dikili ağacın sürütülen tomruklardan dolayı yaralandığını göstermiştir. Yaraların ikisi gövde üzerinde (6-8 cm yükseklikte) diri odunda, diğerleri ise dip kısımda kabukta zarar oluşturmuştur. Yaralı ağaçların ortalama çapı 28,67 cm, yaraların ortalama eni ve boyu sırasıyla 13,83 cm ve 20,17 cm olarak bulunmuştur. Sürütme sırasında doğrudan zemin üzerinde sürütülen tomrukların üst toprakta neden oldukları iz derinliği 10-15 cm ölçülmüştür.

### **Sürütme Konisi ile Yamaç Yukarı Sürütme**

#### **20 m'lik Sürütme Mesafesi**

Her bir turda taşınan ürünler için ortalama tomruk çapı, boyu ve hacmi sırası ile 22,85 cm, 2,29 m ve 0,22 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Toplam sürütme zamanı ve verim için ortalama değerler ise sırası ile 1,63 dakika ve 8,17 m<sup>3</sup>/saat bulunmuştur. Ortalama ürün takılma zamanı 1,07 saniye olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, farklı hacim sınıflarının verimlilik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir, p (0,000) < 0,05. Ortalama verimlilik, düşük hacim sınıfından (6,27 m<sup>3</sup>/saat), orta (7,57 m<sup>3</sup>/saat) ve yüksek (7,99 m<sup>3</sup>/saat) hacim sınıfına doğru artarak değişmiştir.

Sonuçlar 2 dikili ağacın sürütülen tomruklardan dolayı yaralandığını göstermiştir. Yaraların ikisi de gövde üzerinde (6-8 cm) kabukta zarar oluşturmuştur. Yaralı ağaçların ortalama çapı 26 cm, yaraların ortalama eni ve boyu sırasıyla 14 cm ve 22 cm olarak bulunmuştur. Sürütme konisi kullanıldığında 20 m'lik sürütme mesafesi boyunca tomrukların üst toprakta önemli bir hasara (2 cm) neden olmadıkları tespit edilmiştir.

#### **40 m'lik Sürütme Mesafesi**

Her bir turda taşınan ürünler için ortalama tomruk çapı, boyu ve hacmi sırası ile 21,45 cm, 2,18 m ve 0,22 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Toplam sürütme zamanı ve verim için ortalama değerler ise sırası ile 2,51 dakika ve 5,29 m<sup>3</sup>/saat bulunmuştur. Ortalama ürün takılma zamanı 1,33 saniye olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, farklı hacim sınıflarının verimlilik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir, p (0,000) < 0,05. Ortalama verimlilik, düşük hacim sınıfından (4,36 m<sup>3</sup>/saat), orta (5,26 m<sup>3</sup>/saat) ve yüksek (6,15 m<sup>3</sup>/saat) hacim sınıfına doğru artarak değişmiştir.

Sonuçlar 2 dikili ağacın sürütülen tomruklardan dolayı yaralandığını göstermiştir. Yaraların ikisi de ağacın dip kısmında zarar oluşturmuştur. Yaralı ağaçların ortalama çapı 26,5 cm, yaraların ortalama eni ve boyu sırasıyla 19,5 cm ve 27,5 cm olarak bulunmuştur. Sürütme konisi kullanıldığında tomrukların üst toprakta neden oldukları iz derinliğinin maksimum 6 cm olduğu tespit edilmiştir.

#### 60 m'lik Sürütme Mesafesi

Her bir turda taşınan ürünler için ortalama tomruk çapı, boyu ve hacmi sırası ile 21,72 cm, 2,11 m ve 0,21 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Toplam sürütme zamanı ve verim için ortalama değerler ise sırası ile 3,33 dakika ve 3,81 m<sup>3</sup>/saat bulunmuştur. Ortalama ürün takılma zamanı 2,73 saniye olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, farklı hacim sınıflarının verimlilik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir,  $p(0,000) < 0,05$ . Ortalama verimlilik, düşük hacim sınıfından (3,29 m<sup>3</sup>/saat), orta (3,91 m<sup>3</sup>/saat) ve yüksek (4,39 m<sup>3</sup>/saat) hacim sınıfına doğru artarak değişmiştir.

Sonuçlar 3 dikili ağacın sürütülen tomruklardan dolayı yaralandığını göstermiştir. Yaraların üçü de kabukta (0-8 cm yükseklikte) zarar oluşturmuştur. Yaralı ağaçların ortalama çapı 30 cm, yaraların ortalama eni ve boyu sırasıyla 14 cm ve 16,67 cm olarak bulunmuştur. Tomrukların sürütme konisi kullanılarak sürütüldüğünde üst toprakta meydana gelen iz derinliğinin maksimum 9 cm olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma kapsamında hafif eğimli arazide benzinli el vinci kullanılarak odun hammaddelerinin doğrudan zemin üzerinde ve sürütme konisi ile sürütülmesi durumlarında operasyon verimlilik açısından değerlendirilmiştir. Her iki uygulamada üç ayrı sürütme mesafesinde (20 m, 40 m ve 60 m) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, sürütme sırasında oluşan meşcere zararı kalan ağaç zararı ve üst toprakta oluşan tomruk izi derinlikleri ölçülerek değerlendirilmiştir.

Çalışmada her bir sürütme mesafesi için ölçülen ortalama tomruk çapı, boyu ve hacmi ile ortalama taşıma zamanı ve verimlilik değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Bütün sürütme mesafeleri dikkate alındığında, doğrudan zemin üzerinde sürütme uygulamasında ortalama odun hammaddesi çapı, boyu ve hacmi sırası ile 22,49 cm, 2,18 m ve 0,22 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Ortalama sürütme zamanı ve verimlilik ise sırası ile 2,67 saniye ve 5,40 m<sup>3</sup>/saat bulunmuştur. Sürütme konisi kullanılan sürütme uygulamasında ise ortalama odun hammaddesi çapı, boyu ve hacmi sırası ile 22,01 cm, 2,19 m ve 0,22 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Ortalama sürütme zamanı ve verimlilik ise sırası ile 2,49 saniye ve 5,76 m<sup>3</sup>/saat bulunmuştur.

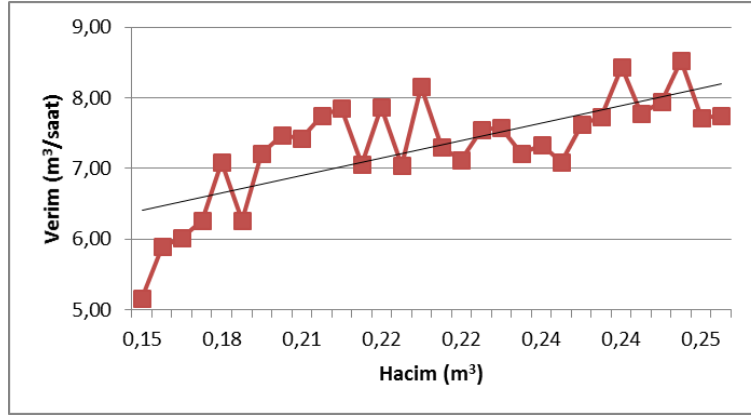
**Tablo 2.** Doğrudan zemin üzerinde ve sürütme konisi ile sürütmede verimlilik verileri

Sürütme Uygulaması	Sürütme Mesafesi (m)	Çap (cm)	Boy (m)	Hacim (m <sup>3</sup> )	Sürütme Zamanı (sn)	Verimlilik (m <sup>3</sup> /saat)
Doğrudan	20,00	22,73	2,11	0,22	1,77	7,31
Zemin	40,00	22,40	2,25	0,23	2,71	5,12
Üzerinde	60,00	22,33	2,18	0,22	3,53	3,76
Sürütme	20,00	22,85	2,29	0,22	1,63	8,17
Konisiyle	40,00	21,45	2,18	0,22	2,51	5,29
	60,00	21,72	2,11	0,21	3,33	3,81



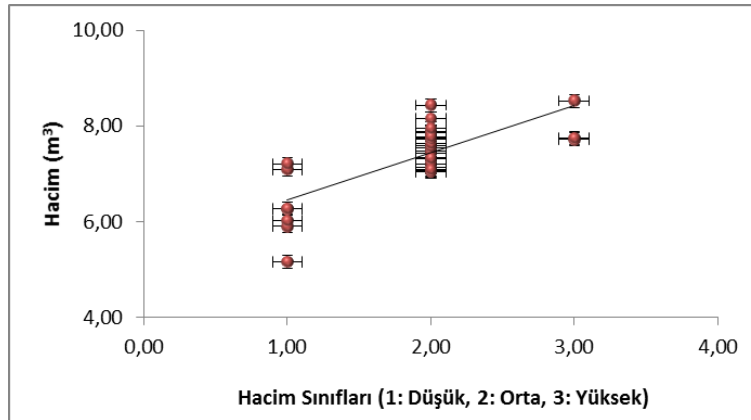
Sonuçlara göre sürütme konisi kullanıldığında her bir sürütme mesafesi için verimlilik artış göstermiştir. En yüksek verim 20 m'lik sürütme mesafesinde elde edilirken, bunu 40 m ve 60 m'lik mesafeler takip etmiştir. Her bir turda sürütülen ortalama tomruk hacmi bütün sürütme mesafeleri için hemen hemen eşit olduğu dikkate alınır, sürütme mesafesinin operasyon verimliliği üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Her bir sürütme mesafesi kendi içinde değerlendirildiğinde ise ortalama verimlilik üzerinde etkili olan ana faktörün odun hammaddesinin hacmi olduğu belirlenmiştir. Şekil 4'de 20 m sürütme mesafesi için sürütme konisi kullanıldığında ürün hacmi ile verimlilik arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 5. Ürün hacmi ile verimlilik arasındaki ilişki

Çalışmada odun hammaddelerinin sürütülmesi sırasında farklı hacim sınıflarının verimlilik üzerine etkisi incelenmiştir. Her bir sürütme mesafesi için, farklı hacim sınıflarının verimlilik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir ( $p < 0,005$ ). Ayrıca, verimlilik değerinin, düşük hacim sınıfından, orta ve yüksek hacim sınıfına doğru artış gösterdiği tespit edilmiştir. Örnek olarak, 20 m sürütme mesafesi için hacim sınıfları ile verimlilik arasındaki ilişki Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Ürünlerin hacim sınıfları ile verimlilik arasındaki ilişki (36 m'lik güzergahı)

Sürütme sırasında oluşan kalan ağaç zararı ve üst toprakta oluşan tomruk izi derinlikleri değerlendirilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Doğrudan zemin üzerinde ve sürütme konisi ile sürütmede meşcere zararı verileri

Sürütme Uygulaması	Sürütme Mesafesi (m)	Diri Odun	Kabuk	Eni (cm)	Boyu (cm)	Yerden Yüksekliği (cm)	Tomruk İzi Derinliği (cm)
Doğrudan	20,00	1	3	17,50	16,25	1,25	7
Zemin	40,00	2	3	13,60	16,80	3,40	5-10
Üzerinde	60,00	2	4	13,83	20,17	2,33	10-15
Sürütme	20,00	-	2	14,00	22,00	7,00	2
Konisiyle	40,00	-	2	19,50	27,50	0,00	6
	60,00	-	3	14,00	16,67	5,67	9

Sonuçlara göre, sürütme konisinin kullanılması durumunda kalan ağaçlar üzerinde oluşan zarar %53,33 oranında azalmıştır. En fazla yaralanma sayısı (6 yara), sürütme mesafesi 60 m olan doğrudan zemin üzerinde sürütmede görülmüştür. Ayrıca, sürütme konisi kullanıldığında diri odunda yaralanma meydana gelmediği tespit edilmiştir. Sürütme sırasında taşınan tomrukların üst toprak üzerinde oluşturdukları tomruk izi derinlikleri incelendiğinde, yine sürütme konisi kullanıldığında toprakta oluşan tahribin büyük oranda düştüğü görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- Acar, H. H. & Şentürk, N., 2000. Dağlık Orman Alanlarındaki Üretim Çalışmalarında Mekanizasyon. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B 46: 77-94.
- Akay, A. E., Sert, M., Gülci, N., Gülci S., 2014. Küçük Ölçekli Ormanlık Çalışmalarında Ekolojik Bir Yaklaşım: Benzinli El Vinci. Ekoloji Sempozyumu. 01-04 Mayıs. Gazimağusa, KKTC.
- Akay, A. E., Sessions, J., Aruga, K., 2007. Designing a Forwarder Operation Considering Tolerable Soil Disturbance and Minimum Total Cost. Journal of Terramechanics. 44(2):187-195.
- Aykut, T. & Demir M., 1996. Ormanlıkta Mekanizasyonun İstekleri, Koşulları, Faydaları ve Türkiye'de Üretim Mekanizasyonunun Durumu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: B 46(1-4):65-76.
- Batu, F., 1995. Uygulamalı İstatistik Yöntemler. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, KTÜ Matbaası, Trabzon, Genel yayın No: 179, Fakülte yayın No: 22, 312 s.
- Carus, S., 2002. Bazı Hacim Formüllerinin Seksiyon, Gövde ve Bağlı Uzunluklara Göre Kıyaslanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A (1):101-114.
- Erdaş, O., 2008. Transport Tekniği. KSÜ Rektörlüğü, K.Maraş, Yayın No: 130/20 554 s.
- Eroğlu, H., 2012. Dağlık Arazide Farklı Bölmeden Çıkarma Tekniklerinin Orman Toprağının Sıkışmasına Etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 13(2):213-225.
- Eroğlu, H., Özmen, T., 2010. Hayvan Gücü İle Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Verimlilik Açısından İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi. 20-22 Mayıs, 2010, Artvin. Cilt 2: 554-563.
- Yenilmez, N., 2010. Tomruk Üretiminde Optimum Boylama Metodunun Tek Ağaç Düzeyinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş. 126 s.