

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORMAN ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİNDE KULLANILAN KISKAÇLI YÜKLEYİCİNİN
VERİM ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hüseyin Eren FINDIK**

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

MAYIS 2019

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORMAN ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİNDE KULLANILAN KISKAÇLI
YÜKLEYİCİNİN VERİM ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HÜSEYİN EREN FINDIK
(161082501)**

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY
Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ebru BİLİCİ**

MAYIS 2019

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 161082501 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Hüseyin Eren FINDIK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ORMAN ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİNDE KULLANILAN KISKAÇLI YÜKLEYİCİNİN VERİM ANALİZİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz TÜRK**
Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Salih PARLAK
Bursa Teknik Üniversitesi

Savunma Tarihi : 20/05/2019

FBE Müdürü : **Doç. Dr. Murat ERTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi /...../.....

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Hüseyin Eren FINDIK

İmzası :

ÖNSÖZ

“Orman Ürünlerinin Üretiminde Kullanılan Kısaçalı Yükleyicinin Verim Analizi” adlı bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarımın her aşamasında katkılarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez jürimde bulunan ve tezimle ilgili görüşlerinden yararlandığım sayın Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz TÜRK ve Dr. Öğr. Üyesi Salih PARLAK’a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezimin hazırlığı süresince desteklerini benden esirgemeyen sevgili meslektaşım Ebru BAL’a, tez çalışmalarımındaki katkılarından dolayı Arş. Gör. İnanç TAŞ’a ve Eş Danışmanım, sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Ebru BİLİCİ’ye çok teşekkür ederim.

Mayıs 2019

Hüseyin Eren FINDIK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
SEMBOLLER	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Bölmeden Çıkarma.....	2
1.2 Bölmeden Çıkarma Yöntemleri	3
1.2.1 İnsan Gücü İle Bölmeden Çıkarma	3
1.2.2 Hayvan Gücü ile Bölmeden Çıkarma	4
1.2.3 Traktörlerle Bölmeden Çıkarma	5
1.2.3.1 Tarım Traktörleriyle Bölmeden Çıkarma.....	5
1.2.3.2 Orman Traktörleriyle Bölmeden Çıkarma	8
1.2.3.3 Sürütücüler	9
1.2.3.4 Taşıyıcılar.....	11
1.2.4 Kablo Hatlar ile Bölmeden Çıkarma.....	12
1.2.4.2 Motor Gücü Olmadan İki Ucu Askıda Taşıma Yapan Kablo Kaydıraklar.....	12
1.2.4.3 Çift Tamburlu Traktör Vinçlerinin Hava Hattı Biçiminde Çalıştırılması	13
1.2.4.4 Sabit Taşıyıcı Kablo İçeren Vinçli Hava Hatları	14
1.3 Yükleme	16
1.3.1 Elle Yükleme.....	16
1.3.2 Çapraz Yükleme.....	16
1.3.3 Makine Gücüyle Yükleme	17
1.4 Zaman Etüdü	20
1.5 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	20
2. LİTERATÜR ÖZETİ	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1 Çalışma Alanı	24
3.2 Zaman Etüdü	25
3.3 Verim Analizi	27
3.4 İstatistiksel analizler	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1 Temel İstatistiksel Bulgular.....	29
4.2 Verimliliği Etkileyen Değişkenler Arasındaki İlişki.....	30
4.3 Regresyon Analizi Bulguları	31
4.4 Çap Sınıflarına İlişkin Bulgular	33

4.5 Hacim Sınıflarına İlişkin Bulgular	34
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ.....	41



KISALTMALAR

cm	: Santimetre
hp	: Horse Power
kg	: Kilogram
kW	: Kilowatt
m	: Metre
m³	: Metreküp
nm	: Newtonmetre



SEMBOLLER

Di : i ürünün orta çapı (cm)

Li : i ürünün boyu (m)

OÜH : Bir döngüdeki ortalama ürün hacmi (m³)

R² : Regresyon Kareler Toplamı

TS : Bir döngüdeki ortalama toplam süre (dk)

Vi : Ürün hacmi

Π : Pi Sayısı



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : Mesudiye Orman İşletme Müdürlüğü orman varlığı	24
Çizelge 3.2 : Liebherr L 514 Stereo marka yükleyicinin bazı teknik özellikleri.....	26
Çizelge 3.3 : İş zaman etüt formu.....	27
Çizelge 4.1 : Yüklemede verimi etkileyen değişkenlere ait temel istatistiksel bulgular	29
Çizelge 4.2: Yüklemede zamansal (saniye) ve verime ait temel istatistiksel bulgular	30
Çizelge 4.3: Korelasyon analizine ait bulgular.....	31
Çizelge 4.4: Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları.....	31
Çizelge 4.5: Çap sınıfları için Tek Yönlü Varyans Analizi bulguları.	33
Çizelge 4.6: Çap sınıflarına ilişkin temel istatistiksel değerler.	33
Çizelge 4.7: Çap sınıflarına ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları.	34
Çizelge 4.8: Hacim sınıfları için Tek Yönlü Varyans Analizi bulguları.	34
Çizelge 4.9: Hacim sınıflarına ilişkin temel istatistiksel değerler.	35
Çizelge 4.10: Hacim sınıflarına ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları.....	35

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma	4
Şekil 1.2 : Tarım traktörünün asli orman ürünlerini sürütme şeridi üzerinde sürütmesi	5
Şekil 1.3 : Tarım traktörünün kablo çekimiyle asli orman ürünlerini çekmesi.	6
Şekil 1.4 : Tarım traktörlerinin yükleyici olarak kullanılması	6
Şekil 1.5 : Tarım traktörlerinin taşıyıcı olarak kullanılması	7
Şekil 1.6 : Tarım traktörüne monte edilen Koller K300 vinçli hava hattı	7
Şekil 1.7 : Orman traktörüyle bölmeden çıkarma.....	8
Şekil 1.8 : Sürütme zinciri kullanan bir paletli sürütücü ile sürütme operasyonu.....	9
Şekil 1.9 : Sürütme kısıkaçı olan lastik tekerlekli sürütücü ile sürütme operasyonu ...	9
Şekil 1.10: Sürütme kısıkaçı kullanan bir paletli sürütücü ile sürütme operasyonu...	11
Şekil 1.11: Lastik tekerlekli taşıyıcı ile taşıma operasyonu.	11
Şekil 1.12: En çok kullanılan küçük kablo vinçler; Ackja, KBF ve Radiotir.....	12
Şekil 1.13: İki ucu askıda taşıma yapan kablo kaydıraklar ile bölmeden çıkarma....	13
Şekil 1.14: Çift Tamburlu Traktör Vinçlerinin Hava Hattı Biçiminde Çalıştırılması ile Bölmeden Çıkarma	13
Şekil 1.15: Yamaç yukarı yönde taşıma yapabilen hava hattı sistemi.....	14
Şekil 1.16: Yamaç aşağı yönde taşıma yapabilen hava hattı sistemi.....	14
Şekil 1.17: Koller K300 kısa mesafeli mobil vinçli hava hattı.....	15
Şekil 1.18: URUS M-III orta mesafeli mobil vinçli hava hattı.....	15
Şekil 1.19: WYSSSEN marka uzun mesafeli vinçli hava hattı kızıağı ve motor.	16
Şekil 1.20: Yerden (sağ) elle yükleme çalışmaları	17
Şekil 1.21: El vinci (sol) ve traktörle (sağ) çapraz yükleme çalışmaları	17
Şekil 1.22: Hidrolik kreynlerin taşıma araçları üzerine monte edilme şekilleri	18
Şekil 1.23: Kamyonlara monte edilebilen hiab tipi vinçler.	18
Şekil 1.24: Lastik tekerlekli kısıkaçlı yükleyici ile yükleme.....	19
Şekil 3.1: Giresun Orman Bölge Müdürlüğü.....	24
Şekil 3.2: Çalışmanın Yapıldığı 137 ve 138 Numaralı Bölmeler.....	25
Şekil 3.3: L 514 Stereo yükleyici ile yükleme çalışması.....	26
Şekil 4.1: Histogram grafiği	32
Şekil 4.2: Normal olasılık grafiği.	32

ORMAN ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİNDE KULLANILAN KISKAÇLI YÜKLEYİCİNİN VERİM ANALİZİ

ÖZET

Orman ürünleri üretimi çalışmalarının aksaksız olarak gerçekleştirilmesinde yükleme operasyonu önemli bir fonksiyona sahiptir. Bu tez çalışmasında, orman ürünlerinin üretiminde en yoğun olarak kullanılan mekanik üretim araçlarından biri olan kıskaçlı yükleyici verim bakımından analiz edilmiştir. Yükleyici verimi üzerinde etkili olan faktörler istatistik analizleriyle değerlendirilmiştir. Zaman ölçümleri Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Mesudiye Orman İşletme Müdürlüğü, Topçam Orman İşletme Şefliği sınırlarında yürütülen üretim çalışmalarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, rampada konuşlanan tomruk kamyonunun yüklenmesinde kullanılan kıskaçlı yükleyicinin (Liebherr L 514 Stereo) verim değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar, yükleme çalışmasında en fazla zaman alan aşamanın yükleyicinin kamyonun yanına gitme zamanı olduğunu, bunu yükleyicinin ürünün yanına gelme zamanının takip ettiğini göstermiştir. Sonuçlara göre yükleyici ile yükleme çalışmasında ortalama verim 34,27 m³/saat olarak bulunmuştur. Korelasyon testi sonuçları, ürün çapı ve hacmi ile verim arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu gösterirken, ürün boyu ve verim arasında ise anlamlı bir ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır. Yükleyici verimi ile ürün çapı ve hacmine ilişkin geliştirilen regresyon modelinin anlamlı olduğu ve yükleyici verimini yeterli düzeyde açıkladığı belirlenmiştir. Çap sınıfları ve hacim sınıfları ile verim değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve yükleyici veriminin çap ve hacim artışına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orman ürünleri üretimi, mekanik yükleme, yükleyici, verim

PRODUCTIVITY ANALYSIS OF FRONT-END LOADER IN FOREST HARVESTING OPERATIONS

SUMMARY

The loading operation has an important function in production of the forest products without any problems. In this thesis, the productivity of front-end loader, which is one of the most used mechanized harvesting equipment in the production of forest products, was analyzed. Factors influencing loader productivity were evaluated by statistical analysis. Time measurements were carried out during forest harvesting operations in Topçam Forest Enterprise Chief, Mesudiye Forest Enterprise Directorate, Giresun Forestry Regional Directorate. In this study, the productivity values of the front-end loader (Liebherr L 514 Stereo), used for loading a truck located on the landing area, were determined by the time study method. The results indicated that the most time-consuming stage of the loading operation was the time for the loader to go to the side of the truck, followed by the time for the loader to arrive the side of the product. According to the results, the average productivity of the loading with a loader was 34.27 m³/hr. Correlation test results showed that there was a positive correlation between productivity and log diameter and volume, while there was no significant relationship between productivity and log length. It was found that the regression model developed with respect to the loader's productivity and log diameter and volume was significant and adequately explained the productivity of the loader. It was found that there was a significant relation between diameter classes and volume classes and productivity values, and loader productivity increased in parallel with diameter and volume increase.

Keywords: Forest harvesting, mechanized loading, loader, productivity

1. GİRİŞ

Giderek artış gösteren nüfus ve toplumun tüketim istekleri, doğal kaynakların üzerindeki baskıyı arttırmış ve öncelikle ormanlardan sağlanan ürün ve hizmetlerin etkin ve devamlı olarak planlanmasını kesin hale getirmiştir. Bu nedenle, doğal kaynaklar arasında ilk sıralarda yer alan ormanlarımızın optimum verimlilik ve minimum çevresel etki kriterleri göz önüne alınarak planlanmalı ve karar vericiler tarafından bu yönde ekonomik, çevresel ve sürdürülebilir kararlar alınmalıdır (Kovácsová ve Antalová, 2010). Toplumun özellikle odun kaynaklı orman ürünlerine olan ihtiyacının giderek artacağı düşünüldüğünde, üretimin çalışmalarında modern teknikler ve teknolojik araç-gereçlerin uygulamalara dahil edilmesinin giderek artan bir öneme sahip olacağı öngörülmektedir.

Ormanlardan sağlanan odun hammaddesinin üretim aşamaları; kesme ve devirme, dalları alma, kabuk soyma, boylama, bölmeden çıkarma, yükleme, uzak nakliyat, boşaltma ve istifleme şeklindedir (Eker ve Acar, 2006). Bu süreçler, her biri için birbirinden farklı uygulamalarla gerçekleşmekte ve her geçen gün maliyetin azaltılması, işin basitleştirilmesi ve zamanın verimli kullanılabilmesi için geliştirilmektedir (Coşkun vd., 2010). Modern teknikler ve teknolojik araç-gereçlerin pratiğe geçirilmediği, uygun planlanmayan ve yanlış uygulanan üretim çalışmaları, ekonomik olmamakta, normalden çok daha uzun zaman almakta, meşçereye ve orman toprağına zarar vermekte ve ürün kalitesini düşürmektedir (Acar ve Şentürk, 2000; Akay vd., 2007; Eroğlu, 2012).

Bu tez çalışmasında, ormanlardan sağlanan odun kaynaklı orman ürünlerinin üretiminde yükleme aşaması ele alınmıştır. Yükleme operasyonu, odun kaynaklı orman ürünleri nakliyatının aksaksız olarak gerçekleştirilmesi bakımından önemli bir fonksiyona sahiptir. Yükleme operasyonunun etkinliği, yükleme faaliyeti ile kesim, bölmeden çıkarma, istifleme ve uzak nakliyat arasında iyi bir koordinasyonun sağlanmasına bağlıdır (Erdaş, 2008). Bu çalışmada, orman ürünlerinin üretiminde ülkemizde en yoğun kullanılan mekanik üretim araçlarından biri olan kıskaçlı

yükleyici, verim bakımından analiz edilmiştir. Ayrıca, yükleyicinin saatlik verimi üzerinde etkili olan faktörler ortaya konulmuştur.

1.1 Bölmeden Çıkarma

Ormanda üretim alanında kesme, devirme, dal alma ve kabuk soyma aşamaları gerçekleştirildikten sonra transport aşamasına ulaşan orman ürünlerinin değişik yöntemler ile (insan gücü, hayvan gücü ve makina gücü) orman yolu kenarında yer alan rampalara veya istif yerlerine taşınması bölmeden çıkarma olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Engür, 1989). Bölmeden çıkarma çalışmaları, yurdumuzda üretim aşamalarının en maliyetli ve uzun süreli kısmını teşkil etmektedir. Bölmeden çıkarma masrafları, çalışılan alanda arazi şartlarının ağırlığına ve yol şebekesinin durumuna göre değişiklik göstermektedir (Sert, 2014).

Yapılacak olan bölmeden çıkarma çalışmasında, maliyet ve süre konularında belirleyici olan ana etmen seçeceğimiz bölmeden çıkarma yöntemidir. Tercih edilecek yöntem aynı zamanda ormanların sürdürülebilirliği ve ürünlerin kalitesi açısından da önemlidir. Bu yüzden, alanda bölmeden çıkarma üzerinde etkili olan tüm faktörler bir arada düşünülerek, en uygun bölmeden çıkarma yöntemi değerlendirilmelidir (Eroğlu, 2012).

Orman ürünlerinin meşcere içinde kesim yapılan alandan belirlenen rampa yerlerinde bir araya getirilmesi oldukça ağır bir iştir. Bu yüzden bölmeden çıkarma sırasında ürünlerin gövde, dip ve benzeri kısımları zarar görebilmektedir (Yılmaz ve Akay, 2008). Ayrıca bölmeden çıkarma yöntemlerinin uygulandığı meşcerelerde orman toprağı üzerinde de olumsuz etkiler meydana gelebilmektedir (Akay ve Erdaş, 2007). Bölmeden çıkarma uygulamaların uygun teknikler kullanılarak ve olabildiğince çevre hassasiyeti dikkate alınarak yapılması hem ürünler hem de çalışılan meşcerenin olumsuz etkilenmemesi açısından önemlidir. Ormanların devamlılığının sağlanması için üretim çalışmalarının planlı gerçekleştirilmesi, mevcut ağaç serveti hacminin ve senelik kesim miktarının aynı kalarak, bu sayede gelirin değişmemesi sağlanmalıdır (Erdaş, 2008).

Uygulanacak bölmeden çıkarma yönteminin belirlenmesinde aşağıdaki şartlar göz önünde bulundurulmalıdır (Yıldırım ve Engür, 1989):

- Bölmeden çıkarılacak orman ürünleri öncelikle oluşacak üretim maliyetini karşılayabilecek ürünler olmalıdır.
- Bölmeden çıkarma çalışmaları, orman toprağına ve üzerinde bulunan meşçereye olumsuz etki yapmayacak şekilde planlanmalıdır.
- Uygulamalar gerçekleştirilmeden önce ön etüt çalışmaları yapılmalıdır.
- Arazide farklı yerlerde bulunan orman ürünleri, uygun bir sıra ve plana göre bölmeden çıkarılmalıdır.
- Rampalara veya geçici istif yerlerine ulaştırılan orman ürünleri ayrı ayrı istiflenmelidir.
- Uygulamalarda her zaman iş güvenliği ön planda tutulmalıdır.

1.2 Bölmeden Çıkarma Yöntemleri

Üretim çalışmalarının en önemli kısmı bölmeden çıkarmadır. Doğru yöntemin kullanılmaması ürünlerin zarar görmesine sebebiyet vermekte (Holmes vd. 2002), ön etüt yapılmayan çalışmalarda düşünülenden daha fazla masraf ortaya çıkmakta, orman toprağı ve meşçere üzerinde olumsuz etkiler gözlemlenmektedir (Dykstra ve Heinrich, 1996; Eroğlu vd. 2009).

1.2.1 İnsan Gücü İle Bölmeden Çıkarma

İlk kullanılan ve oldukça kolay olan bölmeden çıkarma yöntemidir (Yıldırım ve Engür, 1989). Yöntemin en başarılı olduğu araziler, düz ve eğimsiz olmakla beraber eğim yükseldikçe veya arazi şartla ağırlaştıkça, verimde aynı oranla değişmektedir.

Yöntemin için belirleyici etkenler aşağıdaki gibidir (Erdaş, 2008):

- Birinci ve ikinci aralama kesimlerinden üretilen endüstri odunları düz bölgede el ile taşınabilmektedir.
- Endüstri odunları eğimli alanlarda yukarıdan aşağı doğru yol kenarına kadar çekilebilmektedir.
- İşçilik maliyetlerinin az ve işgücünün çok olduğu bölgelerde değerlendirilebilmektedir.
- Üzeri temiz ve gençlik gelmeyen yerlerde başka bir seçenek olmadığı durumlarda kontrolsüz kaydırma yöntemi kullanılmaktadır.

Bölmeden çıkarma yöntemi, insanların taşıma şekli, çalıştıkları araç gereç ve benzeri etkenlere göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır;

- a) Doğrudan zemin üzerinde kaydırarak bölmeden çıkarma
- b) Doğrudan insan gücüyle taşıma suretiyle bölmeden çıkarma
- c) Basit el araç ve gereçleri kullanmak suretiyle bölmeden çıkarma
- d) Ahşap oluklar içinde kaydırarak bölmeden çıkarma
- e) Ahşap raylar üzerinde bölmeden çıkarma

1.2.2 Hayvan Gücü ile Bölmeden Çıkarma

Bu bölmeden çıkarma yöntemi sıklıkla koşum hayvanları ile (at, katır, öküz, vb.) gerçekleştirilmektedir (Şekil 1.1). Yönteme dahil edilen koşum hayvanları, arazi şartları, güç, hız ve benzeri etmenlere göre değişiklik göstermektedir (Bayoğlu, 1996). Çalışılan arazide gerçekleşebilecek olumsuzlukları en aza indirmek nedeniyle düz olan süretme yollarında hayvan gücü kullanılmaktadır (Acar, 2004). Bu durumlardan ayrı olarak mekanik araçların masrafının yüksek olması da göz önünde bulundurularak bölmeden çıkarma çalışmalarında hayvan gücüne yönelinmektedir (Akay, 2005).



Şekil 1.1: Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma (Özkan, 2016)

Bu yöntemde verimlilik, arazi şartlarına, sürütme mesafesine ve hayvanların gücüne göre farklılık göstermektedir. En iyi taşıma, yamaç yukarı %0-15 ve yamaç aşağı ise %0-25 arazi eğiminde olmaktadır (Erdaş, 2008).

1.2.3 Traktörlerle Bölmeden Çıkarma

1.2.3.1 Tarım Traktörleriyle Bölmeden Çıkarma

Bölmeden çıkarma çalışmalarında tarım traktörleri ekstra ekipmanlar eklenildikten ve güç sağlandıktan sonra; sürütücü, kablo çekimi, yükleyici, taşıyıcı ve vinçli hava hattı olarak kullanılmaktadır (Öztürk ve Akay, 2007). Arazi eğiminin %30'dan az olduğu veya sürütme şeridi eğiminin %0-33 olduğu yerlerde, ürünler tarım traktörü ile sürütme şeridi üzerinden bölmeden çıkarılabilmektedir (Erdaş, 2008; Türk, 2011). Sürütme şeritlerinin doğru planlanması bu çalışmaların verimliliğinin baş etkenidir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Tarım traktörünün orman ürünlerini rampaya sürütmesi (Andiç, 2018)

Traktörün %30'dan fazla eğimli arazilerde hareket etmesi zorlaştığından, kablo çekimi çalışmaları dahil edilmektedir (Şekil 1.3). Kablo uçları, biri traktörün tamburuna diğeri ise ürüne takılmaktadır (Acar, 2004). Bu yöntem, ürünlerin derelerden veya vadi tabanlarından yol kenarlarına çekilmesi amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 1.3 : Tarım traktörünün kablo çekimiyle orman ürünlerini çekmesi (Andiç, 2018)

Yol kenarına çekme işlemi gerçekleştirilmiş olan ürünler, eklentileri yapılmış bir traktör yardımıyla kamyon veya treylere doldurulmaktadır (Öztürk ve Akay, 2007) (Şekil 1.4). Yüklemeden ayrı olarak bu traktörler, istifleme ve benzeri çalışmalarda da değerlendirilmektedir.



Şekil 1.4 : Tarım traktörlerinin yükleyici olarak kullanılması (Özkan, 2016)

Treyler eklentisi yapılan tarım traktörleri taşıma aşamasında da değerlendirilmektedir. Orman ürünleri boyları göz önünde bulundurularak treyler üstüne enine ya da boyuna göre yerleştirilmektedir (Şekil 1.5) (Sert, 2014).



Şekil 1.5 : Tarım traktörlerinin taşıyıcı olarak kullanılması (Sert, 2014)

Koller K300 tarzı kısa mesafeli vinçli hava hatları değişik tipteki tarım traktörleri üstüne monte edilerek bölmeden çıkarmada kullanılmaktadır (Şekil 1.6). Gücünü traktörün kuyruk milinden alan bu hava hatları ürünleri taşıyıcı halat ile aşağıdan yukarı veya tam tersi şeklinde taşıyabilmektedir (Öztürk ve Akay, 2007).



Şekil 1.6: Tarım traktörüne monte edilen Koller K300 vinçli hava hattı (Sert, 2014)

Kablolarla ekipmanları uyumlu olan traktörler orman işletmeciliği için büyük önem arz etmektedir. Orman toprağında ve meşcerede oluşabilecek diğer olumsuzluklar bu yöntem ile oldukça azaltılabilmektedir. Dağlık bölgeler için en rahat çalışılan yöntemdir. Bu yöntemin en yüksek çalışma mesafesi 300-500 m ve en yüksek yük taşıma miktarı da 1,5 ton şeklindedir (Hatay, 2014).

1.2.3.2 Orman Traktörleriyle Bölmeden Çıkarma

Orman traktörleri, ormancılık amaçları için özel donatılmış, bütün bir yıl boyunca ormancılık çalışmalarında kullanılabilen ön ve arka tekerlekleri aynı büyüklükte ve her iki aksıda tahrik edilmiş traktörlerdir. Bölmeden çıkarma çalışmalarında çok yönlü olarak kullanılabilen orman traktörleri, ön ve arka kısımlardan oluşmakta ve bu iki kısmın birleştiği yerde bir eksen etrafında dönebilmesini sağlayan bir yapıdadır. Bu sayede çok küçük yarıçaplı kavislerde dönüş imkanına ve büyük bir manevra kabiliyetine sahiptir. Orman traktörleri %40-50'lere varan eğimli arazide çalışma yapabilmektedir (Erdaş, 2008). Zeminden yüksek ön aksları, düşey ve yatay istikamette olduğu için zeminle olan kuvvet bağlantısını kaybetmeden büyük engelleri aşabilmektedir (Özkan, 2016). Orman traktörlerine monte edilen tamburlar ile 150 m'ye kadar mesafelerden kablo çekimi yapılarak bölmeden çıkarma çalışmaları yürütülebilmektedir (Eker, 2008).

Orman traktörlerinin ülkemizde kullanılan tipleri; MB-Trac 700, MBTrac 800, MB-Trac 900 ve MB-Trac 1000'dir. Bu traktörlerde beygir gücü 80-120 HP arasındadır. Traktörler ile bölmeden çıkarma işi arkasına monte edilen bir zincir ile doğrudan zemin üzerinde sürütülerek bölmeden çıkarma yapılabilmektedir. Traktör arkasına takılan bir sele yardımı ile yapılabildiği gibi, treyler vasıtasıyla da bölmeden çıkarma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum yüksek eğime bağlı olarak açıklanabilir (Hatay, 2014) (Şekil 1.7).



Şekil 1.7: Orman traktörüyle bölmeden çıkarma (Sert, 2014)

1.2.3.3 Sürütücüler

Sürütme işlemi sırasında orman ürünleri, sürütücünün sürütme zinciri (Şekil 1.8) ile ya da sürütücüye eklenen sürütme kısıkaçı (Şekil 1.9) desteği ile çekilerek bölmeden çıkarılmaktadır. Lastik tekerlekli ya da paletli sürütücüler ile orman ürünlerinin rampalara götürülmesi en iyi mekanik bölmeden çıkarma yöntemlerindedir. Birbirine yaklaşık motor gücü statüsündeki paletli sürütücülerle karşılaştırıldığında, lastik tekerlekli sürütücülerin maliyeti düşük ve arazi toprağının olumsuz etkilenmesi yönünden ağırlığı daha az olmaktadır (Kellogg ve Brinker, 1992). Ayrıca, tekerlekli sürütücülerin tamirleri daha basit ve maliyet açısından azdır.



Şekil 1.8: Sürütme zinciri kullanan bir paletli sürütücü (Akay ve Yenilmez, 2008)



Şekil 1.9: Sürütme kısıkaçı olan lastik tekerlekli sürütücü (Akay ve Yenilmez, 2008)

Lastik tekerlekli sürütücüler paletli sürütücülerden iki misli fazla süratle hareket edebilmektedir. Ayrıca, tekerlekli sürütücüler çalışılacak sahaya bizzat karayolunda sürülerek gidebilirken, paetliler sahaya farklı bir araç üstünde götürülebilmektedir. Lastik tekerlekli sürütücüler kumlu zeminlerde az masraflı ve daha fazla çalışma süresiyle çalıştırılabilmektedir. Ancak, taşlık ve kayalık zeminlerde lastikler daha fazla zarar görürken, paetler uzun zaman verimli çalışabilmektedir. Yumuşak ve kaygan arazilerde çekişi düşen lastik tekerlekli sürütücülere zincir eklenerek çekişleri yükseltilebilmektedir. Tekerleklerin toprak yüzeyindeki temas mesafesi paetlere göre düşük olduğundan, lastik tekerlekli sürütücülerin orman toprağındaki zemin basıncı daha yüksektir. Bölmeden çıkarma uygulaması esnasında, tekerleklerin orman toprağına uyguladıkları zemin basıncının düşürülmesi ve toprağın taşıma özelliğinin uzun süre korunabilmesi için sürütme yoluna doğal kesim artıklarından oluşan bir koruyucu katman yerleştirilmelidir (Akay ve Erdaş, 2007).

Paetli sürütücüler, yakın motor gücüne sahip lastik tekerlekli sürütücülerle kıyaslandığında, daha fazla çekiş gücüne ve makine ağırlığına sahip olmaları nedeniyle sürütme esnasında daha çok yük çekebilmektedir (Şekil 1.10). Paetli sürütücülerin çamurlu ve kaygan arazilerde çekiş güçleri daha yüksektir. Paetlerin lastik tekerleklere kıyasla zemindeki temas yüzeyleri daha fazla olduğundan, paetli sürütücülerin orman toprağında neden oldukları zemin basıncı ve toprak sıkışması daha düşüktür. Aşırı diri örtü yoğunluğu olan ve ağır arazi şartlarına sahip sahalarda paetli sürütücülerin manevra özellikleri daha yüksektir.

Sürütme operasyonunun daha verimli olabilmesi için sürütme yollarının ağaç kesimleri gerçekleşmeden evvel planlanması ve saha da işaretlenmesi gerekmektedir (Garland, 1983). Ayrıca, meşçerenin zararını en aza indirmek ve sürütme zamanını düşürmek için sürütme yolları düzgün ve doğrusal olarak planlanmalıdır. Orman toprağıının sürütme operasyonundan minimum düzeyde etkilenmesini sağlamak için de sürütme yollarının kapladığı alanların miktarı olabildiğince azaltılmalıdır (Garland, 1983).



Şekil 1.10: Sürütme kısıncacı kullanan bir paletli sürütücü (Akay ve Yenilmez, 2008)

1.2.3.4 Taşıyıcılar

Mafsallı üretim makinesi olan taşıyıcılar, ana gövdeye eklenti yapılan römork kombinasyonu desteği ile kısa ve orta boy tomrukları orman toprağı ile temas olmadan taşımaktadırlar (Kellogg vd., 1992). Üretim sahasında istiflenen tomruklar taşıyıcının hidrolik yükleme kolu ile römorka doldurulmakta ve rampada da kamyonlara aktarılmaktadır. Taşıma operasyonu, sürütme yollarına göre daha dayanıklı taşıma yollarına ihtiyaç duymaktadır. Taşıma operasyonunun verimi, taşıma aralığına, ağaç boyutlarına, yük kapasitesine, vinç kapasitesine ve arazi yapısına göre değişmektedir (Kellogg vd., 1993) (Şekil 1.11).



Şekil 1.11: Lastik tekerlekli taşıyıcı (Akay ve Yenilmez, 2008)

Taşıma sırasında ürünler orman toprağı ile temas olmadan rampaya ulaştırıldığından, operasyon esnasında meşçere zararı en aza indirgenmektedir. Ancak makine ağırlığı ve yüksek yük kapasitesi nedeniyle taşıma yollarında derin tekerlek izleri

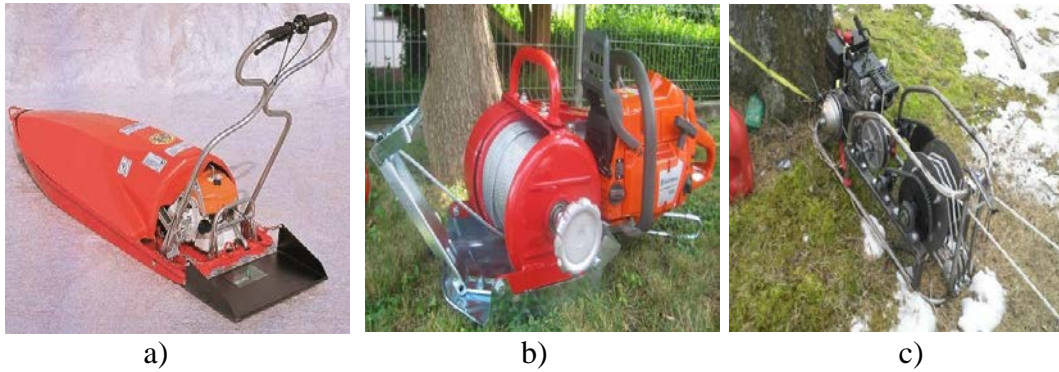
oluşabilmektedir. Tomruk metodunda taşıyıcı üretim sahasında taşıma yoluna serilen kesim artıkları (dallar, ağaç tepesi, vb.) üstünde hareket ettiğinden, tekerlek izi oluşumu ve toprak sıkışması daha düşük seviyelerde görülmektedir (Akay vd., 2007). Sürütme operasyonu ile karşılaştırıldığında, daha uzun taşıma aralığı ve daha fazla yük kapasitesini içeren taşıma operasyonu uygulanan bölmeden çıkarma çalışmasının birim maliyeti daha düşük miktarda ortaya çıkabilmektedir (Kellogg vd., 1993).

1.2.4 Kablo Hatlar ile Bölmeden Çıkarma

Kablo hatlar, orman ürünlerinin bir kablo aracılığıyla zeminden veya havadan bölmeden çıkarılmasına yarayan tekniktir. Kablo hat sistemleri; zeminden kablo çekme, mekanik araç olmadan iki ucu askıda taşıma, çift tamburlu traktör vinçleri ile taşıma ve sabit taşıyıcı kablo ile vinçli hava hattı olmak üzere dört sınıfla ayrılmaktadır (Erdaş, 2008).

1.2.4.1 Yerden Kablo Çekimi Yapan Küçük Kablo Vinçler

Diğer yöntemlerin aşağıdan yukarıya doğru bölmeden çıkarma da kullanılmadığı alanlarda küçük kablo vinçler ile boyutu küçük ürünlerin kısa aralıklarda zeminden kablo çekimi uygulanarak bölmeden çıkarılması yapılmaktadır. Küçük kablo vinçlerin en çok kullanılanları Ackja, KBF ve Radiotir vinçlerdir (Erdaş, 2008) (Şekil 1.12).



Şekil 1.12: En çok kullanılan küçük kablo vinçler: a) Ackja, b) KBF ve c) Radiotir (Sert, 2014)

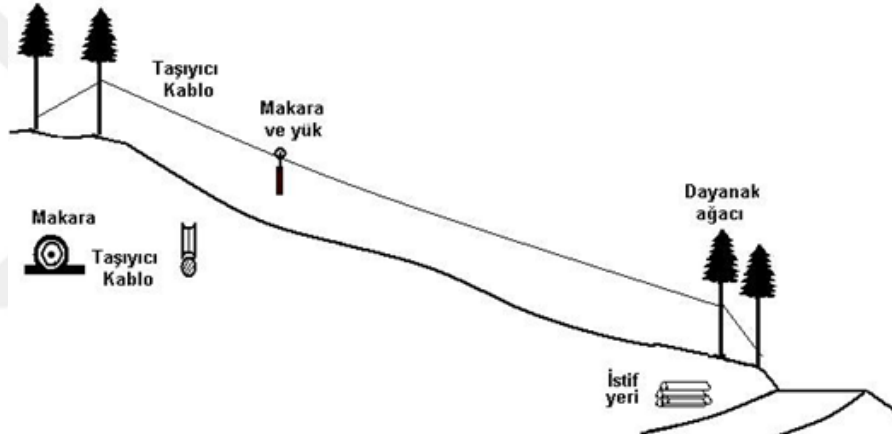
1.2.4.2 Motor Gücü Olmadan İki Ucu Askıda Taşıma Yapan Kablo Kaydıraklar

Teknik aşağı ve yukarı istasyonlar arasında gerilmiş bir kablo olan ve kontrolü olmayan kablo kaydıraklardır (Erdaş, 2008). Kablo sarkıtılarak aşağı inen ürünlerin, ağırlıklı ile hızlarının düşürülmesi sağlanmaktadır. Dayanma ağacına çarpan ürünler

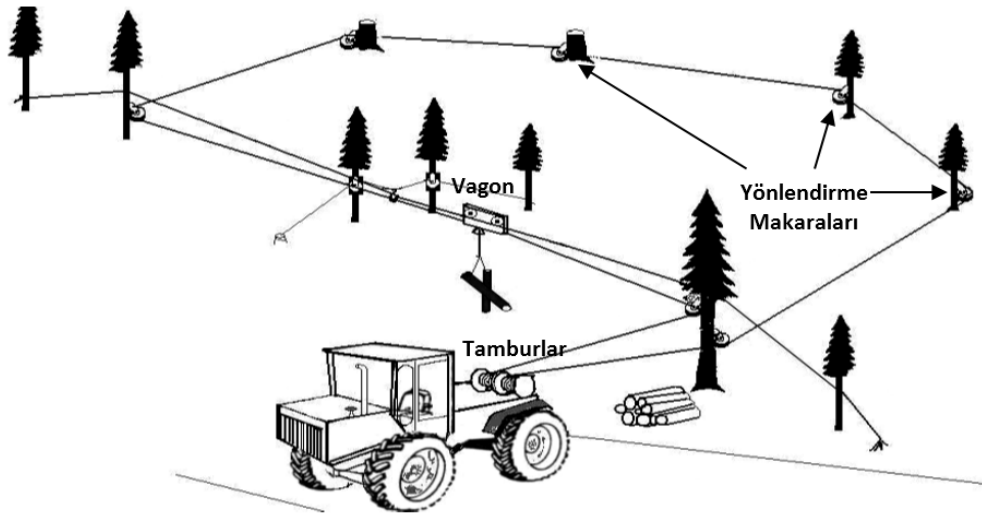
bu etki ile kablodan çıkarak yere inmektedirler. Bu teknikte mekanik destek ile kabloya koyulan ürünler, çapları ve zeminin etkisi ile aşağıya doğru kaymaktadırlar (Şekil 1.13).

1.2.4.3 Çift Tamburlu Traktör Vinçlerinin Hava Hattı Biçiminde Çalıştırılması

Eğimin %30'dan az olduğu bölgelerde büyük çaplı ürünler için insan ve hayvan gücü ile çalışılmamaktadır. Ayrıca, zeminin olumsuz koşullarda olduğu durumlarda kablo çekimi yapılamamakta ya da bu olumsuz koşullar sebebiyle ürünler sürütme aşamasında kalitelerini kaybedebilmektedirler. Bu sebeple eğimi %30'dan az, olumsuz koşullara sahip bölgelerde çift tamburlu traktör vinçleri hava hattı biçiminde kullanılabilir (Şekil 1.14). Taşıma mesafesi olarak 100-150 m bu tekniğin kullanımı için idealdir (Türk, 2011).



Şekil 1.13: İki ucu askıda taşıma yapan kablo kaydıraklar ile bölmeden çıkarma (Eker, 2008)



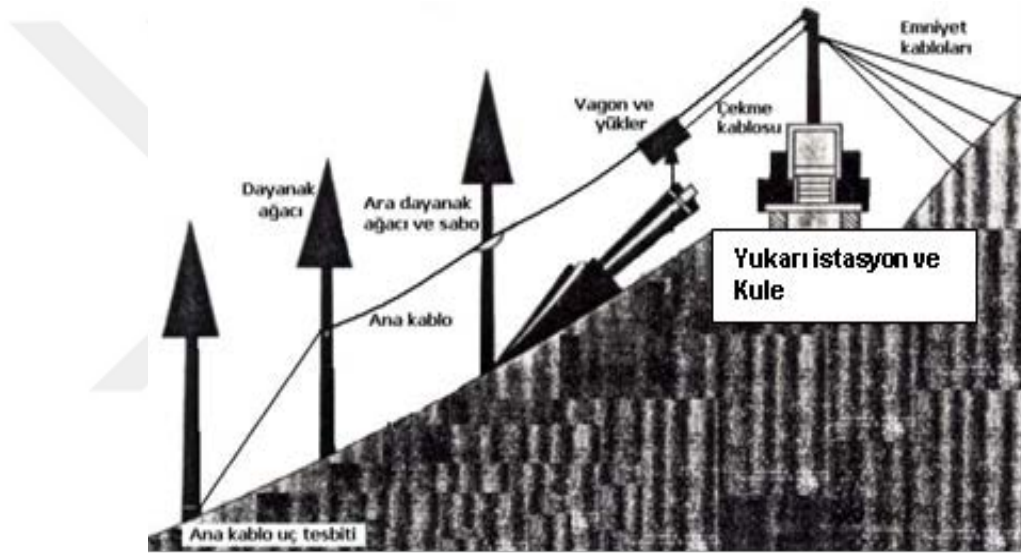
Şekil 1.14: Çift Tamburlu traktör vinçlerinin hava hattı biçiminde çalıştırılması ile bölmeden çıkarma (Eker, 2008)

1.2.4.4 Sabit Taşıyıcı Kablo İçeren Vinçli Hava Hatları

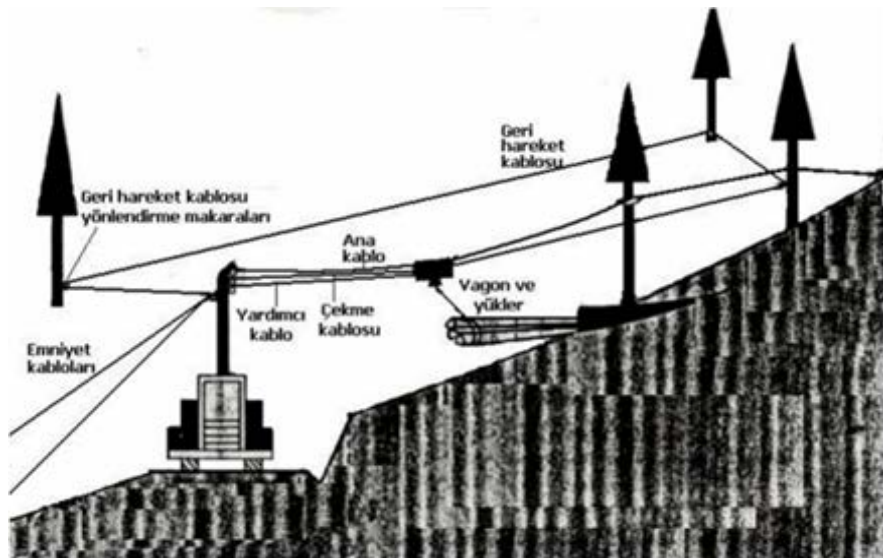
Yurdumuzda eğimi fazla olan bölgelerde vinçli hava hatlarını tercih etmek hem ekonomik açıdan hem de verim açısından önemlidir (Erdaş, 2008). Zira, diğer bölmeden çıkarma yöntemlerinin kullanımı sonucu oluşabilecek kalite kayıpları, bu teknikler sayesinde en aza indirgenebilmektedir. Taşıma yönleri ve hat uzunluğuna göre vinçli hava hatları farklı şekillerde uygulanmaktadır.

Taşıma yönüne göre vinçli hava hatları üç gruba ayrılmaktadır (Acar, 2004):

- Yamaç yukarı yönde taşıma yapabilen hava hatları (Şekil 1.15)
- Yamaç aşağı yönde taşıma yapabilen hava hatları (Şekil 1.16)
- Yamaç aşağı ve yukarı yönde taşıma yapabilen hava hatları



Şekil 1.15 : Yamaç yukarı yönde taşıma yapabilen hava hattı sistemi (Acar, 2004)



Şekil 1.16: Yamaç aşağı yönde taşıma yapabilen hava hattı sistemi (Acar, 2004)

Hat uzunluğuna bağlı olarak vinçli hava hatları yine üç gruba ayrılmaktadır (Acar, 2004):

- Kısa mesafeli mobil vinçli hava hatları: Sürütme biçiminde taşımaya elverişli olmayan ve traktörle kablo çekimi sürütme mesafesi sınırını aşan alanlarda (300 m) kısa mesafeli mobil vinçli hava hatları kullanılmaktadır (Şekil 1.17). Ülkemizde, kısa mesafeli vinçli hava hatları olarak kullanılan modeller arasında KOLLER K-300 ve URUS M-I yer almaktadır.



Şekil 1.17: Koller K300 kısa mesafeli mobil vinçli hava hattı

- Orta mesafeli mobil vinçli hava hatları: Ülkemizde 300-800 m taşıma mesafeleri için dik yamaçlarda ürünlerin bölmeden çıkarılmasında elle kaydırma metodu yerine, yamaç aşağı ve yukarı yönde nakliyatı kombine olarak gerçekleştirebilen ve dikili ağaçlarda ve orman toprağında zararı en aza indiren orta mesafeli vinçli hava hatları kullanılmalıdır (Şekil 1.18).



Şekil 1.18: URUS M-III orta mesafeli mobil vinçli hava hattı

- Uzun mesafeli vinçli hava hatları: Bu hava hattında, motor ve çekme kablosu tamburu bir kızak üzerine monte edilmiş olup, hat uzunlukları 2000 m'ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 1.19).



Şekil 1.19: WYSSSEN marka uzun mesafeli vinçli hava hattı kızağı ve motor

1.3 Yükleme

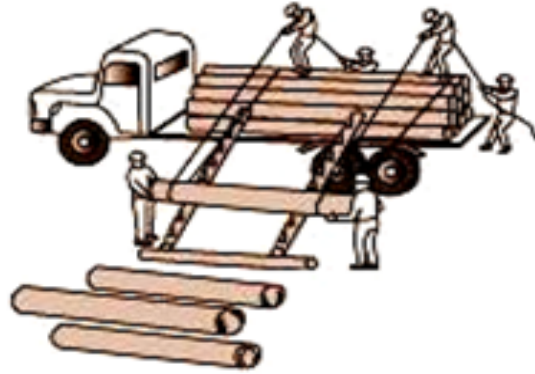
Üretim aşamalarından olan yükleme, ormanlardan rampalara ulaşan ürünlerin zaman kaybetmeden orman depolarına taşınmasında büyük öneme sahiptir. Bu aşamanın verimliliği, alt aşamalarının planlanmasının birbirleri ile olan uyumuna bağlıdır. Yükleme, ormancılıkta uygulanan kuvvet sınıflandırılmaları açısından, elle yükleme, çapraz yükleme ve makine gücüyle yükleme olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

1.3.1 Elle Yükleme

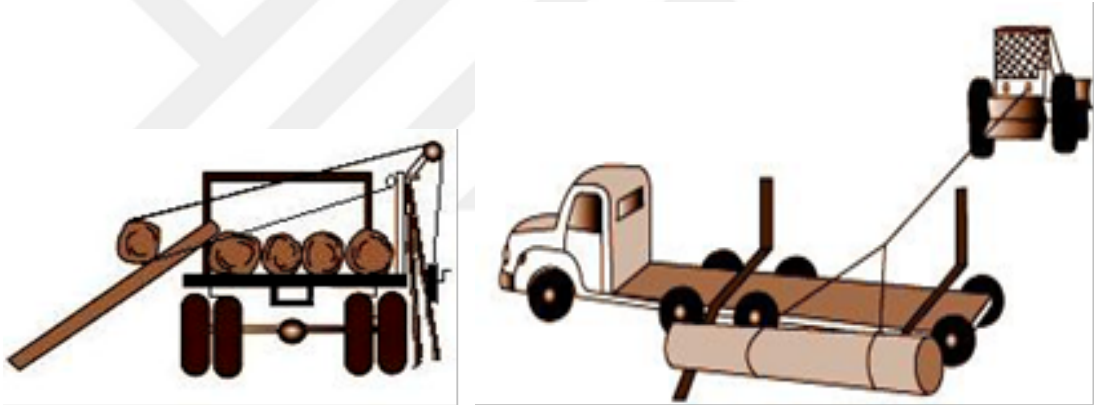
Bu teknik eski uygulanan tekniklerden olup bugünlerde sadece travers, kağıtlık ve yakacak odun ve benzeri düşük çaplı ürünler için kullanılmaktadır (Acar ve Ünver, 2004). Yurdumuzda ise tomruk ve uzun gövdeli orman ürünlerinin taşınması için oldukça yaygın olarak uygulanmaktadır. Yüklemenin insan gücü ile yapıldığı durumlarda; çevirme ya da yuvarlama sırığı, demir manivela, çevirme çengeli, sapın, kloma (kanca) ve yükleme ağaçları, kendir halat ve insan gücü yürütülen vinçler değerlendirilmektedir (Erdaş, 2008) (Şekil 1.20).

1.3.2 Çapraz Yükleme

Elle yükleme yönteminden yola çıkılarak geliştirilen bu yöntemde, orman ürünleri yükleme de kullanılan araçlar kadar, aşağıdan yukarıya olacak şekilde kablo çekimi ile yuvarlanarak yüklenir. Bu yöntemde güç sağlanan kaynak insan, hayvan, traktör veya el vinci seçeneklerinden biri olabilmektedir (Şekil 1.21) (Erdaş, 2008).



Şekil 1.20: Yerden elle yükleme çalışmaları (Acar ve Ünver, 2004)



Şekil 1.21: El vinci (sol) ve traktörle (sağ) çapraz yükleme (Acar ve Ünver, 2004)

1.3.3 Makine Gücüyle Yükleme

Makine gücü kullanılarak yürütülen yöntemler, taşımayı yapacak araca monte edilen vinçle yükleme ve taşıma aracından ayrı olan araçlarla yükleme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Taşıma aracına monte edilen yükleyiciler aracın motor gücünden yararlanarak çalıştırılırlar. Bu yükleme sistemin kullanılan makineler; çift tamburlu vinçler, kablolu veya hidrolik kreyinler ve hiab tipi vinçlerdir (Acar, 2004).

- *Çift tamburlu vinçler:* Çift tambur üzerine sarılı kablolardan birisi öndeki, diğeri arka ve yükleme yapılmayan taraftaki direklere makara yardımıyla ulaştırılmakta ve ürün yükleme durumuna getirilmektedir.

- *Kablolu veya hidrolik kreynerler:* Genellikle şoför kabini arkasına ya da üzerine sabit veya geçici olarak monte edilirler. Daha yaygın olarak kullanılan hidrolik kreynerler şoför kabini arkasına ya da kasanın arka ucuna monte edilmektedirler (Şekil 1.22).



a)



b)

Şekil 1.22: Hidrolik kreynerlerin taşıma araçları üzerine monte edilme şekilleri (Akay, 2010) a) LOGLIFT 111 F (Taşıyıcı Üzerinde)/ b) FORESTERI 655 (Traktör Üzerinde)

- *Hiab tipi vinçler:* Taşıyıcı araçlara monte edilen hiab tipi vinçler, gücünü kamyonun motorundan almaktadır. Bu vinçler tamamen hidrolik olup, ürünlerin kamyonlara yüklenip boşaltılmasında kullanılmaktadır (Şekil 1.23).



a)



b)



c)

Şekil 1.23: Kamyonlara monte edilebilen hiab tipi vinçler (Akay, 2010) a) JONSERED 820/ b) LOGLIFT 120 S/ c) JONSERED 2490

Taşıma aracından ayrı olan hareketli yükleme araçları 4 grupta değerlendirilmektedir; elevatörler, traktör veya özel araca monte edilmiş döner vinçler, hareketli döner kreynerler ve hidrolik kısıkaçlı hareketli yükleyiciler (Erdaş, 2008).

- *Elevatör:* Destek alınabilecek iki sabit cisim üzerine konulmuş sonsuz kancalı zincir banttın meydana gelen elevatörler, diğerlerinden farklı olarak içeriden yanmalı motor desteğiyle çalıştırılmaktadır. Elevatörler, buldukları yerden başka bir yere tekerlekleri sayesinde rahatlıkla götürülebilmektedir.
- *Traktör veya özel araca monte edilmiş döner vinç:* Bu yükleme tekniğinde, traktör ya da özel araç üzerine eklenti yapılmış vinç, yükleme gerçekleştirilecek yönün tam tersinde yer almaktadır. Kamyon kasasının ön, arka ve yükleme yapılacak kısımlarına sabitlenmiş olan iki tel kablonun farklı kısımları tomrukların alt tarafından geçirildikten sonra bir araya getirilerek tam ters yönde bulunan traktör ya da kamyon üstünde çekilerek yüklenmektedir.
- *Hareketli döner kreyn:* Bu sistemde yararlanılan kreynler, inşaatlarda malzeme taşıma ve kaldırmanın yanı sıra, orman ürünleri üretiminde tomruk yükleme işlerinde kullanılmaktadır.
- *Hidrolik kısaçallı hareketli yükleyici:* Kısaçallı yükleyici, ana kısmın ön ya da arka taraflarında kısaçallı olan ve hidrolik mekanizma ile çalışan bir tomruk kavrama sistemine sahip yükleyicilerdir (Şekil 1.24). Lastik tekerlekli ya da paletli olan kısaçallı-yükleyiciler sert zemin üzerinde daha basit manevralar gerçekleştirebilmektedirler. Tomruk kavrama düzeni genellikle bir üst ve iki alt tırnaktan oluşmaktadır. Çalışma sırasında, düz olan alt tırnaklar tomruğun altına sürülüp, uç kısmı aşağıya doğru kıvrık olan üst tırnak indirilerek tomruk kavranmaktadır.



Şekil 1.24: Lastik tekerlekli kısaçallı yükleyici ile yükleme (Akay, 2010)

1.4 Zaman Etüdü

Üretim çalışmalarında kullanılan mekanik araçların verimleri sıklıkla üretim aşamalarında geçen süreye göre hesaplanmaktadır. Üretim süresinin değerlendirilmesinde en yaygın ve etkin kullanılan yöntem zaman etüdüdür (Gülci, 2014). Zaman etüdü, çalışma şekli ve yönteminin geliştirilmesi, işçilerin eğitilmesi, iş veriminin artırılması, iş masraflarının belirlenmesi ve işin planlanmasında gerekli bilgilerin elde edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Aykut ve Öztürk, 1998).

Zaman etüdünün gerçekleştirilebilmesi için ele alınacak çalışmanın alt kısımları da olması gerekmektedir. Zaman etütlerinde gerekli temel araç ve gereçler; zaman ölçerler (kronometre) ve zaman etüt formlarıdır. Zaman etüt teknikleri, sürekli zaman ölçümü, tekrarlı zaman ölçümü ve iş örnekleme olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Yıldırım, 1989). Sürekli zaman ölçümünde, iş sürekli izlenmekte ve işi oluşturan kısımların sonlanmasında kronometrede yazan süre kayıt altına alınmaktadır. Tekrarlı zaman ölçümünde, uygulama başlarken kronometre de başlatılmakta, uygulama sonlandığında ise kronometre sıfırlanarak bir kez daha başlatılmaktadır. İş örneklemesinde aynı zaman aralıkları ile iş izlenmekte ve anlık gerçekleşen iş akış dilimleri kayıt altına alınmaktadır (Gülci, 2014).

1.5 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, dağlık arazide asli orman ürünlerinin üretimi sırasında gerçekleştirilen mekanik yükleme çalışması saatlik verim açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, çalışmanın veri toplama ve veri analizi aşamalarında hassas ormancılık araçlarından yararlanılmıştır. Çalışma sırasında; Mercedes-Benz AXOR 3240 marka kamyonu, Liebherr L 514 Stereo marka yükleyici kullanılarak gerçekleştirilen yükleme çalışmasının zaman etüdü yöntemi kullanılarak saatlik verim değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, istatistiksel yöntemler kullanılarak verim üzerinde etkili olan faktörler (çap, hacim, boy) irdelenmiştir. Çalışma, Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Mesudiye Orman İşletme Müdürlüğü, Topçam Orman İşletme Şefliği sınırlarında, 137 ve 138 no'lu bölmeler için belirlenen yükleme alanında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında rampadaki arazi eğimi ve yüklenen parça sayısı değişiklik göstermediğinden bu faktörler dikkate alınmamıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Aykut (1972), tarafından yapılan çalışmada, Elle ve Boog tipi vinçle yapraklı ve ibreli ağaç tomruklarının araçlara yüklenmesi incelenmiştir. Yükleme süresi üzerinde; ağaç cinsinin, tomruk hacminin ve ağırlığının, tomruk boyunun, yükleme türünün, yükleme yüksekliğinin ve uygulama da yer alan insan sayısının etkili olduğu gözlemlenmiştir. 6 kişinin olduğu bir grubun yapraklı ağaç tomruklarının el ile doldurulmasında, 5 kişinin olduğu bir grubun ise ibreli ağaç tomruklarının el ile doldurulmasında en verimli olduğu gözlemlenmiştir. Boog tipi vinçle yapılan yükleme aşamalarındaki uygulamalar, 3 kişinin olduğu grubun en yüksek verimi sağladığını göstermiştir.

Karaman (1991), tarafından gerçekleştirilen bir uygulama da Liebher 902 ile kayın tomruklarının yüklenmesinde verimlilik istiftten 41.887 m³/saat ve dağınık yerden 34,34 m³/saat şeklinde belirlenmiştir. Ladin’de bu değer 48,67 m³/saat’e yükselmiştir. Liebher 902 ile farklı türlere ait tomrukların yüklenmesinde ise verimlilik 56.05 m³/saat şeklinde belirlenmiştir. Karaman tarafından gerçekleştirilen aynı uygulamada, rampalarda ibreli tomrukların insan gücü ile kamyonla doldurulmasında, bir işçi ile zeminden 1,69 m³/saat, rampadan 3,79 m³/saat verimlilik sağlandığı belirlenmiştir.

Acar (1995)’in Doğu Karadeniz bölgesinde dağlık arazide bulunan ormanlarda tomruk üretiminde kullanılan Koller K300 ve URUS MIII model hava hatlarının etkinliği ve verimi incelenmiştir. Çalışmada, hava hatlarının verimleri zaman ölçme tekniklerinden sürekli zaman ölçme tekniği kullanılarak tespit edilmiştir. Sonuçlara göre URUS M III mobil hava hattının Koller K300’e kıyasla daha masraflı olduğu belirlenmiştir. Yaklaşık 250 m hat uzunluğu için URUS MIII ve Koller K300 sistemlerinin verimleri sırasıyla 6,73 m³/saat ve 3,31 m³/saat’dir.

Tunay ve Varol (1999), Batı Karadeniz Bölgesinde orman depolarına ulaşan tomrukların yükleme, boşaltma ve istifleme aşamalarında uygulanmak üzere seçilen teknikler için, verimlilik ve masraf hesaplamaları yapmışlardır. Granab 4515 ve Caterpillar 920 marka yükleyicilerin verimlilikleri vakit analizleri ile

gerçekleştirilmiştir. Uygulamada, yükleme, boşaltma ve istifleme çalışmaları, sürekli çalıştırılan kronometreyle gerçekleştirilen analizler aracılığıyla yapılmıştır. Bulgulara göre en büyük yükleme verimliliğine (19,81 m³/saat) sahip Granab 4515 marka yükleyicinin senelik yükleme hacmi 8500 m³'ten yüksek yerlerde değerlendirilmesiyle işletmeye ait maliyetlerin en aza indirgenebileceği gözlemlenmiştir. İstifleme uygulamaları için en büyük verimliliğe sahip Caterpillar 920 marka yükleyicinin senelik istifleme hacmi 148000 m³'ten fazla olabilecek yerlerde değerlendirilmesi belirlenmiştir.

Akay vd. (2004), sürütücü, kesici-istifleyici, hasatçı, yükleyici ve taşıyıcı ve benzeri mekanik üretim makinelerinin verimliliklerinde etkili olan koşulları belirlemişlerdir. Araçların verimlilik hesaplarının, seçilecek sistemlerin gözlemlenmesine ve oluşabilecek maliyetlerin önceden görülebilmesini sağladığı belirlenmiştir. Değerlendirilen araç kombinasyonları için üretim aşamalarının birim masrafları KSU Baskonuş Araştırma ve Uygulama ormanından belirlenen örnek bölgenin topoğrafik bilgileri, meşcere ve ürün özellikleri göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Dört ayrı makine kombinasyonunun gözlemlendiği bu uygulamada, birim hacim masrafını en aza indirgeyen (\$24,54/m³) taşıyıcı ve motorlu testere kombinasyonu en iyi seçenek olarak belirlenmiştir.

Acar ve Ünver (2010), Artvin Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki üretim alanlarında 2008 ve 2009 senelerinde bölmeden çıkarma uygulamalarında değerlendirilen MB-Trac 800, MB-Trac 900, Koller K 300, Urus M III, Gantner ve Liebherr 902 makinelerinin çalışma verimlilikleri gözlemlenmiştir. Çalışılan süre içerisinde sürütücüler (%38 ve %41), hava hatları (%38 ve %38) ve yükleyicilerin (%24 ve %22) çalışma oranları birbirine oldukça benzer rakamlarda gerçekleşmiştir. MB-Trac 800 ve MB-Trac 900 2008 senesinde neredeyse eşit oranda uygulanmışken, 2009 yılında MB-Trac 900 (%64) MB-Trac 800'den (%36) neredeyse 2 kat daha çok uygulanmıştır. Gantner hava hattı (%18 ve %15) ve Liebherr 902 yükleyici kullanımları (%24 ve %22) ise her iki senede de birbirine oldukça eşit gerçekleşmiştir.

Akay vd. (2014) hafif eğimli arazilerde yamaç yukarı yönde bölmeden çıkarma çalışmalarında alternatif bir yöntem olarak mobil vinci verim açısından incelenmiştir. Sonuçlara göre, sürütme mesafesi ve ürün hacminin verim üzerinde etkili olan ana

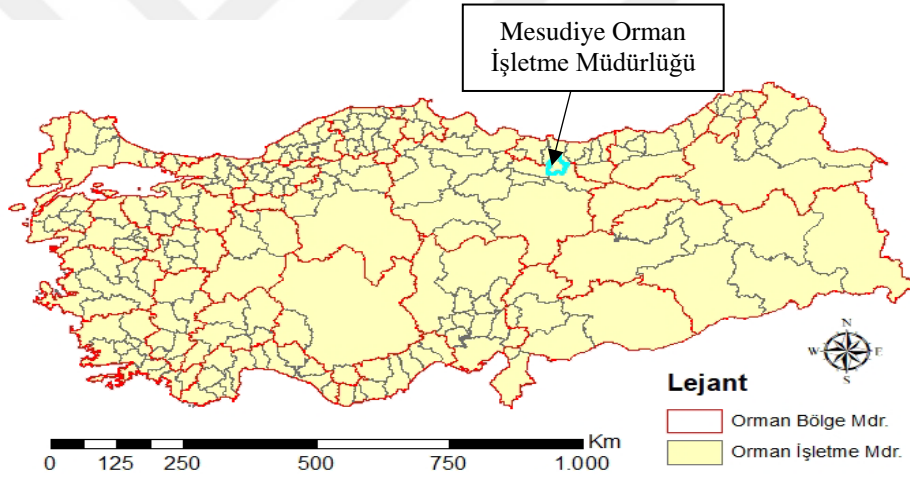
faktörler olduğu belirlenmiştir. Çalışmada verimlilik değerinin, düşük hacim sınıfından, orta ve yüksek hacim sınıfına doğru artış gösterdiği bulunmuştur.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Mesudiye Orman İşletme Müdürlüğü, Topçam Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer almaktadır (Şekil 3.1). Mesudiye Orman İşletme Müdürlüğü orman varlığı toplamı 95.494,70 hektardır (Çizelge 3.1). Çalışma alanında hakim ağaç türleri Doğu Ladini (*Picea orientalis*) ve Doğu Kayınıdır (*Fagus orientalis*)'dır. Çalışmada ilgili şefliğin 137 ve 138 numaralı bölmelerinde üretilen Doğu Ladini tomruklarının rampada konuşlanan tomruk kamyonuna yükleyici yardımıyla yüklenmesi incelenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Mesudiye Orman İşletme Müdürlüğü

Çizelge 3.1: Mesudiye Orman İşletme Müdürlüğü orman varlığı (ha)

İşletme Şefliği	Normal Orman	Bozuk Orman	Toplam Orman	Ormansız Alan	Genel Alan
Mesudiye	8.028,20	3.648,70	11.676,90	16.085,20	27.762,10
Melet	8.402,30	8.024,00	16.426,30	18.033,40	34.459,70
Sarıçiçek	7.794,50	1.514,20	9.308,70	6.033,00	15.341,70
Arpaalan	3.854,70	174,50	4.029,20	1.017,90	5.047,10
Topçam	8.333,80	963,10	9.296,90	3.587,20	12.884,10
Toplam	36.413,50	14.324,50	50.738,00	44.756,70	95.494,70



Şekil 3.3: L 514 Stereo yükleyici ile yükleme çalışması (Foto: H.E. Fındık, 2018)

Çizelge 3.2: Liebherr L 514 Stereo marka yükleyicinin bazı teknik özellikleri

Özellikler	Değerler
Yük kapasitesi	1,40 – 3,50 m ³
Ağırlık	8860 - 9985 kg
Güç	78 kW / 106 HP
Standart tekerlek boyutları	17.5 R25
Uzunluk	6,135 m
Genişlik	2,4 m
Yükseklik	3,07 m
Hız	30 km/h
Motor markası	John Deere
Motor gücü	76 kW/103 HP
Maksimum tork	389 Nm
Silindir sayısı	4

Arazide zaman ölçümü sırasında “Selex 7064” marka iki tane kronometre kullanılmıştır. Orman ürünlerinin orta çapları ve uzunlukları sırasıyla “MANTAX Precision” marka çapölçer ve “Weiss” marka şerit metre yardımı ile ölçülmüştür. Arazi çalışmalarına başlamadan önce literatürden de faydalanılarak yükleme çalışmasında her iş aşaması için zaman ölçümlerinin kaydedileceği zaman etüt formu geliştirilmiştir. Ürünlerin kamyonu yüklenmesi aşamasının zaman verilerini

kaydedebilmek amacıyla geliştirilen işi zaman etüt formu Çizelge 3.3’de verilmiştir. Yükleme operasyonunda değerlendirilen iş aşamaları; yükleyicinin ürünlerin yanına gelmesi, ürünlerin yükleyici tarafından yüklenmesi, yükleyicinin kamyonun yanına gitmesi ve yükleyicinin kamyonu yükü boşaltması değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışma sırasında meydana gelen kayıp zaman (mekaniksel ve personel kaynaklı gecikmeler) da forma kaydedilmiştir. Kamyonu yükleyiciyle yükleme zamanı kamyonun ürünlerin yanına gelmesiyle başlamaktadır.

Çizelge 3.3: İş zaman etüt formu

KAMYONA YÜKLEYİCİYLE YÜKLEME İŞİ ZAMAN ETÜT FORMU										
Tarih:		Kamyon Model:				Hava Durumu:				
İşletme Mdr.:		Yükleyici Model:				Rakım ve Bakı:				
İşletme Şef.:		Kamyon Kapasitesi:				Eğim (%):				
Bölme No:		Yükleyici Kapasitesi:				İşçi Sayısı:				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ana Faktörler	Ürün Çapı (cm)									
	Ürün Boyu (m)									
İş Aşamaları	Yükleyicinin Ürünün Yanına Gelmesi									
	Ürünün Yükleyiciye Yüklenmesi									
	Yükleyicinin Kamyonun Yanına Gitmesi									
	Yükleyicinin Kamyonu Yükü Boşaltması									
Diğer	Kayıp Zaman									

3.3 Verim Analizi

Zaman ölçümü ile elde edilen her bir döngüdeki toplam süre kullanılarak üretim çalışmalarının saatlik verimi (m³/saat) belirlenmiştir. Verim hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Gülci, 2014):

$$Verim = \frac{O\ddot{U}H}{TS} * 60 \quad (3.1)$$

$O\ddot{U}H$ = Bir döngüdeki ortalama ürün hacmi (m³)

TS = Bir döngüdeki ortalama toplam süre (dk)

60 = Süreyi dakikadan saate çevirmek için kullanılan katsayı

Ürünlerin hacimlerinin hesaplanması için teknik ormancılık uygulamalarında yaygın olarak tercih edilen formüllerden biri olan “Orta Yüzey Formülü (Huber Formülü)” kullanılmıştır. Bu formülde her bir döngüdeki ürün hacmi, orta çap ve ürün boyuna bağlı olarak hesaplanmıştır (Carus, 2002):

$$V_i = \frac{\pi}{40000} d_i^2 L_i \quad (3.2)$$

d_i = Ürünün orta çapı (cm)

L_i = Ürünün boyu (m)

3.4 İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler kapsamında; ilk olarak yüklemde iş aşmalarının süreleri, ürün boyutları (çap, boy, hacim) ve saatlik verime ait temel istatistik değerler (ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma) hesaplanmıştır. Çalışmada değerlendirilen parametrelerin normal dağılım özellikleri gösterebilmesi için minimum örnek büyüklüğü olan 30 sayısı dikkate alınarak, ölçümler 30 adet yükleme döngüsü için yapılmıştır.

Çalışmada değerlendirilen değişkenler (çap, boy, hacim) arasında ve değişkenlerle verim arasındaki ilişkilerin araştırılması için Pearson Korelasyon Testi kullanılmıştır. Korelasyon katsayısı (r) -1 ile +1 arasında değişmektedir. Katsayı 1'e yaklaştıkça iki değişken arasında ilişki kuvvetli, katsayı 0'a yaklaştıkça iki değişken arasında ilişki zayıf olarak yorumlanmaktadır. Değerlerin + yönde olması değişkenlerin her ikisinin de yükselmesini veya alçalmasını ifade ederken, - yönde olması değişkenlerden birinin yükselirken diğerinin alçaldığı anlamına gelmektedir. Daha sonra korelasyon testi sonuçları da dikkate alınmak suretiyle, bağımsız değişkenlere (çap, boy, hacim) bağlı olarak bağımlı değişkene (verim) ilişkin matematiksel modelin geliştirilmesi için Lineer Regresyon Analizi kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler kapsamında ölçümü yapılan ürün çaplarının ve hacimlerinin verim üzerine etkisini incelemek için yükleme çalışmasında değerlendirilen ürünler üç çap (ince < 30 cm; orta 30-39 cm arası ve kalın ≥ 39 cm) ve üç hacim sınıfına (düşük < 0,30 m³, orta 0,30-0,49 m³ arası ve yüksek $\geq 0,49$ m³) ayrılmıştır. Çap ve hacim sınıfları ile verim ilişkisini değerlendirmek amacıyla 0,05 anlamlılık düzeyinde Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Temel İstatistiksel Bulgular

Kamyona kısaçalı yükleyiciyle yükleme çalışmasında verimi etkileyen ürün boyutlarına ilişkin değişkenlere (çap, boy, hacim) ait elde edilen temel istatistiksel değerler (ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma) Çizelge 4.1'de verilmiştir. Buna göre, ortalama ürün çapı, boyu ve hacmi sırasıyla 34,07 cm, 3,90 m ve 0,38 m³ olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1: Yüklemede verimi etkileyen değişkenlere ait temel istatistiksel bulgular

Değişkenler	Birimi	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Ürün Çapı	cm	34,07	20	50	7,87
Ürün Boyu	m	3,90	3	4	0,31
Ürün Hacmi	m ³ /döngü	0,38	0,13	0,98	0,19

Yükleme çalışmasında iş aşamalarının zaman ölçümlerine, kayıp zamana ve yükleyici verimine ait temel istatistiksel değerler (ortalama, maksimum, minimum ve standart sapma) Çizelge 4.2'de verilmiştir. Sonuçlara göre, iş aşamaları kendi aralarında değerlendirildiğinde, bir yükleme döngüsünde en fazla zaman alan aşamanın yükleyicinin kamyonun yanına gitme zamanı (%31,15) olduğu ve bunu yükleyicinin ürünün yanına gelme zamanının (%30,52) takip ettiği bulunmuştur. Mekanik ve personel kaynaklı gecikmeler dikkate alındığında, kayıp zamanın toplam çalışma zamanının %25,29'unu oluşturduğu tespit edilmiştir. Mirkala ve Naghdi (2017) tarafından kısaçalı bir yükleyicinin performansının incelendiği çalışmada, toplam yükleme zamanı içinde en fazla zaman alan aşamanın yükleyicinin tomruğu kısaçalarıyla kavramasıyla yükleyicinin tomruk kamyonuna boşaltması arasında geçen zaman olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2: Yüklemede zamansal (saniye) ve verime ait temel istatistiksel bulgular

İş Aşamaları	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Yükleyicinin Ürünün Yanına Gelme Zamanı	9,77	6	14	2,05
Ürünün Yükleyiciye Yüklenme Zamanı	5,50	4	8	1,14
Yükleyicinin Kamyonun Yanına Gitme Zamanı	9,97	5	15	2,76
Yükleyicinin Kamyona Yüğü Boşaltma Zamanı	6,77	3	13	1,87
Kayıp Zaman	10,83	4	16	3,64
Verim (m ³ /saat)	34,27	10,73	69,51	15,19

Yükleyici ile yükleme çalışmasında ortalama verim 34,27 m³/saat olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada (Karaman, 1991), ladin tomruklarının Liebherr 902 marka yükleyici ile yüklenmesi operasyonunda ortalama verim 48,67 m³/saat olarak belirlenmiştir. Verim değerinin yüksek olmasında yüklemeye konu orman ürünlerinin ortalama çapının (56,0 cm) çok daha fazla olması etkili olmuştur.

4.2 Verimliliği Etkileyen Değişkenler Arasındaki İlişki

Kamyona yükleyiciyle yükleme sırasında saatlik verim ve çalışmada değerlendirilen değişkenler (çap, boy, hacim) arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla Pearson Korelasyon Testi uygulanmıştır. Çizelge 4.3'de kamyonu yükleyiciyle yükleme çalışmalarına ait korelasyon testi sonuçları verilmiştir.

Korelasyon testi sonuçlarına göre ürün çapı ve ürün hacmi ile verim arasında %99 güven düzeyinde pozitif yönde anlamlı ($p < 0,001$) bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ürün boyu ve verim arasında ise %99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki olmadığı ($p > 0,5$) belirlenmiştir. Bu durum çalışmada değerlendirilen ürünlerin boylarının birbirine çok yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Yükleyicinin verim analizinin yapıldığı benzer çalışmalarda da ürün hacmi ve ürün boyutlarının verim üzerinde etkili faktörler olduğu belirtilmiştir (Javadpour, 2006; Kewilaa ve Tehupeiory, 2015).

Çizelge 4.3: Korelasyon analizine ait bulgular

		Çap	Boy	Hacim	Verim
Pearson Korelasyon Katsayısı	Çap	1	-0,083	,919**	0,823**
	Boy	-0,083	1	0,134	0,141
	Hacim	0,919**	0,134	1	0,851**
	Verim	0,823**	0,141	0,851**	1
Sig. (2-tailed)	Çap		0,662	0,000	0,000
	Boy	0,662		0,479	0,457
	Hacim	0,000	0,479		0,000
	Verim	0,000	0,457	0,000	

** . Korelasyon %99 güven düzeyinde anlamlıdır (2-tailed)

4.3 Regresyon Analizi Bulguları

Korelasyon testi sonuçları dikkate alınarak, bağımsız değişkenler (çap ve hacim) ile bağımlı değişken (verim) arasındaki ilişkinin ortaya konulması için Lineer Regresyon Analizi kullanılmıştır. Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) sonuçlarına göre, yükleyici verimi ile ürün çapı ve hacmine ilişkin regresyon modelinin %99 güven düzeyinde anlamlı ($p < 0,001$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.4). Elde edilen R^2 değeri (0,74) regresyon modelinin yükleyici verimini yeterli düzeyde açıkladığını göstermiştir.

Çizelge 4.4: Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları

	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4914,78	2	2457,39	37,38	0,000 ^a
	Residual	1775,02	27	65,74		
	Toplam	6689,80	29			

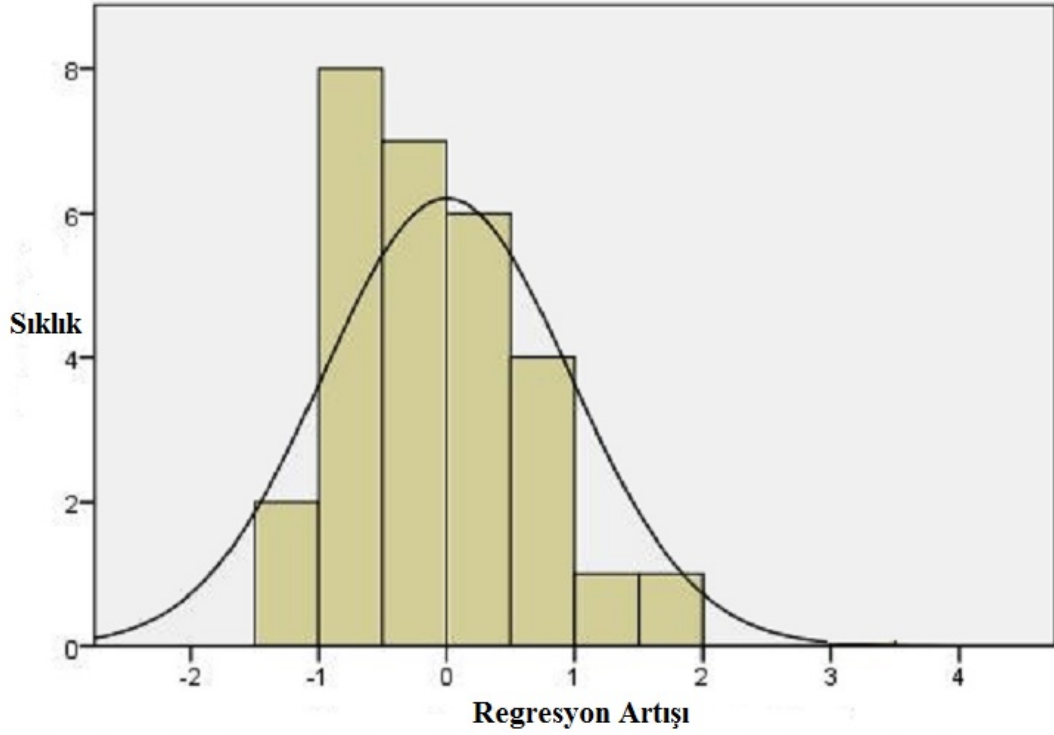
a. Bağımsız Değişken: Çap, Hacim

b. Bağımlı Değişken: Verim

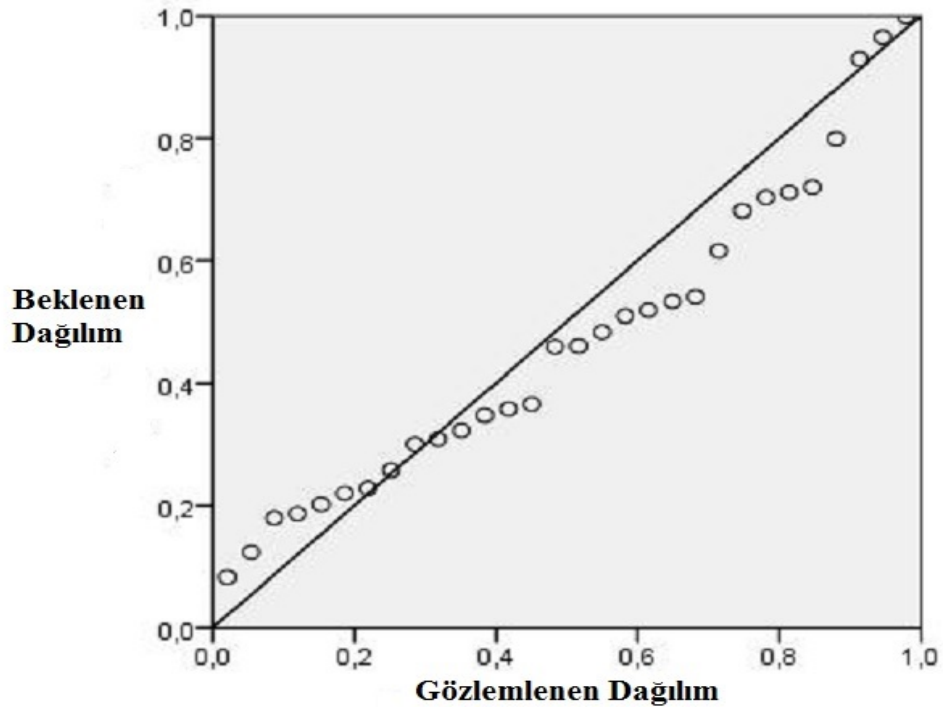
Verimliliği temsil eden bağımlı değişken ($y = \text{verim}$) ve verim üzerinde etkili olan bağımsız değişkenlerin ($x_1 = \text{çap}$; $x_2 = \text{hacim}$) yer aldığı regresyon modeli aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir.

$$y = -1,379 + (0,509)x_1 + (47,731)x_2 \quad (4.1)$$

Geliştirilen matematiksel model, verimlilik üzerinde en fazla etkiye sahip olan faktörün hacim değeri olduğunu göstermiştir. Regresyon analizi sonucu elde edilen grafikler normal dağılım göstermektedir (Şekil 4.1, Şekil 4.2).



Şekil 4.1: Histogram grafiği



Şekil 4.2: Normal olasılık grafiği

4.4 Çap Sınıflarına İlişkin Bulgular

Çalışmada ölçümü yapılan ürün çaplarının verim üzerine etkisini daha detaylı incelemek için ürünler, OGM'nin standart çap sınıflarına göre üç çap sınıfına (ince < 30 cm; orta 30-39 cm arası ve kalın >39 cm) ayrılmıştır. Daha sonra, 0,05 anlamlılık düzeyinde Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılarak, çap sınıfları ile verim ilişkisini değerlendirilmiştir (Çizelge 4.5). Elde edilen sonuçlara göre verim değerlerinin ince çap sınıfından (16,43 m³/saat), orta (36,35 m³/saat) ve kalın çap sınıfına (48,49 m³/saat) doğru artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Benzer bir çalışmada Naghdi (2005), ürün boyutlarındaki artışın yükleme çalışmalarında verimi artırdığını belirtmiştir.

Çizelge 4.5: Çap sınıfları için Tek Yönlü Varyans Analizi bulguları

	Karelerin Toplamı	df	Kare Ortalaması	F	Sig.
Gruplar arasında	4225,01	2	2112,51	23,14	0,000
Gruplar içinde	2464,78	27	91,29		
Toplam	6689,79	29			

Çizelge 4.6: Çap sınıflarına ilişkin temel istatistiksel değerler

Çap Sınıfları	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hatta	Minimum	Maksimum
İnce	8	16,43	4,95	1,75	10,73	25,23
Orta	14	36,35	9,82	2,62	22,79	63,70
Kalın	8	48,49	12,19	4,31	33,08	69,51
Total	30	34,27	15,19	2,77	10,73	69,51

Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanarak çap sınıflarına ait verim değerleri kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre oluşturulan çap sınıflarına ait verim

değerlerinin %95 güven düzeyinde anlamlı ($p<0,05$) farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7: Çap sınıflarına ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları

(I) Çap Sınıfları	(J) Çap Sınıfları	Ortalama farkları (I-J)	Standart Hata	Sig.	%95 Güven Düzeyi Alt Sınır	%95 Güven Düzeyi Üst Sınır
1	2	-19,92*	4,25	0,000	-30,42	-9,42
	3	-32,06*	4,78	0,000	-43,91	-20,22
2	1	19,92*	4,24	0,000	9,42	30,42
	3	-12,14*	4,25	0,021	-22,64	-1,64
3	1	32,06*	4,78	0,000	20,22	43,91
	2	12,14*	4,25	0,021	1,64	22,64

4.5 Hacim Sınıflarına İlişkin Bulgular

Çalışmada ölçümü yapılan ürün hacimlerinin verim üzerine etkisini daha detaylı incelemek için ürünler üç hacim sınıfına (düşük $< 0,30 \text{ m}^3$, orta $0,30-0,49 \text{ m}^3$ arası ve yüksek $>0,49 \text{ m}^3$) ayrılmıştır. Daha sonra, 0,05 anlamlılık düzeyinde Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılarak, hacim sınıfları ile verim ilişkisini değerlendirilmiştir (Çizelge 4.8). Elde edilen sonuçlara göre verim değerlerinin düşük hacim sınıfından ($19,45 \text{ m}^3/\text{saat}$), orta ($38,28 \text{ m}^3/\text{saat}$) ve yüksek hacim sınıfına ($50,69 \text{ m}^3/\text{saat}$) doğru artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Kewilaa ve Tehupeiory (2015) kısaçalı yükleyicinin verim ve maliyet analizlerini araştırdığı benzer bir çalışmada, her bir döngüde yüklenen ürünlerin ortalama hacimleri ve ağırlıkları ile yükleme çalışmasının verimi arasında pozitif yönde anlamlı ilişki olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.8: Hacim sınıfları için Tek Yönlü Varyans Analizi bulguları

	Karelerin Toplamı	df	Kare Ortalaması	F	Sig.
Gruplar arasında	4494,94	2	2247,47	27,65	0,000
Gruplar içinde	2194,86	27	81,29		
Toplam	6689,79	29			

Çizelge 4.9: Hacim sınıflarına ilişkin temel istatistiksel değerler

Hacim Sınıfları	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Düşük	11	19,45	6,94	2,09	10,73	31,79
Orta	12	38,28	9,27	2,65	29,30	63,70
Yüksek	7	50,69	11,33	4,28	33,49	69,51
Total	30	34,27	15,19	2,77	10,73	69,51

Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanarak hacim sınıflarına ait verim değerleri kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre oluşturulan hacim sınıflarına ait verim değerlerinin %95 güven düzeyinde anlamlı ($p < 0,05$) farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10: Hacim sınıflarına ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları

(I) Hacim Sınıfları	(J) Hacim Sınıfları	Ortalama farkları (I-J)	STD Hata	Sig.	%95 Güven Düzeyi	
					Alt Sınır	Üst Sınır
1	2	-18,83*	3,76	0,000	-28,16	-9,49
	3	-31,24*	4,36	0,000	-42,04	-20,43
2	1	18,83*	3,76	0,000	9,49	28,16
	3	-12,41*	4,29	0,020	-23,04	-1,78
3	1	31,24*	4,36	0,000	20,43	42,04
	2	12,41*	4,29	0,020	1,78	23,04

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Odun kaynaklı orman ürünleri nakliyatının aksaksız olarak gerçekleştirilmesi bakımından yükleme operasyonu önemli bir fonksiyona sahiptir. Bu tez çalışmasında, orman ürünlerinin üretiminde ülkemizde yoğun olarak kullanılan mekanik üretim araçlarından olan kıskaçlı yükleyici verim bakımından analiz edilmiş ve yükleyici verimi üzerinde etkili olan faktörler değerlendirilmiştir.

Arazi çalışmaları Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Mesudiye Orman İşletme Müdürlüğü, Topçam Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan 137 ve 138 numaralı bölmelerde devam eden üretim çalışmalarında gerçekleştirilmiştir. Sahada üretilen Doğu Ladini tomruklarının rampada konuşlanan tomruk kamyonuna yüklenmesinde kullanılan kıskaçlı yükleyicinin verim değerleri zaman etüdü yöntemi ile belirlenmiştir.

Yükleme çalışmasında iş aşamalarının ortalama süreleri incelendiğinde, en fazla zaman alan aşamanın yükleyicinin kamyonun yanına gitme zamanı (%31,15) olduğu ve bunu yükleyicinin ürünün yanına gelme zamanının (%30,52) takip ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, kayıp zamanın toplam çalışma zamanı içinde önemli bir orana (%25,29) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sonuçlara göre yükleyici ile yükleme çalışmasında ortalama verim 34,27 m³/saat olarak bulunmuştur. Korelasyon testi sonuçları, ürün çapı ve hacmi ile verim arasında %99 güven düzeyinde pozitif yönde anlamlı (p<0,001) bir ilişki olduğunu gösterirken, ürün boyu ve verim arasında ise anlamlı bir ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır. Yükleyici verimi ile ürün çapı ve hacmine ilişkin geliştirilen regresyon modelinin %99 güven düzeyinde anlamlı (p<0,001) olduğu ve yükleyici verimini yeterli düzeyde (R² = 0,74) açıkladığı belirlenmiştir.

Çap sınıfları ile verim değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve yükleyici veriminin ince çap sınıfından (16,43 m³/saat), orta (36,35 m³/saat) ve kalın çap sınıfına (48,49 m³/saat) doğru arttığı tespit edilmiştir. Belirlenen çap sınıflarına ait verim değerlerinin kendi aralarında %95 güven düzeyinde anlamlı (p<0,05) farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde, hacim sınıfları ile verim değerleri

arasında da anlamlı bir ilişki olduğu ve yükleyici veriminin düşük hacim sınıfından (19,45 m³/saat), orta (38,28 m³/saat) ve yüksek hacim sınıfına (50,69 m³/saat) doğru artış gösterdiği tespit edilmiştir. Belirlenen hacim sınıflarına ait verim değerlerinin kendi aralarında %95 güven düzeyinde anlamlı (p<0,05) farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir.

Orman ürünlerinin üretimi çalışmalarının etkili bir şekilde yürütülebilmesi için, yükleme faaliyeti ile kesim, bölmeden çıkarma, istifleme ve uzak nakliyat arasında iyi bir uyumun sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle yükleme çalışmalarında yüksek performanslı mekanik yükleyiciler kullanılması orman ürünlerinin üretiminin başarısına olumlu yönde katkı sağlayacaktır. Ülkemizde insan gücüne dayalı manuel yükleme yöntemi daha çok küçük boyutlu (travers, kağıtlık ve yakacak odun) orman ürünlerinin yüklenmesinde olmak üzere, bazı bölgelerde tomrukların yüklenmesinde de hala tercih edilmektedir. Ancak, son yıllarda insan gücü kullanımının ekonomik olmaması ve tecrübeli işçi temininde yaşanan problemler, yükleme çalışmalarında yükleyicilerin daha fazla tercih edileceğini göstermektedir. Ayrıca, odun hammaddesi nakliyatının kısa zamanda, belirli periyotlarda ve kimi zaman ağır hava koşullarında yürütülmesi zorunluluğu, her türlü hava koşulunda yüksek verimle çalışan yükleyicilerin kullanımının gerekli hale getirmektedir. Yükleyicilerin optimum verimle kullanılmasında operatör performansı da büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yükleyici operatörlerine gerekli teorik ve uygulamalı eğitim verilmelidir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ileriye dönük yapılabilecek çalışmalarda, orman ürünlerinin tamamının (tomruk, sanayi, maden direği, vb.) yüklenmesinde, farklı boyutlarda ve kapasitede yükleyicilerin verim değerlerinin araştırılması yerinde olacaktır. Böylece, orman ürünleri için doğru makine tercihinin yapılması sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

Acar, H.H. (1995). Dağlık Arazide Kısa Mesafeli Mobil Orman Hava Hatları ile Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının İncelenmesi, *Tr. J. of Agriculture and Forestry* (21),195-200.

Acar, H.H. & Şenturk, N. (2000). Mechanization in Wood Production Operations in Mountainous Forest Area, *Journal of Faculty of Forestry Istanbul University*, Sery: B, (46), 77-94

Acar, H.H. (2004). Ormancılıkta Transport Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Acar, H.H. & Ünver, S. (2004). Odun Hammaddesi Üretiminde Teknik ve Çevresel Açından Zararların Tespiti ile Çözüm Önerileri, *ZKÜ Bartın Orman Fak. Dergisi*, 6(6), 165-173.

Acar, H.H. & Ünver, S. (2010). Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Odun Hammaddesi Üretim Araçlarının Verim Açısından İncelenmesi Araştırma Makalesi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(2), 12-19.

Akay, A. & J. Sessions. (2004). Identifying the factors influencing the cost of mechanized harvesting equipment, *Journal of Science and Engineering*, 7(2), 65-72.

Akay, A.E. (2005). Using Farm Tractors In Small-Scale Forest Harvesting Operations, *Journal of Applied Sciences Research*, 1(2), 196-199.

Akay, A.E. & Erdaş, O. (2007). Orman traktörü ile sürütme sırasında oluşan tekerlek izi derinliğinin hesaplanması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, (1), 49-57.

Akay, A.E., Yuksel, A., Reis, M. & Tutus, A. (2007). The Impacts of Ground-based Logging Equipment on Forest Soil, *Polish Journal of Environmental Studies*, 16(3), 371-376.

Akay, A.E. & N. Yenilmez. (2008). Work Safety and Health Problems of Loggers: A Sample of Alanya Forest Enterprise in Turkey, *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2(3), 125-128.

Akay, A.E. (2010). Ormancılıkta Mekanizasyon Ders Notları, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 162 s.

Akay, A.E., Sert, M., Gülcü, N. (2014). Hafif Eğimli Arazilerde Benzinli El Vinci ile Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Verim Açısından Değerlendirilmesi, *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyum.*, 22-24 Ekim, Isparta.

Andiç, G.V. (2018). Fırtına Zararı Sonrası Bölmeden Çıkarma Çalışmalarında Kullanılan Mobil Vinç Sisteminin Verim Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 57 s.

- Aykut, T.** (1972). Bolu Mıntıkasında Yapılan Araştırmalara Göre Tomrukların Kamyonlara Yüklenmesinde eşitli İş Safhalarına Ait Standart Sreler, *İ.. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 22(1), 17-32.
- Aykut T. & ztrk T.** (1998). *Vinçli Hava Hatlarında Yapılan Zaman Etüdleri Ve Sonuçları*, *İ..Orman Fakültesi Dergisi*, 48, 61-73.
- Bayoğlu, S.** (1996). Orman Nakliyatı Planlanması, İ.. Yayınları, No:3941, İstanbul.
- Carus, S.** (2002). Bazı Hacim Formüllerinin Seksiyon, Gövde ve Bağıl Uzunluklara Göre Kıyaslanması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, (1), 101-114.
- Coşkun, K., Eroğlu, H., zkaya, M.S., etiner K., Bilgin F.** (2010). Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Odun Hammaddesi retim çalışmalarının Mekanizasyon Açısından Değerlendirilmesi, III Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Cilt II, 587-597.
- Dykstra, D., Heinrich, R.** (1996). FAO Model Code of Forest Harvesting Practice, FAO, Rome, 85.
- Eker, M., Acar, H.H.** (2006). Ormancılıkta Odun Hammaddesi retiminde Yıllık Operasyonel Planlama Modelinin Geliştirilmesi, *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 10-2, 235-248.
- Eker, M.** (2008). Orman Transport Tekniği Ders Notları, Isparta.
- Erdaş, O.** (2008). Transport Tekniği Kitabı, KS Rektörlüğü, Kahramanmaraş, 130/20, 554.
- Eroğlu, H., ztrk, A., ztrk, U.., Eker, M.** (2009). Farklı Bölmeden ıkarma Teknikleri İle Taşınan rnlerde Oluşan Zararların Tespiti Ve Zararların Ekonomik Boyutlarına Yönelik Genel Bir Değerlendirme, II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, Isparta, Türkiye, 19-21 Őubat 2009, Cilt 1, No 1, 284-293.
- Eroğlu, H.** (2012). Dağlık Arazide Farklı Bölmeden ıkarma Tekniklerinin Orman Toprağının Sıkışmasına Etkisi, *Artvin oruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 213-225.
- Garland, J.J.** (1983). Designated Skid Trails Minimize Soil Compaction, The Woodland Workbook, Oregon State University Extension Service, 1110.
- Gülci, N.** (2010). Tomruk retiminde Optimum Boylama Metodunun Tek Ağaç Düzeyinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 146 s.
- Hatay, T.** (2014). Doğu Karadeniz Bölgesinde Bölmeden ıkarmada Kullanılabilecek Uygun Bir Orman Hava Hattına Ait Bazı Teknik zelliklerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 141 s.
- Holmes, T.P., Blate, G.M., Zweede, J.C., Pereira, R., Barreto, P., Boltz, F., Bauch, R.** (2002). Financial and Ecological Indicators of Reduced Impact Logging Performance in the Eastern Amazon, *Forest Ecology and Management*, 163(1-3), 93-110.
- Karaman, A.** (1991). Orman Depolarında Liebher 902 ile Tomruk Yükleme ve İstiflemenin Zaman, Verim ve Masraf Ynnden Araştırılması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon. 103 s.

- Kellogg, L.D., Brinker M.B.** (1992). Mechanized Felling in the Pacific Northwest: Existing and Future Technology. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. OR. Special Publication 25.
- Kellogg, L.D., Bettinger P., Robe S., Steffer A.** (1992). Compendium of Mechanized Harvesting Research. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR. 401p.
- Kellogg, L.D., Bettinger P., Studier D.** (1993). Terminology of Ground-Based Mechanized Logging in the Pacific Northwest. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR.
- Kewilaa, B., Tehupeiory, A.** (2015). Effects of Working Time and the Volume and Weight of Timber on Productivity of Log Loader Caterpillar Type 966F and WL 980C. *Wood Research Journal*. 6(1), 8-13.
- Kováčsová P., Antalová M.** (2010). Precision Forestry - Definition and Technologies. *Journal of Forestry Society of Croatia*, 134(11-12), 603-611.
- Javadpour, A.** (2006). Productivity and cost analysis of skidding and loading in designed and roadside landing, Master thesis, Guilan University, Sowmeh Sara, 85 p.
- Naghdi, R.** (2005). Investigation and comparison of two harvesting systems: tree length and cut-to-length method in order to optimize road network planning in Neka, Iran. PhD Thesis, Tarbiat Modares University Tehran, 177 p.
- Özkan, D.** (2016). Tigercat 635D Sürütücü Kullanılarak Gerçekleştirilen Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Verim ve İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 75 s.
- Öztürk, T., Akay, A.E.** (2007). Tarım Traktörlerinin Orman Ürünlerinin Üretiminde Kullanılmak Üzere Modifiye Edilmesi. Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler, 17-19 Ekim, İstanbul.
- Sert, M.** (2014). Dağlık Arazilerde Bölmeden Çıkarma Çalışmalarında Kullanılan Mobil Vinç Sisteminin Verim Ve Ekolojik Açılardan Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş. 100 s.
- Tunay, M., Varol, T.** (1999). Batı Karadeniz Bölgesindeki Orman Nakliyatında Yükleme, Boşaltma ve İstifleme İşlerinin Zaman, Verim ve Masraf Yönünden İncelenmesi, *Tr.J.of. Agriculture and Forest*, (2), 441-457.
- Türk, Y.** (2011). Ormancılıkta Endüstriyel Odun Hammaddesinin Tarım Traktörleriyle Bölmeden Çıkarılmasında Sürütme Şeritlerinin Optimizasyonu, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 137 s.
- Yıldırım, M.** (1987). Orman İşlerinde Zaman Etüdü Değerlendirmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 37(3), 67-85.
- Yıldırım, M., Engür, O.** (1989). Ormanda Bölmeden Çıkarma. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 39(4), 84-89.
- Yılmaz, M., Akay, A.E.** (2008). Stand Damage of a Selection Cutting System in an Uneven Aged Mixed Forest of Çimendagi in Kahramanmaraş-Turkey, *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2(1), 77-82.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Hüseyin Eren FINDIK
Doğum Tarihi ve Yeri : 20/05/1994 / Samsun
E-posta : huseyinerenfindik@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2016, KTÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2019, BTÜ, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı