



Bölmeden ıkarma çalışmalarında Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliğinin incelenmesi

Rahmi Yılmaz^{1*}, Mustafa Acar¹, Tolga Öztürk²

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman İnşaatı Geodezi ve Fotogrametri Ana Bilim Dalı, Artvin

² İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Ana Bilim Dalı, İstanbul

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:16/11/2022

Kabul Tarihi: 10/01/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1205645>

* Sorumlu yazar:

rahmiyilmaz84@hotmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Ülkemiz dağlık ormanlık alanlarında odun üretim çalışmaları zor, pahalı ve zaman alıcı işlerdir. Odun hammaddesinin bölmeden çıkarmasında insan gücü, hayvan gücü ve makine gücü kullanılmaktadır. Ülkemizde makine gücü olarak kullanılan araçlar sürütücüler, harvesterlar, tarım traktörleri ve hava hatlarıdır. Bu alışmada, Türkiye'nin kuzeydoğru bölgesinde yer alan Artvin bölgesinde Tajfun MOZ 500 GR mobil hava

hattının verimliliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Hava hatlarının her taşıma aşaması için verimliliğini etkileyen yük hacmi, taşıma mesafesi, vagonun taşıma hızı ve her bir taşıma seferindeki zaman tüketimi gibi konular incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliğı ortalama 125 metre taşıma mesafesinde 5,31 m³saat⁻¹ olarak bulunmuştur. Hava hatlarının odun üretim çalışmalarında kullanılması verim ve zaman açısından ormancılık faaliyetlerine hız kazandırmaktadır. Hava hatlarının kurulum, montaj ve demontaj çalışmalarının bir planlama içerisinde yapılması, koridorların doğru ve işlevsel olarak aılması hava hatlarının verimlerini artırmaktadır. Bunun yanında evresel etkiler ve iş kazaları gibi riskler de minimuma inmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava hattı, zaman etüdü, verim, üretim alışmaları, Tajfun MOZ 500 GR

Investigation of the productivity of the Tajfun MOZ 500 GR mobile skyline yarder in Harvesting operations

ABSTRACT

Harvesting operations in our country's forest areas is difficult, expensive and time-consuming work. Man power, animal power and machine power are used to extract the wood raw material from the stand. The vehicles used as machine power in our country are skimmers, harvesters, agricultural tractors and skylines. In this study, it is aimed to examine the productivity of Tajfun MOZ 500 GR mobile skyline yarder in Artvin region, which is located in the North Eastern region of Turkey. For each transportation stage, issues such as load volume, yarding distance, speed of the carriage and time consumption of handling operations in each transportation are examined. As a result of this study, the productivity of the Tajfun MOZ 500 GR mobile skyline yarder was found to be 5.31 m³ hour⁻¹ at an average yarding distance of 125 meters. The use of skylines accelerates harvesting operations in terms of productivity and time. Performing the installation, assembly and disassembly works of the skylines within a planning and opening the corridors correctly and functionally increase the productivity of the skylines. In addition, risks such as environmental effects and occupational accidents are minimized.

Key Words: Skyline, time study, productivity, harvesting operations, Tajfun MOZ 500 GR

Bu makaleye atıf:

Yılmaz, R., Acar, M., Öztürk, T., 2023. Bölmeden ıkarma çalışmalarında Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliğinin incelenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 14-20.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Zemine dayalı üretim sistemleri, insan, hayvan ve makine gücüyle zemin üzerinde odun hammaddesinin taşınması veya sürütülmesi şeklinde gerçekleştirilen çalışmalardır. Genel olarak, hava hatları zemine dayalı bölmeden çıkarma sistemlerinden daha karmaşık ve maliyetlidir. Bununla birlikte, modern hava hatlarına ait çeşitli üretkenlik modelleri ile bu durum tersine çevrilebilir. Makinelerinin üretken potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için kullanıcıların çalışma tekniklerinin iyileştirilmesine yardımcı olabilir.

Türkiye 78 milyon hektarlık genel alanıyla, ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Bu zenginlik içerisinde ormanlar tür ve kompozisyon olarak önemli bir yer tutmaktadır. 2020 yılı itibarıyla yapılan tespitlere göre ormanlık alanlar, ülke alanının % 29,4'ünü kaplamaktadır (OGM, 2021). Ormanlık alanlar odun hammaddesi üretiminden toplumun sosyal ihtiyaçlarını karşılamaya kadar birçok işlevi yerine getirmektedir. Ayrıca, ormanlar toprak erozyonunu önledikleri ve yerleşim yerlerini çığ ve kaya düşmesine karşı korudukları için koruyucu bir işleve sahiptir (Dorren et al., 2004). Hem uygun maliyetli tomruk üretimini hem de dikkatli bir şekilde ormanları korumayı garanti etme ihtiyacı, ormancılık çalışmalarını özellikle karmaşık hale getirmektedir.

Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinin dağlık yapısından kaynaklanan tipik erişim kısıtlamaları, artan yakıt ve işgücü maliyetleri karşısında maliyet sınırlaması için temel bir çözüm olan modern makine teknolojilerin alanlara girişini sıklıkla engeller. Bu nedenle, ormanlarda sürdürülebilirliği garanti etmek ve verimliliği en üst düzeye çıkarmak için ormancılık çalışmalarını optimize etmek çok önemlidir (Stoilov, 2019).

Hava hatları, dünya çapında özellikle dik yamaçlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğimin % 40'ı aştığı durumlarda, zemine dayalı hasat teknolojisi iyi sonuçlar vermez ve bu durum hava hatlarını ana çözüm haline getirir (Bont and Heinemann, 2012).

Odun üretimi sırasında tomrukların bölmeden çıkarılması için, taşınacak orman emvalini yerden kaldırmak ve ormandan çıkarmak için hava hatları sıklıkla kullanılır. Bu tür bir yetenek, traktör gibi zemine dayalı çalışan araçlarla erişilemeyen yerlerde bölmeden çıkarma çalışmaları için çok önemlidir. Sarp arazide, hava hattı sistemleriyle hasat, tipik olarak, yoğun bir yol ağı oluşturma ihtiyacını ortadan kaldırır ve bu nedenle zemine dayalı sistemlere oranla toprağa olan etkisi düşüktür (Spinelli et al., 2010). Hava hatları ithal edilen makineler olup, göreceli olarak maliyetli araçlardır. Bunun yanında, işgücü ve makine giderleri bakımından maliyetleri diğer alternatiflere göre yüksektir. Bu nedenle, hava hatları, zemine dayalı hasat sistemlerine kıyasla daha düşük kar marjları sunabilir. Bu da daha güçlü bir optimizasyon çalışmasını gerekli kılar (Spinelli et al., 2015).

Günümüzde özellikle mobil hava hattı sistemleri esas olarak yokuş yukarı taşıma için kullanılmaktadır. Bunun ana nedeni, yokuş yukarı taşıma sistemlerinin makine donatımı açısından çok daha kolay ve hızlı olmasıdır (Peters and LeDoux, 1984). Ülkemiz ormancılığında hava hatları özellikle Doğu Karadeniz Bölgesindeki Artvin ili ormanlarında faaliyet gösterdiğinden, bu bölgedeki zaman ve verimlilik çalışmaları büyük ilgi görmektedir, çünkü bu tür çalışmalarda elde edilen veriler, benzer arazi koşullarında operasyonel planlama için orman

yöneticilerine etkili bir çözüm sağlamak için kullanılabilir. Bu sayede, oluşacak maliyetler en aza indirilebilir (Yılmaz ve ark., 2022).

Modern hava hatları 1950'lerde plantasyon ormanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde hava hatları geleneksel zemine dayalı sistemleri sınırlayan sarp ve dik yamaçlarda orman emvalini çıkarmak için tercih edilen yöntemlerin başında gelmektedir (Harrill et al., 2019). Mobil hava hattı yöntemlerinde günümüze kadar çok sayıda gelişme yaşanmıştır ve uygulamalar dünya çapında farklılık göstermektedir (Visser and Harrill, 2017). Daha uzun taşıma mesafeleri nedeniyle minimuma indirilen yol altyapısı, taşınan emvalin kısmen veya tamamen askıya alınması ve makinenin sabit olmasından dolayı orman toprağına olan baskının azalması nedeniyle zemine dayalı hasat sistemlerine nispeten çevresel faydaları nedeniyle de tercih edilir duruma gelmiştir (Palmer et al., 1996; Baillie, 2010).

Bu çalışmada, ülkemiz ormancılığına 2019 yılında katılımı sağlanan Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının Artvin bölgesindeki ormanlık alanlarda kullanımı incelenmiştir. Hava hattının verimliliği, kullanım özellikleri ve maliyeti açısından incelemeler yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda ülkemizde eskiden bugüne kadar kullanılan hava hatlarına göre verimler karşılaştırılmış ve ormancılığımızda bu hava hatlarının daha etkin kullanılması için gerekli öneriler sunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın yapıldığı bölge Artvin Orman İşletme Müdürlüğü bünyesindeki Ortaköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Ortaköy Orman İşletme Şefliği alanı toplam olarak 18.587,10 ha'dır. Bölge 6.829,80 ha ormansız alan, 4.861,40 ha normal orman, 6.895,90 ha bozuk orman olmak üzere toplamda 11.757,30 ha ormanlık alana sahiptir (URL-1). Coğrafi bakımdan 41°54'33"- 42°06'44" doğu boylamları ile 41°08'25"-41°22'41" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır ve genel olarak yüksek rakımlı, sarp ve çok meyilli bir yapıdadır (Şekil 1).



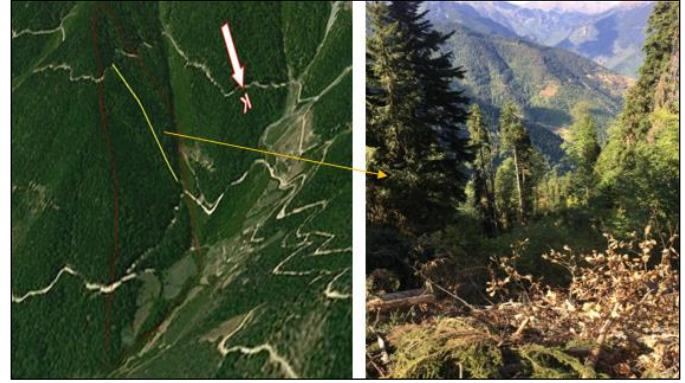
Şekil 1. Çalışma alanı

Bölge içerisindeki başlıca ağaç türleri; Gökmar (*Abies nordmanniana*), Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis*), Meşe ve Kızılağaç (*Quercus* sp. ve *Alnus* sp.) olup, bu ağaç türleri saf veya karışık halde meşcereler oluşturmaktadır. Kızılağaçlar, plan ünitesinin rakımı

daha düşük yerlerinde ve dere içlerinde bulunmaktadır. Plan ünitesinin bulunduğu bölge, Doğu Karadeniz iklim bölgesindedir. Bu bölgenin genel olarak iklim tipi, her mevsim yağışlı olup, sıcaklık bakımından deniz iklimi karakteri taşır. Bölgenin en yüksek yeri 3414,8 m ile Karçal Dağları, en alçak yeri 240 m ile Bulanık çayı ile Çoruh nehrinin kesiştiği yerdir. İşletme şefliği ormanları, Artvin-Erzurum, Artvin-Şavşat karayolunun kenarında bulunmaktadır. Artvin il merkezine 40-60 km uzaklıktadır. Yollar asfalt olup, ormanlık alanlara her mevsim ulaşım mümkündür. Bölge içerisindeki toplam yol uzunluğu 243+600 km olup, yol yoğunluğu 15,30 m/ha'dır (Anonim, 2022)

Hava hattı Ortaköy Orman İşletme Şefliğine bağlı Pırnallı köyü yakınlarında bulunan 231 nolu bölme içerisinde kurulmuştur. Üretim alanında diri örtü gözlenmemiştir. Arazide ortalama yamaç eğimi % 70-80 arasında, bölgenin rakımı ise yol dağ istasyonu tarafında 1665 m ve vadi istasyonu tarafında 1597 m'dir (Yükseklik farkı = 68 m). Ağaçların kesim çalışmalarında motorlu testere kullanılmıştır. Kesilerek taşımaya hazır hale getirilen tomruklar hava hattı ile en yakın orman yoluna taşınmıştır (Şekil 2). Hava hattının kurulum uzunluğu yaklaşık olarak 300 metredir. Ürünlerin taşınması aşağıdan yukarıya doğru yapılmıştır. Taşınan ürünler hava hattının kurulduğu orman yolu kenarına istif edilmiştir. Hava hattının bir taşıma seferi, belirli bölümlere ayrılarak her bir bölümün zamansal

değeri ve bir seferdeki toplam zamanı zaman etütleri yardımıyla bulunmuştur. Daha sonra sefer başına, saatlik ve günlük verimler hesap edilmiştir.



Şekil 2. Çalışılan alana ait görüntüler

2.1 Tajfun MOZ500GR mobil hava hattının teknik özellikleri

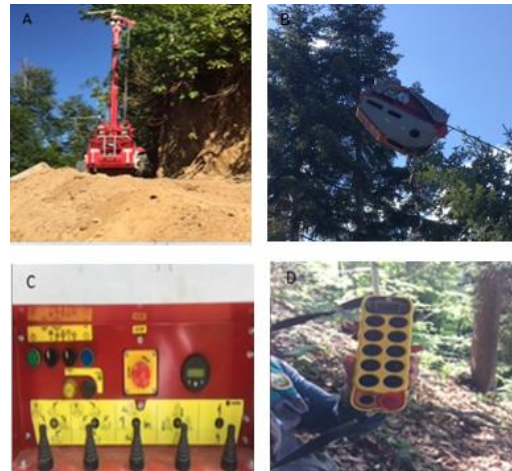
Hava hattının ve bağlı olduğu Tümosan 8105 marka tarım traktörünün ve mobil hava hattının teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tajfun MOZ 500 GR hava hattı ve Tümosan 8105 traktörün teknik özellikleri

MOZ 500 GR Hava Hattı Teknik Özellikleri	Tümosan 8105 Traktör Teknik Özellikleri		
Ağırlık	3800 kg	Motor gücü	105 BG
Gerekli traktör gücü	105 BG	Silindir sayısı	4 / Turbo Intercooler
Halat uzunluğu	500 m	Silindir hacmi	4,1 lt
Taşıma kablosu	500 m / 18 mm çap	Mak. tork	400 Nm
Çekme kablosu	500 m / 9 mm çap	Yakıt deposu	115 lt
Sabitlenme kablosu	45 m / 16 mm çap	Vites	16 ileri / 16 geri
Gerilme kuvveti	60kN	Kuyruk mili tipi	Bağımsız
Mak. çalışma yüksekliği	8 m	Kuyruk mili devri	540 – 540E d/dak
Mak.taşıma yüksekliği/kapasitesi	2,8 m / 1900 kg	Kaldırma kapasitesi	4000 kg
Kule dönüşü açısı	180°	Klima	Mevcut
Lastik ebatları	400/60R15.5	Radyo/MP3 çalar	Mevcut
Depo kapasitesi	120 lt	Ağırlık	3500 kg
Kontrol sistemi	Uzaktan kumanda	Lastik boyutları	
Yakıt tüketimi	3 lt sa ⁻¹	Ön	340/85R24
Verim	50 – 70 m ³	Arka	280/70R24
Vagon ağırlığı	240 kg	Azami tork devri	1500 d/dak

Tajfun MOZ 500 GR Slovenya menşeli bir hava hattıdır. Traktöre monte edilerek kullanılmakta ve gücünü bağlı olduğu traktörden almaktadır. Hava hattı bir kule ve bir vagon yardımıyla bölmeden çıkarma yapmaktadır. Hava hattı uzaktan kumanda yardımıyla kullanılmaktadır (Şekil 3).

Çalışmada makine verimliliğini belirlemek amacıyla; çalışma koşulları incelenmiş, sürekli zaman ölçme yöntemi kullanılarak işin akışına uygun iş dilimi zamanları, toplam sefer zamanı ve zaman kayıpları dijital kronometre ile ölçülmüştür. Elde edilen veriler istatistiksel açıdan analiz edilip, verimli çalışma süresi üzerindeki etken faktörler ortaya konulmuştur. Zaman etütleri için, hattın bir seferdeki iş dilimleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir;



Şekil 3. A: Tajfun MOZ 500 GR hava hattı (Yılmaz ve ark.,2022), B: Vagon, C: Dış panel (Yılmaz ve ark.,2022), D: Kumanda (Yılmaz ve ark.,2022)

1. Boş vagonun yükleme yerine gelme süresi (a)
2. Kancanın yükleme yerine inme süresi (b)
3. Kancaya yükün bağlanma süresi (c)
4. Yük kancasının vagona çekilme süresi (d)
5. Vagonun boşaltma yerine gelme süresi (e)
6. Yük kancasının boşaltma yerine inme süresi (f)
7. Yük kancasından yükün çözülme süresi (g)
8. Yük kancasının vagona tekrar çekilme süresi (i)
9. Zaman kaybı (Zk)
10. Toplam zaman (Tz)

Burada;

a: Vagon boş olarak yükleme yerine indirildiğinde süre biter

b: Vagona bağlı olan kancayı tomrukların yanındaki işçi aldığı biter

c: İşçi tomrukları kancaya bağlandığında süre biter

d: Operatör bağlanan tomrukları kumanda yardımıyla vagona çektiğinde süre biter

e: Vadi istasyonunda bağlanan tomruk dağ istasyonuna çekildiğinde süre biter

f: Dağ istasyonuna çekilen yük kancanın serbest bırakılması ile yere iner ve süre biter

g: Dağ istasyonunda hazır bekleyen işçi inen tomrukları kancadan kurtardığında süre biter

i: Çözülen kanca boş olarak tekrar vagona çekildiğinde süre biter

zk: Tüm bu işlemler sırasında boşa geçen zamanın toplamı

tz: Tüm işlemlere ait zamanların toplamı

h: Taşınan yükün hacmi

3. Bulgular

Üretim alanı içerisinde hava hattının emvali çektiği uzaklık ortalama 125 m olarak bulunmuştur. Taşıma aşağıdan yukarıya doğru yapılmıştır. Montaj 1 saat, demontaj ise 30 dakika sürmüştür. Ana kablunun (taşıyıcı) yerden yüksekliği ortalama 25 m'dir. Bir operatör, üç yükleme işçisi ve bir boşaltma işçisi olmak üzere toplam beş işçi çalışmıştır. Taşınacak emval alan içerisinde 100-200 m mesafeler arasında dağınık olarak bulunmaktadır. Yol kenarına kadar çıkarılan ladin ve kayın tomrukları yükleme vinci yardımıyla kamyonlara yüklenmiştir.

Yapılan zaman etütleri sonucunda, toplam 4 saat 15 dakikada 19,93 m³ tomruk bölmeden çıkarılmıştır. Taşıyıcı kablo altında ve yandan çekme mesafesi içerisinde bulunan tomruklar, hava hattı vagonu tarafından taşınmıştır. MOZ 500 GR hava hattı ile bu üretim alanında yapılan çalışma sonucunda hava hattının ortalama verileri Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir.

Çizelge 4. Korelasyon analizi sonuçları

	a	b	c	d	e	f	g	i	h
Toplam Pearson Correlation	0,702	0,667	0,548	0,704	0,834	0,080	0,379	0,101	0,182
Zaman Sig. (1-tailed)	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,337	0,020	0,298	0,168

Verilerin istatistiksel modele olan uygunluğunu test etmek için regresyon analizi kullanılmıştır. Modelin bir bütün olarak anlamlı olduğu ve bu ilişkinin doğrusal (sig.=.000) olduğu bulunmuştur. Mobil hava hattı bölmeden çıkarma sırasında toplam süre (tz) ile bağımsız değişkenler arasındaki %95 güven düzeyi için;

$$(1) Tz = 1,19 + 1,01c + 1,200d + 1,610e + 2,119g$$

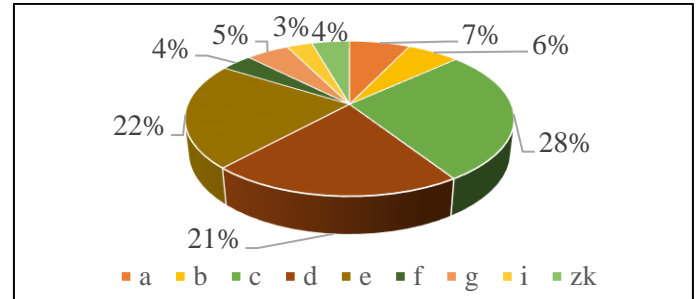
Çizelge 2. MOZ 500 GR hava hattı ile taşımada ortalama zaman değerleri (dk)

Taşıma mesafesi (m)	125
a	0,53
b	0,46
c	2,07
d	1,57
e	1,66
f	0,27
g	0,38
i	0,22
ZK	0,31
TZ	7,5

Çizelge 3. Araştırma alanında MOZ 500GR hava hattı ile taşımada ortalama değerler

Taşıma mesafesi (m)	125
Ürün Cinsi	Ladin-Kayın
Ürün Boyu (m)	5,5
Taşınan Ürün Hacmi (m ³)	0,66
Yük Adedi	36
Yandan Çekme Mesafesi (m)	12,8

İş dilimi zamanlarının oransal dağılımları incelendiğinde en fazla zamanın “kancaya yükü bağlama (c = % 28) süresi olduğu belirlenmiştir. Bu değeri sırasıyla % 22 ve % 21 yüzde oranlarıyla “Vadi istasyonunda bağlanan tomruk dağ istasyonuna çekildiği süre (e)” ve “Operatör bağlanan tomrukları kumanda yardımıyla vagona çektiği süre (d)” takip etmiştir. Bütün iş dilimlerine ait oransal dağılımlar Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. İş dilimlerine ait oransal dağılımlar

Çalışma zamanını etkileyen faktörler ile iş dilimleri arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda; “toplam zaman (tz)” ile en yüksek ilişkinin “vagonun boşaltma yerine gelme süresi (e)” olduğu (0,834) görülmüştür. Bu değeri 0,704 değeriyle “yük kancasının vagona çekilme süresi (d)” takip etmiştir (Çizelge 4).

modeli kurulmuştur. Bu eşitlikte;

Tz: Toplam zaman, c: Kancaya yükün bağlanma süresi, d: Yük kancasının vagona çekilme süresi, e: Vagonun boşaltma yerine gelme süresi, g: Yük kancasından yükün çözülme süresidir.

Regresyon analizi yapılırken stepwise yöntemi seçilmiştir. Stepwise regresyon modelinde belirlenen bağımsız değişkenler arasından modele en uygun olan değişken modele dâhil edilir, diğerleri ise modelden çıkarılır bu sayede modeldeki karmaşıklık giderilebilir. Bulunan modellerden 4. model seçilmiştir. Bunun nedeni ise seçilen modelin R^2 değerinin diğer modellere göre yüksek olmasıdır. Modelde bağımsız

değişkenler ile bağımlı değişken olan “toplam süre (Tz)” arasındaki ilişki güçlü ve $R^2 = 0,934$ olarak bulunmuştur (Çizelge 5). Bununla birlikte durbin-watson katsayısı 1,6 olarak bulunmuştur. 1,5-2,5 civarında bir D.W. değeri açıklayıcı modelde bir otokorelasyon olmadığını gösterir. Bu bağlamda modelde otokorelasyon yoktur denilebilir.

Çizelge 5. Model Özeti

Model	R	R^2	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate	Change Statistics					
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig.F Change	Durbin-Watson
4.	0,966	0,934	0,923	40,115	0,036	13,554	1	25	0,0011	1,6

Arazide yapılan toplam 30 sefer boyunca toplam 19,93 m³ tomruk taşınmıştır. Zaman etüdü içerisinde en fazla zamanı kancaya yükü bağlama (c) süresi, en az süreyi ise kancanın tekrar vagona çekilme süresi almıştır. Diğer değişkenler hakkındaki süreler Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Çalışmaya ait bağımsız değişkenler

Bağımsız Değişkenler	Sefer zamanı			
	Toplam (dk)	Ortalama (dk)	Min (dk)	Max (dk)
a	16,03	0,53	0,31	0,91
b	13,86	0,46	0,20	1,26
c	62,34	2,07	1,16	3,15
d	47,38	1,57	0,57	2,44
e	49,83	1,66	0,67	3,55
f	8,23	0,27	0,07	0,53
g	11,41	0,38	0,07	1,57
i	6,75	0,22	0,09	0,50
h	19,93 m ³	0,66 m ³	0,28 m ³	1,32

Çalışmada, bağımsız değişkenler (boş vagonun yükleme yerine inmesi, kancanın yere inmesi, kancaya yükü bağlama, yükün vagona çekilmesi, vagonun boşaltma yerine çekilmesi, kancayı yere indirme, yükü çözme, kancayı boş olarak vagona çekme ve hacim) ve bağımlı değişken (toplam zaman) arasında doğrusal ve pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Buradan hareketle bağımsız bir değişken arttığında, toplam zamanın da artacağı sonucuna varılabilir.

Verimlilik ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki aşağıdaki denklem ile tanımlanabilir.

$$(2) V(m^3\text{saat}^{-1}) = 7,526 + 4,579h - 0,026d - 0,057g$$

Yapılan zaman kayıpları toplam sürelerden çıkarıldığında denklem şu şekilde olmaktadır;

$$(3) V(m^3\text{saat}^{-1}) = 7,415 + 4,593h - 0,024d - 0,051g$$

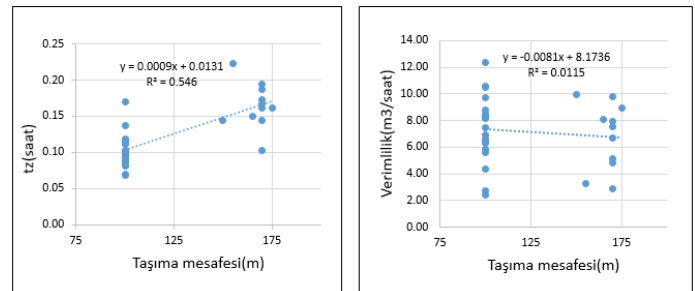
Bu denklemlere giren değerler; verimlilik (V), hacim (h), yükün vagona çekilmesi (d) ve yükü çözme (g) olmuştur.

Her iki denkleme de bakıldığında istatistiksel olarak arada fazla bir fark olmadığı görülmektedir. Bu durumda çalışma esnasında zaman kayıplarından oluşabilecek verimlilik kaybının minimum olduğu söylenebilir.

4. Tartışma ve Sonuç

Artvin Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde dağlık bölgelerdeki ormanlık alanlarda odun üretim çalışmalarının daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için Orman Genel

Müdürlüğü makine parkına yeni alınan Tajfun MOZ 500 GR mobil hava hattının verimliliğinin incelendiği bu çalışmada, hava hattı yaklaşık 300 metre uzunluğunda kurulmuştur ve emval ortalama 125 metrelik bir mesafeden taşınmıştır. Bölmeden çıkarılan emval tomruk vasfında olup boyları 4–6 m arasında değişiklik göstermiştir. Hava hattı ile üretim alanında toplam 30 sefer yapılmıştır. Hava hattının verimliliğini bulmak için yapılan zaman etütleri sonucunda taşıma mesafesi ile toplam zaman (Tz) ve verimlilik (m³ saat⁻¹) arasındaki ilişki Şekil 5’teki grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 5. Toplam zaman ve verimlilik değerlerinin taşıma mesafesi ile ilişkisi

Şekil 5’te görüldüğü gibi, taşıma mesafesi arttıkça sefer başına zaman artmakta, diğer yandan taşıma mesafesi arttıkça sefer başına verimlilik azalmaktadır.

Yılmaz ve ark. (2022) Artvin bölgesinde ladin sahasında yaptıkları çalışmalarında Tajfun 500 GR verimliliğini 8,39 m³ saat⁻¹ olarak bulmuşlardır. Zimbalatti ve Proto (2009) yılında yaptıkları çalışmalarında Koller K300 mobil hava hattı verimliliğini 100 metre için 2,24 m³ saat⁻¹ olarak bulmuşlardır. Şentürk ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmalarında Koller K300 verimliliğini 100 metrede 6,6 m³ saat⁻¹ bulmuşlardır. Melemez ve ark. (2014) Koller K-300 verimliliğini 100 metrede 10,9 m³ saat⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Aykut ve ark. (1997) tarafından Artvin Meydancık bölgesinde yapılan çalışmada, 240 metre taşıma mesafesinde Urus MIII verimliliği 8,60 m³ saat⁻¹ olarak bulunmuştur. Diğer bir çalışmada Çağlar (2002), 600 m taşıma mesafesinde, Urus MIII verimliliği 3.80 m³ saat⁻¹ olarak, Koller verimliliğini ise 280 metre taşıma mesafesinde 4,50 m³ saat⁻¹ olarak bulmuştur. Öztürk (2004), 350 m taşıma mesafesinde, Urus MIII verimliliği 12,90 m³ saat⁻¹ olarak bulmuştur. Öztürk (1996) yaptığı başka bir çalışmada Artvin Taşlıca bölgesinde Koller K300 verimliliğini 5,90 m³ saat⁻¹ olarak bulmuştur. Öztürk ve Şentürk (2006) çalışmalarında

Gartner verimliliğini 200 metre mesafede $6,70 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ bulmuşlardır. Tunay ve ark. (2001) Kastamonu bölgesinde yapmış oldukları çalışmada Koller K300 verimliliğini 200 m'de $6,41 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Gümüş ve Acar (2010) Koller ve Gartner hava hatları ile yaptıkları çalışmada verimlilik değerlerini sırasıyla $7,86 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ ve $4,97 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ olarak bulmuşlardır. Acar ve arkadaşlarının (2010) Artvin Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki ormanlarda yaptıkları çalışmalarında Koller K300, Urus MIII ve Gartner hava hatlarının çalışma verimliliklerini sırasıyla 2,31, 2,37 ve $4,73 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Bu çalışma taşınan ortalama yük hacmi $0,66 \text{ m}^3$ tür. Ortalama verimlilik ise ortalama 125 metre taşıma mesafesinde $5,31 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Genel olarak benzer koşullar gösteren yukarıdaki çalışmalar ile karşılaştırıldığında bu çalışma kapsamında bulunan verimlilik değeri diğer çalışmalara yakın bulunmuştur.

Yakıt tüketimi ölçümleri, yakıt deposunun tam olarak doldurulması ve çalışma yapıldıktan sonra traktör motorunun durdurularak eksilen miktarın tamamlanması yöntemiyle yapılmıştır. Eksilen miktarın tamamlanması sırasında, yakıt deposu giriş boğazı üzerinde seçilen referans bölüme kadar hassas ölçüm kaplarıyla yakıt doldurulmuştur. Çalışmada yakıt tüketimi, Köy Hizmetleri Tarımsal Mekanizasyon Grubu tarafından ülke çapında yürütülen 862 nolu "Tarım alet makinalarının işletme değerlerinin saptanması" araştırma projesi ile elde edilen verilerin değerlendirilmesine göre belirlenmiştir (Anonim, 1997). Çalışma saati başına ortalama yakıt tüketimi 6 lt saat^{-1} 'dir. Bu sonuç hava hattının kendi sitesindeki yakıt bilgileri (3 lt saat^{-1}) ile tezatlık oluşturmaktadır. Ancak bu durum arazinin zorlu çalışma koşulları yanında makinenin yeni olması ve operatörlerin makineye alışma dönemi içerisinde olağan olarak karşılanmıştır. Hava hattının kullanım yoğunluğu ve operatörlerin uzmanlaşması ile yakıt tüketimleri düşme eğilimi gösterecektir.

Verimliliğin artırılması için elde edilen veriler incelendiğinde; Hava hattına ait bir özellik hava hattı hızının 2 vites şeklinde ayarlanmış olmasıdır. Yani vagonun boş ya da dolu olarak daha hızlı ya da daha yavaş çalıştırılabilmesidir. Verilen bu bilgi kapsamında; yapılan bu çalışmada verimliliği en çok etkileyen bağımsız değişkenlerin sırasıyla "hacim", "yükün vagona çekilmesi" ve "yükü çözme" olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu bağımsız değişkenlerden hacim değişmeyeceğine göre diğer değişkenlerin etki miktarlarının azaltılması için yani dolaylı olarak toplam zamanı düşürmek için hava hattının hızının artırılması gerekmektedir. Hava hattının hızlı bir şekilde çalışmasının bir takım olumsuzluklara (hava hattı vagonunun takılması, kumandanın vagonu çalıştırmaması, iş güvenliği vb.) sebep olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır.

Bu çalışmada ortalama yandan çekme mesafesi 12,8 metre olarak bulunmuştur. Toplam zaman üzerinde en çok etkili olan bağımsız değişken "kancaya yükü bağlama (c)" değişkenidir. Arazide dağınık halde bulunan tomruklar vagonun kancasına takılıp hava hattının çekim kuvvetiyle vagonun altına çekilmektedir.

Tomruklar arazide dağınık şekilde bulunduğu için bu durum işçilere zaman kaybettirmektedir. Çünkü işçiler ellerine aldıkları kancayla beraber yükün yanına gitmekte ve tomruğu bağlamaktadır. Eğim, örtü yapısı vb. nedenlerden dolayı bu durum işçiyi zorlamakta ve yavaşlatmaktadır.

Tomruk taşınan yapıldığı alanlarda hava hattının kurulacağı alan önceden temizlendiği için taşınacak olan tomruklarda önceden hava hattının kapsadığı alana insan gücüyle ve yerçekiminin yardımıyla getirilirse yandan çekme mesafesi kısılacak böylece kancayı yüke bağlama süresi düşürülecek ve gerekli insan gücü etkisi de bir nebze azalacaktır. Operatör ve işçilerin bir konu ile ilgili eğitime tabi tutulmaları ve sertifika sahibi olmaları gerektiği belirtilmelidir. Bu durum hava hattının verimliliğini önemli ölçüde artıracaktır (Öztürk ve Şentürk, 2016).

Çalışma kapsamında kayıp zaman sürelerinin genel olarak kullanılan makine kaynaklı olduğu görülmüştür. Kullanılan makinenin henüz yeni olması nedeniyle işçilerin makineyi öğrenmesi ve oluşan sorunları aşması zaman almıştır. Bu durum da verimliliği düşürmektedir. Ayrıca hava hattının bölmeden çıkarılacak bölgeye getirilmesinde de bir takım zorluklar söz konusudur. İşçiler bu durumun hava hattını taşıyan traktörden kaynaklı olduğunu ve daha güçlü bir traktöre gereksinimleri olduğunu belirtmektedirler. Ekibimizin yaptığı çalışmada hava hattını taşıyan traktörün güçlü olduğu ve aslında böyle bir soruna sebebiyet vermemesi gerektiği tespit edilmiştir. Yukarıda belirtildiği gibi işçilere verilecek eğitimlerin artırılmasıyla bu sorunun üstesinden kolaylıkla gelinebilir. Örnekle açıklamak gerekirse çalışmanın yapıldığı arazi çok eğimli bir yapıya sahiptir ve traktör hava hattını yukarı doğru taşırken ön tarafı zaman zaman havaya kalkmaktadır. Bu durumda hem işçinin güvenliğini azaltmaktadır hem de zaman kaybına neden olmaktadır. Bu bağlamda traktörün ön tarafına yerleştirilecek yeterli bir ağırlık bu soruna kolaylıkla çözüm olacaktır. Ayrıca çalışma, hava hattının yük potansiyeline kıyasla düşük hacimlerde emval çıkardığını göstermiştir. Verimliliğini artırmak ve hava hattını tam kapasite kullanmak için, sefer başına ortalama yük hacminin ($0,66 \text{ m}^3$) artırılması tavsiye edilebilir. Bunun için taşımaya konu tomrukların ortalama uzunlukları ($5,5 \text{ m}$) ve sefer başına taşınan tomruk sayısı artırılabilir.

Dimitrov'a (2012) göre, Bulgaristan'ın güneybatısındaki Ograzhden Dağları'nda bulunan kayın (*Fagus sylvatica* L.) meşcerelerinde işletilen traktöre monteli hava hattının verimliliğini artırmak için, yandan çekme (% 28), kancaya yükü çekme (% 21), İşçilerin boşa geçirdikleri zaman ve gecikme süreleri (% 16) ve kancadan çıkarmayı (% 13) kapsayan sürelerin en aza indirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışma yaptıkları alan bölgemizdeki arazi şartları ile benzerlik gösterdiğinden önerileri dikkate almaya değerdir.

Ayrıca inşa edilmesi gereken orman yollarının ve hali hazırda bulunan yollarının kalitesinin artırılması ile yeni kullanılmaya başlanan bu hava hattının verimini önemli ölçüde arttıracığı düşünülebilir. Çünkü bu düzenlemeler ile hava hattının onarım masrafları ve yakıt tüketimi azalacak bu durum da bölmeden çıkarma verimliliğine olumlu yönde etki yapacaktır.

Sonuç olarak ormancılık çalışmalarında hava hattı sistemleri kullanılacaksa, alanda yeterli miktarda odun hammaddesi bulunmalıdır. Nakliyesi yapılacak alanda, üretim işlemleri tamamlandıktan sonra alana hava hattı sistemleri getirilerek montajı yapılmalı ve ardından taşıma işlemleri gerçekleştirilmelidir (Şentürk ve ark., 2007). Orman işletmesi ve ağaç kesme işlemleri arasındaki etkileşim, özellikle dik arazilerde önemli olmaya devam etmektedir. Özellikle yeni

kullanılmaya başlayan böyle mobil hava hattı sistemleri için, orman işletmecileri ile işçiler arasında iletişimin her zaman için yüksek tutulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Acar, H., Ünver, S., Özkaya, M., 2010. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Odun Hammaddesi Üretim Araçlarının Verim Açısından İncelenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11 (2), 12-19.
- Anonim, 2022. Ortaköy İşletme Şefliği Amenajman Planı. Artvin.
- Anonim, 1997. Tarla içi Geliştirme Hizmetleri Alet ve Makineleri İşletme Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayın No:100, Ankara.
- Aykut, T., Acar, H.H., Şentürk, N. 1997. An investigation on the comparison of Koller K300, Urus MIII and Gantner skylines used for extraction from compartment in Artvin region. I.U. Review of the Faculty of Forestry 47(A2): pp. 30-58.
- Baillie, B., 2010. Forest harvesting practices in and around sensitive areas: a literature review. Rotorua, New Zealand: Scion. Scion Technical Report No. S0001. 6.
- Bont, L., Heinemann, H.R., 2012. Optimum geometric layout of a single cable road. In: European Journal of Forest Research, vol. 131(5), pp. 1439- 1448.
- Çağlar, S., 2002. Artvin Yöresi Ormanlarında Vinçli Hava Hatları ile Bölmeden Çıkarmanın Çalışma Verimi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Dimitrov, D., 2012. Investigation on work time and productivity of forest skyline Koller K 300 in Ograzhden Mountain. In: Forestry Ideas, vol. 18, no. 1(43), pp. 92-96.
- Dorren, L., Berger, F., Imeson, A., Maier, B., Rey, F., 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. Forest Ecology and Management 195: pp. 165-176.
- Gümüş, S., Acar, H.H., 2010. Evaluation of consecutive skylines yarding and gravity skidding systems in primary forest transportation on steep terrain. Journal of environmental biology, 31(1-2), pp. 213-218.
- Harrill, H., Visser, R., Raymond, K., 2019. New Zealand Cable Logging 2008-2018: a Period of Change. Curr Forestry Rep 5, pp.114-123.
- Melemez, K., Tunay, M., Emir, T., 2014. A comparison of productivity in fives mall-scale harvesting systems. In: Small-scale Forestry, vol. 13(1), pp. 35-45.
- OGM., 2021. Türkiye Orman Varlığı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Öztürk, T., Şentürk, N., 2016. Productivity and costs of timber extraction by Urus MIII skyline yarder in northeast Turkey. Sumarski List, 140, pp. 561-566.
- Öztürk, T., Şentürk, N., 2006. Extraction of spruce timber by Gantner cable crane from selective forests of Artvin region. Croatian J. For. Eng. 27(1): pp. 59-66.
- Öztürk, T., 2004. The research on transporting forest products with varied forest cable crane in mountainous forest zone of Turkey. I.U. Review of the Faculty of Forestry 54(A1): 165-187.
- Öztürk, T., 1996. Artvin Bölgesinde Vinçli Hava Hatlarından Yararlanma İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Palmer, D., McMahon, S., Fraser, D., Visser, R., 1996. Skyline logging to minimise impacts on native vegetation. Rotorua, New Zealand: Logging Industry Research Organisation, Report 21(16). pp. 5.
- Peters, P.A., LeDoux, C.B., 1984. Stream protection with small cable yarding systems. In: North Eastern Forest Experiment Station, USDA Forest service, Morgantown, WV 26505, pp. 17.
- Spinelli, R., Magagnotti, N., Nati, C., 2010. Benchmarking the impact of traditional small-scale logging systems used in Mediterranean forestry. Forest Ecology and Management 260: pp. 1997-2001.
- Spinelli, R., Magagnotti, N., Visser, R., 2015. Productivity Models for Cable Yarding in Alpine Forests. In: European Journal of Forest Engineering, vol. 1(10), pp. 9-14.
- Stoilov S., 2019. Tower yarder work time and productivity study in Rhodope Mountains. Proceedings of the Biennial International Symposium” Forest and Sustainable Development” 8 th Edition, 25th -27th of October.
- Şentürk, N., Öztürk, T., Demir, M., 2007. Productivity and costs in the course of timber transportation with the Koller K300 cable system in Turkey. In: Building and Environment, vol. 42(5), pp. 2107-2113.
- Tunay, M., Melemez, K., Acar, H.H., 2001. Work performance of Koller K300 cable system on difficult terrain in turkey. Proceedings “New Trends in Wood Harvesting with Cable Systems for Sustainable Forest Management in the Mountains,” Ossiach, Austria, 18-24 June, pp. 107-112.
- URL-1., <https://artvinobm.ogm.gov.tr/ArtvinOIM/Lists/OrmanVarligi/AllItems.aspx>, (accessed 12.29.2022).
- Visser, R., Harrill, H., 2017. Cable yarding in North America and New Zealand: a review of developments and practices. Croat J For Eng., 38(2).pp. 209-217.
- Yılmaz, R., Acar, M., Öztürk, T. 2022. Productivity of hauling by tajfun MOZ 500 GR cable yarder in Turkey. Forestist, 72(3), 313-319.
- Zimbalatti, G., Proto, A.R., 2009. Cable logging opportunities for firewood in Calabrian forests. In: Biosystems Engineering, vol. 102(1), pp. 63-68.