

ISSN 0535-8418

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	A	VOLUME	59	NUMBER	2	2009
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DEL 'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



Kayın Tomruğunun Bölmeden Çıkarılmasında MB Trac 900 Sürütücünün Verimlilik Analizi

Tolga Öztürk

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı
34473 Bahçeköy/İstanbul

Tel: 0212 2261100 (25291), E-mail: tozturk@istanbul.edu.tr

Kısa Özet

Bu çalışma Ordu Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Gököy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki kayın meşcerelerinde yapılmıştır. Araştırma ile MB Trac 900 sürütücünün verimliliği incelenmiştir. Tomruklar sürütme yolu üzerinde yukarı doğru sürütülmüştür. Sürütücünün çalışması esnasında zaman etüdüleri yapılmış ve toplanan veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sürütme mesafeleri 40 - 140 metreler arasında değişiklik göstermiştir. Sürütücünün saatlik verimi 55 metre sürütme mesafesi için ortalama 14,410 m³/saat ve 105 metre sürütme mesafesi için 8,700 m³/saat olarak bulunmuştur. Sürütmenin maliyeti 55 metre sürütme mesafesi için 5,22 m³/TL ve 105 metre sürütme mesafesi için 14,25 m³/TL olarak hesaplanmıştır. Sefer başına sürütülen ortalama yük hacmi ise sırasıyla 1,490 m³ ve 2,130 m³'tür.

Anahtar Kelimeler: MB Trac 900, sürütücü, verimlilik, maliyet, zaman etüdü

1. Giriş

Orman içerisinde bir ağacın kesim ve bölümlere ayırma (yapacak ve yakacak odun) işlerinin tamamlanması ile taşınabilir hale gelen orman ürünlerinin kesim yerlerinden depo, tüketim veya işleme merkezlerine kadar ulaştırılması, birbirini takip eden iki safha ile gerçekleştirilir. Bunlardan birincisi; insan gücü, hayvan gücü, traktör veya hava hatlarıyla gerçekleştirilen primer transport (bölmeden çıkarma), ikincisi ise; kamyon veya traktör-treyler ile yapılan sekonder transporttur. Dağlık alan ormanlarında bölmeden çıkarma çalışmaları çoğunlukla tek ya da çift tamburlu traktör vinçleri veya

hava hatları ile yapılması yanında, son yıllarda özel orman traktörleri de orman ürünlerinin bölmeden çıkarılması bakımından yeni olanaklar sağlamıştır (Acar, 1995). Bölmeden çıkarma çalışmalarında mekanizasyona geçiş tarım traktörlerinin modifiye edilmesi ile olmuştur. Daha sonra sürütücüler teknolojinin gelişimi ve ormancılığın isteklerine bağlı olarak çeşitli tiplerde geliştirilmiştir (Zecic ve ark., 2005).

Kesim alanı içerisinde hazırlanan tomruklar traktör veya sürütücü ile iki şekilde yol kenarına sürütülürler. İlk olarak, yol kenarında sabit olarak duran sürütücü ile yol altındaki tomruklar sürütücünün vinci sayesinde yol kenarına çekilirler. İkinci çalışma şeklinde ise, sürütme yol ve şeritleri yardımıyla traktörlerin bölme içerisindeki tomruğun yanına kadar hareketi söz konusudur. Bu şekildeki çalışmada, traktör, arkasına bağlanan tomruğu sürüterek en yakın istif terine getirmektedir. Orman yol ağları ile sürütme yol ve şeritlerinin bir ağ gibi birbirine bağlanması ve sürütücüler ile kamyonların bir kombinasyon içerisinde çalışması bölmeden çıkarma çalışmalarında başarıyı artırmaktadır (Sabo ve Porsinsky, 2005).

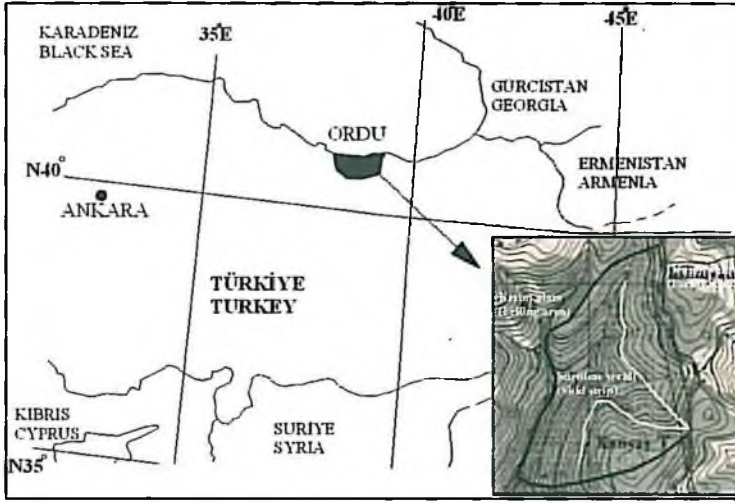
Üretim sisteminin seçimi ormanın karakteristik özelliği, topoğrafya, üretim çalışmasının yoğunluğu, makine tipleri gibi faktörlere bağlıdır. Sürütücülerin seçiminde beygir gücü, ağırlığı ve sürütücünün çalışması esnasında orman toprağına olan etkisi önemlidir (Akay ve ark., 2004). Sürütücülerin kullanıldığı alanlarda makine verimlilikleri zaman etüdü çalışmalarıyla belirlenmektedir (Huylar ve Ledoux, 1989).

Bu çalışmanın amacı, MB Trac 900 sürütücü ile kayın tomruklarının sürütülerek bölmeden çıkarılmasının araştırılmasıdır. Çalışma ile, Ordu Gököy bölgesindeki kayın ormanlarında sürütücünün verimlilik ve maliyet analizleri yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma alanı

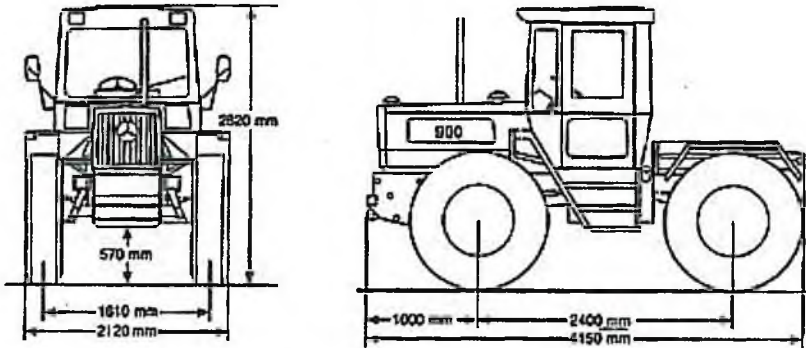
Araştırma alanı olarak, Ordu Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Gököy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki bir üretim alanı seçilmiştir. Çalışma alanı deniz seviyesinden ortalama 1200 m yükseltide olup, ortalama arazi eğimi %35'tir (Şekil 1). Bölge içerisindeki orman yol yoğunluğu 9.6 m/ha'dır. Alan içerisindeki baskın ağaç türü doğu kayını'dır (*Fagus orientalis* L.). Üretim alanı içerisinde kesilerek hazırlanmış kayın tomruklarının uzunlukları 2.5 – 6 m, çapları ise 20 – 100 cm arasında değişmektedir. MB Trac 900 sürütücü üretim alanı içerisine bir sürütme şeridi yardımıyla ulaşmıştır. Sürütme şeridinin eğimi %2-12 arasında değişiklik göstermiştir. İklim tipik Karadeniz iklimi olup, toprak tipi balçıktır.



Şekil 1. Kesim alanı
Figure 1. Felling area

2.2. MB Trac 900 sürütücü

Gövdeden mafsallı özel orman traktörleri ön ve arkası iki parçadan ibaret olan ve bir eksen etrafında dönebilen bir araç olup, çok küçük yarıçaplı kurplarda dönüş yapabilme olanağına ve sonuç olarak büyük bir manevra kabiliyetine sahip bulunmaktadır. Bu traktörlerle % 45'e varan yamaç eğimlerinde tomrukları bir ucundan kaldırarak sürtmek mümkün olmaktadır (Öztürk, 2001). MB Trac 900 sürütücünün teknik özellikleri Şekil 2 ve Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 2. MB Trac 900 sürütücünün boyutları
Figure 2. Dimension features of MB Trac 900 skidder

Tablo 1. MB Trac 900 sürütücünün teknik özellikleri (Anonim, 2001)
Table 1. Technical features of MB Trac 900 skidder

Özellikler/Features	MB Trac 900	Özellikler/Features	MB Trac 900
Makine Gücü (Machine power)	85 HP (63 kw)	Vinç Markası (Winch type)	CG2M2ZD
Ağırlık / (Weight)	6000 kg	Kablo Çapı (Cable diameter)	12 mm
Çekme Gücü (Pulling power)	2 X 6083 daN	Kablo Uzunluğu (Cable length)	100 m
Silindir / (Cylinder)	4 silindir	Kablo Hızı (Cable speed)	
Silindir Kapasitesi (Cylinder capacity)	3780 cm ³	- 540 tur (tour)	33 / 61 m/dak
Soğutma Sistemi (Cooling system)	Su Soğutmalı Water cooling	- 1000 tur (tour)	19 / 35 m/dak
Hız (Speed)		Depo Kapasitesi (Depot capacity)	120 lt
- Öne (Front)	25 – 40 km/sa	Makine Tipi (Machine type)	OM 314
- Arkaya (Back)	20 km/sa	Verim (Productivity)	3.30 – 8.40 m ³ /sa
Kaldırma Gücü (Lift power)	2000 daN		

2.3. Metot

Üretim çalışmalarında kullanılan makinelerin verimliliklerini bulabilmek için zaman etütlerinin yapılması gerekmektedir. Makinenin çalışması esnasında, çalışma şekli çeşitli safhalara bölünerek her bir safhanın süresi belirlenir. Daha sonra, toplam işi oluşturan bu safhalar toplanarak toplam zaman belirlenir ve buna bağlı olarak da toplam zamanda yapılan iş miktarına göre o makinenin verimi ortaya konmuş olur.

Bu çalışmada, zaman ölçme yöntemi olarak, repetisyon (tekrar sıfırlama) yöntemi kullanılmıştır. Zaman ölçümleri bir kronometre ile yapılmıştır. Her iş safhasının zamanı dakika olarak bulunmuştur. Her iş safhasının başlangıcında kronometre çalıştırılmış ve her iş safhası bittiğinde kronometre kapatılarak okunan değer, etüd formuna o iş safhasının zamanı olarak yazılmıştır. Bu şekilde makinenin çalıştığı her iş safhası ve toplam zaman bulunmuştur. Bunun yanında, sürütülen her bir parçanın kabuklu orta çapı bulunmuş ve hacimleri hesap edilmiştir. Tomrukların çapları kumpas yardımıyla belirlenmiştir. Sürütme şeridinin ortalama eğimi ve arazi eğimleri klinometre ile ölçülmüştür. Ayrıca, arazi çalışmalarında uzunluklar çelik metre ile belirlenmiştir.

Zaman etüdüleri sonucu toplanan bilgiler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Analizlerde kullanılan regresyon modeli oluşturulurken bağımlı değişken olarak "Toplam Zaman (t)" seçilmiştir. Bağımsız değişkenler; Sürütücünün yüksüz hareketi (a), Kablonun çekilmesi (b), Yükün bağlanması (c), Yükün traktöre çekilmesi (d), Sürütücünün yüklü hareket (e), Yükün çözülmesi (f), Zaman kaybı (Lt), ve bunların yanında toplam zaman üzerinde etkili olan sürütme mesafesi (Sd), yük hacmi (Lv), yük sayısı (Ln)'dır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler aşağıdaki gibi özetlenecek olursa;

(t) Toplam zaman (dak): Sürütücünün tomruğu kesim yerinden istif alanına kadar sürütürken meydana gelen safhaların toplamından oluşur.

(a) Sürütücünün yüksüz hareketi (dak): Sürütücünün boş olarak yol kenarındaki istif alanından sürütme şeridi boyunca hareket ederek kesim alanına ulaşması arasındaki zamandır.

(b) Kablonun çekilmesi (dak): Kesim yerine gelen sürütücünün çekme kablosunun işçi tarafından alınarak en yakın tomruğa kadar çekilmesi sırasında meydana gelen zamandır.

(c) Yükün bağlanması (dak): Çekme kablosunun işçiler tarafından yüke bağlanma süresidir.

(d) Yükün traktöre çekilmesi (dak): Çekme kablosuna bağlanan yükün sürütücünün arkasında bulunan bıçak kısmına kadar çekilmesi için gereken süredir.

(e) Sürütücünün yüklü hareketi (dak): Kesim yerinden sürütme şeridi boyunca istif alanına kadar sürütücünün geldiği zamandır.

(f) Yükün çözülmesi (dak): İstif alanında işçiler tarafından yükün çekme kablosundan çözülme süresidir.

(Lt) Kayıp zaman (dak): Sürütücünün tüm bu sürütme işlemini gerçekleştirdiği safhalar boyunca meydana gelen zaman kayıplarının miktarıdır.

(Sd) Sürütme mesafesi (m): Sürütme şeridi üzerinde tomruğun alınarak istif alanına kadar sürütüldüğü mesafedir.

(Lv) Yük hacmi (m^3): Sürütücünün bir seferde çektiği yük miktarıdır.

(Ln) Yük sayısı (adet): Sürütücünün bir seferde çektiği yük sayısıdır.

Teorik olarak, matematiksel fonksiyon aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$t = f(a, b, c, d, e, f, Lt, Sd, Lv, Ln)$$

Sıfır hipotezinde toplam döngü zamanındaki değişkenlik sürütücünün yüksüz hareketi, kablunun çekilmesi, yükün bağlanması, yükün traktöre çekilmesi, sürütücünün yüklü hareketi, yükün çözülmesi, kayıp zaman, sürütme mesafesi, yük hacmi ve yük sayısı ile açıklanmıştır. Sıfır hipotezinde bağımsız değişkenlerin hiçbiri toplam döngü zamanı üzerinde istatistiksel olarak tam bir etkiye sahip değildir.

3. Analizler

Arazi çalışmalarında toplanan tüm bilgiler SPSS 11.05 istatistik yazılımı ve Microsoft Excel 2003 bilgisayar programı kullanılarak değerlendirilmiştir. İstatistik analiz için bir regresyon modeli geliştirilmiştir. Sıfır hipotezi %95 önem seviyesinde oluşturulmuştur. F-Testi istatistik modelin doğru olup olmadığını ortaya koymak için yapılmıştır. 0,05 önem seviyesinde F-Testi = 185,567 ve $r^2 = 0.85$ olarak bulunmuştur.

Bu sürütme çalışmalarında toplanan bilgiler ışığında oluşturulan regresyon modeli aşağıda verilmiştir.

$$t = 1,238 + 1,128 \times e + 1,607 \times a + 0,976 \times c + 0,833 \times Lt + 1,405 \times b$$

Regresyon modelinde toplam zaman üzerinde etkili olan bağımsız değişkenlerin etki katsayıları gözükmemektedir. Regresyon modeli oluşturulurken "stepwise" yöntemi seçilmiştir. Bu yöntemin seçilmesinin nedeni alternatif regresyon modelleri oluşturması ve her regresyon modelinde, model için çok az öneme sahip değişkenleri model dışında bırakması etken olmuştur. Bu regresyon modeli için Darbin-Watson katsayısı 2,143 olarak bulunmuştur. Bu katsayı 2'ye yakın ve üzerinde çıktığında, bağımsız değişkenler arasında otokorelasyonun olmadığı, yani modeli oluşturan bağımsız değişkenlerin birbirinden tamamen ayrı oldukları belirlenmiştir.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Gölköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yapılan bu çalışmada tomrukların sürütülmesinde MB Trac 900 sürütücü kullanılmıştır. Sürütücü, bir sürütme şeridi üzerinde kesim alanı içerisinde ulaşmış ve tomrukları arkasında sürüterek istif alanına getirmiştir. Kesim alanında taşınan ürünler 2,5 - 6 m uzunluklardaki kayın tomruklarıdır. Sürütme mesafeleri 40 - 140 m arasında değişiklik göstermiştir. Tomrukların yoğunlukla sürütüldüğü mesafeler iki kısma ayrıldığında ortalama 55 m ve 105 m mesafelerden yoğunlukla sürütme yapılmıştır. Kesim alanında 10 gün çalışılmış ve toplam 55 adet zaman etüdü yapılmıştır. Yapılan tüm ölçümler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Yapılan zaman ölçümleri sonucunda; MB Trac 900 sürütücünün ortalama 55 m sürütme mesafesinde tek bir sefer süresi ortalama 6,13 dak, 105 m ortalama sürütme mesafesinde ise tek bir sefer süresi ortalama 14,43 dakika olarak hesaplanmıştır. Bu makinenin verimliliği ise; 55 m sürütme mesafesi için 14,410 m³/saat ve 105 m sürütme mesafesi için 8,700 m³/saat olarak bulunmuştur. Sürütülen tomruk sayısı ortalama olarak 2 parçadır. Bir sürütücünün ortalama günlük verimi 55 m sürütme mesafesi için 115,280 m³, 105 m sürütme mesafesi için 69,600 m³ olarak hesaplanmıştır. Sürütücünün efektif toplam zamanı 55 m sürütme mesafesi için 5,43 dak, 105 metre sürütme mesafesi için 13,30 dak olarak bulunmuştur.

Kayın Tomruğunun Bölmeden Çıkarılmasında MB Trac 900 Sürütücünün Verimlilik Analizi

Tablo 2. Ölçümlerin sonuçları
Table 2. Results of measurements

Sürütme Mesafesi Skidding Distance	Zaman ettüdü safhaları (dak) Time measurement phases (min)						Kayıp zaman Lost time	Toplam Zaman Total time	Yük hacmi Load volume	Yük sayısı Load number	Verimlilik Productivity
	(m)	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>					
55	1,10	0,37	1,11	0,49	1,18	0,38	0,30	6,13	1,490	2	14,410
105	3,15	1,00	1,57	2,00	4,30	0,48	1,13	14,43	2,130	2	8,700

a: Sürütücünün yüksüz hareketi (Unloaded skidder travel)

b: Kablunun çekilmesi (Pulling out of cable)

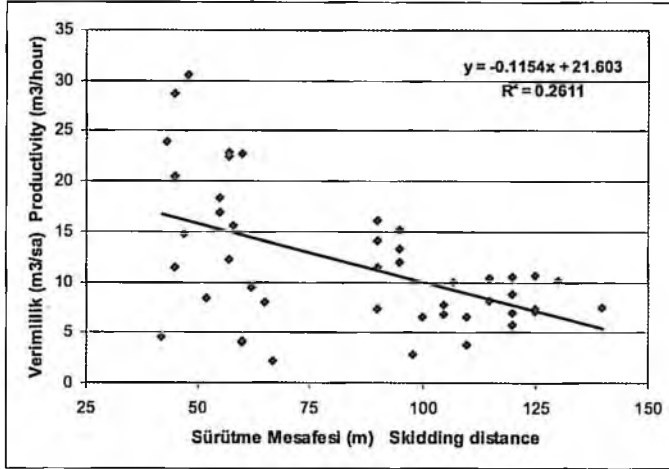
c: Yükün bağlanması (Load hooking)

d: Yükün traktöre çekilmesi (Winching)

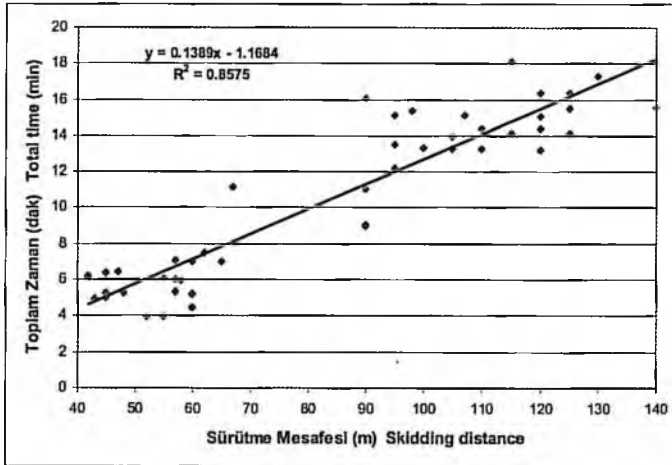
e: Sürütücünün yüklü hareketi (Loaded skidder travel)

f: Yükün çözülmesi (Load unhooking)

Bu mesafeler için kayıp zaman / efektif zaman oranı sırasıyla 0,17 ve 0,15 olarak hesaplanmıştır. MB Trac 900 sürütücünün sürütme mesafesine göre verimlilik durumu Şekil 3'te ve sürütme mesafesi ile toplam zaman arasındaki ilişki Şekil 4'te gösterilmiştir.



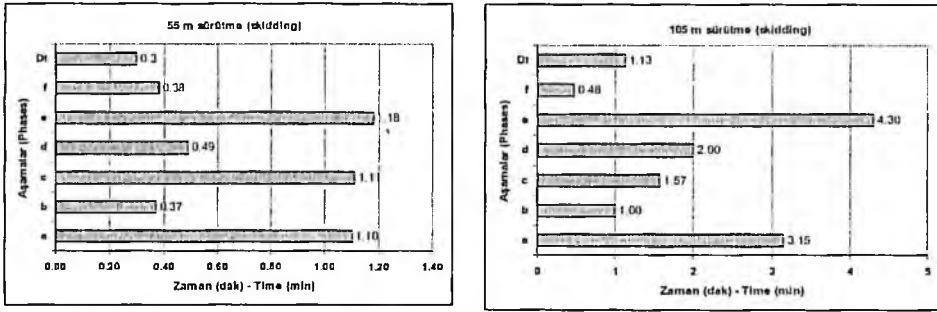
Şekil 3. Sürütme mesafesi ile verimlilik arasındaki ilişki
Figure 3. Relationship of skidding distance vs. productivity



Şekil 4. Sürütme mesafesi ile toplam zaman arasındaki ilişki
Figure 4. Relationship of skidding distance vs. total time

Şekil 3 ve 4'te görüldüğü üzere kesim alanında sürütme mesafesi arttıkça makinenin verimliliği düşmektedir. Aynı zamanda, sürütme mesafesi arttıkça sürütücünün bir seferi tamamladığı toplam zaman artmaktadır.

MB Trac 900 sürütücünün maliyeti; ortalama sürütme mesafesi, ortalama sürütme şeridinin eğimi ve ortalama sürütülen ürün miktarına göre hesap edilmiştir. Maliyet hesaplamaları 2008 yılı Orman Genel Müdürlüğü birim maliyet cetvelleri kullanılarak yapılmıştır. Yapılan bu hesaplamalara göre, sürütücünün maliyeti 55 m sürütme mesafesi için 5,22 m³/TL ve 105 m sürütme mesafesi için ise 14,25 m³/TL olarak hesap edilmiştir. Her iki ortalama sürütme mesafesinde de yüzde olarak en fazla süreyi sürütücünün yüklü hareketi almıştır. İkinci olarak ise sürütücünün boş olarak hareketi en fazla zamanı almıştır (Şekil 5). Sürütücünün ortalama gecikme zamanı sefer başına 0,50 dakika olarak bulunmuştur. Bu çalışmada sürütücünün çalıştığı mesafelerde en az süreleri yükün çözülmesi safhası almıştır. Sürütücünün saatlik yakıt tüketimi 4,5 litredir.



Şekil 5. Zaman etüdü aşamalarının dağılımı
Figure 5. Dispersion of time measurement phases

Acar (1995)'in Artvin bölgesinde MB Trac 900 sürütücü ile yaptığı bir çalışmada 69 metreden yapılan sürütmelerde ladin tomruğu için sürütücünün verimi 5,269 m³/sa bulunmuştur (Acar, 1995). Diğer bir çalışmada Acar (1997), Doğu Karadeniz Bölgesinde çeşitli alanlarda kayın tomruğunun 50 metre mesafedeki sürütme çalışmalarında MB Trac 900 sürütücü için verim 6,328 m³/sa olarak bulmuştur (Acar, 1997). Artvin Taşlıca bölgesinde yapılan diğer bir çalışmada ise, 300 m sürütme mesafesinde MB Trac 900 sürütücülerin verimi 6,360 m³/sa olarak belirlenmiştir (Öztürk, 2001). Yapılan bu çalışmada, 55 m sürütme mesafesinde bulunan verim değeri (14,430 m³/sa) diğer çalışmalarda bulunan verim değerlerinden yüksek çıkmıştır. 105 m sürütme mesafesinden yapılan sürütmelerde ise verim değeri (8,700 m³/sa) diğer çalışmalara değer bakımından yakın bulunmuştur. Bundan da anlaşılacağı üzere, kısa mesafelerde sürütücüler çok daha verimli olarak çalışmaktadır. Sürütme mesafesi arttıkça verim değeri düşmektedir.

5. Öneriler

Bu çalışmanın ışığında sonuç olarak aşağıdaki önerileri verebiliriz.

Sürütücüler ile yapılan çalışmalarda, sürütme mesafesi arttıkça toplam zamanda artmaktadır. Bu nedenle, sürütücünün ürünü bölme içerisinde sürütme mesafesi mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.

Sürütme mesafesinin artması doğru orantılı olarak sürütücünün günlük verimliliğini de düşürmektedir. Üretim alanı içerisinde uygun olarak yapılacak sürütme şeritleri ile sürütme mesafeleri azaltılabilir.

Sürütme mesafesi ve buna bağlı olarak toplam zaman arttıkça, sürütme çalışmasının maliyeti de artmaktadır. Maliyetin artması üretim alanındaki sürütücünün kira bedellerine yansıdığından mutlak suretle sürütme mesafeleri alan içerisinde iyi planlanmalı ve belirlenmelidir.

Productivity Analysis of MB Trac 900 Skidder at Hauling of Beech Timber

Tolga Öztürk

Istanbul University Faculty of Forestry Department of Forest Construction and Transportation 34473 Bahcekooy/Istanbul

Phone: 0212 2261100 (25291), E-mail: tozturk@istanbul.edu.tr

Abstract

This study was done in beech stands in Gököy Forest District in Ordu forest administration. Timber was skidded uphill on skid strip. Time measurements were done while working skidder and collected data was carried out by statistical analysis. Average skidding distance was changed between 55 m and 105 m. Hourly output of skidder was found as 14,410 m³/hour for skidding distance of 55 meters and 8,700 m³/hour for skidding distance of 105 meters. Costs of skidding was calculated to as 5,22 m³/TL for skidding distance of 55 meters and 14,25 m³/TL for skidding distance of 105 meters. Average load volume for every cycle was found 1,490 m³ and 2,130 m³, respectively.

Keywords: MB Trac 900, skidder, productivity, cost, time measurement

1. Introduction

The transport of forestry products is realized in two stages in Turkey. The first one is the primary transport stage which involves the haulage of timbers realization, while the second one is the secondary transport stage involving the main stage of transport of timbers, generally realized by trucks and tractor treylers on forest roads. Primary transportation methods are three types in Turkey's forestry, which are human power, animal power and mechanization. Mechanical skidding is carried out by ground based forestry vehicles. Different tractor types are used for hauling in Turkey. These are farm tractors and skidder. The skidder type is Mercedes MB Trac.

Mechanization started with the introduction of farm tractors modified by installation of additional equipment, which enabled easier and safer work in the forest. Due to the combined use of skidders and trucks for primary and secondary

transportation of roundwood, forest harvesting had to rely on a network of forest roads. The capacity of the skidder is highly dependent on its drawbar, horsepower, weight and traction obtainable under the ground conditions during operation.

The aim of the research was to determine the productivity of the skidder MB Trac 900 during skidding of beech timber from the Blacksea region.

2. Study Area

Study was done in beech stands in Gökkyö forest district in Ordu forest administration. The average altitude of research area is 1200 meters and average slope gradient is 35%. The road density in the forest district is 9.6 m/ha. The dominant tree species is beech (*Fagus orientalis* L.). The lengths and diameter of beech timber respectively are between 2,5 and 6 meters and between 20 -100 cm. There are two skid strips in felling area. The length and weight of skid strip is 150 m and 2,5 m, respectively.

3. Variables and Analysis

In this study, we try to measure the impact of the following independent variables to "total cycle time" (total time). In here the total cycle time is chosen as a dependent variable whereas; "Unloaded skidder travel (*a*)", "Pulling out of cable (*b*)", "Load hooking (*c*)", "Winching (*d*)", "Loaded skidding travel (*e*)", "Load unhooking (*f*)" and "Delay time (*Dt*)" have been selected as independent variables. Beyond that, independent variables of "Skidding distance (*Sd*)", "Load volume (*Lv*)" and "Load number (*Ln*)" have been chosen as independent variables as well to impact on total cycle time as mentioned in the former sentence.

Theoretically the mathematical equation like below is obtained:

$$t = f(a, b, c, d, e, f, Lt, Sd, Lv, Ln)$$

In here I set up the hypothesis of below:

$$H_0 = R^2_{y,a,b,c,d,e,f,g,ed,ld,lv} = 0.0 \text{ (Null hypothesis) versus}$$

H_0 (null hypothesis) means that the proportion of variance in total cycle time (*t*) that is explained by outhaul empty, lateral out, hookup, lateral in, in haul, unhook, delay time, extraction distance, lateral bunching distance, load volume included in regression model is equal to zero, in the population from which the sample was selected. Null hypothesis also implies that none of the independent variables has statistically significant effect on total cycle time.

The time period between work stages is measured by chronometer and repetition technique. Study report cards are filled with data for each particular time period. MB Trac 900 skidder is investigated in terms of work performance by using time and work study methods. The distance of skidding is measured by using a measuring tape. And the slope gradient of the terrain is measured by clinometers and diameter of each piece of timber under bark is measured by compass as well.

To analyze the data SPSS 11.05 Statistical Software and Microsoft Excel 2003 were used. As a statistical analysis a regression model was developed.

Initially 95% significance level is set to test the null and alternative hypothesis constructed above. To test whether the data verify the statistical model or not F-test (variance analysis) is used.

F-test = 185.567 and statistically significant based on 0.05 significance level. Since F-test (185.567) is higher than $F_{0.005}$, (2.42) we reject the null hypothesis that none of this independent variable has statistically significant effect on total cycle time.

The regression model is prepared for the felling area like that;

$$t = 1.238 + 1.128 \times e + 1.607 \times a + 0.976 \times c + 0.833 \times Dt + 1.405 \times b$$

In preparing the model for the felling area, if the effects of other variables are hold constant above the dependent variables, the model for felling area, the coefficient of Durbin-Watson, is found as 2.143. Since the coefficient is about to 2 or below, this means that there is no correlation between the independent variables which form the model are completely separate from each other.

4. Results

The Gököy forest district operating under the management of Ordu Forest Administration was chosen as the study area for timber haulage operations. All workers employed at tractor operations were housed in the barracks located within the forest area.

The MB Trac 900 skidder performance was observed at the felling area for 10 working days. During that time 500 m³ of timber was extracted in 55 recorded cycles. The skidding distances were changing between 40-140 meters. Timber skidding was carried out at two different distances. Average skidding distance were changing between 55 m and 105 m. Output of skidder was found as 14,410 m³/hour for skidding distance of 55 meters and 8,700 m³/hour for skidding distance of 105 meters. Costs of skidding was calculated to as 5,22 m³/TL for skidding distance of 55 meters and 14,25 m³/TL for skidding distance of 105 meters. Average load volume for every cycle was found 1,490 m³ and 2,130 m³, respectively. The average delay time was 0,50 min/cycle. Delay times were occurred during load hooking (*c*) and winching (*d*). Average fuel consumption per operating hour was 4,5 l/hour.

Kaynaklar

- Acar, H.H., 1995. Artvin yöresinde MB Trac 900 özel orman traktörü ile orman ürünlerinin bölmeden çıkarılması üzerine incelemeler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 19: 45-52.
- Acar, H.H., 1997. Dağlık arazide orman traktörleri ile bölmeden çıkarma çalışmalarının incelenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 21: 299-306.
- Akay, A.E., O. Erdas, J. Sessions, 2004. Determining productivity of mechanized harvesting machines. *Journal of Applied Sciences*. 4 (1): 100-105.
- Anonim, 2001. Mercedes Benz MB Trac Kataloğu.
- Huyler, N.K. ve C.B. Ledoux, 1989. Small tractors for harvesting fuelwood in low-volume small diameter hardwood stands. COFE, Implementing Techniques for successful forest operations, Idaho, pp. 61-66.
- Öztürk, T., 2001. Bölmeden çıkarma çalışmalarında kullanılan özel orman traktörleri üzerine bir araştırma. *İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Series B*. (2): 101-110.
- Öztürk, T. ve M. Demir, 2005. Work performance of MB Trac 900 tractor on mountainous terrain in Turkey. *American Journal of Applied Sciences*. 2 (1): 363-366.
- Sabo, A. ve T. Porsinsky, 2005. Skidding of fir roundwood by Timberjack 240C from selective forests of Gorski Katar. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 26 (1): 13-27.
- Zecic, Z., A.P.B. Krpan and S. Vukusic, 2006. Productivity of C Holder 870 F tractor with double drum winch Igländ 4002 in thinning beech stands. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 27 (1): 49-56.