Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi
Anatolian Journal of Forest Research
http://dergipark.org.tr/ajfr
ANATOLIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH

Odun üretiminde iki farklı kabuk soyma tekniğinin zaman ve verim açısından karşılaştırılması

Tolga Öztürk [1*], Batın Mehmet Yer [1]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 34473, İstanbul, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ
Geliş Tarihi: 13/03/2026
Kabul Tarihi: 03/06/2026
https://doi.org/10.53516/ajfr.1908667
*Sorumlu Yazar:
tozturk@iuc.edu.tr

ÖZ **Araştırma Makalesi**

Giriş ve Hedefler Türkiye'de odun üretim çalışmalarında ibreli ağaçların kabuklarının soyulması çalışmalarında balta, soyma bıçağı, motosoyar, mobil kabuk soyma makinesi, motorlu testereye mont edilen soyma aparatı gibi araçlarla yapılmaktadır. Odun üretiminde kabuk soyma çalışmaları zamansal ve verim bakımından önemli bir yer tutmaktadır.
Yöntemler Bu çalışma Giresun bölgesindeki Kemerköprü Orman İşletme Şefliği içinde yer alan Doğu ladini ormanlarında kabuk soyma çalışmalarının balta ve motorlu testereye monte edilen soyma aparatı ile iki farklı şekilde yapılmıştır. Çalışmada tomruk çap sınıfları üç sınıfa ayrılmış, her çap sınıfına ve soyma tekniğine göre zaman ve verim değerleri bulunmuştur.
Bulgular Çalışmanın sonucunda balta ile kabuk soyma verimleri çap sınıflarına göre 2,48 – 6,38 m^3/sa, motorlu testereye monte edilen aparat ile yapılan soyma çalışmalarında ise verimin 8,81 – 13,05 m^3/sa arasında olduğu bulunmuştur. Motorlu testere aparatı ile yapılan soyma çalışmalarındaki verim balta ile yapılan çalışmaya göre 3,5 – 4,7 kat daha yüksek çıkmıştır.
Sonuçlar Bulunan verim değerlerine göre soyma süresinin az olması, iş gücünün yoğun olmaması nedeniyle motorlu testereye monte edilen aparatın daha kullanışlı, hızlı ve ekonomik olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kabuk soyma, verimlilik, balta, motorlu testere, Baseh

Comparison of two different debarking techniques in wood production in terms of time and efficiency

ABSTRACT

Background and Aims In timber production operations in Türkiye, the debarking of coniferous trees is commonly carried out using tools such as axes, debarking knife, mobile debarking machines, and debarking attachments mounted on chainsaws. Debarking is an important step in wood production in terms of time consumption and productivity.
Methods This study was conducted in the Oriental spruce forests located within the Kemerköprü Forest Enterprise Chiefdom in the Giresun region. Debarking operations were performed using two different methods: an axe and a debarking attachment mounted on a chainsaw. In the study, log diameters were classified into three diameter classes, and time and productivity values were determined for each diameter class and debarking technique.
Results The results of the study indicated that debarking productivity with an axe ranged between 2.48 and 6.38 $m^3\ h^{-1}$ depending on the diameter classes, whereas productivity obtained using the chainsaw-mounted debarking attachment ranged between 8.81 and 13.05 $m^3\ h^{-1}$. Productivity achieved with the chainsaw attachment was 3.5 to 4.7 times higher than that obtained using the axe.
Conclusions Based on the productivity values obtained, the chainsaw-mounted debarking attachment was found to be more practical, faster, and more economical, as it requires less debarking time and lower labor intensity.

Key Words: Debarking, productivity, axe, chainsaw, Baseh

Bu makaleye atıf:
Öztürk, T., Yer, B. M., 2026. Odun üretiminde iki farklı kabuk soyma tekniğinin zaman ve verim açısından karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 12, 1908667.

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

1. Giriş

Ülkemizde nüfus artışına paralel olarak orman ürünlerine olan talepte gün geçtikçe artmaktadır. Artan talebe paralel olarak odun tedarik maliyetlerinin de artması, çevresel faktörler, sürdürülebilirlik ve yeni teknolojilerin ortaya konması da oldukça önemlidir (Eker ve Öztürk, 2022). Orman kaynaklarına olan toplumsal talebin karşılanması yanında bu kaynaklardan gelecek nesillerin de yararlanabilmesi, sürdürülebilirlik açısından yönetimlerin ele alınması gereken bir konudur (Özer Genç ve Arıcak, 2022). Odun üretim çalışmalarında ağacın kesilmesi, dal ve tepe alma, boylama çalışmaları motorlu testere yardımıyla yapılmakla birlikte (Gülci ve ark., 2017a) iğne yapraklı ormanlarda kabuk soyma çalışmalarında kabuk soyma küreği, kabuk soyma çapası, kabuk soyma bıçağı, mobil soyma makineleri, balta ve motorlu testereye takılan kabuk soyma aparatı ile yapılmaktadır. Bunun yanında bazı kimyasallar yardımıyla ve ayrıca su basıncı ve sürtünme teknikleri ile de kabuk soyma işlemleri gerçekleştirilmektedir (Gürtan, 1969; Eker ve ark., 2011; Çağlar, 2021). Bunların yanında ürünlerin kabuklarının soyulmasında harvester başlıkları (Rukomojnikov and Alexagina, 2024) ve son yıllarda yüksek teknoloji ürünleri olan entegre soyma makinelerinin kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır (McEwan et al., 2019).

Odun üretim çalışmaları içerisinde ibreli ağaç türlerine ait ürünlerin piyasa isteklerine bağlı olarak kabukları soyulmaktadır. Kabuk soyma çalışmaları ibreli ağaç türleri için kesim aşamasından hemen sonra yapılmaktadır. Kabuk ile odun arasındaki bağ dayanımı nem içeriği azaldıkça arttığından dolayı ağaçların kesiminden hemen sonra ve kütükler aşırı derecede kurumadan önce kabuklarının soyulması tercih edilmektedir (Moore and McMahon, 1986; Magagnotti et al., 2011). Ürünlerin kabuklarının soyulması bölme içerisinde olduğu kadar yol kenarındaki istif alanlarında da gerçekleştirilebilmektedir. Odun üretimi sırasında manuel olarak yapılan kabuk soyma çalışması, üretken çalışma süresinin metreküp başına %33'üne denk gelmektedir (Çağlar, 2021). Kabuğun meşcere içerisinde soyulması ile organik madde olan kabuk meşcere içerisinde bitki besin maddesi olarak kalır. Aynı zamanda, kabuğu soyulan ağaç daha hızlı kuruyacağından gövde neminin kaybedilmesinden dolayı ürün hafifler ve taşınması daha kolay hale gelir. Orman endüstrisi alanında kabuğu soyulmuş odunun kullanılması ahşabın termal kullanımındaki sorunları en aza indirir ve daha az kül kalıntısı ile ince toz emisyonu üretilmesine neden olur (Eker ve Öztürk, 2022). Bölme içerisinde kabuğu soyulan ibreli ağaçların oluk sistemleri yardımıyla bölmeden çıkarılması ve yamaç eğimine bağlı olarak orman yol kenarlarına kadar farklı yöntemlerle sürütülmesinde de kabukların olmaması avantaj sağlamaktadır (Nemestothy and Grabner, 2021). Tüm bu avantajların yanında en önemlisi özellikle kabuk böceği zararlarının yoğun olarak yaşandığı ülkemizde kabuğun soyulması ile böcek zararlarının önüne geçilmiş olunmaktadır (Gürtan, 1969; Öztürk ve ark., 2024). Kabuğun soyulması ekonomik ve ekolojik olarak geri dönüş sağlamaktadır (Gavrilov, 2016).

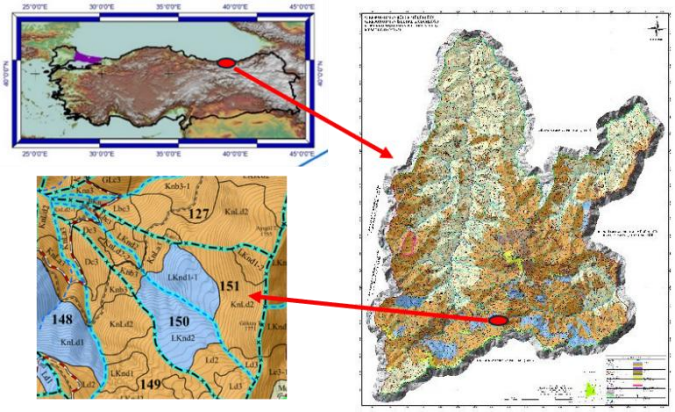
Bu çalışmada balta ve motorlu testereye monte edilmiş kabuk soyma aparatı yardımıyla iki farklı şekilde yapılan kabuk soyma çalışmalarında verimlilik ve zaman tüketimi çalışmaları incelenmiştir. Yapılan çalışma neticesinde bulunan verimlilik değerlerine göre odun üretim çalışmalarında en uygun kabuk soyma tekniğinin belirlenmesi ve çalışmanın bu sonuçlarına göre çeşitli öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma alanı

Bu çalışma, Giresun Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Kemerköprü Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Kemerköprü Orman İşletme Şefliği 7671,6 ha ormanlık, 2920.5 ha boşluklu kapalı alan ve 7477,8 ha açıklık alan olmak üzere toplam 18069,9 ha alanı kaplamaktadır. Şeflik plan ünitesinin toplam serveti 1159291,0 m^3 ve toplam artımı 22513,0 m^3'tür. Bölge 40°39'05"- 40°51'54" kuzey enlemleriyle, 38°14'36"- 38°26'19" doğu boylamları arasında yer almaktadır (OGM, 2024) (Şekil 1). Plan ünitesinin asli ağaç türlerini; Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* Stev.), Doğu ladini (*Picea orientalis* Lipsky.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Adi gürgen (*Carpinus betulus* L.) oluşturmaktadır. Çalışmanın yapıldığı 151 nolu bölmenin büyüklüğü 60,1 ha'dır. Bölme içerisinde kesim yapılan alan Doğu ladini (*Picea orientalis* Lipsky.) sahalarıdır.

Arazi çalışmaları Temmuz 2025 tarihinde yapılmıştır. Ladin tomruklarının soyma çalışmaları balta ve motorlu testereye takılan kabuk soyma aparatı olmak üzere iki farklı şekilde yapılmıştır. Tomruk kabuklarını soyma çalışmalarında iki işçi çalışmıştır. Tomruklar farklı uzunluklarda olup soyma çalışmaları orman yolu kenarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Kemerköprü Orman İşletme Şefliği içerisindeki çalışma alanı ve konum haritası

2.2 Husqvarna 365 motorlu testere ve Baseh soyma aparatının teknik özellikleri

Çalışmada kabuk soyma aparatı olarak Baseh marka aparat Husqvarna 365 motorlu testereye monte edilerek kullanılmıştır. Motorlu testerenin ve Baseh marka soyma aparatının teknik özellikleri Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir (URL-1; URL-2).

Çizelge 1. Husqvarna motorlu testerenin teknik özellikleri (URL-1)

Teknik Özellikler	Birim	Teknik Özellikler	Birim
Motor Tipi	20" HN 3/8"	Levha Uzunluğu (min) (cm)	38
Silindir Hacmi (cm^3)	65,1	Levha Uzunluğu (max) (cm)	70
Güç (kW)	3,4	Ağırlık (kg)	6,4
Yakıt Deposu (litre)	0,77	Ses Basınç Seviyesi (dB)	102,5
Yağ Deposu (litre)	0,42	Ses Gücü Seviyesi (dB)	114
Zincir Hızı (m/sa)	20,7	Titreşim Seviyesi (m/s^2)	5,7
Maks. Dönüş Hızı (rpm)	12500		

Baseh marka kabuk soyma aparatı motorlu testereye takılabilen bir araçtır. Aparat herhangi bir marka motorlu testereye monte edilebilir. Güç aktarımı, motorlu testere tambur dişlisi ile bağlanan V tipi kayış yardımıyla sağlanmaktadır. Motorlu testerenin plakası çıkarılır ve yağlama sistemi kapatılarak motorlu testere gövdesine monte edilir (Şekil 2). Tomruk soyma aparatının gövdesi dikdörtgen prizması şeklinde olup, karşılıklı ikişer bıçak olmak üzere toplam 4 bıçaktan oluşmaktadır. Bıçak derinliği kalın kabuklarda 14 mm, ince kabuklarda 12 mm olacak şekilde ayarlanır (Eker ve ark., 2025).

Çizelge 2. Baseh kabuk soyma aparatının teknik özellikleri

Teknik Özellikler	Birim	Teknik Özellikler	Birim
Ağırlık (kg)	2,9	Soyma Genişliği (mm)	120
Kemer Koruma		Bıçak Genişliği (mm)	30
- Kısa model	0,585	Bıçak Sayısı (adet)	4
- Uzun model	0,825	Maksimum Tur (rpm)	13000
Motor Gücü (hp)	1,6	Bağlantı Çubuğu	Çelik



Şekil 2. Motorlu testereye monte edilmiş Baseh marka kabuk soyma aparatı

2.2 Yöntem

Çalışma alanında Doğu ladini meşcerelerinde uzunluk olarak kısa boy, çap olarak orta ve kalın çaplı tomruk üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen tomruklar orman yolu kenarına getirilerek iki farklı yöntemle kabukları soyulmuştur. Birinci yöntem kabukların balta ile soyulması ve ikinci yöntem kabukların Husqvarna marka motorlu testereye monteli Baseh marka kabuk soyma aparatı ile yapılmıştır.

Üretilen tomrukların orta çaplarının ve boylarının ölçümünde sırasıyla çap ölçer (kumpas) ve 5 m'lik çelik şerit metre kullanılmıştır. Kabuk kalınlığı ise çelik metre ve cetvel yardımıyla tomruğun her iki ucundan ölçülerek belirlenmiştir. Tomruğun uç kısımlarında kabuk kalınlığı ölçülürken dört yönden ölçülmüş ve her uç için ortalama bir değer alınmıştır. Kabuk soyma sırasındaki operasyon süreleri dijital kronometre ile ölçülmüştür. Çalışma iki işçi tarafından yürütülmüş olup, işçilerden biri motorlu testereye monte edilen soyma aparatı ile diğeri ise balta ile çalışmıştır (Şekil 3). Arazi çalışmalarında kabuk soyma faaliyetlerinin takip edilmesi amacıyla her bir iş aşamasına ait süre ölçümlerinin kaydedilmesi için bir zaman etüdü formu geliştirilmiştir.



Şekil 3. Motorlu testereye monteli soyma aparatı (üst) ve balta ile (alt) kabuk soyma çalışmaları

2.2.1 Kabuk soyma çalışmalarında zaman etütlerinin yapılması

Kabuk soyma çalışmasında verimliliğin belirlenmesinde genellikle çalışma süresine bağlı olarak değerlendirme yapılmaktadır (Yıldırım, 1987). Zaman etüdü çalışmalarında tomruk kabuğunun soyulmaya başlaması ve bitirilmesi arasında geçen süre çalışmaya esas alınmıştır. Kabuk soyma sürecinde incelenen iş aşamaları; kabuk soyma ve dinlenme zamanları ayrı ayrı belirlenmiştir. Kabuk soyma çalışmasında tomruğun döndürülmesi işlemindeki zamanlarda soyma zamanı içerisine dahil edilmiştir. İş aşamalarında zaman verileri kabuk soyma

işlemini gerçekleştiren aynı işçiler üzerinden belirlenmiştir. Kabuğu soyulacak tomrukların orman yolu kenarında birbirine çok yakın mesafede sıralanması nedeniyle işçilerin yürüme süresi değerlendirmeye alınmamıştır.

Kabuk soyma işleminin başlangıcı ile bitişi arasındaki süre kabuk soyma süresi olarak kabul edilmiştir. Soyma sırasında işçiler, tomruğun yan ve arka yüzeylerinin soyulabilmesi için tomruğu balta yardımıyla veya ayaklarıyla itme şeklinde çevirmektedir. Bu aşamada geçen süre ise tomruk çevirme süresi olarak değerlendirilmiş fakat bu süre soyma süresine eklenmiştir.

Kabuk soyma faaliyetinin istatistiksel analizi için arazi çalışmaları kapsamında toplam 75 adet zaman ölçümü yapılmıştır. Bunların 55'i balta ile, diğer 20'si ise motorlu testereye monte edilen soyma aparatı ile gerçekleştirilmiştir. Zaman etütleri yapılırken zaman kayıplarına dinlenme, sigara içme vb. değerler belirlenmiştir.

2.2.2 Verilerin analiz edilmesi

Çalışma kapsamında kabuk soyma zamanı ve soyma verimliliğinin etkisi araştırılmıştır. Tomruklar her iki yöntem içinde ayrı ayrı olmak üzere üç farklı çap sınıfına (1.sınıf: 30-40 cm, 2.sınıf: 41-50 cm, 3.sınıf: 51-60 ve 61 üzeri) ayrılarak soyma verimliliği hem balta (41-50 cm, 51-60 cm ve 61 ve üzeri) hem de motorlu testereye monte edilen soyma aparatı (30-40 cm, 41-50 cm ve 51-60 cm) kullanımına göre incelenmiştir. Tomruk hacimlerinin hesaplanmasında eşitlik 1 ile gösterilen orta yüzey formülü (Huber formülü) kullanılmıştır (Carus, 2002). Orta çap ve boy değerlerinden faydalanılarak kabuk soyma yüzey alanının belirlenmesinde eşitlik 2, kabuk hacminin tespit edilmesinde ise eşitlik 3 kullanılmıştır.

$$V = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times l \quad (1)$$

$$S = Ç \times l \quad (2)$$

$$KH = S \times Kk \quad (3)$$

Bu eşitlikte V tomruk hacmini (m^3), d tomruğun orta çapını (m), l tomruk boyunu (m), Ç tomruk çevresini (m), S kabuklu soyma yüzey alanını (m^2), Kk kabuk kalınlığını (mm) ve KH kabuk hacmini (m^3) göstermektedir.

Verilerin normalliği için Kolmogorov-Smirnov Testi kullanılmıştır. Veriler arasındaki ilişkilerin gücü ve yönü belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Balta kullanılarak çap sınıflarının soyma verimliliği üzerindeki etkisi varyans analizi kullanılarak incelenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar için Duncan testi kullanılmıştır. Motorlu testereye monte edilen soyma aparatı kullanılarak çap sınıflarının soyma verimliliği üzerindeki etkisi veri sayısı otuzun altında olduğundan dolayı Nonparametrik test olan Kruskal Wallis testi ile incelenmiştir. "Doğrusal Regresyon Analizi", kullanılarak soyma zamanı ve soyma verimliliği için modeller geliştirilmiştir. Analizler %95 güven düzeyinde gerçekleştirilmiştir. İstatistik analizler için IBM SPSS Statistics 31 yazılımı kullanılmıştır (Kalaycı, 2006). Modellerin tahmin başarıları Düzeltilmiş Belirtme katsayısı ($R^2_{düz}$), Ortalama Mutlak Hata (OMH) ve Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (HKOK) yardımıyla belirlenmiştir. Başarı ölçütlerine ilişkin eşitlikler aşağıda gösterilmiştir.

$$R_{düz}{}^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2 (n-1)}{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \overline{Y}_i)^2 (n-p)} \quad (4)$$

$$OMH = \frac{\sum_{i=1}^{n}|Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \quad (5)$$

$$HKOK = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}} \quad (6)$$

Bu eşitliklerde; $Y_i, \hat{Y}_i, \overline{Y}_i$ sırasıyla ölçülen, tahmin edilen ve ortalama değerleri, n gözlem sayısını ve p parametre sayısını ifade etmektedir.

Soyma verimliliğinin hesaplaması için aşağıdaki eşitlik 7 kullanılmıştır.

$$P = \frac{V \times 60}{Sz_{dk}} \quad (7)$$

Bu eşitlikte P soyma verimliliğini (m^3/saat), V tomruk hacmini (m^3), Sz_{dk} soyma zamanını (dk) göstermektedir.

3. Bulgular

Giresun bölgesindeki Kemerköprü Orman İşletme Şefliği içerisinde yer alan 151 nolu bölmedeki Doğu ladini meşcerelerinde yapılan bu çalışmada ortalama orta çapı 59,45 cm, ortalama tomruk boyu 3,72 m ve ortalama kabuk kalınlığı 1,5 cm olarak belirlenmiştir. Bölmeden çıkarılarak orman yolu kenarına getirilen ürünler balta ve motorlu testereye monte edilen kabuk soyma aparatı ile kabukları soyulmuştur. Balta ile kabuk soymada toplam 55 adet, motorlu testereye monte edilen soyma aparatı ile ise 20 adet kabuk soyma çalışması yapılmıştır. Çalışma dönemlerinde ortalama hava sıcaklığı 28 °C ve ortalama nem %75'tir. Örneklenen tomruk verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

Değişkenler	Min.	Mak.	Ortalama	Std. Sapma
d (cm)	30	83	59,45	13,73
h (m)	1,2	6	3,72	0,72
V (m^3)	0,23	2,69	1,13	0,62
Ç (m)	0,94	2,61	1,87	0,43
S (m^2)	3,02	13,14	7,09	2,57
Kk (mm)	1,25	2,47	1,5	0,28
Sz_{dk}(dk)	1,14	16,40	10,99	5,03
P (m^3/sa)	1,53	16,12	7,10	3,36
KH (m^3)	0,04	0,21	0,10	0,04

d (cm): göğüs çapı, h (m): tomruk boyu, V (m^3): kabuklu gövde hacmi, Ç (m): çevre, S (m^2): kabuklu soyma yüzey alanı, Kk (mm): kabuk kalınlığı, Sz_{dk}(dk): Soyma zamanı: P (m^3/sa): soyma verimliliği, KH (m^3): kabuk hacmi

Verilere ilişkin Kolmogorov-Smirnov Testiyle yapılan normallik testi sonucunda verilerin 0,05 önem düzeyinde normal dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Soyma verimliliği ve soyma zamanı değerleriyle tomruk verileri arasındaki ilişkiler için Pearson Korelasyon Analizi kullanılmıştır. Yapılan korelasyon analiz sonucunda Soyma verimliliği ile ise tomruk boyu ile kabuk kalınlığı arasında zayıf yönlü pozitif ilişkiler tespit edilirken çap, tomruk boyu, tomruk hacmi, çevre, kabuklu soyma yüzey alanıyla anlamlı ilişki tespit edilememiştir. Soyma

zamanı ile çap, boy, hacim, çevre, yüzey alanı arasında ise yüksek pozitif ilişkiler gözlemlenmiştir. (Şekil 4).



Şekil 4. Veriler arasındaki korelasyon analizi sonuçları. ns: p>0,05, *: p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001

Balta kullanılarak soyma verimliliğinin farklı çap sınıflarındaki etkisi için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Varyansların homojenliği testi için yapılan Levene testi sonucuna göre baltayla soyma verimlilikleri açısından varyansların homojen olduğu belirlenmiştir. Varyans analizi sonucuna göre baltayla yapılan soyma işleminde 40 ile 50 arası çap sınıfı ile 51 ile 60 arası çap sınıfı arasında soyma verimliliği üzerinde anlamlı bir farklılık bulunamamışken 60 ve üzerindeki çap sınıfıyla diğer çap sınıfları arasında soyma verimliliği üzerinde anlamlı bir etki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu sonuçlar çap artışının soyma verimliliğini artırdığını göstermiştir. 40 ile 50 arası çap sınıfında ortalama verim 2,48 m³/saat, 51 ile 60 arası çap sınıfında ortalama verim 3,68 m³/saat, 61 ve üzerinde ise verim 6,38 m³/saate çıkmıştır (Şekil 5). Motorlu testereye monte edilen soyma aparatı kullanılarak soyma verimliliğinin farklı çap sınıflarındaki etkisi için yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre farklı çap sınıflarında soyma verimliliği üzerinde anlamlı bir etkinin olmadığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde anlamlı bir fark tespit edilememiş olsa da motorlu testereye monte edilen soyma aparatı kullanılarak yapılan soyma işleminde çap sınıfları arasında ortalama verimlilikler 30 ile 40 arası çap sınıfında ortalama verim 8,81 m³/saat, 41 ile 50 arası çap sınıfında ortalama verim 11,70 m³/saat, 51 ile 60 arası çap sınıfında ortalama verim ise 13,05 m³/saat olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 4. Baltayla soyma verimliliğine ilişkin varyans analizi sonuçları

Verimlilik	Varyansların Homojenliği Testi		Varyans Analizi	
	Levene testi	p	F	p
Baltayla soyma	1,983^{ns}	0,148	108,920***	0,001

ns :p > 0,05 ; ***: p<0,001

Çizelge 5. Baltayla soyma verimliliğine ilişkin Duncan testi sonuçları

Çap sınıfları	Örnek sayısı	Ortalama verim	Std. Hata	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı		Min.	Mak.
					Alt sınır	Üst sınır		
40-50	3	2,48 ^{b}	0,99	0,91	2,00	2,99	1,53	3,51
51-60	14	3,68 ^{b}	0,79	0,42	3,49	4,32	2,79	6,07
60-üzeri	38	6,38 ^{a}	1,79	0,25	5,18	7,91	3,13	10,66
F değeri 22,171***								

Farklı harflerle gösterilen gruplar arasında 0.05 önem düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. ***: p<0,001

Çizelge 6. Motorlu testereyle soyma verimliliğine ilişkin Kruskal Wallis testi sonuçları

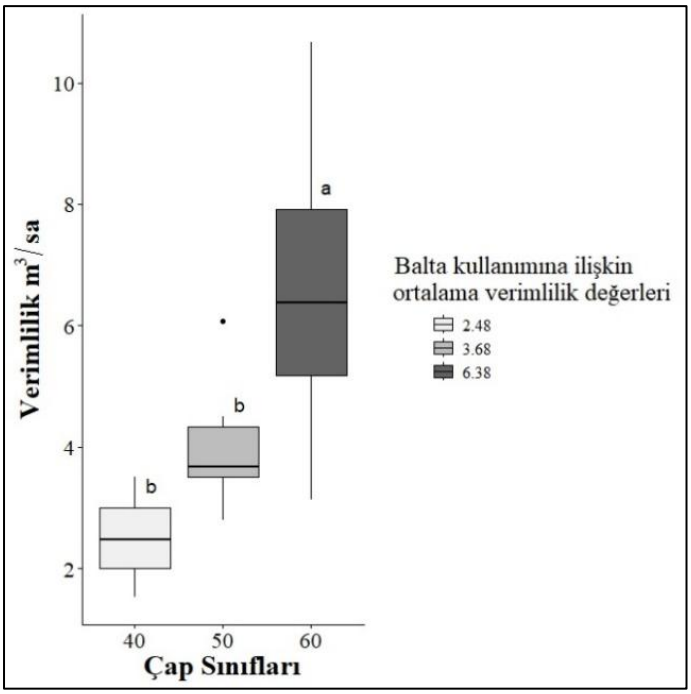
Çap sınıfları	Örnek sayısı	Ortalama verim	Std. Hata	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı		Min.	Mak.
					Alt sınır	Üst sınır		
30-40	7	8,81 ^{a}	3,94	1,18	6,44	10,34	4,86	16,11
41-50	13	11,90 ^{a}	2,61	0,86	10,43	13,78	7,60	15,83
Z değeri 3.4678^{ns}								

Aynı harflerle gösterilen gruplar arasında 0.05 önem düzeyinde anlamlı farklılık bulunmamaktadır. ns :p > 0,05

Çizelge 7. Soyma zamanı ve soyma verimi için regresyon modelleri

Model	$R^2_{düz}$	OMH	HKOK	DW	F	Değişkenler	Tahmin	Std. Hata	*t*-değeri	VIF
M1	0,705	0,296	0,417	1,97	62,24***	Sabit	-3,571***	0,521	6,849	
						d	-0,026*	0,011	-2,310	3,61
						V	1,528***	0,198	7,708	3,61
M2	0,959	0,236	0,376	1,89	508,8***	Sabit	-7,850***	0,654	-12,002	
						KH	12,378**	4,067	3,044	7,65
						h	1,069***	0,127	8,431	3,35
						d	0,1221***	0,011	11,479	4,01

ns: p>0,05, *: p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001 DW: Durbin-Watson testi, VIF: varyans artış faktörü



Şekil 5. Baltayla ortalama verimlilikler

Çalışmada balta ile soyma işlemi için doğrusal regresyon analizi kullanarak soyma zamanı (Sz) ve soyma verimliliği (P) bağımlı değişkenleri için tahmin modelleri oluşturulmuştur. M1 (Sz_b) balta ile soyma zamanının ve M2 (P_b) balta ile soyma verimliliğinin kullanımı için oluşturulan tahmin modelleridir. Modellerde varyans artış faktörü 10 değerinin altında olup çoklu bağlantı sorunu yoktur. Durbin-Watson test sonuçları 2'ye yakın olup modellerde otokorelasyon problemi bulunmamaktadır. M1 ve M2 modellerinin 0,05 önem düzeyinde parametreleri anlamlıdır. M1 modeli varyasyonun %70'ini, M2 modeli varyasyonun %96'sını açıklamaktadır. Diğer istatistik ölçütlere ilişkin bilgiler Çizelge 7'de sunulmuştur. Doğrusal regresyon analizi sonucunda M1 ve M2 modellerinin kullanılabilir formları aşağıda sırasıyla eşitlik 8 ve 9'da verilmiştir. Soyma zamanının bağımlı değişken olduğu M1 modeli için açıklayıcı değişkenler göğüs çapı (d) ve kabuklu gövde hacmi (V) olurken soyma veriminin bağımlı değişken olduğu M2 tahmin modelinin açıklayıcı değişkenlerini kabuk kalınlığı (KH), göğüs çapı (d) ve tomruk boyu (h) oluşturmaktadır. Elde edilen bulgular neticesinde tomruk boyutlarındaki hacim artışı soyma zamanını etkilemektedir. Hacimdeki artış kabuk soyma işlemi için daha fazla mesai harcamasına neden olmaktadır. Soyma verimliliği üzerinde kabuk hacminin, tomruk çapının ve boyunun etkili olduğu tespit edilmiştir.

$$M1) \quad Sz_b = -3{,}571 - d \times 0{,}026 + V \times 1{,}528 \qquad (8)$$

$$M2) \quad P_b = -7{,}850 + KH \times 12{,}378 + h \times 1{,}069 + d \times 0{,}1221 \qquad (9)$$

4. Tartışma

Bu çalışmada kabuk soyma çalışmaları için çap sınıfları balta ile yapılan çalışmalarda 40-50 cm, 51-60 cm ve 60 cm üzeri, motorlu testereye takılan aparat ile yapılan soyma çalışmalarında 30-40 cm, 41-50 cm ve 51-60 cm olmak üzere üç sınıfa ayrılarak incelemeler yapılmıştır. Kabuk soyma çalışmaları olarak yapılan benzer çalışmalarının birçoğunda da tomruk çapları üç sınıfa ayrılmıştır (Gülci ve ark., 2017; Çağlar, 2021; Eker ve Öztürk, 2024; Gürtan, 1969). Bunun yanında bazı çalışmalarda ise çap sınıfları on bölüme kadar da çeşitlendirilebilmektedir (Eker ve ark., 2025). Yapılan bu çalışmada tomrukların ortalama çapları 59,75 cm olarak belirlenmiştir. Diğer çalışmalardaki tomrukların çap sınıflarına bakıldığında bu çalışmada kabukları soyulan Doğu ladini tomruklarının orta çaplarının oldukça kalın olduğu belirlenmiştir.

Balta ile yapılan kabuk soyma çalışmalarında verim 40-51 cm çap aralığında 2,48 m³/saat, 51 ile 60 arası çap aralığında ortalama verim 3,68 m³/saat, 61 ve üzerinde ise verim 6,38 m³/saat olarak bulunmuştur. Gülci ve arkadaşlarının (2017) yaptığı benzer bir çalışmada tomruk çaplarının daha düşük olduğu bir üretim alanında balta ile soymada verimlilik 0,54 m³/saat, 0,68 m³/saat ve 0,89 m³/saat olarak bulunmuştur. Çağlar (2021)'ın balta ile kabuk soyma çalışmasında yine üç çap sınıfında ayrı ayrı verimler 1,19 m³/saat, 3,08 m³/saat ve 4,42 m³/saat olarak belirlenmiştir. Eker ve Öztürk (2024)'ün kızılçam meşcerelerinde yaptığı diğer bir çalışmada ise ortalama verimlilik 1,248 m³/saat olarak bulunmuştur. Parlak ve arkadaşlarının (2024) karaçam meşcerelerinde yaptığı diğer bir çalışmada ise kabuk soyma verimliliği 2,09 m³/saat olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada bulunan değerler diğer çalışmalardan yüksek çıkmıştır. Buradaki en büyük etken tomruk orta çaplarının diğer çalışmalardaki ürünlerin orta çapına göre oldukça büyük olmasıdır.

Motorlu testereye monte edilmiş soyma aparatı ile yapılan çalışmada verim değerleri 30-40 cm çap aralığında 8,81 m³/saat, 41-50 çap aralığında 11,70 m³/saat ve 51-60 çap aralığında ise 13,05 m³/saat olarak belirlenmiştir. Özer Genç (2025)'in Kastamonu bölgesi Daday Orman İşletme Şefliğinde yaptığı çalışmada motorlu testere ile tomruk hacmine göre iş verimi 8,606 m³/saat olarak bulunmuştur. Eker (2004)'in yaptığı bir diğer kabuk soyma çalışmasında ibreli ağaçların kabuk soyma verimliliğinin 0,95 – 1,38 m³/saat arasında değiştiğini belirtmiştir. Diğer bir çalışmada ise Eker (2011) yine ibreli ağaçların kabuk soyma çalışmalarında verimi 5,13 m³/saat olarak hesaplamıştır. Kızılçam meşceresinde yapılan bir çalışmada, ortalama 25 mm kabuk kalınlığına sahip tomruklarda yapılan kabuk soyma çalışmalarında verim 5,8 m³/saat olarak bulunmuştur (Parlak ve ark., 2024). Osmaniye Bahçe Orman İşletme Şefliği içerisindeki kızılçam ormanlarında yapılan diğer bir kabuk soyma çalışmasında tomruklar düşük, orta ve yüksek hacimli olarak belirlenmiş ve verim sırasıyla 3,54 m³/saat, 2,90 m³/saat ve 2,39 m³/saat olarak bulunmuştur. Diğer bir çalışmada, Eker ve Öztürk (2022), ortalama 27,64 cm orta çap ve 3,1 m boya sahip kızılçam tomruklarında verim ortalama 3,94 m³/saat olarak belirlenmiştir. Gülci ve ark., (2017)'de yaptığı diğer bir çalışmada iki farklı ağaç grubunda kabuk soyma çalışmaları yapılmıştır. Ortalama 18,53 cm çap ve 3,04 m boya sahip kızılçam tomruklarında kabuk soyma verimi 1,25 m³/saat, ortalama 27,12 cm çap ve 2,05 m boya sahip sedir tomruklarında verim 0,86 m³/saat olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada işçinin kabuk soyma verimliliği diğer çalışmalara göre fazla çıkmıştır. Bunun başlıca nedeni tomruk orta çaplarının diğer çalışmalardaki tomruk çaplarına göre oldukça yüksek olmasıdır.

Bu çalışmanın sonucunda, tomruk boyutunun artması kabuk soyma çalışmalarında verimin de artmasına neden olmuştur.

Bu çalışmada ortalama tomruk kabuk kalınlığı 1,5 cm olarak belirlenmiştir. Diğer çalışmalara bakıldığında 0,57 cm kızılçam ve 2,62 cm sedir (Gülci ve ark., 2017a), 1,48 cm kızılçam tomruğu (Eker ve Öztürk, 2022), 1,40 cm kızılçam tomruğu (Gülci ve ark., 2017b) ve 1,75 cm kızılçam tomruğunda (Eker ve ark., 2025) değerleri görülmektedir. Yapılan bu çalışmada Kabuk kalınlıkları diğer çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında balta ile kabuk soymada kabuk kalınlığı arttıkça verim yükselmektedir. Bunun yanında ince kabuklu tomruklarda motorlu testerenin verimi daha yüksek bulunmuştur. Tomruk kabuk kalınlığının 2,5 cm'yi aştığı durumlarda balta ile soymanın daha verimli olduğu belirtilmiştir (Gülci ve ark., 2017b). Farklı ağaç gruplarında yapılan kabuk soyma çalışmalarında ürünlerin kabuk kalınlığı yanında odunlarının anatomik yapısı da önemlidir. Doğu ladini gibi ağaçların kabuğu özellikle yeni kesilmiş ve yaş olan tomruklarda balta ile daha kolay soyulabilmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada balta ile kabukların soyulması işleminin daha hızlı ve veriminin yüksek olduğu düşünülmektedir. Doğu ladini meşcerelerinde yapılan kabuk soyma çalışmaları ile ilgili olarak yeterli kaynak bulunmamaktadır. Daha sonra yapılacak kabuk soyma çalışmalarında ağaç türlerine ve kabuk yapılarına göre daha uzun soluklu ve detaylı çalışmalar ile bu sav desteklenebilir.

Bu çalışmada tomruk orta çapları göz önüne alındığında 40-50 cm ve 51-60 cm orta çaplarındaki iki sınıfta balta ve soyma aparatı karşılaştırması yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma ya göre 40-50 cm çap aralığındaki tomruklarda balta ile soymada verim 2,48 m^3/saat iken motorlu testereye takılan apart ile yapılan soyma çalışmasında bu verim 11,70 m^3/saat bulunmuştur. Aynı şekilde 51-60 cm tomruk orta çapı sınıfında ise balta ile soymada verim 3,68 m^3/saat iken motorlu testereye monteli aparat ile yapılan soyma çalışmasında verim 13,05 olarak belirlenmiştir. Buradan da görüldüğü üzere, motorlu testereye monte edilen soyma aparatında 40-50 cm çap aralığında verim 4,7 kat, 51-60 cm çap aralığında verim 3,5 kat daha yüksektir. Parlak ve ark., (2024)'e göre motorlu testereye monteli soyma aparatında verimin 2 – 8 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir. Motorlu testereye takılan aparat ile yapılan soyma çalışmalarında mekanizasyondan dolayı kabuk soyma hızı daha yüksek çıkmaktadır. Balta ile soyma çalışmalarında işçinin deneyimi, baltanın şekli, ağacın kabuk kalınlığı, çapı gibi faktörler mekanizasyona göre zaman üzerinde daha etkili olmaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Odun üretim çalışmalarında ibreli ürünlerin kabuklarının soyulması ağaç üretim prosesinde önemli bir yer tutmaktadır. Kabuğun balta ve farklı araçlarla soyulması birçok yönden artıları olan bir işlemdir. Bu çalışmanın ana amacı balta ve motorlu testereye monte edilen aparat ile yapılan kabuk soyma çalışmalarının karşılaştırılmasıdır. Çalışma sonucunda motorlu testere aparatı ile yapılan soyma çalışmalarının balta ile yapılandan ortalama 3,5-4,7 kat daha verimli olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgular neticesinde tomruk boyutlarındaki hacim artışının soyma zamanını etkilediği belirlenmiştir. Hacimdeki artış kabuk soyma işlemi için daha fazla mesai harcanmasına neden olmaktadır. Soyma verimliliği üzerinde kabuk hacminin, tomruk çapının ve boyunun etkili olduğu tespit edilmiştir.

Sonuçta odun üretimindeki kabuk soyma çalışmalarında motorlu testereye monte edilen kabuk soyma aparatlarının daha verimli olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda soyma süresinin az olması, iş gücünün yoğun olmaması nedeniyle kabuk soyma aparatının daha pratik ve kullanışlı olduğu sonucuna varılmıştır. Kabuk soyma çalışmalarının hızlı bir şekilde yapılması özellikle son yıllarda artan orman yangınları sonrasında yanık sahalardaki ürünün bir an önce ekonomiye katılması açısından önemlidir. Aynı zamanda yangın alanlarının bir an önce boşaltılması ve ağaçlandırma çalışmalarının bir an önce başlaması açısından da göz önünde bulundurulmalıdır. Kabuk soyma aparatlarının kullanımı hız, verim ve ekonomik olarak gelirin artmasına neden olacaktır.

Teşekkür

Çalışmanın arazi ölçümlerinin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan Emre Bektaş'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Carus S., 2002. Bazı hacim formüllerinin seksiyon, gövde ve bağıl uzunluklara göre kıyaslanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1), 101-114. https://doi.org/10.18182/tjf.45542.

Çağlar S., 2021. Work efficiency and physical workload during the manual debarking of Scotch pine trees. International Journal of Forest Engineering, 32(3), 246-255. https://doi.org/10.1080/14942119.2021.1927471.

Eker, M., Çoban H.O., Acar, H.H., 2011. Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey. African Journal of Agricultural Research, 6(10), 2146-2156.

Eker M, Öztürk E., 2022. Bazı kabuk soyma araçlarının verim ve kabuk soyma kalitesi açısından karşılaştırılması. Turkish Journal of Forestry, 23(4), 278-289. https://doi.org/10.18182/tjf.1168983.

Eker, M., Çoban, O., Acar, H.H., 2025. Time efficiency and productivity of chainsaw attached debarking in southern pine stands of Turkey. Advances in Agriculture and Agricultural Sciences, 11(4), 1-11.

Gavrilov, T.A., Stankevich, T.B., Anpilogova, O.A., Kalesnikov, G.N., Cheryaev, L.A., 2016. Debarking waste processing: a systematic review. Resources and Technology, 13(3), 71-77. https://doi.org/10.15393/j2.art.2016.3521.

Gülci N, Akay AE, Erdaş O., 2017a. Productivity assessment of alternative timber debarking methods. Sumarski List, 141(9-10), 469-476. https://doi.org/10.31298/sl.141.9-10.3.

Gülci, N., Gülci, S., Önen, H., 2017b. Assessment of bark debarking using axe. International Symposium on New Horizons in Forestry, 18-20 October 2017, Isparta, Türkiye.

Gürtan H., 1969. Değişik Tipli Balta ve Kabuk Yontma Demirlerinin İş Verimleri. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, 38, Ankara.

Kalaycı Ş., 2006. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 975-9091-14-3.

Magagnotti, N., Nati, C., Pari, L., Spinelli, R., Visser, R., 2011. Assessing the cost of stump-site debarking in eucalypt plantations. Biosystems Engineering, 110, 443-449. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2011.09.009.

McEwan, A., Brink, M., Spinelli, R., 2019. Efficiency of different machine layouts for chain flail delimbing, debarking and chipping. Forests, 10, 1-13. https://doi.org/10.3390/f10020126.

Moore, G., McMahon, T., (1986). Bark/wood bond strength and its association with material and environmental variables. Wood and Fiber Science, 18, 526-536.

Nemestothy, S., Grabner, M., 2021. Austrian logging: A historical account of the time of felling and debarking, and transportation practices. International Journal of Wood Culture, 1, 180-195. https:// 10.1163/27723194-20210005.

OGM., 2024. Kemerköprü Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı, Ankara.

Özer Genç, Ç., Arıcak, B., 2022. Developing a harvest plan by considering the effects of skidding techniques on forest soil using a hybrid TOPSIS-entropy method. Forest Science, 68(3), 312-324. https://doi.org/10.1093/forsci/fxac010.

Öztürk, T., Bilici, E., İnan, M., Yer, B.M., 2024. Examining the changes in the amounts of $PM_{2.5}$, PM_{10} and CO_2 in the environment in debarking operations. Šumarski list, 148(11–12), 555–564. https://doi.org/10.31298/sl.148.11-12.3.

Parlak, S., Aykın, Ö., Gökdemir, F., 2024. Anadolu Karaçam (*Pinus nigra* Arn.)'ında iki farklı ekipmanla kabuk soyma zaman analizi. Ağaç ve Orman, 5(2), 64-71.

Rukomojnikov, K., Alexagina, N., 2024. Mechanism for debarking logs when performing logging operations using a forest harvester. Journal of Mechanical Engineering, 74(3), 97-104. https://doi.org/10.2478/scjme-2024-0037.

URL-1. https://www.husqvarna.com/tr/motorlu testereler/365/(Data accessed: 28.02.2026).

URL-2. https://www.baseh.com/v/ (Data accessed: 28.02.2026)

Yıldırım, M., 1987. Ormancılık işlerinde zaman etüdü değerlendirmesi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B37(3), 67-85.