



Anadolu Karaçam (*Pinus nigra* Arn.)'ında iki farklı ekipmanla kabuk soyma zaman analizi

Debarking time analysis of Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn.) with two different equipments

Salih PARLAK^{1*} , Özgenur AYKIN¹ , Furkan GÖKDEMİR² 

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa, Türkiye.

²Refa Mühendislik Ormanlık Peyzaj Çevre Enerji Tarım Gıda İnşaat Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Ankara, Türkiye.

Sorumlu yazar:

*Salih PARLAK

E-mail:

salih.parlak@btu.edu.tr

Gönderim Tarihi:

14/05/2024

Kabul Tarihi:

19/09/2024

Atf:

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.

DOI:10.59751/agacorman.1483730

Özet

Ormanların üretim işlevi sürdürülebilir işletmecilik bakımından son derece önem arz etmektedir. Piyasa değeri ve oluşturduğu katma değeri yüksek olan karaçam (*Pinus nigra* Arn.) odun hammaddesi bakımından önemli asli türlerdendir. Üretim maliyetlerinin düşürülmesi işletmenin kârlılığı için zorunludur. Maliyetlerin düşürülmesi, makine ve ekipman kullanımı ile emek yoğun üretimden teknoloji yoğun üretime geçişle sağlanabilmektedir. Makine-ekipmanların ağaçların kesimi, boylanması, kabuk soyma ve taşıma işlerinde kullanılması maliyetlerin düşürülmesini ve üretim sürecinin hızlandırılmasını mümkün kılabilir. Tomruk üretiminde yapılması gereken zorunlu iş kalemlerinden olan ibrelü türlerde kabuk soyma zaman alıcı bir işlemdir. Bu çalışmada, karaçamda farklı ekipmanla kabuk soyma sürelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kronometre sıfırlama yöntemiyle zaman ölçme tekniği kullanılarak farklı çaplardaki karaçam tomruklarında kabuk soyma iş-zaman analizi yapılmıştır. Çalışma Ankara Orman İşletme Müdürlüğü Aydos Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan 427 ve 451 numaralı bölmelerde yürütülmüştür. Çalışma sonunda balta ve motorlu testereye takılan ekipmanla kabuk soyma süreleri belirlenmiş ve etkinlikleri ortaya konulmuştur. Kabuk soyma aparatının baltaya göre daha kısa sürede ve daha fazla soyma kapasitesi ile daha kullanışlı, pratik ve 2,8 kat daha verimli olduğu belirlenmiştir. Bu bakımdan karaçamda kabuk soyma aparatı kullanımının işgücü, verimlilik ve zaman bakımından avantaj sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Anadolu karaçamı, balta, iş-zaman analizi, kabuk soyma aparatı, *Pinus nigra* Arn.

Abstract

The production function of forests is extremely important for sustainable forestry management. The Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn.), which has a high market value and added value, is one of the important primary species in terms of wood raw material. The reduction of costs can be achieved by transitioning from labor-intensive production to technology-intensive production through the use of machinery and equipment. The use of machinery and equipment in tasks such as tree cutting, pruning, bark peeling, and transportation can enable cost reduction and accelerate the production process. Debarking in coniferous species, a mandatory task in log production, is a time-consuming process. In this study, it was aimed to determine the debarking times of Anatolian black pine with different equipment. For this purpose, debarking work-time analysis was carried out on Anatolian black pine logs of different diameters using the time measurement technique with the stopwatch resetting method. The study was carried out in compartments 427 and 451 located within the borders of Ankara Forest Management Directorate, Aydos Forest Management Directorate. As a result of the study, the debarking times with the equipment attached to the chainsaw and axe were determined and their effectiveness was demonstrated. It has been determined that the debarking apparatus is more useful, practical and 2.8 times more efficient with a higher peeling capacity in a shorter time than the axe. In this regard, it has been concluded that the use of debarking apparatus in Anatolian black pine provides advantages in terms of labor, efficiency and time.

Keywords: Anatolian black pine, axe, time analyze, debarking tool, *Pinus nigra* Arn.

1. Giriş

Orman işlevlerinin önemli bir kısmını odun ve odun dışı orman ürünleri üretimi oluşturmaktadır. Üretim işlevi sürdürülebilir, nitel ve nicel çok yönlü faydalanma için son derece önem arz etmektedir. Üretim çıktılarında biri olan odun hammaddesi, orman kaynaklarının ana ürünlerindedir. Türkiye'de odun hammaddesi üretimini son yıllarda artış göstermiş ve elde edilen ürünlerin ülke ekonomisindeki payı artmıştır. Öyle ki On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)'nda "501. Orman kaynaklı ürün ve hizmetler sürdürülebilir orman yönetimi ilkeleri çerçevesinde ihracat odaklı çeşitlendirilecek, sektörün ekonomideki payı artırılacaktır" ile "501.7. Orman

ürünlerinin daha fazla istihdam ve katma değer sağlayan sektörlerde kullanımı artırılacaktır." ibarelerine yer verilmiştir (SBB, 2023).

Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn.) odun hammaddesi üretimi bakımından ülkemizde önemli asli türlerimizdendir. Odununun sert, dayanıklı, kaliteli, kolay işlenmesi ile sahip olduğu mekanik ve fiziksel özellikleri dolayısıyla türün ekonomik ve katma değere dönüştürülme potansiyeli oldukça yüksektir (Yaltrık ve Efe, 2000; Isajev vd., 2004; OGM, 2013; Enescu vd., 2016; Sevgi vd., 2022). Bu özellikleriyle karaçam odunundan tomruk, tel ve maden direği, sanayi, kâğıtlık, lif yonga odunu, sırk, kereste, ambalaj sandığı, tel, travers, kontrplak, kâğıt hamuru, doğrama, yakacak odun gibi birçok farklı çeşitte yararlanılmakta ve bu çeşitlilik karaçama

ticari önem kazandırmaktadır. (Enescu vd., 2016; Kılıç Pekgözlü vd., 2017; OGM, 2024).

Türkiye'deki karaçam ormanları 4,2 milyon hektarla orman alanlarının %18,3'ünü oluşturmaktadır ve alan bakımından meşe ile kızılçamın ardından üçüncü sırada gelmektedir (OGM, 2021). Yayılış alanları dikkate alındığında ticari bakımdan yüksek değer atfedilmesine bir örnek olarak Yılmaz vd. (2020) Marmara Bölgesi Orman Bölge Müdürlükleri açık artırma ihalelerinde alıcıların ilk tercihinin karaçam olduğu belirtilmektedir.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) (2024) istatistiklerine göre 2018-2022 yıllarında ortalama olarak en fazla karaçam endüstriyel odun üretim payı %8,42 ile 2018-2019 yılları için lif

yonga odununda; 2020-2022 dönemi için ise %8,09 ile tomruk üretiminde görülmektedir (Tablo 1). Öte yandan karaçam yakacak odun üretimindeki ortalama payı en yüksek %9,13 ile 2018-2020 döneminde saha temizliğinde; 2021-2022 yıllarında ise %7,79 ile koruda görülmektedir (Tablo 2). Karaçamın endüstriyel odun üretimindeki payı ise sırasıyla 2018 yılında %22,9, 2019 yılında %21,8, 2020 yılında %21,9, 2021 yılında %21,7 ve 2022 yılında %21,0 iken yakacak odun üretimindeki payı da 2018 yılında %17,5, 2019 yılında %14,5, 2020 yılında %13,9, 2021 yılında %12,8 ve 2022 yılında %13,5 oranında gerçekleşmiştir (Tablo 3).

Tablo 1. Türkiye'de karaçam endüstriyel odun üretim miktarı (m³) (2018-2022) (OGM, 2024).

Table 1. Anatolian black pine industrial wood production amount in Türkiye (m³) (2018-2022) (OGM, 2024).

Ürün Çeşidi	2018	2019	2020	2021	2022
Tomruk	1.603.637	1.766.844	2.058.334	2.316.356	1.935.615
Tel Direği	36.602	28.321	35.928	63.624	43.059
Maden Direği	245.975	289.648	360.456	408.661	341.596
Sanayi Odunu	56.901	60.282	76.676	115.660	81.774
Kâğıtlık Odun	773.279	869.137	985.881	1.134.076	1.239.163
Lif Yonga Odunu	1.648.265	1.811.844	1.883.582	1.979.938	1.698.252
Sırık	4.398	3.173	6.478	9.753	8.239
Endüstriyel Toplam	4.369.057	4.829.249	5.407.335	6.028.068	5.347.698

Tablo 2. Türkiye'de karaçam yakacak odun üretim miktarı (ster) (2018-2022) (OGM, 2024).

Table 2. Anatolian black pine firewood production amount in Türkiye (stere) (2018-2022) (OGM, 2024).

Ürün Çeşidi	2018	2019	2020	2021	2022
Baltalık Koruya Tahvil	5.465	1.268	21.276	154	0
Koru (Etadan)	318.600	342.677	289.229	407.891	499.798
Saha Temizliği	532.244	468.783	438.704	294.109	326.021
Yakacak Toplam	856.309	812.728	749.209	702.154	825.819

Tablo 3. Türkiye'de karaçam endüstriyel ve yakacak odun üretim payı (%) (2018-2022) (OGM, 2024).

Table 3. Anatolian black pine industrial and firewood production rate in Türkiye (%) (2018-2022) (OGM, 2024).

Ürün Çeşidi	2018	2019	2020	2021	2022
Endüstrideki Pay	22,9	21,8	21,9	21,7	21,0
Yakacak Pay	17,5	14,5	13,9	12,8	13,5

Türkiye coğrafyasının sahip olduğu dağlık engebeli yapı, artan işçilik maliyetleri, orman köylüsünün durumu ile düşük iş güvenliği şartları ormancılıkta odun hammaddesi üretimini zorlaştırmakta ve geciktirmektedir. Bu bağlamda, salt maliyet güdülü emek yoğun üretimden sosyal fayda ile istihdam anlayışının gözetildiği sermaye yoğun teknoloji üretimine geçiş modern makine ve ekipman kullanımını zorunlu kılmaktadır (Acar ve Şentürk, 1996; Gülci vd., 2016; Eker, 2022).

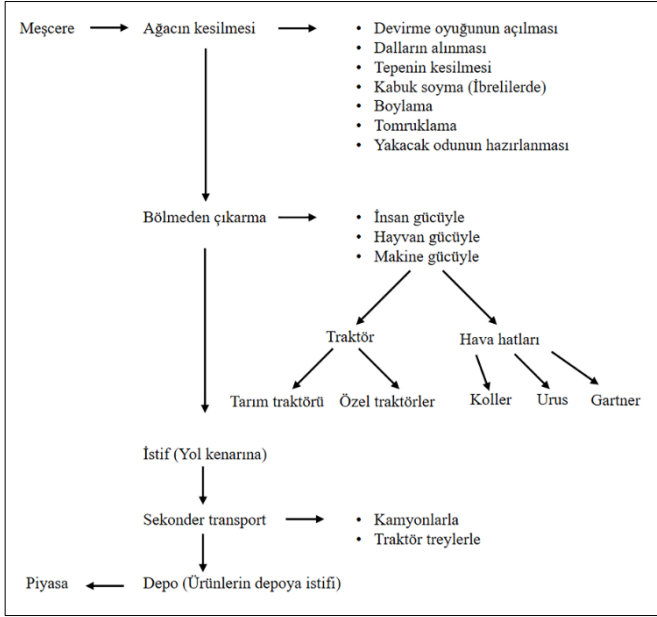
Odun hammaddesinde üretim meşcerede ağacın kesilmesi ile başlamakta ve bölmeden çıkarma, istif, sekonder transport ile depo takibinden sonra ürünün piyasaya arzı ile son bulmaktadır (Şekil 1) (Öztürk, 2006).

Tomrukta kabuk soyma üretim aşamasının önemli bir bileşeni durumundadır. Kabuk soymada amaç; kesilmiş tomrukta kabuk böcekleri zararının önlenmesi, iğne yapraklı ağaçlarda kabuğun minimum odun kaybı ile soyulması, kerestenin nis-

peten hızlı kurumasının teşvik edilmesi ve dolayısıyla depolama kusurlarının azaltılması ile nakliyelerde kerestenin ağırlığının ve bir dereceye kadar hacminin azaltılmasıdır (Gürtan, 1969; Staaf ve Wiksten, 1984; Isokangas, 2010; Routa vd., 2020; Salmi, 2020). Üretim aşamalarından biri olan kabuk soymada türe bağlı olarak, toplam hacmin %9-15'ini (kuru olduğunda %13-21) ve toplam ağırlığın %5-30'unu oluşturduğu göz önüne alındığında yüksek miktarda kabuk elde edilmektedir (Harkin ve Rowe, 1971; Murphy, 2020). Oduna kıyasla daha düşük değerlerde olsa da azalan odun ve lif kaynakları, kabuğun tüm olası kullanımlarını değerlendirme konusunda endüstriyi zorlamaktadır (Kofujita vd., 1999; Xing vd., 2006).

Kabuk soyma sürecinin genel üretim süreci içindeki zamansal payı ve buna bağlı maliyet payının yüksek olması, üretimin etkenliği açısından olumsuz bir durum olarak algılanmaktadır

(Eker ve Şefik, 2019). Elle kabuk soyma, özellikle de kabuğun donduğu kış aylarında fizyolojik olarak çok yorucu bir iştir. Bir tomruğun elle hazırlanması için gereken toplam sürenin yaklaşık %50-60'ı kabuk soyma için harcanmaktadır. Elle kabuk soymada işçilik maliyeti toplam maliyetin %99'u iken, ekipman maliyeti maksimum %1'dir. Küçük makinelerle kabuk soymada işçilik maliyeti yaklaşık %75 iken, makine maliyetlerinin toplam kabuk soyma maliyetinin %25'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Elle kabuk soyma işlemine etki eden faktörler gövde boyutu, kabuğun fiziksel özellikleri, mevsimsel sıcaklık, ağaç yaşı ile kabuk soyma aletlerinin teknik tasarımı ve keskinliği olarak sıralanabilir (Staaf ve Wiksten, 1984). Optimizasyonu pratikte nadiren mümkün görünse de kabuk soyma işlemine etki eden birçok faktör vardır. Bunlar; organizasyon (kabuk soyma yeri, işgücü), tomruk miktarı (depo büyüklüğü, depolar arası mesafe, istiflerin uzunluğu ve yüksekliği, istifler arası mesafe), tomruk özellikleri (ortalama uzunluk, parça başına ortalama hacim, tür, eğrilik, kabuk sıcaklığı) ve makine ekipman özellikleridir (Staaf ve Wiksten, 1984). Teknik alandaki ilerlemeler kabuk soyma işleminin insan gücü yerine makine ile yapılmasını zorunlu kılmaktadır (Yıldırım, 1987a).



Şekil 1. Odun hammaddesi üretim aşamaları (Öztürk, 2006).

Figure 1. Timber harvesting stage (Öztürk, 2006).

Kabuk soymada iş verimliliği mevsime göre de değişebilmektedir. *Pinus ponderosa*'da yapılan çalışmada ilkbahar sonu ve yaz başında kabuk soyumunun kış mevsimine göre 5 kata kadar daha hızlı yapılabildiği belirlenmiştir (Murphy, 2020). Kabuğun oduna bağlanma mukavemeti kış mevsiminde daha fazla olduğundan soyulması daha güç olmaktadır (Einspahr vd., 1978). Bir başka çalışmada yaz ve kış mevsiminde kabuk soyma verimi arasında ortalama %46 fark olduğu bulunmuştur (Heppelmann vd., 2019). Kambiyum hücreleri çok ince bir tabakadır ve fazla baskı uygulandığında kolayca odundan ayrılır. Kambiyumun yapısı yaklaşık %35 pektin, %30 selüloz, %30 hemisesüloz, %5 de diğer polisakaritlerden oluşmaktadır. Kabuk soyma için kambiyumun yapısının bilinmesi gerekir. Odunsu türlerde kabuğun yapışma kuvveti değişmesine

rağmen, kabuğun vejetasyon dışında oduna yapışması, vejetasyon döneminden daha kuvvetlidir. Sıcaklık ve uygulanan kuvvetin yönü de kabuğun odundan ayrılmasını etkiler. Kabuğun yapışma kuvveti çapraz bağlanan kalsiyum iyonlarından ve pektinin yapısında arabinan ve galaktan yan zincirlerin bulunmasından kaynaklanmaktadır (Chahal ve Ciolkosa, 2019). Odun bazlı endüstrilerde elde edilen en temel yan ürünlerden biri olan kabuğun oduna yapışma şiddeti genel olarak vejetasyon dönemi dışında artmakta ve bu süreçte kabuğun aşınma direnci yükselmektedir (Einspahr vd., 1978; Sillero vd., 2019). Yılın diğer zamanlarına göre kabuğun soyulması, özsuyun arttığı ilkbaharda daha kolay olmaktadır (Muphy ve Acuna, 2016). Yaşlı gövdelerde daha kalın kabuk ihtiva eden karaçamda kabuk hacmi toplam tomruk hacminin %16-24'ü kadardır (Akkemik, 2018; Wagenführ ve Wagenführ, 2021). Yapılan çalışmalarda karaçamın kabuk payının %19 ve bir ağaçtaki ortalama kabuk miktarının 99,74 kg olduğu bildirilmiştir (Dutkuner ve Koparan, 2016; Ulusan ve Eler, 2023).

Kabuğun soyulması maliyetli olmasına rağmen bazı faydaları bulunmaktadır. Kabuğun soyulması ağacın kütle ve hacmini azaltır ve tomruk kabuklu oduna kıyasla 3 kat daha hızlı kurur (Heppelmann vd., 2019). Kabuk soymanın zorluklarını tomruktaki çarpıklıklar, dal sapları, çıkıntılar ve çatallar gibi etkilerin oluşturduğu kabuk yüzeyinin yapısı ve pürüzsüzlüğü ile kabuk ve odun arasındaki yapışma şiddeti belirlemektedir (Staaf ve Wiksten, 1984). Kabuk soymada yer, zaman, ağacın tür ve yaşı, meşcerenin ekolojik şartları ve kabuk soyma yöntemi etkili olmaktadır (Eker vd., 2020). Kabuk soyma meşcere içi, ara istif yeri (rampa), depo ve fabrikalarda çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler (1) El aletleri (balta, kabuk yontma demiri, kabuk yontma bıçağı ve kabuk yontma kaşığı), (2) Kabuk soyma makineleri, (3) Kimyasal maddeler, (4) Su tazyikli ve sürtünme tekniğidir (Gürtan, 1969).

Kabuğun meşcere içinde soyulması tomrukta oluşacak kabuk böceği zararlarının önlenmesi ve orman sağlığı açısından önemli bir uygulamadır (Werkelin vd., 2005). Orman içinde kabuk soyma işlemi; kabukların besin döngüsüne katılımı, kuruma ve su kaybına uğraması sonucu taşımada daha ağır tonajlar, depolamada yüksek kapasite, nakliyede düşük maliyet ve kolaylık, fumigasyon maliyetlerinde azalma, kabuğun kirletici etkisinin ortadan kaldırılması ve kabuk böcekleri ile kabuk kaynaklı patojenlerin taşınmasının engellenmesiyle tomruk zararının önlenmesi gibi çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Kabuk soyulduğunda hacim azaldığından %4-5 daha fazla tomruk taşınabilmektedir. Dezavantajlara ise; kurumadan kaynaklı ağırlık kaybı sonucu, kuru emval satışlarında mal ilavesi gerektirmesi, tomruk odun yüzeyine bulaşan kir ve kumun değer kaybına yol açması ile ek bir makine gereksinimi, gövde kayganlığı nedeniyle nakliyede güçlük ve kurumayı geciktiren olumsuz çevre koşullarında artan maliyetler örnek verilebilir. Öte yandan kabuğun soyulmadığı durumlarda işlendiği tesiste iş güvenliği ve yangına, makine ve teçhizatlarla daha uzun temizlik ve bakım süresine, empenye edilecekse tomruğa kimyasal girişini engellemeye, odun hamurunun kirlenmesine ve kabukta kalan hastalık ve zararlılar bitki sağlığında sorunlara yol açabilir. Kabuğu soyulan tomruklar soyumdan hemen sonra daha kaygan hale

geldiğinden kaldırma ve taşıma zorlaşabilir. Ayrıca farklı alanlarda kullanılma potansiyeli olan kabuklar ormanda bırakılmaktadır (Defo ve Brunette 2006; Yan vd., 2017; Heppelmann vd., 2019; Murphy, 2020).

Birçok ağaç türünde yapılmasına rağmen karaçamda kabuk soyma ve zaman analizi konularında yeterli çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada karaçam tomruklarında kabukların balta ve motorlu testereye takılan kabuk soyma aparatı ile soyularak iş veriminin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini arazi çalışmasının yapıldığı Ankara Orman İşletme Müdürlüğü Aydos Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan 427 ve 451 numaralı bölmelerde üretim amaçlı kesilen karaçam tomrukları oluşturmaktadır.

Arazi çalışmasında kabuk soyma işlemi geçici orman işçisi tarafından balta ve kabuk soyma aparatı ile yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kabuk soymada kullanılan ve motorlu testereye takılan ekipmanla çalışma.

Figure 2. Working with equipment used in debarking and attached to a chainsaw.

Çalışmada, verimliliğe etki eden faktörler Denklem 1’de sıralanmış ve literatürde örnek uygulamalara benzer şekilde deneyimli bir operatöre yer verilmiştir (Polagye vd., 2007; Eker ve Özer, 2015). Balta ve kabuk soyma aparatı ile çalışan işçi 49 yaşında erkek ve geçimini ormandan sağlayan orman köylüsüdür.

$f(\text{verimlilik}) = (\text{çap, boy, hacim, sıcaklık, ekipman, balta/aparat, operatör, zaman})$ (1)

Verimlilik fonksiyonunda yer alan hacim değişkeninin hesaplanmasında Huber eşitliği kullanılmıştır (Denklem 2) (Carus, 2002).

$$v = \frac{\pi}{40000} \times d_{0,5}^2 \times l \quad (2)$$

v : seksiyon hacmi (m^3), $d_{0,5}$: seksiyon orta çapı (cm), l : seksiyon uzunluğu (m)

Daha sonra ise hacim ve toplam kabuk soyma süresi verileri kullanılarak saatlik verimlilik (m^3/sa) hesaplanmıştır. Verimliliğin hesaplanmasında Denklem 3 kullanılmıştır.

$$V = \sum_{k=1}^n \left(\frac{v}{s} \times 60 \right) \quad (3)$$

V : verimlilik (m^3/sa), n : tomruk no, v : tomruk hacmi,

s : toplam kabuk soyma süresi (sa), 60: dakikayı saate dönüştürme katsayısı

Kabuk soymada verimliliğin genellikle çalışma süresine bağlı olarak değerlendirilmesinde, zaman tasarrufu ve daha az hata nedeniyle çalışma süresinin ölçülmesinde zaman etüdü yönteminin kullanımı tercih edilmiştir (Yıldırım, 1987b). Balta ve soyma ekipmanı ile çalışmada zaman analizinin yapılması için kronometre sıfırlama yöntemiyle zaman ölçme tekniği kullanılmıştır. Zaman ölçümünde, makine-ekipmanla çalışma zamanı dikkate alınmıştır. Ara bekleme ve diğer tomruğa geçme zamanları dikkate alınmamış, tomruğu soymaya başlama ve bitirme arasındaki süreler esas alınmıştır. Soyma süresi; balta veya motorlu testere ile tomruğa ilk müdahaleden başlanması ve tomruğun çevrilmesi dahil olmak üzere, tüm tomruktaki kabuk sıyırma işlemi bitimine kadar olan zamanı kapsamaktadır.

Mayıs ayında yapılan çalışmada ilk gün balta, ikinci gün motorlu testereye takılan kabuk soyma aparatı ile 3 ve 4 metre boyunda 10 adet karaçam tomruğu soyulmuş ve çalışma esnasında kabuk soyma süresini etkileyen hava sıcaklığı çevresel faktörler ölçülmüş fakat soyma süresine etkisi sabit kabul edilmiştir. Dijital termometre ile her tomruk soyulmaya başladığında sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Kabukları soyulan tomrukların çapı (cm), boyu (m), ölçülen işlem zamanı kronometre yardımıyla ölçülmüştür (Tablo 4,5). Toplanan veriler doğrultusunda iki farklı kabuk soyma yöntemi arasında, metreküp birim başına ortalama soyma süreleri değerlendirilerek ormancılık açısından verimli ve ekonomik yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Tomruk üretiminde kabuk soyma işlemi konu alan çalışmaların çoğunluğu iş verimi esasına dayanmaktadır (Öztürk, 2006; Eker ve Öztürk, 2022). Tomrukların meşcere içinde kabukların soyulması çeşitli makine ve ekipmanla yapılmakta ve bu işlem toplam üretim süresinin %50’sinden fazlasını kapsamaktadır (Eker vd., 2020). Elle kabuk soyma işlemi yoğun emek gerektirmektedir (Grobbelaar ve Manyuchi, 2000). Ülkemizde genellikle balta ile kabuk soyma işlemi yapılırken, 2000’li yıllarda kabuk soyma aparatının kullanıma başlanmasıyla iş verimi artmıştır (Şefik, 2019). Kışın kabuğun oduna yapışma kuvveti arttığından kabuk soyma veriminin yaz mevsiminde kışa göre daha fazla olduğu bilinmektedir (Muphy ve Acuna, 2016; Heppelmann vd., 2019). Mayıs ayında yapılan bu çalışma soyma zamanı olarak literatür ile uyumludur.

Çalışmada soyma işleminde baltanın kullanıldığı veriler Tablo 4’de yer almaktadır.

Tablo 4. Kabuk soymada balta verileri.
Table 4. Data of debarking with axe.

Tomruk No	Tomruk Çapı (cm)	Tomruk Boyu (m)	Tomruk Hacmi (m ³)	Toplam Kabuk Soyma Süresi (sn)	Sıcaklık (°C)
1	36	4	0,407	533	7
2	38	4	0,454	605	7
3	28	4	0,246	550	9
4	32	3	0,241	582	13
5	42	4	0,554	737	13
6	46	4	0,665	835	16
7	26	4	0,212	448	16
8	30	4	0,283	512	17
9	26	3	0,159	461	17
10	24	3	0,136	534	17

İlk altı tomrukta öğleden önce, sonraki dört tomrukta ise öğleden sonra kabuk soyma işlemi yapılmıştır. İşçi altı tomruğun soyulmasının ardından öğle molasına girmiştir. Bu altı tomruğun ortalama boyu 4 m ve ortalama çapı 37 cm olarak hesaplanmıştır. Soyma süresine bakıldığında ise öğleden önce 37 cm çaplı, 4 m boyda bir karaçam tomruğunun balta ile kabuk soyumu ortalama 640 sn'de tamamlanmıştır. Sabahki iş veriminin devam etmesi durumunda, öğleden sonraki soymayı 410 sn'de tamamlanması gerekirken ortalama boyu 3,5 m ve ortalama çapı 26,5 cm olan tomruğun soyumu ise 490 sn'de tamamlanabilmektedir. Sabah ve öğleden sonraki zaman dilimi arasındaki iş verimindeki %18'lik düşüş, işçinin yorulmasına ve hava sıcaklığına bağlı performans azalışına bağlı olabilir. İşçinin sabah saatlerinde dinç ve hava sıcaklığının daha az etkili olması nedeniyle soyma süresi kısalabilmektedir. Öğle molasına yaklaşan işçinin enerjisindeki azalma da kabuk soyma süresinin artışına sebep olabilir.

Kabuğun odundan kolay ayrıldığı su yürüme dönemlerinde kabuklar odundan daha kolay ayrıldığından soyma daha kısa sürede yapılabilmektedir. Yaz aylarında ise kabuk oduna yapışık durumda ve ayrılması güç olduğundan süre uzayabilmektedir. Kızılçamda yapılan çalışmada kabuk soyma işleminde birim miktardaki tomruk başına ortalama iş verimi balta 0,63-2,90 m³/sa arasında değişmektedir (Gürtan, 1969; Önal, 2013; Gülci vd., 2017; Çağlar, 2021; Eker ve Öztürk, 2022). Tarafımızdan yapılan çalışmada 1 m³ ürünün elde edilmesinde gereken zaman 28,7 dk'dır. Buna göre iş verimi balta 2,09 m³/sa olup benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir. Çalışmanın ikinci gününde sahada kabuk soyma aparatı ile işlem yapılmış ve elde edilen veriler Tablo 5'e işlenmiştir.

Tablo 5. Kabuk soymada kabuk soyma aparatı verileri.
Table 5. Data of debarking with debarking tool.

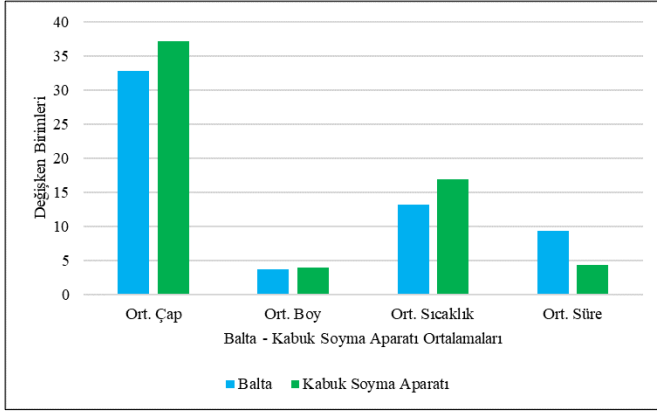
Tomruk No	Tomruk Çapı (cm)	Tomruk Boyu (m)	Tomruk Hacmi (m ³)	Toplam Kabuk Soyma Süresi (sn)	Sıcaklık (°C)
1	36	4	0,407	211	12
2	36	4	0,407	221	12
3	42	4	0,554	273	14
4	38	4	0,454	264	16
5	48	4	0,724	359	17
6	42	4	0,554	313	17
7	30	4	0,283	228	17
8	34	4	0,363	242	21
9	30	4	0,283	300	21
10	36	4	0,407	355	22

Tablo 5'te görüldüğü gibi farklı çaplarda tomruklar soyma aparatı ile soyulmuştur. İlk tomruk soyulmaya başlandığında 12 °C olan sıcaklık, son tomruğun soyulması sırasında 22 °C olarak ölçülmüştür. Yapılan bu çalışmada 1 m³ tomruğun soyulması için gereken zaman 10,4 m³/dk'dır. Buna göre iş verimi kabuk soyma aparatında 5,8 m³/sa olup benzer çalışma-

lara çok yakın bulunmuştur. Türlerine göre kabuk kalınlığı değiştiğinden, ağaç türü ve çevresel şartlar, operatörün kişisel özellikleri de soyma süresini etkileyebilmektedir. Kabuk soyma işlemi tamamlandıktan sonra ara dinlenmeye girilmiştir. Elde edilen veriler önceki yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir. Yapılan çalışmalarda kabuk soyma işleminde birim miktardaki tomruk başına ortalama iş verimi kabuk

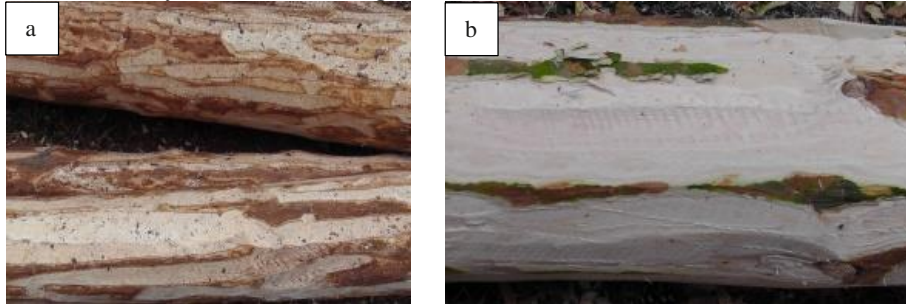
soyma aparatında 0,95-5,22 m³/sa arasında değiştiği, kızılçamda 25 mm kabuk kalınlığına kadar soyma aparatının baltaya göre 3-5 kat daha verimli olduğu belirlenmiştir (Eker ve Acar 2014; Mülayim, 2019; Eker vd., 2020).

Kabuk soyma süreleri kullanılan yöntemle, tomruğun çapı ve boyuna göre farklılık göstermektedir. Soyma aparatı ile 37,2 cm ortalama çap ve 4 m boydaki tomruğun soyulması 275 sn sürmektedir. Balta ile soymada ise aynı çapa sahip ve öğleden önceki iş performansı dikkate alındığında bile 640 sn'de tamamlanmaktadır. Bu halde aynı çaptaki bir tomruk soyma aparatı ile %57 daha hızlı soyulabilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Kabuk soymada ortalama çap/boy/süre/sıcaklık kıyası.
Figure 3. Compare of average diameter/length/duration/temperature in debarking.

Şekil 3'te görüldüğü gibi, ortalama çap, ortalama boy ve ortalama sıcaklık parametreleri daha yüksek olmasına rağmen



Şekil 4. Kabuk soymada odun dokusuna verilen zarar (a: Balta, b: Aparat).
Figure 4. Damage to wood tissue during debarking (a: Axe, b: Tool).

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın materyalini oluşturan karaçam (*P. nigra*) odun hammaddesi üretimi bakımından önemli aslı türlerimizdendir. Literatür verileriyle de uyumlu olmak üzere, çalışma sonucunda her iki yöntemde karaçamda kabuk soyma işlemlerinde soyma süresine etki eden faktörler tomruk çapı ve boyu olduğu belirlenmiştir. İşçinin yorgunluk seviyesi ve sıcaklık gibi çevresel faktörler ihmal edilmiştir. Balta ile kabuk soymada sarf edilen iş gücünün %57 daha fazla olduğu ve bunun sonucunda da işçinin daha fazla yorulduğu veriminin düştüğü tespit edilmiştir. Gözlemsel olarak soyma aparatıyla yapılan çalışmada kabuk daha homojen soyularak odun dokusunun daha az zarar gördüğü belirlenmiştir. Soyma süresinin daha kısa ve fazla iş gücü gerektirmeden yapılabilmesi nedeniyle

kabuk soyma aparatı ile yapılan soyma, baltanın iş verimine göre daha yüksektir. Elde edilen verilerden kabuk soyma aparatının baltaya göre daha etkin, kullanışlı ve iş veriminin daha yüksek olduğu görülmektedir. Hâkim görüş baltaya kıyasla kabuk soyma aparatının 3,2-5,3 kat daha verimli olmasıdır (Gülci vd., 2017; Eker vd., 2020; Eker ve Öztürk, 2022). Tarafımızdan yapılan çalışmada da motorlu testere ile kabuk soymanın baltaya göre 2,8 kat daha verimli olduğu belirlenmiştir.

Balta ile kabuk soymada odun dokusuna baltanın fazla dalması sonucunda kıymık kopmaktadır. Özellikle kabuğun incelendiği uç kısımlara doğru, soyma aparatı ile daha homojen ve odun dokusuna fazla zarar vermeden soyma mümkün olabilmektedir (Şekil 4). Yapılan çalışmalarda da kabuk soymada genellikle bir miktar odun lif kaybının meydana geldiği belirtilmektedir (Murphy, 2020). Tomruktaki kalan kabuk arttıkça tomruktan kopan odun dokusu azalmaktadır. Kabuğun aşırı soyulması sonucu yüksek miktarda odun dokusu kaybı meydana gelebilir (Gagnon vd., 2013). Soyma kalitesi konusunda yapılan çalışmalarda odunda kalan "artık kabuk" tolerans değerleri %0,2-2 arasında (Murphy, 2020), vejetasyon döneminde %1, kışın ise %1,5 (Gagnon vd. 2013) olması gerektiği vurgulanmaktadır. Tomruktaki kalan kabuk miktarı %0,5'ten az ise iyi; %0,5-1 arasında ise orta; %1'den fazla ise kötü soyum olarak değerlendirilmekte (McEwan vd., 2017) ve %5'i aşmaması gerektiği bildirilmektedir (MPI, 2024). Yaptığımız çalışmada tomruktaki kalan kabuk değerlendirilme dışı bırakılmış ancak gözlemsel olarak balta ile soyumlarda daha fazla odun kıymığı koparıldığı gözlemlenmiştir.

kabuk soyma aparatının daha kullanışlı, pratik ve daha verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tomruk üretim çalışmaları orman köylülerinin gelirleri için önemlidir. Tomruk üretim sürecinin önemli bir parçasını oluşturan kabuk soyma işleminin daha hızlı yapılması iş veriminin, dolayısıyla gelirlerinin artmasını sağlayacaktır.

Yazar katkıları

Fikir: S.P.; Tasarım: S.P.; Yönetim: S.P.; Veri toplama: F.G.; Analizler: Ö.A.; Literatür taraması: S.P. Kaleme alma: S.P., F.G., Ö.A.; Son kontrol: S.P., Ö.A.

Çıkar çatışması

Yazarlar olarak bu yayımla ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Etik kurul izni

Bu çalışmada etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynaklar

- Acar, H., Şentürk, N., 1996. Dağlık orman alanlarındaki üretim çalışmalarında mekanizasyon. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 46(1-2-3-4): 77-94.
- Akkemik, Ü., 2018. *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. İç: Akkemik, Ü. (Ed.), Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalılırları, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, ss. 122-123.
- Carus, S., 2002. Bazı hacim formüllerinin seksiyon, gövde ve bağlı uzunluklara göre kıyaslanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 3(1): 101-114.
- Chahal, A., Ciolkosa, 2019. A reiew of wood-bark adhesion: methods and mechanics of debarking for wood biomass. *Wood and Fiber Science*, 51(3): 1-12. DOI: 10.22382/wfs-2019-xxx.
- 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. DOI: 10.1080/14942119.2021.1927471.
- Defo, M., Brunette, G., 2006. A log drying model and its application to the simulation of the impact of bark loss. *Forest products journal*, 56(5): 71-77.
- Dutkuner, İ., Koparan, İ., 2016. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana*) kabuk miktarı ve kullanım olanakları. International Multidisciplinary Congress of Eurasia, 11-13 July 2016, pp.692-703, Odessa.
- Einspahr, D. W., Harder, M. L., Parham, R. A., 1978. Bark and wood properties of pulpwood species as related to separation and segregation of chip/bark mixtures. Project 3212, Report eleven: a summary report to members of the Institute of Paper Chemistry.
- Eker, M., 2022. Determining the appropriate tool for in-stand debarking with analytical hierarchy process. *European Journal of Forest Engineering*, 8(2): 85-92. DOI: 10.33904/ejfe.1216881.
- Eker, M., Acar, H. H., 2014. Kesim ve bölmeden çıkarma işlerinde birim çalışma zamanlarının irdelenmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, ss.291-299, Isparta.
- Eker, M., Çoban, H. O., Acar, H. H., 2020. Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey. *International Journal of Agricultural Sciences*, 10(11): 1-11.
- Eker, M., Özer, D., 2015. Selection of debarking technique for pine logs in cut-to-length harvesting method. Proceedings of the 48th FORMEC Symposium, 4- 8 October 2015, Austria.
- Eker, M., Öztürk, E., 2022. Bazı kabuk soyma araçlarının verim ve kabuk soyma kalitesi açısından karşılaştırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 23(4): 278-289. DOI: 10.18182/tjf.1168983.
- Eker, M., Şefik, M., 2019. Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının (motosoyar) geliştirilmesi ve denenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4): 411-420. DOI: 10.18182/tjf.609571.
- Enescu, C. M., de Rigo, D., Caudullo, G., Mauri, A., Houston Durrant, T., 2016. *Pinus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Ed.), European Atlas of Forest Tree Species, European Commission, Luxembourg, pp. 16-127.
- Gagnon, R., Couturier, J. P., Gagné, P., Ding, F., Ibrahim, F., 2013. Method and System for Detecting the Quality of Debarking at the Surface of a Wooden Log. Google Patents. California. p.46.
- Grobbelaar, F. R., Manyuchi, K. T., 2000. Eucalypt Debarking: An International Overview with a Southern African Perspective. *Forest Engineering Southern Africa*, South Africa.
- Gulci, N., Akay, A. E., Erdaş, O. 2016. Investigation of timber harvesting operations using chainsaw considering productivity and residual stand damage: The Case of Bahçe Forest Enterprise Chief. *Journal of The Faculty of Forestry-Istanbul University*, 66(2): 357-368. DOI 10.17099/jffiu.11250.
- Gülci, N., Akay, A. E., Erdaş, O., 2017. Productivity assessment of alternative timber debarking methods. *Şumarski List*, 141(9-10): 469-476. DOI: 10.31298/sl.141.9-10.3.
- Gürtan, H., 1969. Değişik Tipli Balta ve Kabuk Yontma Demirlerinin İş Verimleri. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Ankara.
- Harkin, J. M., Rowe, J. W., 1971. Bark and Its Possible Uses. Forest Products Laboratory US Forest Service, Madison.
- Heppelmann, J. B., Labelle, E. R., Wittkopf, S., Seeling, U., 2019. In-stand debarking with the use of modified harvesting heads: a potential solution for key challenges in European forestry. *European Journal of Forest Research*, 138(6): 1067-1081. DOI: 10.1007/s10342-019-01225-y.
- Isajev, V., Fady, B., Semerci, H., Andonovski, V., 2004. EUFOR-GEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use for European Black Pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute. Rome. p.6.
- Isokangas, A., 2010. Analysis and management of wood room (Doctoral Dissertation), University of Oulu Faculty of Technology, Linnanmaa.
- Kılıç Pekgözlü, A., Gülsoy, S. K., Ayçiçek, Y., 2017. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) odununun lif morfolojisi ve kimyasal yapısı üzerine ağaç gövde yüksekliğinin etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2): 74-81. DOI: 10.24011/barofd.342069.
- Kofujita, H., Ettyu, K., Ota, M., 1999. Characterization of the major components in bark from five Japanese tree species for chemical utilization. *Wood science and technology*, 33(3): 223-228. DOI: 10.1007/s002260050111.
- McEwan, A., Brink, M., Spinelli, R., 2017. Factors affecting the productivity and work quality of chain flail delimiting and debarking. *Silva Fennica*, 51(2): 1-14. DOI: 10.14214/sf.1599.
- MPI, 2024. Forest Products Export Standards - Phytosanitary Requirements of China, <https://www.mpi.govt.nz/export/export-requirements/icpr-importing-countries-phytosanitary-requirements/forestry-products-importing-countries-phytosanitary-requirements/china/>. (Erişim: Mayıs, 2024).
- Murphy, G., 2020. In-Forest Debarking: A Review of The Literature. GE Murphy & Associates Ltd., New Zealand.
- Murphy, G., Acuna, M., 2016. Effect of harvesting season, system and equipment on in-forest *Pinus radiata* bark removal in Australia and New Zealand. *International Journal of Forest Engineering*, 28(1): 10-17. DOI: 10.1080/14942119.2016.1253269.
- Mülayim, A., 2019. Balıkesir yöresinde odun hammaddesinin kesim ve hazırlanması işlerinde çalışma veriminin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- OGM, 2013. Orman Atlası. <https://www.orkoop.org.tr/link/atlas.pdf>. (Erişim: Nisan, 2024).

- OGM, 2021. 2020 Türkiye Orman Varlığı, <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varligi%20B1%20C4%9F%20B1.pdf>. (Erişim: Nisan, 2024).
- OGM, 2024. Üretim, Satış ve Stok Faaliyetleri. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/kitaplik/uretim-satis-ve-stok-faaliyetleri>. (Erişim: Nisan, 2024).
- Önal, Y. E., 2013. Odun hammaddesi üretim operasyonlarında kullanılan teknolojinin enerji tüketimi, emisyon ve gürültü etkilerinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Öztürk, T., 2006. Türkiye’de odun üretiminin iş aşamaları. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 56(2): 109-121.
- Polagye, B. L., Hodgson, K. T., Malte, P. C., 2007. An economic analysis of bio-energy options using thinnings from overstocked forests. *Biomass and Bioenergy*, 31(2-3): 105-125. DOI: 10.1016/j.biombioe.2006.02.005.
- Routa, J., Brännström, H., Laitila, J., 2020. Effects of storage on dry matter, energy content and amount of extractives in Norway spruce bark. *Biomass and bioenergy*, 143: 1-10. DOI: 10.1016/j.biombioe.2020.105821.
- Salmi, P., 2020. Membrane filtration of debarking plant wastewater (Master’s Thesis), LUT University LUT School of Engineering Science, Lappeenranta.
- SBB, 2023. On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028), https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf. (Erişim: Nisan, 2024).
- Sevgi, O., Tecimen, B., Okan, T., 2022. Doğal, aynı yaşlı ve saf karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ormanlarında büyüme özellikleri: alaçam dağları örneği. İç: Sevgi, O., Tecimen, H. B., Okan, T. (Ed.), Karaçam. Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara, ss. 444-466.
- Sillero, L., Prado, R., Andrés, M. A., Labidi, J., 2019. Characterisation of bark of six species from mixed Atlantic forest. *Industrial Crops and Products*, 137: 276-284. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.05.033.
- Staaf, A., Wiksten, N. A., 1984. Tree Harvesting Techniques. Springer Science+Business Media, Dordrecht.
- Şefik, M., 2019. Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının geliştirilmesi ve denenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Uluslan, M. D., Eler, Ü., 2023. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinde tek ağaçta kabuk kalınlığı değişiminin incelenmesi: Isparta yöresi örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 24(3): 188-196. DOI: 10.18182/tjf.1267002.
- Wagenführ, R., Wagenführ, A., 2021. Holzatlas. Carl Hanser Verlag GmbH & Co, München.
- Werkelin, J., Skrifvars, B.J., Hupa, M., 2005. Ash-forming elements in four scandinavian wood species. part 1: summer harvest. *Biomass and Bioenergy*, 29(6): 451-466. DOI: 10.1016/j.biombioe.2005.06.005.
- Xing, C., Deng, J., Zhang, S. Y., Riedl, B., Cloutier, A., 2006. Impact of bark content on the properties of medium density fiberboard (MDF) in four species grown in eastern Canada. *Forest products journal*, 56(3): 64-69.
- Yaltırık, F., Efe, A., 2000. Dendroloji: Ders Kitabı Gymnospermae-Angiospermae (II. Baskı). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Yan, T., Zhu, J., Yang, K., Yu, L., Zhang, J., 2017. Nutrient removal under different harvesting scenarios for larch plantations in northeast China: Implications for nutrient conservation and management. *Forest Ecology and Management*, 400: 150-158. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.06.004.
- Yıldırım, M., 1987a. Ormancılıkta iş düzenleme. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 37(4): 33-51.
- Yıldırım, M., 1987b. Ormancılık işlerinde zaman etüdü değerlendirilmesi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 37(3): 67-85.
- Yılmaz, T., Köse, M., Arslan, M., Okan, T., Köse, C., 2020. Orman Bölge Müdürlükleri açık artırma satışlarına katılan alıcıların beklentileri: Marmara Bölgesi örneği. *Eurasian Journal of Forest Science*, 8(4): 338-352. DOI: 10.3195/ejefs.823310.