

Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının (motosoyar) geliştirilmesi ve denenmesi

Mehmet Eker^{a,*} , Metin Şefik^b 

Özet: Odun hammaddesi üretimi, uzun süreçleri içeren ve çoğunlukla emek yoğun çalışmayı gerektiren bir uğraşı alanıdır. Kesim alt sürecinde, özellikle ibrelili ağaç tomruklarının üretim bloklarının içinde soyulması, hem üretim süresinin uzamasına hem de maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Manuel ya da motor-manuel teknolojiye dayalı gerçekleşen bu işlerde işgücü ağırlıklı çalışılmaktadır. Buna bağlı olarak da iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tehlike ve risklerle de karşılaşmaktadır. Kabuk soyma işlerinin kolaylaştırılması ve konforunun çalışan lehine artırılması düşüncesiyle; bu çalışmada, halihazırda motorlu testereye monte edilen kabuk soyma aparatı, motorlu tırpana monte edilerek motosoyar adı verilen bir araç geliştirilmiştir. Amaç, varolan teknolojinin transferi ile daha ergonomik bir kabuk soyma aracının geliştirilmesi ve bunun fizibil olup olmadığının denetlenmesidir. Yerel sanayi koşullarında, Orac BG520 marka ve modeldeki motorlu tırpan ve Baseh marka kabuk soyma ekipmanı birleştirilerek motosoyar geliştirilebilmiştir. Toplam yatırım bedeli 1600 TL civarında olan bir harcamayla imal edilen bu aracın kızılçam tomruklarının kabuklarının soyulmasındaki iş verimi; 2.83 m³/saat olarak ölçülmüştür. Gaz, toz, gürültü, vücut postürü vb. açıdan işçi sağlığı ve iş güvenliği lehine avantajlara sahip olan bu araç, iş tekniği ve verimlilik açısından bazı iyileştirmelerin yapılmasıyla daha kullanılabilir hale getirilebilecek kapasitededir.

Anahtar kelimeler: Motosoyar, Kabuk soyma, Motorlu tırpan, Kabuk soyma aparatı, İş analizi, Zaman etüdü, Verimlilik

Developing and testing of a debarking tool (moto-debarker) mounted to brushcutter

Abstract: Wood raw material harvesting is a field of occupation involving long processes and often requiring labor intensive works. In the cutting sub-process, especially the debarking of coniferous tree logs inside the harvesting blocks causes both the increasing of production time to be prolonged and the costs. Therefore, manual or motor-manual technology-based harvesting works are mainly performed by physical workforce. Consequently, there are negative effects on occupational health and safety of the workers. With the idea of facilitating debarking and increasing work comfort; in this study, a tool called motosoyar (moto-debarker) was developed by assembling the log debarking apparatus, which is already mounted on a chainsaw, to a motorized scythe (brushcutter). The aim of the study was to develop a more ergonomic peeling tool with the transfer of existing technology and to check whether it is feasible or not. In local industrial conditions, Orac BG520 brand and model motor scythe and Baseh brand debarking equipment was used to develop the motosoyar. It has been determined that the work efficiency of the debarking of the brutian pine logs with the motosoyar, which was produced with a total investment cost of 1600 TL, were 2.83 m³/hour. It has been shown that this vehicle has advantages in terms of gas, dust, noise, body posture in favor of occupational health and safety, but it requires improvement studies in terms of efficiency.

Keywords: Moto-debarker, Debarking, Brushcutters, Log Debarker, Work study, Time analysis, Productivity

1. Giriş

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de odun hammaddesi tedarik etmek amacıyla ağaç hasadına devam edilmektedir. Son resmi istatistiklere göre Türkiye’de odun hammaddesi üretimi miktarının 20 milyon metreküpü aştığı (OGM, 2018) ve gelecek dönem stratejileri açısından da bu miktarın 25 milyon metreküpe erişeceği (OGM, 2019) öngörülmektedir.

Odun hammaddesi üretimi; kesim (ağaçların kesilip devrilmesi, uç-tepe ve dallarının budanması, tomruklanması, ibrelili türlerin kabuklarının soyulması), bölmeden çıkarma ve yükleme-taşıma süreçlerinden oluşur (Erdaş, 1987). Bu

süreçlerde gerçekleşen faaliyetlerin yeri, zamanı ve sırası; üretilen emvalin satış tipine, piyasa koşullarına, topoğrafik yapıya, çalışanların işi kolaylaştırma yöntemlerine, yol ağının durumuna ve mevcut mekanizasyon imkânlarına göre değişebilmektedir. Örneğin, son yıllarda, çeşitli satış yöntemine göre tomruk satın alan firmalar ibrelili tomrukların kabuklarının soyulmadan depo veya fabrikalara nakledilmesini tercih edebilmektedirler.

Üretim operasyonları hem zaman alıcı hem de yüksek maliyetlerle ve güç çalışma koşulları altında gerçekleşebilmektedir. Mevzuat gereği, ormanlık işlerini, orman köylülerinin yapacak olması ve çoğunluk ağır ormanlık işlerinin bedensel güç-emek kullanarak

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 32260, Isparta

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): mehmeteker@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 22.09.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.12.2019



Citation (Atıf): 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](https://doi.org/10.18182/tjf.609571)

yapılması operasyon süresini uzatmaktadır. Öte yandan, orman köylülerinin veya kurdukları kooperatiflerin üyelerinin ya da öteden beri bu işte ustalaşmış kesim işçilerinin (Tahtacılar) daha az maliyetle yüksek kazanç-kar sağlama tercihleri, topoğrafik faktörler, ülkenin teknoloji geliştirme ve üretme potansiyelinin ormancılık alanındaki eksikliği, akaryakıt giderlerinin yüksekliği ve birim alan başına elde edilen hasılanın düşüklüğü, uygulamada mekanizasyon seviyesinin yükselmesini engellemektedir.

Türkiye ormancılığında, çoğunlukla tomruk üretim metodu/yöntemi (Erdaş vd., 2014) uygulanmaktadır. Bu yöntemin klasik olarak uygulanışında; kabuklar, tomruğun bulunduğu bölme içinde çeşitli teknik ve araçlarla soyulmaktadır. Tomruk üretim yönteminin birbirine bağlı bu ardışık yapısı da farklı gerekliliklerden kaynaklanan beklemelere neden olduğundan genel olarak üretim süreci uzun zamana (1-2 ay) yayılabilmektedir. Bu durum, işgücüne dayalı üretim veriminin düşüklüğü anlamına da gelebilmektedir. Üretim işlerinde, düşük iş verimliliği ve uzun çalışma süreleri, parça başına yansıyan birim fiyatın yükselmesine neden olmaktadır. Üretim süreci içindeki iş adımlarından en kritiğinin (standart çalışma zamanı içinde en yüksek paya sahip olmasından dolayı) kabuk soyma aşaması olduğu söylenebilir (Eker vd., 2011).

Kabuk soyma; kesilmiş ağaçlarda kabuğun gövdeden ayrılıp uzaklaştırılması işidir (Gürtan, 1969). Kabuk soyma, ağacın kütüğü dibinde, sürütme veya orman yolunda, depoda ya da fabrikada yapılabilir (Erdaş, 1987; Yıldırım, 1989; Bayoğlu, 1996). Kabuk soymanın ağacın kütüğü dibinde veya orman içinde yapılmasının amacı ve nedeni; odunun hızlı kurumasını sağlayarak ağırlığını azaltmak, sürtünme katsayısını azaltmak (kabuk soyulması ile odun hızla kuruyarak %35-40 oranında ağırlık kaybedebilir), sürütme ve nakliye mesafeleri boyunca taşıma işlemini kolaylaştırmak, kabuk böceklerinden kaynaklanacak zararları önlemek ve orman sağlığını korumak, depolama kusurlarını azaltmak, kabukları orman içinde bırakarak organik madde ihtiyacına katkıda bulunmak ve fabrikalarda odunun işlenmesini kolaylaştırıp kabuk imha maliyetlerini azaltmaktır (Gürtan, 1969; Grammel, 1988). Kabuk soyma işleminin yeri, sırası ve zamanı; ağacın türüne, yaşına, yetişme ortamı özelliklerine ve soyma tekniğine göre değişkenlik gösterebilmektedir (Eker vd., 2011; Eker ve Özer, 2015).

Kabuk soyma; 1) el aletleri kullanılarak insan gücüyle (balta, kabuk soyma/yontma demiri, kabuk yontma bıçağı, kabuk yontma kaşığı), 2) motor gücüyle çalışan makinelerle (kabuk soyma makineleri), 3) kimyasal madde yardımıyla, 4) su tazyiki veya sürtünme tekniği gibi yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir (Gürtan, 1969). Son yıllarda, Türkiye’de ibrelî ağaçların kabuklarının soyulmasında motorlu testereye monteli kabuk soyma aparatı (mKSA) kullanılmaya başlanmıştır (Eker, 2004). Örneğin, Akdeniz ormanlarında, orman zararlıları ile mücadele kapsamında, kabukların hızla soyulup böcek popülasyonunun en aza indirilmesi için orman idareleri tarafından kabuk soyma aparatı kullanımının önemine dikkat çekilmiştir (OGM, 2010a). mKSA, başkaca ülkelerde de kabuk böcekleriyle mücadelede kullanılmaktadır (McAvoy, 2004; Michele, 2010). Bununla birlikte, Türkiye’de kayın gibi geniş yapraklı ağaç türleri için elle tutulup yönlendirilen pnömatik güçle hareket eden kabuk soyma demirleri de kabuk soyma işinde kullanılmaya başlanmıştır (Arıcak vd., 2010; OGM, 2010b).

Kabukların soyulması süreci, odun üretiminin en zaman alıcı aşamalarından biridir. Ülkemizde kabukların soyulmasında genellikle basit (manuel) ve ara (motor-manuel) teknoloji tercih edilmektedir (Engür, 1996) ve çoğunlukla balta (nacac gibi çeşitli yöresel isimlerle anılabilir) ve bu iş için imal edilmiş kabuk soyma demiri (kabuk soyma kaşığı, kabuk soyma bıçağı gibi adlarla da anılabilir) kullanılmaktadır. Balta ile çalışmada, tomruğun bulunduğu arazinin yapısına bağlı olarak belden kıvrık vücut pozisyonu ile eğilerek ve kısmen sabit durarak baltayı tomruğa tatbik etmek suretiyle çalışma gerçekleştirilmektedir. Bu durumda yarı statik vücut postürü ile çalışılmaktadır. Kabuk soyma demirinde, vücudun itme kuvvetinden yararlanılmaktadır ve vücut, ekipmanın uzun sapından dolayı balta ile çalışmada olduğu kadar eğilmeye gereksinim duymamaktadır. Bununla birlikte, kullanılan baltaların sapları genellikle çalışan işçinin antropometrisine uymamaktadır. Kullanılan kabuk soyucu baltanın işe tatbikinde; işçi ve alet arasındaki uyumsuzluktan dolayı vücut, yanlış pozisyonlarda çalıştırılmaktadır. Bunun sonucu olarak ve çoğunlukla eğilerek çalışmaktan dolayı sırt ve bel ağrıları ile baş ağrısı ve dönmelerine rastlanmaktadır (Acar ve Eker, 2001).

Kabuk soymada, motorlu testereye monteli kabuk soyma (mKSA) ekipmanının kullanımı; teknolojinin ormancılığa adaptasyonu, iş verimini artırılması, iş yükünün azaltılması, işlerin kısa zamanında bitirilmesi vb. açısından oldukça önemli yararlar sağlamıştır. Buna rağmen teknolojik yeniliklerin veya başka alanda kullanılan teknolojilerin ormancılığa transferi kapsamında, birtakım iyileştirmelerin de devam etmesi gerekmektedir. mKSA verimli bir araç olarak kabuk soyma işlerinde kullanılmasına rağmen; işçilerin eğik ve kıvrık vücut pozisyonunda çalışması, motorlu testerenin gaz, toz, titreşim ve gürültüden kaynaklı etkileri; ergonomik açıdan konforlu çalışmayı engellediği bilinmektedir (Eker ve Acar, 2004; Eker vd., 2011; Eker ve Özer, 2015; Enez ve Nalbantoğlu, 2019). Bu olumsuzluklarla birlikte fiziksel ve fizyolojik iş yükünün azaltılması ve iş sağlığı ve de güvenliğinin artırılması açısından yeni çözümlerin aranması düşünülmüştür.

Bu kapsamda, sırtta taşınan ve vücutun dik pozisyonunda tutularak kullanılan motorlu çalı tırpanının güç kaynağı olarak kullanılabilmesi düşünülmüştür. Bu güç kaynağına da kabuk soyma ekipmanının montajlanarak gücün aktarılabilmesi varsayılmıştır. Böylelikle yeni bir kabuk soyma aracının imal edilebileceğini ve bunun da işçinin ayakta dik durarak kabukları soyabileceğini, toz ve titreşim ile kesici uçlardan da uzak durabileceği öngörülmüştür. Bunların sonucunda da işçilere hem ergonomik hem de iş sağlığı ve güvenliği açısından avantajlar sunabilecek yeni bir aracın ortaya konulabileceği savı geliştirilmiştir.

Çalışmanın amacı; ormancılıkta odun hammaddesi üretim işlerinde, özellikle ibrelî ağaç tomruklarının kabuklarının soyulması için; motorlu çalı tırpanı ile hâlihazırda motorlu testereye monte edilerek kullanılan kabuk soyma ekipmanını birleştirerek yeni bir kabuk soyma aracının (motosayar; motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracı) geliştirilmesidir. Geliştirilen aracın kullanılabilir olup olmadığını test etmek ve çalışma prensiplerini, avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymak; verim ve maliyet değerleri hakkında veri toplamak çalışmanın genel hedefleridir.

2. Materyal ve yöntem

Bu araştırmanın yürütülmesinde izlenen genel metodoloji;

- Motorlu tırpanın seçimi ve kabuk soyma ekipmanı ile birlikte temini,
- Tırpana montajlı kabuk soyma aracının (Motosoyar) tasarımı ve yapımı,
- Motosoyarın çalışabilirliğinin sağlanması,
- Kabuk soyma işinde motosoyarın test edilmesi,
- Test alanında iş-zaman analizinin yapılması (veri toplanması),
- Verim ve maliyet analizi,
- Motosoyarın kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi, şeklindedir.

2.1. Materyal

Motorlu çalı tırpanı (güç-marka-model vb. teknik özellikler bakımından kıyaslama yapılmaksızın ekonomik ve teknik açıdan uygun olabilecek bir marka-modelde), kabuk soyma ekipmanı ve yeni kesilmiş (henüz nem içeriğini tamamen kaybetmemiş) ağaç gövdesinden imal edilen tomruklar, bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Motorlu tırpanın ve kabuk soyma ekipmanının birleştirilmesiyle elde edilen ve "motosoyar" olarak adlandırılan kabuk soyma aracı ise çalışmanın ana objesidir. Motosoyarın imal edilmesi için "Orac" marka ve "BG520" modelinde (Şekil 1) sırtta taşınabilir motorlu tırpan kullanılmıştır. Motorlu tırpanının özellikleri aşağıda, Çizelge 1' de özetlenmiştir. Orac BG520 özel kaporta dizaynı, ayarlanabilir gidon bağlantısı, dayanıklı şaft-redüktör aksamları bulunan çoğunlukla ot biçme işine uygun olarak üretilmiş; çeşitli kısımlardan oluşan bütünleşik bir makinedir (Şekil 2).

Motorlu tırpan genel olarak 5 bölümden oluşmuştur (Şekil 2);

- 1) Şasi ve sırtlık (15-16)
- 2) Motor (depo, şasi ve dağıtım bağlantı aksamı) bölümü (1, 2, 3, 4, 5),
- 3) Güç aktarma organları (spiral şaft ve gaz kolu; 11, 12, 13, 14),
- 4) Teçhizat borusu (tahrik şaftı ve elcik; 9, 10) ve
- 5) Başlık (6, 7, 8).

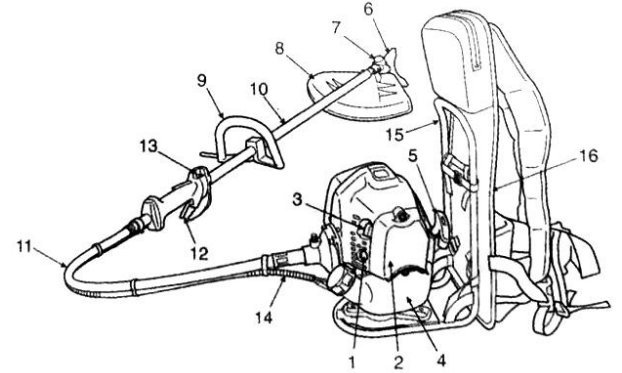
Motosoyarın oluşturulabilmesi için motorlu tırpanın ucuna, kabuklar soyulabilsin diye bir BASEH firması tarafından üretilen bir kabuk soyma ekipmanı monte edilmiştir (Şekil 3). Bu ekipman bir güç kaynağından yararlanarak çalışır. Ormancılıkta, kabuk soyma işlerinde halihazırda bu ekipman, motorlu testerinin kampana dişlisine bağlanan bir kayış yardımıyla veya motorlu testerinin levhasına/palasına bağlanarak zincir yardımıyla güç aktarılarak çalıştırılıp kullanılmaktadır. Kabukların soyulması, aracın bağlantı gövdesine şaşırtmalı olarak vidalanan ve yüksek kaliteli çelikten imal edilmiş 4 adet kesici bıçağın hızla dönmesiyle gerçekleştirilir (BASEH, 2018).

Geliştirilen motosoyarın kullanılabilirlik denemeleri ve performans analizi; Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Mersin Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme

Şeflikleri sınırları içerisinde yer alan üretim çalışmaları sırasında gerçekleştirilmiştir. Motosoyar, Merkez İşletme Şefliği'nde, 226 no.lu bölmede, gençleştirme çalışmalarının gerçekleştirildiği sahada Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) tomrukları üzerinde denenmiştir. Bu kapsamdaki iş ve zaman ölçümlerinde, Eker (2015) tarafından geliştirilen "Asli Orman Ürünlerinin (Odun Hammaddesinin) Üretiminde, İş-Zaman Ölçümünde Veri Toplama" yönteminden yararlanılmıştır (Çizelge 2). İş ölçümünün yapılması sırasında kabukları soyulan tomrukların orta çapını ölçmek için bir çap ölçerden ve tomruk boylarını ölçmek için de 5 metrelik bir şerit metreden yararlanılmıştır. Arazi çalışmalarının tümünde; iş tecrübesi benimsenmiş, ağaç kesme ve boylama operatörü (AKBO) eğitimi almış ve çalışmaya yatkın işçi ile çalışılmıştır.



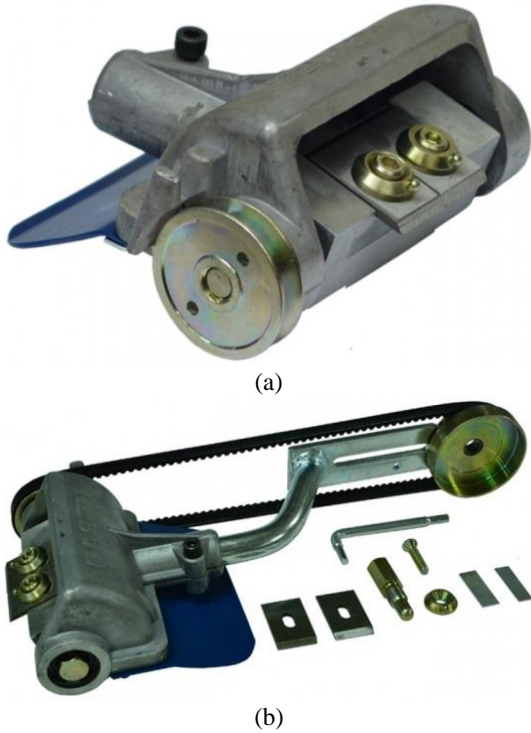
Şekil 1. Orac BG520 Motorlu (Sırt Tipi) tırpan (çalı kesme başlıklı)



Şekil 2. Motorlu tırpanın bileşenleri (1.Yakıt emme-basma pompası, 2.Hava filtresi kapağı, 3.Jigle kolu, 4.Yakıt deposu, 5.Çalıştırma elciği, 6.Bıçak, 7.Dişli kutusu; 8.Koruma kapağı, 9.Elcik, 10.Tahrik şaftı, 11.Spiral şaft, 12.Gaz kolu, 13.Çalıştırma bağı, 14.Gaz halatı, 15.Şasi, 16.Sırtlık)

Çizelge 1. Orac BG520 motorlu tırpanın teknik özellikleri

Özellik	Açıklama
Tipi	Sırt/Pilot kol
Silindir hacmi	51.7 cc
Motor gücü	1.9 Hp
Motor tipi	2 zamanlı
Şaft çıkış devir hızı	6500 d/dak
Tetik tertibatı	Pilot kol
Şaft tipi / çapı	Düz / 26 mm
Karburatör	Diyaframlı
Yakıt depo hacmi	43 cm
Benzin depo hacmi	0,65 Litre
Yakıt türü	Benzin (Kurşunsuz) + yağ
Ağırlık	8,2 kg
Balata tipi	Pabuçlu, otomatik santrifüj
Çalıştırma tipi	İpli manuel



Şekil 3. Kabuk soyma ekipmanı (a) ve montaj elemanları (b) (BASEH, 2018)

2.2. Yöntem

Kabuk soyma aracının geliştirilmesi için aşağıdaki iş adımları izlenmiştir:

1. Kabuk soyma teknik ve araçlarına ilişkin literatür taranmıştır. Bu araçların çalışma felsefeleri, kullanım özellikleri, avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.
2. Halihazırda motorlu testereye monte edilerek kullanılmakta olan kabuk soyma ekipmanının bileşenleri ve çalışma özellikleri ile başkaca güç kaynağına bağlanıp bağlanamayacağı incelenmiştir. Yerel sanayideki torna ve makine ustaları ile bu ekipmana güç aktarımının başkaca nasıl sağlanabileceği görüşülmüştür. Sırtta asılarak çalıştırılan motorlu tırpanın, bu kabuk soyma ekipmanını çalıştırıp çalıştıramayacağına ilişkin de bir öngörü toplandıktan sonra motosoyarın geliştirilmesine karar verilmiştir.
3. BASEH firması tarafından geliştirilen ve doğrudan motorlu testereye bağlanan kabuk soyma ekipmanı temin edilerek, bileşenlerine ayrılmıştır. Kampana, V

4. Kabuk soyma ekipmanına güç iletiminin sağlanabilmesi için motorlu tırpanın şaftının ucuna kayış aktarması yapabilen 67 mm ölçüsünde bir çevirme kasnağı takılmıştır.
5. Kabuk soyma ekipmanının bağlanabilmesi için aparatın kafa bağlantı kısmına kare şeklinde bir demir tabla kaynaklanmıştır.
6. Soyma ekipmanı ile tırpanın borusu arasında bağlantı yapılmış ve sabitlenmiştir.
7. Güç aktarımının sağlanması açısından soyma ekipmanını ile tırpan ucu arasında 45 derecelik açılı bir bağlantı sağlanmıştır.
8. Bu durumda, 9,5x400 mm. lik kayış bağlanarak ekipmanın dönmesi için tırpanın gücü, soyucu aksama, aktarılabilmiştir.
9. Tırpan sırt askısı ile sırtta yüklenip çalıştırılabilmiş ve güç iletimi gerçekleştirildiği ve soyucu bıçakların döndüğü görülünce, motosoyarla kabuk soyma denemeleri gerçekleştirilmiştir.

Motosoyarın imalat süreci tamamlanır tamamlanmaz kabuk soyma işlevini yerine getirip getiremediği, daha önceden tedarik edilen ve imalathanede hazır bulunan tomruklar üzerinde test edilmiştir. Makine bağlantılarının doğruluğu ve sağlamlığı, tomruğa göre operatörün konumu, soyma aparatının tomruğa uygulanma açısı, operatörün vücudunun pozisyonu, vb. özellikler bu aşamada tecrübe edinilmiştir. Motosoyarın, kabuk soyma işinde çalışabilir olduğuna kanaat getirildikten sonra saha denemelerine başlanmıştır.

Saha denemelerinde, kabuğu soyulacak tomruklar için bir çap sınıflaması yapılmaksızın mümkün oldukça, göreceli olarak farklı kabuk kalınlığına sahip ve farklı çaptaki tomruklar üzerinde motosoyar ile kabuk soyma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu denemelerde, motosoyarın avantaj ve dezavantajları hakkında doğrudan gözlem yoluyla bilgi edinilmiştir. Motosoyarla kabuk soyma işinde; iş akışı, çalışma tekniği, verim ve maliyet analizi için gereken veriyi toplayabilmek amacıyla da iş-zaman etütleri (Yıldırım, 1989) gerçekleştirilmiştir. Zaman ölçümü yapılacak faaliyetlerin hangi sürelerinin ölçüleceği hem gözlem zamanı ve aralığı hem de analiz ve değerlendirme açısından önem arz ettiğinden, bu çalışmadaki ilgili verinin toplanmasında yalnızca temel (elementel) zamanın (ana ve yan faaliyet zamanları) (Magagnotti ve Spinelli, 2012) ölçümüne yönelik bir gözlem gerçekleştirilmiştir. İş ve zaman analizi; hem önceden hazırlanmış veri formlarıyla doğrudan ve hem de video kayıt sistemiyle dolaylı gözlem metodu üzerinden yapılmıştır. Dolaylı gözlem yönteminde kümülatif zaman ölçme tekniği (Yıldırım, 1989) uygulanarak zaman etüt formları doldurulmuştur.

Çizelge 2. Kabuk soyma iş dilimleri ve ölçme noktaları

İş akışı	İş ögesi (Akış dilimi)	Ölçme noktası		
		Başlangıç anı		Bitiş anı
Kabuk soyma	Hazırlık (ve tomruğa yürüme/yönelme)	Kabuk soyma işlemi için yapılacak hazırlıkların başlaması ile başlar.		Kabuk soyma işlemi için kullanılacak aracın/aletin ele alınıp tomruğa/gövdeye yönelmeyle ve/veya aracın kabuk soymak için çalıştırılmasıyla biter
	Soyma	Kabuk soymada kullanılacak aletin ya da aracın ele alınıp (veya çalıştırılıp) tomruğa yönelip temas ettirilmesiyle başlar		Kabuğu soyulması gerekli olan tomruklardan en sonuncusunun yüzeyi tamamen soyulup alet ya da araç tomruktan uzaklaşınca iş biter
	Çevirme	Çevirmeyi sağlayacak şekilde aletle ya da elle tomruğa temasla başlar		Tomruğun kendi eksenine etrafında dönüp sabitlenmesiyle son bulur

Kabuk soymada yapılan iş miktarının ölçü birimi olarak; tomruk sayısı (adedi), tomruk hacmi (m^3) ve soyma yüzeyi alanı (m^2) kullanılmıştır (Eker vd., 2011). Tomruk çapı ve boyu üzerinden bu ölçülerin elde edilmesi mümkün olduğundan ve uygulamada da genellikle hacim ölçüsünün tercih edilmesinden dolayı, kıymetlendirmede de tomruk hacmi kullanılmıştır. Tomrukların orta çapları ile tomruk boyu uzunluğu kullanılarak Huber formülüne (1) (Carus, 2002) göre tomruk hacimleri hesaplanmıştır.

$$V=[(\pi/4)*(d_{0,5}^2)] * L \quad (1)$$

V=Tomruk hacmi (m^3),
 $d_{0,5}$ = Tomruk orta çapı (cm),
 L= Tomruk Boyu (m)

Tomruk çapı ve boyu yardımıyla Geray (1978) ve Karaman (1997) tarafından da kullanılan yöntem (2) göre kabuklu soyma yüzeyi alanı hesaplanmıştır.

$$S= c*L \quad (2)$$

S= Kabuklu soyma yüzeyi alanı (m^2)
 c= Kabuklu tomruk çevresi (m)
 L= Tomruk Boyu (m)

Motosoyarın verimliliğinin değerlendirmesinde; öncelikle genel ortalamalar üzerinden bir verim değeri saptandıktan sonra; çalışma zamanı ile çap veya çap-boy (hacim) arasında bir ilişki olup olmadığı istatistik yöntemlerle analiz edilmiştir. Motosoyarın imalat süreci, bu süreçteki zorluklar, fırsatları vb. ortaya konulmuştur. Motosoyarın maliyetleri, Eker (2015) tarafından geliştirilen analiz yöntemine göre hesap edilerek saatlik ya da çap-boy (birim hacim) bileşeni başına maliyeti bulunmuştur.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Motosoyarın geliştirilmesi ve kullanılabilirliği

Ot ve çalı biçmede kullanılan sırtta taşınabilir tipteki motorlu tırpanın gücünden, aktarma organlarından ve yapısından yararlanılarak; teçhizat (şaft) borusunun ucundaki kesme başlıkları çıkarılıp yerine kabuk soyma ekipmanının monte edilmesiyle yeni bir kabuk soyucu araç-motosoyar (Şekil 4) türetilmiştir.



Şekil 4. Motosoyarın genel (üstten) görünümü

Motosoyarın geliştirilmesi sırasında; motor, spiral şaft ve tahrik şaftı üzerinde yapısal herhangi bir değişiklik yapılmadığından motorun olağan çalışmasına ilişkin bir farklılıkla (tekleme, boğulma, durma, vb.) karşılaşmamıştır. Tahrik şaftının ucundan kabuk soyma ekipmanının kasnaklarının çalıştırılması için yapılan güç aktarma bağlantısı ve yine bu ekipmanın sabit durmasını sağlayacak bir bağlantı ile motosoyar çalışır duruma getirilmiştir. İlk çalıştırılmasıyla kabuk soyucu bıçakların dönmesi, imalat sürecinin başarılı olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Motosoyarı geliştirmek için özgün bir makine ve tasarım mühendisliği bilgisi kullanılmadığından güç aktarımının sağlanması, kabuk soyma ekipmanının sabitlenmesi ve aracın çalışır hale getirilmesi arzu edildiğinden; soyma ekipmanının şaft borusuna bağlantısı, aktarım kayışlarının rahatça çalışabilmesi bakımından düz değil, açılı şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Böylelikle, özellikle ibrelili ağaç gövdelerinden elde edilen tomrukların kabuklarının soyulması için halihazırda kullanılmakta olan manuel (balta/nacak, kabuk soyma demiri) (Gürtan, 1969) ve motor-manuel (motorlu testereye monteli kabuk soyma aparatı) teknolojiye ilaveten, yine motor-manuel teknoloji seviyesinde (Eker, 2004) yeni bir kabuk soyma aracı-motosoyar geliştirilebilmiştir.

Öncelikle atölyede, motosoyarın makine-ekipman sisteminin çalışıp çalışmadığı test edildikten sonra sahada; uygulanabilirliği, sunduğu kolaylıklar ve kullanım sırasında karşılaşılan zorluklar tespit edilmiştir. Buna göre motosoyarın kullanılabilirlik açısından olumlu ve olumsuz yönleri aşağıda özetlenmiştir.

Olumlu yönleri:

- + Motorlu tırpana monte edilmiş kabuk soyma ekipmanı çalışabilmekte, kabuk soyucu bıçaklar tahrik gücünün etkisiyle dönebilmekte ve devrilmiş ağaç gövdesi-tomruklar üzerindeki kabukları soyabilme işlevini yürütebilmektedir. Böylelikle, motosoyarın tomruk kabuğunu soymada, kullanılabilir bir araç olduğu ortaya çıkarılmıştır.
- + Toplam ağırlığı (benzin deposu dolu ve kabuk soyma ekipmanı da dahil) 11 kilogramdan daha azdır. Sırtta askıda taşınan (yaklaşık 7 kilogramlık kısmı) ve sağ ya da sol yandan tutularak tomruğa tatbik edilen bu aracın kullanım sırasındaki ağırlığı dik duran vücuda dağıtılmış olduğundan fiziksel ve fizyolojik iş yükünün operatör lehine dengelendiği söylenebilir (Şekil 6).



Şekil 5. Kabuk soyma ekipmanının şafta bağlanma açısı ve şekli



Şekil 6. Motosoyarla tomruk soymada operatörün çalışma postürü

- + Motosoyarı kullanan operatör, kabuk soyma ekipmanını hem ileri doğru iterek hem de geri doğru çekerek şeritler halinde soyma işlemini gerçekleştirebilir. Operatör, kabuğu soyulan tomruğun (yerde durmakta olan) boy eksenine paralel olacak şekilde, tomruğun her iki tarafında durarak kendine en uygun yönde çalışma imkanına sahiptir. Kabuk soyma sırasında, arazi eğiminden dolayı veya soyulmayan yüzeyin çevrilmesi sırasında tomruğun yuvarlanmasına bağlı, genellikle iş kazası riskleri mevcuttur (Eker vd., 2011). Motosoyarlı çalışma tekniğinde ise, operatörün kendini tehlike kaynağından uzaklaştırması mümkündür.
 - + Motosoyarın tahrik şaft borusunun uzunluğu (soyma ekipmanından gaz kabzasına kadarki) 130 cm civarındadır. Bundan dolayı, soyma işlemi sırasında, kabuk soyan bıçakların tomruk kabuk yüzeyine temas ettirilmeleri ve ileri-geri hareket ettirilmeleri için operatörün eğilmesine, vücudunu öne doğru eğip yana doğru da burkmasına gerek kalmamaktadır. Operatörün tomruğu iki ayağının arasına alarak çalışması halinde de motosoyarla birlikte ileri ya da geri doğru hareket etmesiyle vücudun neredeyse hiç torsiyon (kıvrılma) yapmasına gerek kalmamaktadır. Bu yönüyle vücut postürü düz, dik ya da bunlara yakın vaziyette tutulduğundan işçi sağlığı ve iş güvenliği gereklilikleri bakımından bu aracın ergonomik bir avantaj sunduğu görülmektedir.
 - + Kabuk soyma işlerinde, ağaç türüne bakılmaksızın kabuk soyma ekipmanı kullanılması (motorlu testereye monteli) halinde, soyulan kabuk talaş ve tozlarının operatöre zarar vermesi söz konusu iken; motosoyar kullanımında operatörün tomruk yüzeyine ve kabuk artıklarına olan uzaklığı en az 1 m' den fazla olduğu için operatörün tozdan, talaş ve yongadan etkilenme riski oldukça düşüktür.
 - + Kabuk soyma işlemini gerçekleştiren ve aparatın ucunda takılı duran soyucu bıçaklar, operatörden ortalama 130-140 cm arasında uzakta çalıştığından bunların operatörün ayağına ya da başkaca uzuvlarına zarar verme riski düşüktür.
 - + Kabuk soyma ekipmanı üzerinde, yeni geliştirilen bu motosoyara özgün herhangi bir değişiklik yapılmadığından dolayı, kabuk soyma ekipmanının tüm avantajları (yüksek verimlilik) bu araç için de geçerliliğini sürdürmektedir.
 - + Şaft borusu üzerinde yer alan tutma kolu (elcik) sayesinde, motosoyarı kullanmak, yönlendirmek ve manevra yapmak oldukça kolaydır. Çünkü toplam makine ağırlığının 2/3' lük kısmı sırta bindirilmiş olduğundan ve sağ ya da sol elle çalıştırma düğmesinin yer aldığı kabzadan, diğer elle de tutma kolundan tutularak aracın çalıştırılması sağlandığından, kullanma kolaylığı ortaya çıkmaktadır.
- Olumsuz yönleri:**
- Tırpan, deposu boş ve çalışmaz durumda olsa dahi operatörün sırtına 6-7 kilogram ağırlığında yük binmektedir. Fiziksel-fizyolojik iş yükünün (Sylvester, 1950) orta derecede olduğu bu tür motor-manual çalışmada verimli çalışma süresinin 4/8 saat olduğu düşünüldüğünde; iş yükü maruziyetinin göreceli olarak yüksek olduğu söylenebilir. Ancak yükün vücuda dağılımı ve taşıma şeklinin avantajlarını da dikkate almak gereklidir.
 - Motosoyarın kullanılabilmesi için sırt askısından gelen spiral aktarıcı ve bunun ucuna bağlı şaft borusunun ucuna montajlı kabuk soyma ekipmanının, zemine paralel uzanan farklı çaptaki ve silindirik bir yüzeye sahip tomruğa, boy eksenine doğrultusunda ileri-geri hareket şeklinde uygulanması gerekmektedir. Kabuk soyma ekipmanının ağırlığı yalın halde 3.25 kg civarındadır. Güç aktarımı sağlanıp, bıçakların hızla döndürülmesi ve bunların tomruk kabuk yüzeyine temas ettirilmesi için bir ağırlık-baskı uygulanması gereklidir. Yaklaşık 130 cm uzunluğundaki alüminyum şaft borusuna baskı/ağırlık yapılarak dönen bıçaklı soyma kafasının tomruk yüzeyine uygulanması sonucu geri sekme/tepme riski bulunmaktadır. Bu nedenle operatörün çalışma sırasında, bir eli ile kabza civarından kavarken diğer eliyle şaft borusu üzerindeki elcikten (tutma kolundan) hem taşıma ve yönlendirme hem de kısmen baskı/ağırlık uygulaması gereklidir. Bu da operatör açısından hem fiziksel hem de zihinsel (bu hususu unutmadan dikkatli şekilde çalışması bakımından) iş yükünü kısmen de olsa artırmaktadır.
 - Kabuğun soyulması sırasında, bıçakların yüzeye değme ve yüzeyden tepme etkisi ile birlikte, dişlilerin şafttan güç aktarımını eksiksiz yapabilmesi için tasarımdan kaynaklı çapraz bağlantıdan dolayı, tırpana bağlı kabuk soyma ekipmanı sağa sola kaymakta/yalpalamaktadır. Bu da kabuk soyma verimini ve iş tekniğini aksatmaktadır.
 - Çapraz bağlantı ile güç aktarımı yapılmasından ve ilk defa böyle bir imalat gerçekleştirilmesinden dolayı güç aktarıcı kayışların gergi balataları; bıçakların sert kabuk ya da budaklara saplanması neticesinde, boşta kalmakta ve çoğu zaman yeniden sıkıştırma yapmayı (ikmal, onarım) gerektirmektedir. Bu durum, operasyon süresinin uzaması anlamına gelmektedir.
 - Bununla birlikte, alüminyum bazlı malzemeden imal edilmiş şaft borusunun hafifliği ve ucundaki yaklaşık 3.5 kg ağırlığındaki dönel aparat ve aksamından dolayı; şaft borusunun eğilme, yamulma ve hatta kırılma riski bulunmaktadır.
 - Sırtta asılı duran tırpanın motoru, çalışanın sırt/bel bölgesi seviyesinde kalmaktadır. Motorun egzoz gazı, motor henüz yeni çalıştırıldığında ve ısınana kadar, çalışanın şaft borusunu soluna ya da sağına almasına göre değişkenlik

göstermesine de bağlı olarak, çalışanın solunum organlarına yönelik rahatsız etme riski bulunmakta (Şekil 7) ve çalışma konforunu ve kalitesini düşürebilme riski taşımaktadır.

- Bununla birlikte, sırttaki bir taşıyıcı sehpaye monte edilmiş motorun titreşimi ve gürültüsünden kaynaklanan ergonomik olumsuzluklara, operatörün doğrudan maruz kalması da söz konusudur. Ancak KKD kullanımı ile gürültü ve gaz maruziyetini azaltmak mümkündür (ÇSGB, 2019). Titreşim için de sırt montaj aparatında yapılacak iyileştirmelerle minimizasyon sağlanması mümkün olabilir.

3.2. Motosoyarla kabuk soymada zaman ve maliyet analizleri

Motosoyarın çalışabilirliği ve kullanılabilirliği (teknik açıdan) test edildikten sonra bu aracın sürdürülebilir şekilde uygulanabilir olup olmadığı yani ekonomik olup olmadığını denetlemek için kızılçam (Çz) tomrukları üzerinde yapılan iş ve zaman etütlerinde Çizelge 3. deki bulgulara erişilmiştir.

Kızılçam tomruklarının motosoyar ile soyulmasında; tomruk başına harcanan ortalama toplam sürenin 158.38 sn olduğu belirlenmiştir. Ortalama tomruk çapı 24.1 cm ve tomruk boyu da 2.40 m' dir. Tomruk boylarının sabit olması yanında, tomruk orta çaplarının en küçük değeri 20 cm ve en büyük değeri de 30 cm' dir. Buna karşılık ortalama tomruk hacminin 0.11 m³ ve ortalama kabuk yüzey alanının da 3.64 m² olduğu hesaplanmıştır. Kızılçam tomruklarının kabuklarının soyulmasında, 1 m³ hacme sahip tomruğun soyulması için 24 dakikalık sürenin gerektiği ve buna bağlı olarak da motosoyarın iş veriminin 2.83 m³/saat olduğu belirlenmiştir. Bu verim değeri; temel ve yan faaliyet sürelerine dayanan, verimli çalışma süresi (productive machine hours; PMH (Eker vd., 2011)) üzerinden elde edilmiştir. Toplam süre içinde, çevirme süresinin ortalama % 18' lik paya sahip olduğu belirlenmiştir.

Motosoyarla yapılan kabuk soyma işleminde iş verimini ve çalışma süresini etkileyen faktörleri belirlemek için yapılan korelasyon analizinde; saatlik iş verimi ile çap, boy veya bunların fonksiyonu olduğu tomruk hacmi ve yüzey alanı arasında anlamlı herhangi bir korelasyona rastlanmamıştır. Ancak toplam soyma (motosoyarın çalışma zamanı) süresi üzerinde tomruk hacminin (R=0.741;

p<0.01) ve dolayısıyla tomruk çapının (R=0.720; p<0.01) ve de soyma-kabuk yüzey alanının (R=0.720; p<0.01) etkili (bağımsız) değişkenler olduğu görülmektedir. Tomruk boyları aynı büyüklükte olduğundan burada etkili faktör gibi görünmese de tomruk hacmi ve tomruk soyma yüzeyi alanının bileşeni olduğu unutulmamalıdır. Bununla birlikte, tomruk başına toplam soyma süresi (ortalama 2.64 dakika) ile bu süreyi oluşturan bağımsız değişkenlerden aktif soyma süresi (motosoyarın tomruk yüzeyine temas süresi) arasında pozitif yönlü (R=0.967; p<0.01), anlamlı ve güçlü bir korelasyon görülmüştür. Çevirme süresinin (motosoyarın hareketsiz halde bekletildiği süre) de pozitif yönlü ancak kuvvetli olmayan bir bağıntı (R=0.587; p<0.05) gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4).

Toplam soyma süresini etkileyen bağımsız değişkenlerden çap ile toplam soyma süresi arasındaki regresyon analizi sonucunda; Şekil 8. deki gibi bir denklemle karşılaşılmaktadır. Kızılçam tomruklarının motorlu tirpanla soyulması için harcanacak sürenin tahmin edilmesinde orta çap değerlerini kullanarak grafik içeriğindeki polinomial formülden yararlanmak mümkündür. Bu çalışmada, tomruk boylarının çeşitliliğine dikkat edilmediği için tomruk boyu ve çapı kullanılarak oluşturulan tomruk hacmi değerleri ile toplam soyma süresi arasında da aynı değerde bir bağıntı elde edildiğinden yalnızca çap değerine bağlı bir tahminleme yapmak mümkündür.



Şekil 7. Motosoyarla çalışma sırasında egzoz dumanı yayılımı

Çizelge 3. Motosoyarla tomruklarının soyulmasındaki tanımlayıcı istatistikler

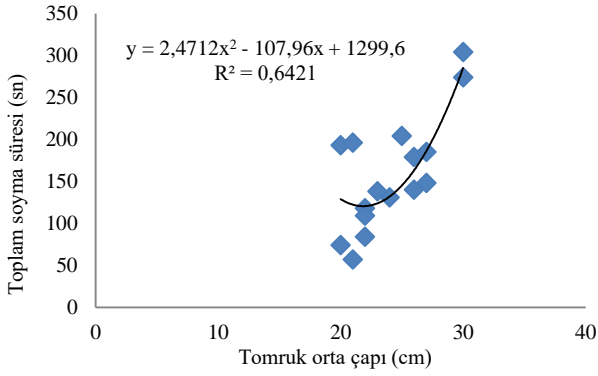
Ağaç türü	Özellik	Orta çap cm	Boy m	Hacim m ³	Soyma alanı m ²	Çevirme süresi sn	Soyma süresi sn	Toplam süre dk	Verim m ³ /saat
Çz	Ort.	24.1	2.40	0.11	3.64	29.19	129.19	158.38	2.83
	Min.	20.0	2.40	0.08	3.02	4.00	53.00	57.00	1.41
	Max.	30.0	2.40	0.17	4.52	67.00	278.00	304.00	5.25
	Std. S.	3.28	0.00	0.03	0.49	18.65	58.83	67.83	1.13

Çz: Kızılçam, Ort.:Ortalama, Min:Minimum, Max.:Maksimum, Std.S.:Standart Sapma

Çizelge 4. Kızılçamda motosoyarla kabuk soymada korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Orta çap	Tomruk hacmi	Soyma alanı	Çevirme	Soyma	Toplam süre
Çevirme	R	.361	.347	.361	1	.361	.588(*)
	p	.169	.188	.170		.170	.017
Soyma	R	.716(**)	.745(**)	.715(**)	.361	1	.967(**)
	p	.002	.001	.002	.170		.000
Toplam süre	R	.720(**)	.741(**)	.720(**)	.588(*)	.967(**)	1
	p	.002	.001	.002	.017	.000	
Verim	R	-.236	-.247	-.236	-.653(**)	-.679(**)	-.769(**)
	p	.380	.357	.380	.006	.004	.001

**p<0.01 düzeyinde anlamlı korelasyon. * p<0.05 düzeyinde anlamlı korelasyon.



Şekil 8. Tomruk orta çapı ile toplam soyma süresi arasındaki bağıntı

Motosoyarla kabuk soymada iş veriminin göreceli olarak kabul edilebilir nitelikte olması yanında; motosoyarın sürdürülebilir şekilde tercih edilebilir bir araç olup olmadığını ortaya koymak için maliyet analizi sonuçlarına bakmak gereksinilmiştir. İş-zaman etütleri sırasında, yakıt sarfiyatı ile birlikte değişken giderlere konu olacak harcamalar kaydedilmiş ve Eker vd. (2018) tarafından kullanılan maliyet hesaplama modülüne göre analizi yapılmıştır. Motosoyar; motorlu tırpan ve kabuk soyma ekipmanından oluşan yatırım bedeli ile birlikte, imalat maliyetini de içermektedir (Çizelge 5). Buna göre, tüm giderler ölçeğinde, motosoyarın operatör tarafından 1 saat çalıştırılmasının maliyeti 19.85 TL/saat olarak hesap edilmiştir. Prototip formundaki ve herhangi verimlilik artırıcı iyileştirme yapılmaksızın yapılan denemeler sonucunda elde edilen verim (toplam paylar-dağılım zamanları eklenmeksizin) değeri dikkate alındığında ise motosoyarın birim fiyatının 1.71 TL/m³ olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Motosoyar maliyet analizi sonuçları (özet)

<i>Temel Girdiler</i>	
Yatırım maliyetleri (Toplam) (YaM, TL) =	1600
Motor gücü (MG, hp) =	1.9
Servis ömrü (S, yıl) =	5
Yakıt tüketimi (YT, litre/saat) =	0.5
<i>Hesaplananlar</i>	
Hurda değeri (HD, TL) =	160
Yıllık amortisman (A, TL/yıl) =	288
Ortalama yıllık yatırım (OYY, TL) =	1024
Yıllık kullanım süresi (YKS, saat/yıl) =	1000
<i>Sabit Giderler</i>	
Faiz gideri (FG, TL/yıl) =	102
Yıllık sabit gider (YSG, TL/yıl) =	390
Saatlik sabit gider (SSG; TL/saat) =	0.39
<i>Değişken Giderleri</i>	
Yakıt gideri (YakG, TL/saat) =	3.50
Yağ, vb. gideri (LG, TL/saat) =	0.53
Tamir ve bakım gideri (TBG, TL/saat) =	0.43
İşçilik (Operatör) gideri (Toplam) (TISG, TL/saat) =	15.00
Saatlik değişken giderler (SDG, TL/saat) =	19.46
Toplam işletim gideri (Saatlik Maliyeti, TL/saat) =	19.85
Toplam işletim gideri (Operatör Gideri Hariç) (TL/saat) =	4.85
Ortalama verim (m ³ /saat)	2.83
Birim fiyat (TL /m ³)	1.71

Bu çalışma kapsamında geliştirilen motosoyar, genel olarak değerlendirildiğinde, balta ile ve motorlu testereye monteli kabuk soyma aparatı ile yapılan iş ve işlemlere benzer teknikte çalışabilir olduğu belirlenmiştir. Literatür bilgisine göre; manuel şekilde balta ile yapılan kabuk soyma işlerinde hem fizyolojik yorgunluğun hem iş kazası risklerinin hem de fiziksel risk faktörlerinin bir arada bulunduğu; motorlu testere bazlı kabuk soyma işlerinde bunlara ilaveten kimyasal risk faktörlerinin de ortaya çıktığı görülmektedir (Gürtan, 1969; Johansson ve Strehlke, 1996; ILO, 1996; Eker vd., 2011; Eker ve Özer, 2015). En azından fizyolojik iş yükünün azaltılması ve bazı fiziksel risk etmenlerinin bertaraf edilmesi için kabuk soyma işlerinde yeni bir çözüm yolunun aranması ve teknoloji transferi ya da mevcut teknolojinin devşirilmesiyle pratik çözümlerin üretilmesine bağlamında, bazı ergonomik iyileştirmeler gerektirmesine rağmen motosoyarın alternatif bir kabuk soyma aracı olarak kullanılabilirliği iddia edilebilir.

Öte yandan motosoyarın sürdürülebilir şekilde kullanılabilirliği, iş verimine ve maliyete bağlı olduğundan motosoyarın verimine ilişkin elde edilen öncül bulguların; motosoyarın baltayla kabuk soymaya (Gürtan, 1969; Geray, 1978; Eker, 2004; Önal, 2013) göre ortalama 3 kat daha verimli olduğunu göstermektedir. Kabuk soyma demiri (kaşığı) (Gürtan, 1969) ile de karşılaştırıldığında, motosoyarın daha verimli olduğu belirlenmiştir. Ancak motorlu testere monteli kabuk soyma aparatı (Eker ve Acar, 2004; Eker vd., 2011; Abbak vd., 2018) ile karşılaştırıldığında ise motosoyarın veriminin en az 2 kat daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık birim maliyet ve birim fiyatın katlanılabilir ve görece olarak düşük olduğunu söylemek mümkündür.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada odun hammaddesi üretim işlerinde kesim sürecinin önemli bir adımını oluşturan kabuk soyma operasyonlarında kullanılacak olan ve daha önce Türkiye’de hiç denenmemiş olan motorlu çalı tırpanına monteli kabuk soyma aracının geliştirilmesi sağlanmış, çalışabilir olduğu ispatlanmış ve de bu araçla verim ve maliyetler hakkında bir bilgi üretilebilmiştir.

Odun üretim sürecinde özellikle ibrelili ağaçlardan imal edilen endüstriyel emvalin kabuklarının bölme içinde, yol kenarında ya da fabrikalarda soyulması gerçekleştirilmektedir. Kabuk soyma sürecinin genel üretim süreci içindeki zamansal payı ve buna bağlı maliyet payının yüksek olması, üretimin etkenliği açısından olumsuz bir durum olarak algılanmaktadır. Hatta son zamanlarda tam mekanize kabuk soyma araçlarının orman içine sokularak mümkünse bölme içinde ya da yol kenarında kabuk soyulması arzu edilmektedir. Bu bakımdan kabuk soymada, iş hızı, zaman ve enerji tüketimi, iş kalitesi ve toplam verimlilik halihazırda gündemini koruyan bir konudur.

Gelenekselleşmiş tomruk metoduyla odun hammaddesi üretiminde, kabuk soyma işleri balta (nacak) ve son 10-15 yılda da motorlu testereye montajlı kabuk soyma ekipmanı ile gerçekleştirilmektedir. Ancak motorlu testereden kaynaklanan iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin risk faktörlerinden dolayı, bu riskleri azaltmak ve daha konforlu ve daha ekonomik şekilde kabuk soyma işlemi yapmak için yeni bir teknoloji bileşimi ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada, var olan ve farklı işlerde kullanılan iki farklı araç

birleştirilerek yeni bir araç olan motosoyar türetilmiştir. Böylelikle kabuk soyma işleri için yeni bir prototip elde edilmiştir. Bu aracın, bu çalışma kapsamında fizibilitesinin de yapılmış olmasından dolayı, motosoyarın kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Ayrıca, geliştirilen bu araçla yapılan deneme bulgularına bağlı olarak;

- Kabuk soyma işinde bazı teknolojik iyileştirmeler sağlanmıştır.
- Kabuk soyma işinde uygulanacak olan ergonomik çalışma koşullarına ve işçi antropometrisi açısından uygun çalışma yöntemine yaklaşılmaya çalışılmıştır.
- İş kalitesi açısından, bazı iyileştirmeleri gerektirmesine rağmen, bu aracın uygun olabileceği ortaya konulmuştur.
- İş veriminin göreceli olarak yüksek olduğu; satın alma bedelinin ve sabit giderlerin düşük olduğu, imalat sürecinin basit olduğu ve ergonomik açıdan önemli üstünlüklere sahip olduğu belirlenmiştir.
- İş sağlığı ve iş güvenliğine yönelik mevzuat kapsamında, vücut postürü, fizyolojik ve fiziksel iş yükü gibi iş sağlığı ve iş güvenliğini ön planda tutan bir iyileştirme gerçekleştirilebilmiştir.
- Motosoyar ile yapılan iş-zaman analizleri ve bunlara ilişkin bulgular; baltayla ve motorlu testereye monteli kabuk soyma aparatı ile karşılaştırma yapmaya imkân sunacak verinin-bilginin üretilmesini sağlamıştır.

Motosoyarın iyileştirilmesi ve iş verimin artırılıp kullanım imkanlarının yaygınlaştırılması için bundan sonraki aşamalarda;

- Bu aracın, seri üretimle, endüstriyelendirilebilirliği araştırılmalıdır. AR-GE kapsamında değerlendirilebilirliği ve ticarileştirme imkanlarına sahip olup olmadığı da araştırılmalıdır.
- Halihazırda motosoyar prototipini oluşturma süreci takip edilerek bu aracın yeniden üretilmesi mümkün olabilir.
- Bu araç, ormanda seri üretim işlerine katılan çalışanlara, kurum ve kuruluşlara tanıtılmalı ve kabuk soyma zamanı konusunda problem yaşanan bölgelerde uygulanması sağlanarak sürdürülebilirliği sınanmalıdır.

Açıklama

Bu makale, Prof. Dr. Mehmet EKER danışmanlığında, SDÜ Fen Bilimleri (ISUBÜ Lisansüstü Eğitim) Enstitüsü'nde Metin ŞEFİK tarafından hazırlanan Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir. İlgililere teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Abbak, A., Şafak, İ., Eker, M., Yılmaz, A.R., Erdem, B., Gençoğlu, F., Özalp, A., Akbaş, A., 2018. Kızılcım ve Karaçam Üretim İşlerinde Birim Zaman Analizi. Orman Genel Müdürlüğü. Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu. Proje No: 20.5316/2015-2018, Tarsus.
- Acar, H.H., Eker, M., 2001. The Women forest worker during in the nursery operations in Turkey. Joint FAO/ECE/ILO Seminar Proceedings Women in Forestry, 2-6 April 2001, Viseu, Portugal, pp. 277 – 287.
- Arıcak, B., Enez, K., Genç, A., 2010. Odun üretiminin kabuk soyma aşamasında yeni yaklaşım: SCRAP' AIR. 16. Ulusal Ergonomi Kongresi, 03-05 Aralık, Çorum, s. 517-530.

- BASEH, 2018. Ağaç kabuk soyma aparatları. Bahtiyar Motor Industry, İzmir, www.baseh.com.tr Erişim: 11.09.2018.
- Bayoğlu, S., 1996. Orman Nakliyatının Planlanması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, No: 3941, İstanbul.
- Carus, S., 2002. Bazı hacim formüllerinin seksiyon, gövde ve bağlı uzunluklara göre kıyaslanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1):101-114.
- ÇSGB, 2019. Kişisel koruyucu donanımlar. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Piyasa Gözetimi ve Denetim Daire Başkanlığı, 192s., http://kkd.isggm.gov.tr/media/1023/kkd_kitabi.pdf, Erişim: 24.04.2019.
- Eker, M., 2004. Ormanlıkta odun hammaddesi üretiminde operasyonel planlama modelinin geliştirilmesi. Doktora Tezi Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eker, M., Acar, H.H., 2004. Motorlu testereye monteli kabuk soyma ekipmanlarının orman işçiliği açısından değerlendirilmesi. 10. Uluslararası Katılımlı Ergonomi Kongresi, Uludağ Üniversitesi, 08-10 Ekim, Bursa. Bildiriler Kitabı, s. 50-58.
- 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., Özer, D., 2015. Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı. Türkiye Ormanlık Dergisi, 16(2): 183-194.
- Eker, M., 2015. Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerinde İş-Zaman Analizlerinin Yapılması ve Standart Zamanların Hesaplanması. Orman Genel Müdürlüğü Üretim İşlerinde İş-Zaman Analizleri Projesi (Yayınlanmamış), 43s., Isparta.
- Eker, M., Spinelli, R., Gürlevik, N., 2018. Determining the quantity and quality of biomass obtained from the thinning of Turkish red pine stands. Biofuels Bioproducts & Biorefining, 12: 12-21.
- Enez, K., Nalbantoğlu, S.S., 2019. Comparison of ergonomic risk assessment outputs from OWAS and REBA in forestry timber harvesting. International Journal of Industrial Ergonomics, 70: 51-57.
- Engür, M.O., 1996. Orman ürünlerinin hasadında teknoloji seçimi ve mekanizasyon olanakları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdaş, O., 1987. Uygulama açısından Türkiye'de odun hammaddesi üretim ve orman yollarında transport ilişkileri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 10(1-2): 51-63.
- Erdaş, O., Acar, H.H., Eker, M., 2014. Orman Ürünleri Transport Teknikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi KTÜ Matbaası, Trabzon.
- Geray, A.U., 1978. Ormanlıkta Gerçek Tarife Bedeli ve Bunun İşletmenin Entansitesini Tayin Hususunda Bir Kriter Olarak Kullanılması Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Gürtan, H., 1969. Değişik Tipli Balta ve Kabuk Yontma Demirlerinin İş Verimleri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Ekonomi ve İşbilgisi Şubesi Müdürü, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 38, Ankara.
- Grammel, R., 1988. Holzernte und Holztransport. Verlag Paul PareyHamburg und Berlin.
- ILO, 1996. Improving working conditions and increasing profits in forestry –sectoral activities programme. Working Paper, ILO-Industrial Activities Branch, Geneva.
- Johansson, K., Strehlke, B., 1996. Improving Working Conditions and Increasing Profits in Forestry. International Labour Office, Geneva. ISBN 92-2-109757-9.
- Karaman, A., 1997. Doğu Karadeniz yöresinde farklı çalışma koşullarında kesim ve sürütme işlerinde iş güclüğü kriterlerinin araştırılması ve verim üzerine etkisinin belirlenmesi. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- McAvoy, D., 2004. The Log Wizard: Another Tool For Bark Beetle Control. <http://extension.usu.edu/forestry> Erişim: 18.11.2018.
- Magagnotti, N., Spinelli, R., 2012. Good Practice Guidelines for Biomass Production Studies. European Cooperation in Science and Technology, COST Action FP-0902, ISBN 978-88-901660-4-4, 50 p., Italy.
- Michele, A., 2010. How to debark pine trees infested with mountain pine beetle. <http://www.ehow.com> Erişim:19.11.2018.
- OGM, 2010a. Written report of meeting decisions no:2010/10. Regional Directorate of Forestry in Adana. <http://www.ogm.gov.tr>. Erişim: 10.07.2010.
- OGM, 2010b. Kompresörler iş başında. Orman Genel Müdürlüğü, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Ankara. <http://www.ogm.gov.tr>, Erişim:07.01.2010.
- OGM, 2018. Ormanlık İstatistikleri, İşlenmemiş Odun Üretimi 2000-2018. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. <http://www.ogm.gov.tr>, Erişim: 11.12.2018.
- OGM, 2019. Kurumsal mali durum ve beklentiler raporu. Orman Genel Müdürlüğü. Ankara. <http://www.ogm.gov.tr>, Erişim: 11.03.2019.
- 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.
- Sylvester, L.A., 1950. The Handbook of Advanced Time-Motion Study. Funk&Wagnalls Company, NY, USA.
- Yıldırım, M., 1989. Ormanlık İş Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.