

BİDGE Yayınları

Ormancılık Uygulamaları ve Eğitiminde Güncel Konular ve Yeni Yaklaşımlar

Editörler: Prof. Dr. Mehmet KORKMAZ & Prof. Dr. Mehmet EKER

ISBN: 978-625-372-576-1

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara



ÖNSÖZ

Ülkemizde 180 yılı aşkın süredir ormanlar süreklilik ilkesi gözetilerek yönetilmekte, işletilmekte ve toplumun ihtiyacı olan ürün ve hizmetler üretilmektedir. Geçen süre zarfında hem dünyada hem de ülkemizde orman kaynaklarından beklentiler değişmiş ve çeşitlenmiştir. Örneğin yakın bir geçmişe kadar ormanın sunduğu en önemli (asli) ürünler, yakacak ve endüstriyel odun iken günümüzde odun dışı orman ürünlerine talep artmış ve artmaya devam etmektedir. Kısacası geçmişte “tali ürün” olarak isimlendirilen bu ürünler, bazı orman alanları için “asli ürün” olarak nitelendirilmeye başlanmıştır. Zaten “odun dışı orman ürünleri” kavramının ortaya çıkışı da bu değişimin bir göstergesidir. Kitabın ilk bölümünde odun dışı orman ürünleri toplayıcılığına yönelik sosyo-ekonomik içerikli değerlendirmeler yapılmaktadır.

Zaman içerisinde odun kökenli ürünlerde de değişim yaşanmıştır. Örneğin biyoenerji sektörünün gelişmesine bağlı olarak odun kökenli biyokütle, bu sektör için hammadde haline dönüşmesi ile özellikle odun hammaddesi üretim sürecinde ortaya çıkan odunsu orman artıkları biyokülesine talep artmıştır. Kitabın ikinci bölümünde bu ürünlerin tedarik yöntemleri incelenmekte ve değerlendirilmektedir.

Ormancılık alanında bir başka önemli değişim, orman mühendislerinin eğitimi ile ilgilidir. Son yıllarda Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Başkanlığının başlattığı “Yükseköğretimden Endüstriye Nitelikli İnsan Gücü Projesi” kapsamında Fen ve Mühendislik programlarında 7+1 uygulamalı eğitim modeli geliştirilmiştir. Bu model orman mühendisliği eğitiminde de karşılık bulmuş ve bazı orman fakültelerinde uygulanmaya başlanmıştır. Kitap kapsamında yer alan üçüncü bölümde, bu modelin teorik altyapısı ve uygulama sonuçları sunulmaktadır.

Kitabın son bölümünde ise ormancılık uygulamalarında iş planlarının hazırlanması, süreç analizleri, maliyet analizleri, verimliliğin sağlanması gibi çeşitli amaçlar için gerçekleştirilen metot ve zaman etütlerinde kullanılmakta olan gözlem düzeyleri ve zaman girdileri detaylı bir şekilde incelenmektedir.

Editörlüğünü üstlendiğimiz bu kitap kapsamında okuyuculara, ormancılık uygulamaları ve eğitiminde öne çıkan bazı güncel ve önemli konular ile yeni yaklaşımları bir araya getirmeye çalıştık. Katkı veren tüm

yazarlarımıza ve emeği geçen çalışma ekibine müteşekkirimiz. Kitabın tüm meslektaşlarımıza, ilgili kurum/kuruluşlara ve ilgilenenlere faydalı olmasını dileriz.

Editörler

Prof. Dr. Mehmet KORKMAZ

Prof. Dr. Mehmet EKER

İçindekiler

Odun Dışı Orman Ürünleri Toplayıcılığına İlişkin Sosyo-Ekonomik Değerlendirmeler	6
Mehmet KARACA.....	6
Mehmet KORKMAZ.....	6
Odunsu Orman Artıkları Biyokütlesinin Tedarik Yöntemleri	27
Mehmet EKER	27
Orman Mühendisliği Bölümü Öğrencileri İçin İşletmede Mesleki Eğitim Modeli: Örnek Gösterilebilir Bir Uygulama	80
Mehmet KORKMAZ.....	80
Hüseyin Oğuz ÇOBAN	80
Ormancılıkta Zaman Etütlerinde Kullanılan Gözlem Düzeyleri Ve Zaman Girdileri.....	104
Mehmet EKER	104

BÖLÜM I

Odun Dışı Orman Ürünleri Toplayıcılığına İlişkin Sosyo-Ekonomik Değerlendirmeler

Mehmet KARACA¹
Mehmet KORKMAZ²

1. Giriş

Toplumun orman kaynaklarından beklentileri geçmişten günümüze değişmektedir. Önceleri çeşitli ihtiyaçları karşılamak için kullanılan odunun üretimine yönelik beklentiler, günümüz toplumlarında odunun dışındaki ürün ve hizmetlere de evrilmiştir.

Odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) ülkemizde cumhuriyet öncesi dönemlerde “mahsulat” olarak isimlendirilmektedir (Kılıç, 2018). Yakın zamana kadar bu ürünler için “tali orman ürünü” kavramı kullanılmıştır (Ok & Tengiz, 2018). Ancak günümüzde menengiç, kekik, adaçayı, ıhlamur, kuşburnu ve reçine gibi çeşitli bitkisel ve yaban hayatı gibi hayvansal ürünler, kullanıldığı amaca göre yeri geldiğinde odun hammaddesinden daha değerli olabildiği belirtilerek tali orman ürünü yerine ODOÜ olarak

¹ Or. Yük. Müh., Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Elmalı Orman İşletme Müdürlüğü, Antalya/Türkiye, Orcid: 0000-0002-2846-2093, mehmetkaraca@ogm.gov.tr

² Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta/Türkiye, Orcid: 0000-0002-2655-3725 mehmetkorkmaz@isparta.edu.tr

isimlendirilmesinin daha doğru olacağı kabul edilmiştir (Bozkurt & ark., 1982; Türker & ark., 2001; Kılıç, 2018). Kısaca “orman ana kaynağı olan ve odun hammaddesi dışında kalan her türlü bitkisel ve hayvansal ürünler, ODOÜ” olarak adlandırılmaktadır (Kurt & ark., 2016).

ODOÜ’nün hem dünyada hem de ülkemizde yeri her geçen gün artmaktadır. Bu gelişmeler sonucunda Orman Genel Müdürlüğü (OGM) bünyesinde 2011 yılında “Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı” kurulmuştur. 2023 yılında ise daire başkanlığının ismi “Ekosistem Hizmetleri Dairesi Başkanlığı” olarak değiştirilmiştir. Bu değişim ekosistem hizmetlerinin günümüzdeki yeri ve öneminin artışı ile açıklanabilmektedir. Daire başkanlığının örgüt yapısında yer alan şube müdürlükleri aşağıda gösterilmiştir;

- Bitkisel Ürünler Şube Müdürlüğü,
- Biyolojik Çeşitlilik Şube Müdürlüğü,
- Ekosistem Hizmetleri Değerlendirme Şube Müdürlüğü,
- Ekoturizm Şube Müdürlüğü,
- Hayvansal Ürünler Şube Müdürlüğü
- Orman Parkları Şube Müdürlüğü ve
- Planlama Şube Müdürlüğü.

Ekosistem Hizmetleri Dairesi Başkanlığı’nın görevleri arasında yer alan “orman ekosistem hizmetleri ve ürünleri ile biyolojik çeşitliliğinin tespiti, envanteri, planlaması, haritalandırılması, projelendirilmesi, üretimi, taşınması, depolanması, işlenmesi, tanıtımı, pazarlanması, standardizasyonu, değer tespiti, belgelendirme ve sertifikasyonu ile araştırma ve geliştirme çalışmalarına ait usul ve esasları düzenlemek” görevleri ODOÜ’nün bitkisel ürünler bölümüyle büyük oranda ilişkilidir. Belirlenen bu görevler taşrada orman bölge müdürlükleri bünyesinde kurulan şube müdürlüklerince yürütülmektedir.

Ülkemizde tıbbi amaçlarla kullanılan bitki türü sayısı 500 civarındadır. Doğadan toplanarak ticarete konu olan bitki türü sayısı 346, ihraç edilen tür sayısı da 112’dir (Balcı, 2011). Bu ürünler tıbbi

amaçların yanında kozmetik ve süsleme gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Son yıllarda odun dışı bitkisel ürünlerin etnobotanik amaçlarla kullanımına yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda ürünlerin yöresel kullanımları araştırılmış ve diğer çalışmalar ile karşılaştırılmıştır (Kendir & Güvenç, 2010; Balos & ark., 2022; Demirelma & Depreli, 2023; Akan & Balos, 2023, Ginko & ark., 2023). Bir diğer araştırma alanı özellikle kentlerdeki nihai tüketicilere yönelik araştırmalar olup ele alınan başlıca konular, bitkisel kökenli ODOÜ'nün kullanım amaçları, tüketici tercihleri ve bu tercihleri etkileyen etmenlerdir (Korkmaz & Fakir, 2009; Korkmaz & ark., 2011; Arslan, 2015; Arslan & ark., 2016; Korkmaz & Dündar, 2019). Bu araştırmalarda nihai tüketicilerin özellikleri ile kullanım amaçları karşılaştırılarak hem üretim hem de pazarlama süreçlerini geliştirmeye yönelik bilgiler elde edilmiştir.

ODOÜ'nün üretim ve satış esaslarını düzenlemek üzere 2016 yılında OGM tarafından 302 sayılı “*Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Üretim ve Satış Esasları*” isimli tebliğ yayımlanmıştır. Bu tebliğin içeriği “ormanlardan ve ağaçlardan elde edilen odunun dışındaki biyolojik ve mineral kökenli ürünler ile kabuk, yonga, çalı, kök, kütük, kozalak gibi odun üretimi sırasında açığa çıkan diğer ürünler ile mantarlar, orman humusu ve örtüsü”dür.

ODOÜ kırsal yörelere yaptığı katkı bakımından kırsal kalkınma araçları arasında önemli bir konumdadır. Özellikle son yıllarda bitkisel kökenli ODOÜ piyasalarındaki talep artışı, toplayıcılık kapsamında elde edilen gelirlerin de artmasını sağlamıştır. Bu açıdan kırsal yörelerde ODOÜ toplayıcılığının ekonomik ve sosyal yönden analizi önemlidir.

Bu çalışmada ODOÜ toplayıcılığının sosyo-ekonomik açıdan değerlendirilebilmesi için toplayıcılığın yoğun olarak yapıldığı ve Sütçüler kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P. H. Davis)'nin doğal yayılış alanı olan Isparta ili Sütçüler yöresi araştırma alanı olarak seçilmiştir. Sütçüler kekiğinin gerek yutici gerekse de yurtdışı pazarlarda tecih edilen önemli bir tür olması, bu

seçimde bir diğerk nedendir. Yörede toplayıcılık yapan doksan bireyle görüşölmüş ve anket çalışmaları ³ yürütölmüşür. Toplayıcıların sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri Tablo 1’de sunulmuşür.

Tablo 1. Toplayıcıların yaşı, cinsiyet, eğitim durumu, medeni durumu

Medeni Durumu	Sayı	%
Evli	67	74.4
Bekar	23	25.6
Yaş	Sayı	%
≤ 25	17	18.9
26-45	25	27.8
46-65	32	35.6
>65	16	17.8
Cinsiyet	Sayı	%
Erkek	80	88.9
Kadın	10	11.1
Eğitim Durumu	Sayı	%
Okur-yazar değil	4	4.4
Okur-yazar	35	38.9
İlkokul	19	21.1
Ortaokul	9	10.0
Lise	13	14.4
Üniversite	10	11.1
Hanelerde İkamet Eden Kişi Sayısı	Sayı	%
1-4	70	77.8
5-8	19	21.1
9-12	1	1.1

Yörede yaşayan ve çalışmaya katılan toplayıcıların %74.4’ü evlidir. Hanelerde ikamet eden kişi sayısı genellikle (%77.8) 1-4 arasında değışmekte olup çekirdek aile tipinin toplayıcılar arasında yaygın olduğı görölmektedir. Yaş grupları açısından bir değerkendirme yapıldığında toplayıcıların büyük bir bölümü (%63.4), 26-65 yaş aralığındaki bireylerdir. Özellikle 25 ve daha küçük yaştaki bireylerin oranının düşük oluşu kırsal alanlardaki genç nüfusun azalması ile açıklanabilir (Tablo 1).

³ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğı Kurulunun 28.04.2022 tarih ve 105/01 sayılı kararı ile etik kurul izni alınmıştır.

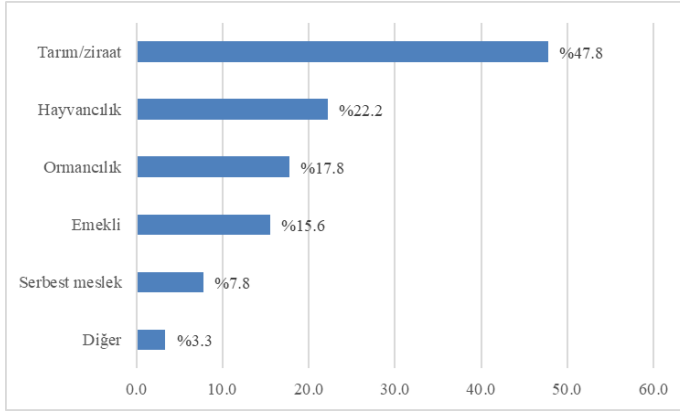
Ankete katılan toplayıcıların büyük bir bölümü erkektir. Eğitim durumu itibariyle okur yazar olanlar (herhangi bir eğitim kurumundan mezun olmayanlar) ve ilkokul mezunları çoğunluktadır. Düşük düzeyde de olsa lise ve üniversite mezunları da bulunmaktadır. Dikkati çeken bir nokta, toplayıcılar arasında okuma yazma bilmeyenlerin oranıdır. Türkiye İstatistik Kurumunun “2023 Yılı Ulusal Eğitim İstatistikleri”ne göre ülke geneli okuma yazma bilenlerin oranı %97.6 olup kadınlarda bu oran %96, erkeklerde ise %99.2’dir (TÜİK, 2024). Ankete katılan bireyler arasında okuma yazma bilmeyenlerin oranının (%4.4) Türkiye ortalamalarından yüksek olduğu gözlenmektedir (Tablo 1).

Betimleyici istatistiklere göre toplayıcıların gelir durumları incelendiğinde beyan edilen en düşük aylık gelir düzeyi 1000 TL, en yüksek gelir düzeyi 20000 TL’dir. Aritmetik ortalama 4239.53 TL olarak hesaplanmış olup standart sapma 3085.99 TL’dir. Verilerin toplandığı 2022 yılının ilk yarısında uygulanan asgari ücretin 4253.40 TL olduğu düşünüldüğünde toplayıcıların ortalama gelir düzeyinin asgari ücret seviyesinde olduğu görülmektedir.

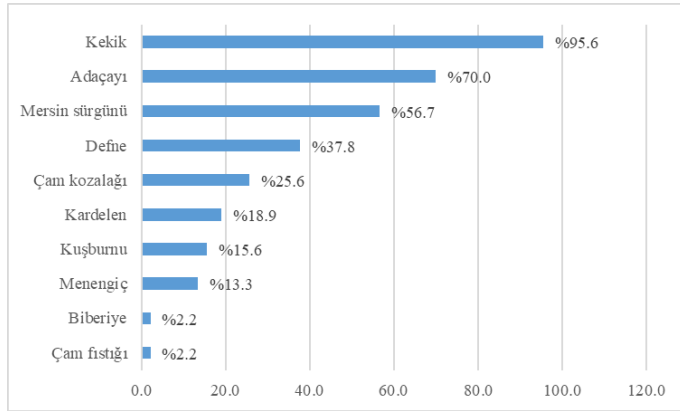
Yörede yaşayan ve toplayıcılık yaparak anket çalışmasına katılan bireylerin öncelikli geçim kaynakları tarım ve hayvancılıktır. Üçüncü sırada ormancılık etkinlikleri gelmektedir (Şekil 1). Arazi sahipliliği açısından çoğunlukla hane başına 1-10 dekar arasında değişen arazi varlığı ile tarımsal faaliyet yapılmaktadır.

2. Ekonomik Değerlendirmeler

Yörede toplanan ürünlerin yüzdesel dağılımı Şekil 2’de gösterilmiştir. Kekik (%95.6) en fazla toplanan üründür. Bunu adaçayı ve mersin sürgünü izlemektedir. Defne yaprağı ve çam kozalağı da öne çıkan diğer ürünlerdir. Kardelen, kuşburnu ve biberiye düşük düzeyde toplayıcılığı yapılan ürünlerdir. Kekiğin en fazla toplanan ürün olması, Sütçüler yöresinde doğal olarak yetişen kekiğin pazarda önemli bir yeri olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 1. Toplayıcıların ana geçim kaynakları



Şekil 2. Yöreden toplanan ODOÜ'nün dağılımı

Toplayıcıların topladıkları ürünleri satış biçimleri de önemlidir. Toplanan ürünlerin büyük bir bölümü aracı firmalara satılmaktadır (%58,9). Genellikle aracı firmalar, ürünleri köylerden satın almaktadır. Bunun yanında perakende olarak nihai tüketicilere pazarlarda satış (%14,4) ve kooperatife satışlar (%12,2) da düşük düzeyde de olsa tercih edilmektedir. Toplayıcıların %63.3'ü topladıkları ürünlerin bir kısmını düşük düzeyde de olsa kendi tüketimleri için ayırmaktadır.

Yıllık ortalama hane başı toplanan ürün miktarı 1189.17 kg/yıl olarak hesaplanmış olup en yüksek miktar 8000 kg/yıl olarak belirlenmiştir. Cari gelirler bakımından 2020 yılında hane başı ortalama ODOÜ toplayıcılığı geliri 5957.04 TL/yıl, 2021 yılında ise 8743.06 TL/yıl olarak gerçekleşmiştir. Hane ortalama gelirleri ile kıyaslandığında yaklaşık 2 aylık gelirin toplayıcılıktan elde edildiği görülmektedir. Hane halkı gelirine yapılan bu katkının önemli düzeyde olduğu söylenebilir. Toplayıcıların %70'i ODOÜ toplayıcılığının ana geçim kaynağı olamayacağını ancak yan gelir olarak hanelere katkı yapabileceğini düşünmektedir. Bunun en önemli nedeni ODOÜ'lerin yılın belirli zamanlarında toplanması ve aralıklı olarak gelir getirmesi olarak ifade edilmektedir. Ayrıca elde edilen gelirlerin toplam gelir içindeki payı da bu durumu desteklemektedir.

Ürünlerin satış fiyatları açısından toplayıcılıkta öne çıkan kekik ve adaçayı için bir değerlendirme yapılmıştır. 2020 yılında yörede ortalama olarak kekiğin fiyatı 10.46 TL/kg ve adaçayının fiyatı 8.46 TL/kg iken 2021 yılında bu değerler sırasıyla; 15.41 TL/kg ve 13.55 TL/kg şeklinde oluşmuştur. Toplayıcıların büyük bir bölümü (%70.0) ODOÜ fiyatları düşük bulmakta olup bu konudaki memnuniyetsizliklerini dile getirmektedir.

Toplayıcıların en fazla topladıkları ürün, daha önce de belirtildiği üzere kekiktir. Kekik özelinde alıcıların en çok önem verdikleri etmenlere ilişkin yanıtlar Tablo 2'de gösterilmiştir. Kalite, fiyat, ürün miktarı ve başka ürünlerle karışık olmama öne çıkan ve önemli/çok önemli görülen etmenlerdir. Bu etmenler arasında önem düzeyi bakımından bir öncelik yapılamamıştır.

Tablo 2. Alıcıların kekik tercihini etkileyen etmenlerin önem düzeyi

Etmenler	1*	2*	3*	4*	5*
Kalite	4.4	1.1	7.8	22.2	64.4
Fiyat	2.2	4.4	7.8	31.1	54.4
Ürün miktarı	1.1	6.7	11.1	28.9	52.2
Karışık olmama	2.2	3.3	10.0	35.6	48.9

*1: Hiç önemli değil, 2: Önemli değil, 3: Kısmen önemli, 4: Önemli, 5: Çok önemli

2. Toplama Tekniğine İlişkin Değerlendirmeler

Toplayıcıların yarıdan fazlası (%56.7) her yıl farklı alanlarda toplama yapmaktadır. Her yıl aynı alandan toplama yaptığını belirtenlerin oranı da azımsanmayacak düzeydedir (%43.3). Bu durumun sürdürülebilir üretim açısından değerlendirilmesi gerekir. *“Kaynağı aşırı kullanmanın ne anlama geldiğini biliyor musunuz?”* şeklinde yöneltilen soruya verilen yanıtlarda toplayıcıların %34.4’ünün hayır yanıtını vermesi bu konunun önemini artırmaktadır.

Toplayıcılığı yapılan ürünlerden kültür olarak yetiştiriciliğini yapanların oranı %21.1 ile düşük düzeydedir. Yörede tarla/sera ortamında kekik yetiştiriciliği düşük düzeyde de olsa yapılmaktadır.

Toplayıcılar arasında doğrudan aracı firma adına toplayıcılık yapan bireyler de bulunmaktadır. ODOÜ toplayıcılığı tarife bedeli ile yapılmakta olup bu bedel orman işletme müdürlüğüne ödenmektedir. Toplayıcıların %58.8’i, bu bedeli doğrudan öderken, %9.6’sı aracı firmanın ödeme yaptığını belirtmektedir. Herhangi bir bedel ödemeksizin toplayıcılık yapanların oranı %31,6’dır. Bu oran kayıt dışı (kaçak) toplayıcılık kapsamında çok yüksektir. Bu şekilde toplayıcılık yapanların bir bölümü herhangi bir ücret ödenmesi gerektiğini bilmediğini belirtmektedir.

ODOÜ toplayıcılığı için orman işletme müdürlüğünce verilen eğitime katılmış olanlar %10 ile düşük düzeydedir. Toplayıcıların büyük bir bölümünün (%90.0) herhangi bir eğitim çalışmasına katılmamış olması, sürdürülebilir üretim ve pazarlama konusundaki sorunlar ile birlikte değerlendirilmelidir. Benzer bir durum, izinsiz toplanmanın cezası ile ilgilidir. Toplayıcıların %44.4’ü izinsiz toplanmanın cezasının olduğunu bilmediği belirtmektedir. Kayıt dışı toplama ile ilgili konularda da benzer bulgulara ulaşılmıştır.

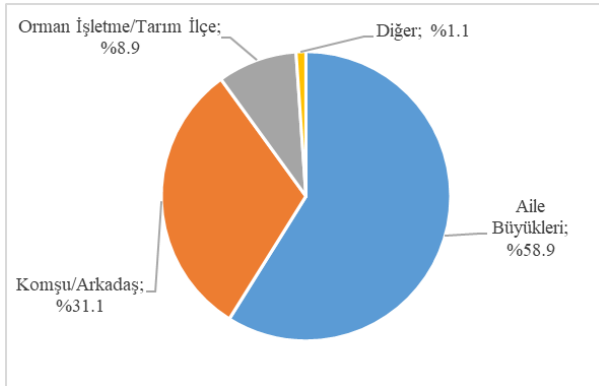
Yörede ODOÜ toplayıcılığında kullanılan yöntemler arasında toprak üstü kısımlarının kesilmesi (%56,7) öne çıkmaktadır. Bunun yanında elle koparma (%41,1) da yoğun olarak kullanılan bir diğer yöntemdir. ODOÜ’nün kökünden sökülerek

toplanması (%2,2) düşük düzeydedir. Özellikle yörede kekik, adaçayı ve mersin sürgünü öncelikli olduğu düşünüldüğünde toprak üstü kısımlarının bir kesici alet (bıçak vb.) yardımıyla kesilerek toplanması en uygun üretim biçimidir. Gerek el ile koparmak gerekse kökünden sökmek bu türler için uygun olmayan üretim biçimleridir.

3. Toplayıcılığa Yönelik Bilgi Düzeyi, Bilgi Kaynakları ve Algılar

ODOÜ'lerin bazıları doğrudan tüketildikleri zaman zehirli olabilmektedir. Bu noktada türlerin ayrımının iyi yapılabilmesi yani zehirli olan/olmayan türlerin ayırt edilebilmesi önem arz etmektedir. Toplayıcıların büyük bir bölümü (%75.6) bu türleri ayırt edebildiğini belirtmektedir. Ancak toplayıcıların görece olarak düşük olarak görünse de yaklaşık dörtte birinin bu konuda bilgi sahibi olmaması önemli bir bulgudur.

Toplayıcıların ODOÜ ile ilgili bilgi kaynakları (ODOÜ'yü tanıma, toplama usulleri, işleme ve faydaları) incelendiğinde öne çıkan bilgi kaynakları, aile büyükleri ve yakın çevre (komşular, arkadaşlar vb.)'dir (Şekil 3). Bu bulgu bilgilerin geleneksel olarak nesilden nesile aktarıldığının da bir göstergesidir.



Şekil 3. ODOÜ ile ilgili bilgi kaynakları

Toplayıcılara farklı konulardaki bilgi düzeyleri ve algılarını ölçmek adına önermeler sunulmuş ve Tablo 3'te gösterilen sonuçlara ulaşılmıştır. Toplayıcıların büyük bir bölümü (%77.8) toplayacakları türler için orman işletme müdürlüğünden izin alma sürecinin hızlı ve kolay bir şekilde yürütüldüğünü belirtmektedir. Bu bulgu, izin süreçlerinden memnuniyeti de göstermesi bakımından önemlidir.

Tablo 3. ODOÜ toplayıcılığına ilişkin bilgi düzeyleri ve algılar

Önermeler	1*	2*	3*	4*	5*
	%				
Orman işletmeden toplama için izin almak kolay.	5.6	4.4	12.2	33.3	44.5
Toplama sürecinde orman işletmesi yeterli düzeyde denetim yapıyor.	6.7	5.6	12.2	30	45.5
Orman işletmesi bu bitkilerden faydalanmayı düzenlemek için planlamalara başladı.	20.0	7.8	28.9	32.2	11.1
Toplama konusunda orman işletmesi ile sorun yaşıyoruz.	5.6	11.1	18.9	30.0	34.4
Firmaların istediği kalite ve özellikle ürün bulmak bu bölgede çok zor.	35.6	8.9	24.4	24.4	6.7
Gelecekte bu ürünler kültürel olarak tarla ve seralarda daha fazla yetiştirileceği için doğadan toplama azalacaktır.	3.3	11.1	40.0	33.3	12.3
Talep gün geçtikçe artacağından ormandan toplama devam edecektir.	2.2	10.0	25.6	23.3	38.9
Topladığımız ürünlerin nakliyatında sorunlar yaşıyorum.	26.7	20.0	24.4	6.7	22.2
Ürünlerin pazarlanması konusunda sorunlar yaşıyorum.	28.9	24.4	15.6	22.2	8.9
Üretim tekniği konusunda yeterli düzeyde bilgim yok.	27.8	11.1	16.7	28.9	15.5
Bazı yıllarda bitkilerin sürekliliği için toplanmanın yasaklanması kararını doğru buluyorum.	1.1	7.8	28.9	28.9	33.3
Ürün miktarının azalmasında iklim değişikliğinin önemli etkisi olduğunu düşünüyorum.	-	7.8	22.2	33.3	36.7
Üretim teknikleri ile ilgili eğitim almak istiyorum.	3.3	7.8	30.0	25.6	33.3

*1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum

Toplayıcılık konusunda orman işletmesi ile sorun yaşadığını belirtenlerin oranı %16.7 ile düşük düzeyde olup bu konuda da genel bir memnuniyetin olduğu görülmektedir. Ayrıca toplama sürecinde

orman işletme müdürlüğü tarafından yapılan denetimin yeterli olduğu da belirtilmektedir (%75.5). Ancak doğadan izinsiz toplananın %30'un üzerinde olduğu bulgusu ile karşılaştırıldığında denetimin yeterliliği konusu ayrıca değerlendirilmelidir (Tablo 3).

Orman işletmelerinde ekosistem tabanlı fonksiyonel amenajman planları kapsamında işletme sınıfları itibariyle ODOÜ'den faydalanma da planlanmaya başlanmıştır. Toplayıcıların bu planlar ile ilgili farkındalık düzeyleri düşüktür. Bu konuda bilgi sahibi olanlar %43.3 düzeyindedir (Tablo 3).

Yörede firmaların istediği kalite ve özellikte ürün bulunduğunu belirtenlerin oranı %44.5 iken bu konuda kararsız olanların oranı %24.4'tür. Gelecekte ODOÜ'lerin kültürel olarak tarla ve seralarda yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasının doğadan toplamayı azaltacağını düşünenlerin oranı %45.6'dır. Bu bulgular talebin daha çok doğal yollarla yetişen bitkilerden elde edilen ürünlere olduğunu ve bu ürünleri sağlayan bitkilerin ise giderek azaldığını göstermektedir. Bu azalmada iklim değişikliğinin etkisi olduğunu düşünenlerin oranı %70 ile yüksek düzeydedir. Tabii ki yöredeki ODOÜ için talep her geçen gün artmaktadır. Bu süreçte ormandan ODOÜ toplayıcılığı da devam edecektir (Tablo 3).

Üretim teknikleri ve elde edilen ürünlerin pazarlanması da önemli konular arasındadır. Yörede toplayıcıların doğru ve sürdürülebilir üretim tekniği konusundaki bilgi eksikliği dikkati çekmektedir. Toplayıcıların yaklaşık %60'ı üretim teknikleri ile ilgili eğitim almak istemektedir. Pazarlama konusunda da toplayıcıların yaklaşık yarısının sorunlar yaşadığı görülmektedir. Bu sorunlar arasında ürünlerin nakliyatı konusundaki sorunlar öne çıkmaktadır (Tablo 3).

Yörede öne çıkan Sütçüler kekiğinden sürdürülebilir şekilde faydalanabilmek için geçmişte bazı yıllarda toplayıcılık yasaklanmıştır. Bu uygulamaların gelecekte de devam etmesine ilişkin görüşler incelendiğinde, toplayıcıların %62.2'si bu yasak kararlarını doğru bulduğunu belirterek desteklemektedir. Bu kararı doğru bulmayanlar %8.9 ile düşük düzeydedir. Bu, türün sürdürülebilir yönetimi için önemli bir bulgudur (Tablo 3).

Toplayıcıların %60'ı ODOÜ toplayıcılığının geleceği konusunda karamsardır. Bu grup yörede ODOÜ toplayıcılığının gittikçe kötüleştiğini ve gelecekte de bu durumun devam edeceğini belirtmektedir. Toplayıcıların sadece %4.4'ü bu konularda iyimserdir.

Benzer şekilde toplayıcılık yapılan bölgede yetişen kekik alanlarının durumunun da değerlendirilmesi sonucu, geçmişten günümüze kekik alanlarının azaldığını belirtenlerin oranı ağırlıktadır (%63.3).

Çalışma kapsamında toplayıcılardan elde edilen bulgular ışığında ankete katılan kişilerin sosyo-demografik özelliklerine göre önermelere verdikleri yanıtlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunan önermelere ilişkin sonuçlara da bu bölüm altında yer verilmiştir.

Anket verilerinin parametrik veri olup olmadığını belirlemek için çarpıklık ve basıklık katsayıları hesaplanmış ve bu değerlerin ± 1.5 arasında olmasından dolayı verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilerek (Tabachnick and Fidell, 2013) parametrik testlerin uygulanmasına karar verilmiştir.

Toplayıcıların sosyo-demografik özelliklerine (yaş, cinsiyet, medeni hal vb.) göre istatistiksel farklılık olup olmadığı; iki değişkenli gruplar için bağımsız örneklem t testi ile üç ve daha fazla değişkene sahip gruplar için tek yönlü varyans analizi ile belirlenmiş olup varyans analizi sonucunda farklılıkların tespiti için Tukey HSD testi uygulanmıştır. Veri analizinde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı fark, sadece toplayıcılık için orman işletme müdürlüğünden izin alınması süreci ile ilgilidir (Tablo 4). Bu kapsamda erkekler kadınlara göre izin alma sürecinin daha kolay olduğunu belirtmektedir.

Toplayıcıların medeni haline göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık içeren beş önerme bulunmaktadır. Tablo 5'te medeni hale göre bağımsız örneklem t testi sonuçları gösterilmiştir. Tüm önermelere bekar olan bireyler daha fazla katılarak evli olanlardan

ayrılmaktadır. En belirgin fark üretim tekniği konusundaki bilgi düzeyinde ortaya çıkmıştır. Bekar olan bireyler yüksek oranda bu konuda bilgi düzeyinin düşük olduğunu belirtmektedir.

Tablo 4. Cinsiyete göre bağımsız örneklem t testi sonuçları

Önerme	t	sd	p	Ortalamalar	
				Erkek	Kadın
Orman işletmeden toplama için izin almak kolay.	2.032	88	0.045	4.15	3.40

Tablo 5. Medeni hale göre bağımsız örneklem t testi sonuçları

Önerme	t	sd	p	Ortalamalar	
				Evli	Bekar
Firmaların istediği kalite ve özellikte ürün bulmak bu bölgede çok zor.	-2.497	88	0.014	2.37	3.17
Gelecekte bu ürünler kültürel olarak tarla ve seralarda daha fazla yetiştirileceği için doğadan toplama azalacaktır.	-3.121	88	0.002	3.22	3.91
Topladığımız ürünlerin nakliyatında sorunlar yaşıyorum	-3.477	88	0.001	2.48	3.65
Ürünlerin pazarlanması konusunda sorunlar yaşıyorum.	-4.013	88	0.000	2.27	3.48
Üretim tekniği konusunda yeterli düzeyde bilgim yok.	-3.602	88	0.001	2.63	3.83

Eğitim durumu kapsamında varyans analizi sonuçlarına göre dört önermede farklılık belirlenmiştir (Tablo 6). Firmaların istediği kalite ve özellikte ürün bulmalarının zor olduğuna ilişkin değerlendirmede eğitim grupları arasında üniversite mezunları diğer gruplardan ayrılmaktadır.

Benzer şekilde ürünlerin nakliyat ve pazarlama sorunları ile üretim tekniği konusundaki bilgi düzeyinde üniversite mezunları bu daha fazla katıldıklarını belirterek diğer gruplardan ayrılmaktadır.

Tablo 6. Eğitim durumuna göre varyans analizi sonuçları

Önerme	F	p	Grup Ortalamaları					
			Okuryazar değil	Okur yazar	İlkokul	Ortaokul	Lise	Üniversite
Firmaların istediği kalite ve özellikte ürün bulmak bu bölgede çok zor.	6.457	0.000	2.25 ^{a,b}	1.86 ^a	3.42 ^{a,b}	2.11 ^{a,b}	2.92 ^{a,b}	3.60 ^b
Topladığımız ürünlerin nakliyatında sorunlar yaşıyorum.	6.097	0.000	2.50 ^a	2.00 ^a	3.21 ^{a,b}	3.00 ^{a,b}	2.92 ^{a,b}	4.40 ^b
Ürünlerin pazarlanması konusunda sorunlar yaşıyorum.	5.426	0.000	2.00 ^a	1.94 ^a	3.00 ^{a,b}	2.56 ^{a,b}	2.77 ^{a,b}	4.00 ^b
Üretim tekniği konusunda yeterli düzeyde bilgim yok.	5.475	0.000	2.50 ^{a,b}	2.11 ^a	3.53 ^{a,b}	3.22 ^{a,b}	3.31 ^{a,b}	4.10 ^b

a ve b Tukey HSD testine göre homojen grupları temsil etmektedir.

Yaş grupları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık içeren ilk önerme toplama konusunda orman işletmesi ile sorun yaşanıp yaşanmadığına ilişkindir. Yaş grupları arasında 26-45 yaş aralığında olan bireyler daha yüksek oranda sorun yaşamadıklarını belirterek diğer gruplardan ayrılmaktadır (Tablo 7). 65 yaş üzeri bireylerin bu önermeye katılım oranının beşli Likert ölçeği ortalamalarına göre (2,94) oldukça düşük olması dikkat çekicidir.

Benzer durum talep artışına bağlı olarak ormandan toplamının gelecekte devam edeceği önermesinde de vardır. Yaş grupları arasında 26-45 yaş grubu bu önermeye daha yüksek oranda katılarak diğer gruplardan ayrılmaktadır (Tablo 7).

Ürünlerin pazarlanması konusunda sorun yaşayanların büyük bölümü 25 ve alt yaş gruplarındaki bireylerdir (Tablo 7). Yine üretim tekniği konusunda aynı yaş grubu bilgi düzeyinin az olduğunu belirterek diğer gruplardan ayrılmaktadır. Ancak aynı grup üretim tekniği konusunda eğitim alma konusunda diğer gruplara göre daha isteksizdir. Bu bulgu genç bireylerin toplayıcılığı gelecekte yapma konusunda istekli olmadıkları şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 7. Yaş gruplarına göre varyans analizi sonuçları

Önerme	F	p	Grup Ortalamaları			
			≤25	26-45	46-65	>65
Toplama konusunda orman işletmesi ile sorun yaşamıyoruz.	4.373	0.001	3.53 ^a	4.44 ^b	3.78 ^{a,b}	2.94 ^a
Talep gün geçtikçe artacağından ormandan toplama devam edecektir.	4.847	0.004	3.41 ^a	4.32 ^b	4.06 ^{a,b}	3.25 ^a
Ürünlerin pazarlanması konusunda sorunlar yaşıyorum.	3.012	0.034	3.41 ^b	2.32 ^a	2.50 ^{a,b}	2.25 ^a
Üretim tekniği konusunda yeterli düzeyde bilgim yok.	3.627	0.016	3.88 ^b	2.56 ^a	2.66 ^a	3.06 ^{a,b}
Ürün miktarının azalmasında iklim değişikliğinin önemli etkisi olduğunu düşünüyorum.	8.408	0.000	3.65 ^{a,b}	4.52 ^c	4.13 ^{b,c}	3.25 ^a
Üretim teknikleri ile ilgili eğitim almak istiyorum.	6.380	0.001	3.24 ^a	4.36 ^b	3.91 ^{a,b}	3.19 ^a

a ve b Tukey HSD testine göre homojen grupları temsil etmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Son yıllarda toplumun orman kaynaklarından beklentileri hızla değişmektedir. Odun kökenli ürünler arasında biyoenerji üretimine yönelik hammadde talebi, bu değişime örnek olarak verilebilir (Eker, 2020; Eker & Spinelli, 2018; Eker & Acar, 2018; Eker & ark., 2011). Benzer şekilde ODOÜ'ye talep de her geçen gün artmaktadır. Kırsal yöre insanları topladıkları bu ürünlerin bir kısmını kendi ihtiyaçları için kullanmakta büyük bir bölümünü ise farklı şekillerde satmaktadır.

Bu çalışmada ODOÜ toplayıcılığına ilişkin sosyo-ekonomik odaklı değerlendirmeler, toplayıcılığın yoğun olarak gerçekleştirildiği Isparta ili Sütçüler yöresi örneğinde yapılmıştır. Yöre ODOÜ açısından zengindir. Büyükgebiz & ark. (2008)'e göre

yörede 38 familya ve 62 cinse ait toplam 74 bitkisel kökenli ODOÜ tespit edilmiştir.

Yörede ana geçim kaynakları tarım ve hayvancılıktır. Ormancılık etkinlikleri ise geçim kaynakları arasında üçüncü sıradadır. ODOÜ toplayıcılığı bu ana geçim kaynaklarından elde edilen gelirlere ek olarak katkı sağlayan bir kırsal uğraşı düzenidir. Bu katkının toplam yıllık gelirler içinde ortalama olarak iki aylık gelire karşılık geldiği belirlenmiştir. Ağustos ve eylül aylarında (Baydar, 2005) toplayıcılığın yoğun olarak yapıldığı düşünüldüğünde bu katkının önemli olduğu düşünülmektedir.

Kekik başta olmak üzere, adaçayı, mersin sürgünü ve kardelen, toplayıcılığı en fazla yapılan ODOÜ'dür. Toplayıcıların ODOÜ ile ilgili bilgileri aile büyüklerinden ve/veya yakın çevreden öğrenmiş olması geleneksel bilginin aktarılması ile açıklanabilmektedir. Şehir merkezlerindeki ODOÜ kullananlara yönelik yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır (Korkmaz & Fakir, 2009, Korkmaz & ark., 2011; Korkmaz & Dündar, 2019). Ancak burada dikkati çeken önemli bir nokta toplayıcıların üretim tekniği başta olmak üzere birçok konuda eğitim alma isteklerinin varlığıdır. Yani eğitim ihtiyacı bilgi eksikliklerini veya bazı konulardaki yanlış bilgilerin olduğunu göstermektedir. Bu konunun önemsenmesi ve eğitim programlarının planlanması, türlerin sürdürülebilir yönetimi açısından önem ve aciliyet oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında ulaşılan en önemli bulgulardan birisi izinsiz (kayıt dışı) toplayıcılık ile ilgilidir. Anket çalışmalarına katılan toplayıcıların önemli bir bölümü (>%30) izinsiz toplayıcılık yapmaktadır. Çakmaklı (2019)'da da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Her ne kadar çalışmada denetimlerin yeterli olduğu görüşü ortaya çıkmış olsa da denetimlerin artırılması önem arz etmektedir. İzin alınması gerektiğini bilmediğini beyan edenler olduğu için bu konuda bilinçlendirme çalışmalarının da yapılması gerekmektedir.

Yörede toplayıcılar, orman işletme müdürlüğü ile ilişki düzeylerini "iyi" olarak tanımlamaktadır. Bu ODOÜ'nün yönetiminin planlanması konusunda oldukça önemlidir. Çünkü

yönetim planlarının başarısı paydaş katılımının iyi düzeyde olmasına bağlıdır (Korkmaz, 2013).

Toplayıcılara göre gelecekte talebe bağlı olarak ODOÜ toplayıcılığı artacaktır. Ancak her geçen yıl doğal alanlardaki türlerin varlığının azaldığı ve azalmaya devam edeceği tespiti ile bu durumun sürdürülebilir olmayacağı belirlenmiştir. Özhatay & ark. (1997), yanlış ve bilinçsiz üretim teknikleri nedeniyle yörede kekiğin geleceğinin tehlike altında olduğunu vurgulayarak acil olarak koruması gereken ilk 10 tür arasında gösterildiğini belirtmektedir. Geçmiş yıllarda bir dönem kekik toplayıcılığının yasaklanması, toplayıcılar tarafından olumlu karşılanmakta olup gelecekte de benzer uygulamalara destek verme düzeyi yüksektir. Bu bağlamda ODOÜ'nün yetiştiriciliğine yönelik çalışmalar geliştirilmelidir. Geçmişte tespit edilen özellikle üretim tekniği konusundaki yanlışlıkların önüne geçilmelidir (Alkan & ark., 2006).

ODOÜ, tıbbi amaçlar (Faydaoğlu & Sürücüoğlu, 2011) için ve kozmetik (Göksu & Adanacioğlu, 2018) alanında yoğun olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda süsleme (Korkmaz & Alkan, 2014; Ok & ark., 2014) amacıyla da kullanımlar artmıştır. Sütçüler yöresinde süs eşyası olarak tasarlanan ve çam kozalaklarından yapılan kozalak sepetleri ve çerçeve gibi ürünler de oldukça ilgi görmektedir. Bu kapsamda ürün çeşitliliğinin (kapı süsü, mumluk, tablo, çeşitli hayvan figürleri, yılbaşı süsleri vb.) sağlanması, özellikle katma değerli ürün üretimini teşvik etmesi bakımından önemlidir (Korkmaz & ark., 2021).

Sonuç olarak, ODOÜ toplayıcılığının kırsal alanlara yaptığı en önemli katkılar; orman işletme-köylü ilişkilerini iyileştirmesi, kırsal kalkınmayı destekleme ve istihdam yaratma etkisi olarak sıralanabilir. Köyden kente göçü önleme etkisi ise görece olarak düşük olarak değerlendirilmektedir.

Kaynakça

Akan, H. & Balos, M.M. (2023) Karaköprü (Şanlıurfa)'da gıda olarak tüketilen yabani bitkiler üzerinde etnobotanik bir araştırma. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology* 6 (1), 61-81.

Alkan, H., Tolunay, A. & Korkmaz, M. (2006). Isparta İli'nde kekik yetiştiriciliğinin geliştirilmesine yönelik çalışmalarının değerlendirilmesi. *1 st International Non-Wood Forest Product Symposium*, 1-4 November 2006, Trabzon, Türkiye (34-41pp).

Arslan, H. (2015). *İzmir ili kentsel kesiminde odun dışı bitkisel orman ürünlerine yönelik tüketici tutum ve davranışlarının analizi*. Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Arslan, H., Engindeniz, S. & Çınar, G. (2016). İzmir ili kentsel kesiminde odun dışı bitkisel orman ürünleri tüketiminin analizi üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (3):251-257.

Balcı, Ö., 2011. *Odun dışı bitkisel ürünler* (30/05/2019 tarihinde <https://ormuh.org.tr/uploads/docs/Odun%20Disi%20Bitkisel%20Urunler.pdf>, adresinden ulaşılmıştır).

Balos, M. M., Akan, H., & Geçit, M. (2022). Mardin (Türkiye) geofitleri üzerine etnobotanik bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(6), 1287-1304.

Baydar, H. (2005). Yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P. H. Davis)'nde farklı toplama zamanlarının uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 18(2), 175-178.

Bozkurt, A.Y., Yaltırık, F. & Özdönmez, M. (1982). *Türkiye'de orman yan ürünleri*. Orman Fakültesi Yayın No: 2845/302.

Büyükgebiz, T, Fakir, H. & Negiz, M. G. (2008). Sütçüler (Isparta) yöresinde doğal odun dışı bitkisel orman ürünleri ve geleneksel kullanımları. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A(1), 109-120.

Çakmaklı, T. (2019). *Bartın ilinde odun dışı orman ürünlerinin sosyoekonomik analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Demirelma, H., & Ersoy Depreli, D. (2023). Eldeş (Ilgın/Konya) ve çevresinin etnobotanik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(3), 374-386.

Eker, M. (2020). A Review on decision processes for wood harvesting in Turkish Forestry. *European Journal of Forest Engineering*, 6, 41-51.

Eker, M. & Spinelli, R. (2018). Labor-intensive techniques for recovering energy biomass from forest tending operations. *Biomass Bioenergy*, 115, 223-230.

Eker M. & Acar H. H. (2018). Supply chain of residual woody biomass after logging operations. *ORENKO 2018*, 26-29 September 2018, tarabzon, Türkiye (645-654pp).

Eker, M., Alkan, H., Korkmaz, M. & Çoban, H. O. (2011). The supply and utilization possibilities of forest residues as a by-product. *2nd International Non-Wood Products Symposium*, 8 September 2011, Isparta, Türkiye (55-56pp).

Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11(1), 52-67.

Ginko, E., Alajmovic Demirovic, E. & Saric-Kundalic, B. (2023). Ethnobotanical study of traditionally used plants in the municipality of Zavidovići, BiH. *Journal of Ethnopharmacology*, 302,11588.

Göksu, E., & Adanacıoğlu, H. (2018). Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinde doğrudan pazarlama. *Turkish Journal of Forestry*, 19(2), 210-218.

Kendir, G., & Güvenç, A. (2010). Etnobotanik ve Türkiye’de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, (1), 49-80.

Kılıç, E. (2018). Arşiv belgelerine göre Osmanlı’da odun dışı orman ürünleri. *4th International Non-Wood Forest Products Symposium* 4-6 October 2018, Bursa, Türkiye (pp 511-521).

Korkmaz, M. (2013). Odun dışı bitkisel ürünlerin planlanmasına yönelik değerlendirmeler. *2023’e Doğru 2. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu*, 31 Ekim-3 Kasım 2013, Antalya, Türkiye (225-236 s).

Korkmaz, M. & Alkan, H. (2014). İhraç ürünü olarak odun dışı orman ürünlerinden çelenk üretimi ve yöre ekonomisine katkıları (Burdur-Bucak ilçesi örneği. *Orman Mühendisliği*, 51(10-11- 12), 21-24.

Korkmaz M., Dönmez İ. E., Alkan H. & Fakir H. (2021). Odun dışı orman ürünlerinin üretimi, pazarlanması ve katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesine yönelik değerlendirmeler. Pakdemirli, B., Küçük, Ö., Bayraktar, Z. & Takmaz, S. (Ed.) *Ekoloji ve Ekonomi Ekseninde Türkiye’de Orman ve Ormancılık içinde* (s. 23-59). Ankara: Sonçağ Akademi.

Korkmaz, M., & DüNDAR, N. (2019). Tüketicilerin odun dışı orman ürünlerine yönelik satın alma tercihlerini etkileyen faktörler. *Turkish Journal of Forestry*, 20(3), 213-220.

Korkmaz, M. & Fakir, H. (2009). Odun dışı bitkisel orman ürünlerine ilişkin nihai tüketici özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2):10-20.

Korkmaz, M., Fakir, H. & Güller, B. (2011). Consumer preferences for medicinal and aromatic plant products: Surveys of

urban consumer and sellers in Western Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(10), 2054- 2063.

Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren, E. & Cabuk, Y. (2016). Türkiye ormancılık sektöründe odun dışı orman ürünleri: ihracat analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 18(2), 158-167.

Ok, K., Alagöz, G.Ö., Atıcı, E., Çoban, S., & Şenyurt, M. (2014). *Süsleme amaçlı kullanılan odun dışı orman ürünlerinin sürdürülebilir yönetimi*. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü

Ok, K. & Tengiz, Y. (2018). Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin yönetimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3), 457- 471.

Özhatay, N., Koyuncu, M., Atay, S. & Byfield, A. (1997). *Türkiye’nin doğal tıbbi bitkilerinin ticareti hakkında bir çalışma*. İstanbul: Doğal Hayatı Koruma Derneği.

Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Boston: Pearson.

TÜİK (2024). *Ulusal Eğitim İstatistikleri, 2023* (15/11/2024 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ulusal-Egitim-Istatistikleri-2023-53444> sdresinden ulaşılmıştır).

Türker, M. F., Öztürk, A., Pak, M., & Tiryaki, E. (2001). Türkiye ormancılığında odun dışı orman ürünleri işletmeciliğinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *1.Ulusal Ormancılık Kongresi*, 19-20 Mart 2001, Ankara, Türkiye (306-316 s.).

BÖLÜM II

Odunsu Orman Artıkları Biyokütlesinin Tedarik Yöntemleri

Mehmet EKER¹

1. Giriş

Günümüzde, dünya çapında yapısal, evsel ve endüstriyel ürünler üretmek gibi odun hammaddesine olan talepler başta olmak üzere ormanların ekolojik, ekonomik ve sosyal işlevlerine ilişkin artan evrensel bir farkındalık sözkonusudur. Artan dünya nüfusunun enerji gereksinimi, fosil yakıt kullanımına bağlı emisyonların tetiklediği küresel kirlilik ve iklim değişikliği ile mücadele gibi birçok etken, ormanların güvenilir karbon yutakları olması yanında, temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları olduğu görüşünü de destekler. İnsanoğlunun yaşamsal faaliyetlerine yönelik enerji kullanımı, sera gazı emisyonlarının en büyük kaynaklarından birisidir. İklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinin azaltılması ve bu değişikliklere uyum sağlanabilmesi için enerji sektörünün fosil yakıtlardan arındırılmış (Keskin, 2019), net sıfır emisyona ulaşmayı hedefleyen düşük karbonlu enerji üretimi amaçları, politikaları ve stratejileri; hem küresel hem de ulusal ölçekte önemli hale gelmiştir.

¹ Prof. Dr. Mehmet EKER, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta/Türkiye, Orcid: 0000-0002-1817-3706 , mehmeteker@isparta.edu.tr

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, ekonomik büyümeye ve çevresel baskıya güçlü bir reaksiyon göstermek isteyen sanayileşmiş ve gelişmekte olan ekonomiler için stratejik bir hedef olmuştur (Schandl & ark., 2016; Eker, Spinelli & Gürlevik, 2017). Karbon nötr veya daha düşük karbonlu yenilenebilir ve temiz enerji kaynağı olarak biyokütlenin, bu orta ve uzun vadeli emisyon azaltma stratejilerine büyük bir katkıda bulunması beklenmektedir. Çeşitli kaynaklardan elde edilen biyokütle; hem doğrudan yakma hem de dolaylı yakma (gazlaştırma), kojenerasyon (birleşik ısı-güç üretimi) ve trijenerasyon (birleşik ısı-soğuk-güç üretimi) teknolojilerine uygunluk gösterebilir. Biyokütle enerjisi, Türkiye gibi gelişmekte olan ülke ekonomilerini karakterize eden eski ve genişlemiş enerji dağıtım ağlarının limitlerini aşabilecek, küçük ölçekli, merkezi olmayan üretim avantajları da sunmaktadır (Bazmi, Zahedi & Hashim, 2015).

Ormanlar, enerji sağlamak amacıyla, uygun yöntemler kullanılarak katı, sıvı veya gaz yakıt formlarına dönüştürülebilen odunsu biyokütlenin birincil kaynağıdır. Ormanlar dünya birincil enerji kaynaklarının yaklaşık %14'ünü sağlar ve dünya enerji talebinin %50'sine kadarını karşılama potansiyeline sahiptir. Dünya nüfusu tarafından kullanılan yıllık ortalama 4 milyar m³ odunun yaklaşık %55'i çoğunlukla gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde doğrudan ısıtma ve yemek pişirmeye yönelik günlük enerji ihtiyaçlarını karşılamak için yakacak odun veya kömür olarak kullanılmaktadır (Hall, 2002). Biyofiziksel açıdan, dünya çapındaki odun biyokütlesi rezervlerinin 2050'de birincil enerji tüketiminin önemli bir bölümünü karşılayacak kadar kapsamlı olduğu belirtilmektedir. Bu kaynaklar, alternatif sektörler tarafından da kullanılmakta olduğundan uygulama potansiyeli düşük kalabilmekte ve bu nedenle diğer (fosil veya diğer yenilenebilir) enerji kaynaklarına kıyasla rekabet güçleri de azalabilmektedir (Lauri & ark., 2019). Bu çerçevede, yalnızca sürdürülebilir şekilde yönetilen ormanlardan elde edilen biyokütlenin yenilenebilir olarak nitelendirilmesi hayati öneme sahiptir (Chudy-Laskowska & Pisula, 2022).

Orman biyokütlesi, kabaca bir tarifle; ormanda, toprak

altında ve toprak üst yüzeyinde birikmiş, yaşayan veya ölü ağaçcık ve ağaçların (dökülenler de dahil) kabukları, yaprakları, dalları ve odunlarından oluşur. Kusurlu veya satılamaz gövde bölümleri, ağaç tepeleri, kabuklar, yapraklar ve dip kütük-kök bileşenleri bu biyokütleyle dahildir (Eker, & ark., 2013). Ahşap ürünlerin üretimindeki teknolojik değişikliklere bağlı olarak farklı tipteki biyokütleyle olan potansiyel talebin artması ve dolayısıyla ticari pazarın genişlemesi, orman biyokütlesinin biyoenerji kaynağı olarak kullanımını da artırmaktadır (Eker & Acar, 2018).

Dünya çapında, orman ağaçlarından elde edilen odunsu biyokütle, biyoenerji üretimi için yaygın olarak kullanılabilmektedir (Björheden, 2008). Biyokütle güç üretimi pazarının büyüklüğü 2023'te 91,3 milyar ABD doları olarak değerlendirilmiş ve 2028'e kadar 105,7 milyar ABD dolarına ulaşması tahmin edilmektedir (MarketsandMarkets, 2024). Örneğin, Avrupa Birliği (AB)'nde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve verimliliğin artırılması için 2030 yılına kadar doğal gaz ve petrol talebini %20, kömür talebini ise %50 oranında azaltması beklenmekte olup şu anda AB'nin toplam enerji sepetinin %12'sini oluşturan sürdürülebilir biyoenerji payının artması beklenmektedir. 2017 yılında, enerji üretimi için kullanılan toplam biyokütlenin %69' unu oluşturan ve ormanlardan elde edilen biyokütlenin, 2030 yılına kadar %50 artışla yenilenebilir enerjinin önemli bir bölümünü sağlamaya devam edeceği, elektrik ve ısı talebini karşılayacağı ve endüstrinin enerji ihtiyaçlarını karşılayacağı öngörülmektedir (Kozuch, Cywicka, & Gorna, 2024). Öte yandan, global ölçekte, biyoenerji sektöründe hammaddenin dalgalanan ve yüksek maliyetleri, güç üretiminde önemli bir değişken faktördür. Enerji üretiminde yüksek verim ve mümkün olan en uzun enerji akış süresini elde etmek için hammadde kalitesinin de tutarlılığı gereklidir. Geleneksel olarak, biyokütle güç üretim tesisleri ham biyokütle malzemelerini doğrudan alıp ürüne dönüştürmeden önce (yongalama gibi) ön işlemlerden geçirmektedir. Biyokütle, büyüme döngülerine ve optimum hasat zamanlarına göre elde edildiğinden, enerji tesislere tutarlı bir şekilde ve tam zamanında ham biyokütle tedarik etmek mümkün olmayabilir. Alternatif olarak biyokütle, toplama

merkezlerinde depolanmakta ve ihtiyaç duyulduğunda ısı-güç tesislerine gönderilmektedir. Bu stratejinin bazı lojistik sorunlara, mikrobiyal ayrışmaya veya yangın nedeniyle biyokütle kayıplarına ve teslim edilen biyokütlenin özelliklerindeki değişiklikler nedeniyle dengesiz hammadde kalitesine yol açtığı bilinmektedir. Bu faktörler, hammadde maliyetinde yüksek bir artışa, düşük üretim miktarına ve düşük ürün verimine yol açmaktadır (MarketsandMarkets, 2024).

Öte yandan, biyokütle enerjisi üretmek için kullanılan yöntemlerde önemli gelişmeler olmakta ve bunlar enerji sektöründe önemli fırsatlar olarak algılanmaktadır. Verimli hasat ve hasat sonrası teknolojilerin evrimi, biyokütle enerjisinin piyasa maliyetlerini düşürmeye yardımcı olmaktadır. Gelişmiş yakıt işleme teknolojilerinin kullanımının artması, biyokütle enerjisi dönüşüm teknolojilerinin etkinliğinin artırılmasına yönelik çabalar ve son kullanıcı teknolojilerinin verimliliğinin artırılması gibi birçok yaklaşım bu konuda etkili olmaktadır. Yenilenebilir enerji alanında, karmaşık operasyonlar mekanize hale gelmekte ve otomasyon sayesinde verimlilik artmakta, hammaddenin bekleme süresi azaltılmakta ve çıktı/ürün verimi yükseltilmektedir. Bu tür teknik gelişmelerin biyokütle enerji santrali verimliliğini artırması ve piyasa büyümesini ilerletmesi beklenmektedir. Böylelikle, biyokütle güç üretim teknolojileri, sonunda daha verimli hale gelecek olsa da, ilk yatırım ve ekipman maliyetlerinin yüksekliği temel bir zorluk olarak yerini korumaktadır. Teknolojiye, konuma ve hammadde türüne bağlı olarak biyokütle güç üretim ekipmanlarının fiyatı ve verimliliği değişebilmektedir. Biyokütle güç üretim sistemlerinin sermaye maliyetlerinin neredeyse üçte ikisi hammadde hazırlamaya, hammadde dönüştürme teknolojisine ve işleme ekipmanına ödenmektedir. Tam kapasitede çalışırken, biyokütle güç santralleri güneş ve rüzgardan elde edilen elektrik toplamının en az iki katı tesis yük faktörü sağlayabilmesine rağmen işletme giderleri daha yüksektir. Biyokütle güç pazarının üretim maliyetlerindeki yükseklik, küresel pazarın büyümesi için önemli bir kısıtlayıcıdır (MarketsandMarkets, 2024). Ancak tüm bu güçlüklerle rağmen ulusal ve bölgesel ölçekli biyoenerji yatırımları devam etmekte olup

hem ulusal hem de evrensel ölçekte orman biyokütlesi işleyen ısı güç tesislerinin yakın ve orta vadede, çeşitli yönleriyle gündem oluşturaçağı açıktır.

Dünyadaki bu durum karşısında, Türkiye’ de, halihazırda elektrik ana ağlarına bağlı biyoelektrik üretiminde; biyogaz santralleri, büyük ölçekli biyokütle gazlaştırıcıları ve yakma sistemleri kullanılabilmektedir. Türkiye’deki biyokütle ve atıkların birincil enerji kaynakları içindeki payının % 2 dolaylarında olduğu (Keskin, 2019), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na göre biyokütle potansiyelinin yaklaşık 8,6 Mtep (milyon ton eşdeğeri petrol) olduğu, ormancılık faaliyetlerinden dolayı 4,8 milyon ton orman artığının ortaya çıktığı ve bunun Türkiye'nin enerji üretiminin yaklaşık 1,5 Mtep'ini karşılama potansiyeline sahip olduğu tahmin edilmektedir. Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası (BEPA) verilerine göre de biyokütle ve atıkların yararlanılabilir ekonomik potansiyeli yaklaşık 3,9 Mtep/yıl olarak açıklanmıştır (ETKB, 2024). Biyokütle olarak nitelenen kaynakların toplam enerji eşdeğeri yıllık 44 Mtep civarındadır. Orman atıkları potansiyelinin de yıllık yaklaşık 1 Mtep dolayında olduğu belirtilmektedir (Keskin, 2019). Türkiye’ de biyokütle ve atıklardan elde edilen ısı enerjisine dayalı kurulu güç Haziran 2022 sonu itibarıyla 2.172 MW, toplam kurulu güç içerisindeki oranı %2,14’ e erişmiştir (ETKB, 2024).

Türkiye’ de son 20 yılda ormancılık sektörünün gündem maddelerinden birini oluşturan “üretim fonksiyonuyla planlı şekilde işletilen ormanlardan elde edilen endüstriyel ve yakacak odunların ve/veya bunların artıklarının biyoenerji sektörü için hammadde olarak kullanılıp kullanılamayacağı” tartışması yerini ve önemini halihazırda korumaktadır. Hammadde olarak odunun toplumun çeşitli ihtiyaçlarının karşılanmasında vazgeçilmez bir doğal kaynak olma niteliği yanında ekonomik katma değeri, bu ürünün kullanım alanları arasında yatay ve dikey yönlü yer değiştirmesine neden olabilmektedir. Piyasa koşullarına göre bir ağaç gövdesinden elde edilen ürün gamı ve kullanım yoğunluğu değişkenlik gösterse de genellikle yüksek katma değerli odunsu ürünler elde etme eğilimi her zaman ön plandadır. Bu durum odun hammaddesini, endüstriyel amaçlı kullanım ağı içinde kalmaya zorlamaktadır.

Türkiye’ de olduğu gibi birçok ülkede biyoenerjide kullanılabilecek elverişli odunsu biyokütle kaynağı çeşitli koşullara bağlı olarak kısıtlanabilmektedir. Biyokütlenin enerji içeriğine bağlı elde edinim maliyetleri ve satış fiyatları, birincil hammadde olan odunun piyasa değeri ve kullanım alanı üzerinde doğrudan etkilidir. Nitekim orman ağaçlarından hem endüstriyel (yuvarlak) odun hem de (özellikle dal odunlarından) yakacak odun sınıfında ürün elde edilmesine rağmen, günümüzde olduğu gibi, lignoselülozik nitelikleri itibarıyla yonga elde edilebilecek kabiliyetteki yakacak odunların da lif-yonga sektöründe kullanılabildiği bilinmektedir (Eker, Durgun & Han, 2024a). Bu koşullarda, biyoenerji üretmek amacıyla ısı ve güç santrallerinde dönüştürülebilir hammadde olarak kullanılabilecek odunsu biyokütle kaynakları sınırlanmaktadır. Enerji sektörünün yararlanabileceği mevcut odun biyokütlesinin sürdürülebilir yıllık hammadde potansiyeli ve tedarik olanakları konusundaki bulanıklık, girişimcileri ve tedarikçileri caydırmakta ve bu kaynaklardan faydalanılmasını engellemektedir (Eker & ark., 2011).

Biyoenerji sektörüyle ilgili piyasanın oluşumu, gelişimi ve sürdürülebilirliği, arz-talep dengesiyle ilintili olduğundan arzın sürekliliği açısından odunsu biyokütlenin uygulama potansiyeline sahip olması gerekmektedir. Politik, ekonomik, ekolojik, sosyal ve teknolojik potansiyele sahip olan odunsu biyokütlenin uygulama potansiyelini harekete geçirmek için tedarik zincirinin kurulması ve biyoenerji sektörü için hammadde olabilecek odunsu biyokütlenin üretimi, işlenmesi, fiziksel dağıtımı ve kullanılması gerekmektedir. Odunsu biyokütlenin hangi kaynaklardan elde edilebileceği ve bu potansiyelin ne kadarından ekonomik olarak faydalanılabileceğinin ortaya konulması; hedef biyokütle türünün uygun maliyetlerle, uygun zamanda, uygun miktarda ve uygun formda tedarik edilebilmesi için yine uygun yöntemlerin bilinmesine ve uygulanmasına gerek duyulmaktadır. Son 20 yılda Türkiye’ nin biyokütle kullanımı ve biyoenerji tesislerinin kurulması konusunda geldiği mevcut konumda, yararlanılabilir odunsu biyokütlenin (potansiyeli düşük olsa bile) tedarik süreci ve maliyetleri probleminin de aşılması gerekmektedir.

Orman Genel Mdrlg (OGM), Türkiye’ de; yaygın alan (5,85 milyon ha, toplam orman alanının %26’sı) ve servete sahip olması, hızlı büyümesi ve orman zemininde yanıcı madde birikimini artırmamasından dolayı kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlarından elde edilen odunsu orman biyokütlesini, biyoenerji sektörü için hedef kaynak olabileceğini işaret etmiştir (OGM, 2009). Kızılçam ağaçlarından elde edilen hem yüksek katma değerli (kereste, vb.) hem de düşük katma değerli (yonga, vb.) orman ürünleri, (tüm odunsu biyokütleyi kendi amaçları için paylaşan) eşitli sanayi sektörlerinde kullanılmaktadır. Bu durum, endüstriyel odunların ve/veya ticari değer arz eden yakacak odunların (ortalama çapı yaklaşık 7 cm ve uzunluğu 1 m’dir) biyoenerji gibi bazı sektörler için kullanılabilirliğini sınırlandırmaktadır. Nitekim arz yoğunluğu, piyasa fiyatları ve mevzuat uygulamaları kapsamında, OGM hammadde taleplerinin karşılanabilsin diye orman endüstrisi sektörüne (zellikle lif yonga endüstrisine) tahsisli satışlarla destek sağlamaktadır. Diğer taraftan Türkiye’ de yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe, devlet tarafından verilen sübvansiyonlar, biyokütleden enerji elde eden santrallerin de kurulmasını yaygınlaştırmıştır (ETKB, 2024). Orman endüstrisinin hammadde olarak oduna olan halihazır taleplerinin artışı (OGM, 2024), biyoenerji sektörüne, enerji amaçlı orman biyokütlesi kaynağı olarak yalnızca katma değeri çok düşük olan orman artıkları bıraktırmaktadır (Eker, 2014). Bu durum, ticari değeri düşük olmasına ve tedarik maliyetleri yüksek olmasına rağmen orman artıkları biyokütlesinin aktif kullanımını teşvik etmektedir. Orman artıklarından faydalanılmasındaki kritik engel, ekonomik olarak uygulanabilir biyokütle tedarik sisteminin belirlenmesi olduğundan, odunsu orman artıkları biyokütlesi için mevcut potansiyelin, sürdürülebilir tedarik zinciri olanaklarının ve pazar güvenliğinin ortaya konulması gerekir (Ghaffariyan & ark., 2015).

Hammadde niteliğindeki odunsu biyokütle tedarik zincirlerinin, hem biyoenerji hem de diğer kamu hizmet sektörünün ihtiyaçlarını destekleyecek yapıda ve kapasitede lojistik sağlaması beklenir. Ancak aşağıdaki gibi bazı sorunların tanımlanmamış ve ele alınmamış olması tedarik zincirinin oluşumunu ve işleyişini

engelleyebilir. Bunlar (Thomchick & Ruamsook, 2013);

- (i) Orman ürünleri endüstrisinin mevcut talepleri ve gelecekteki gereksinimlerinin net olarak bilinmiyor olması,
- (ii) Birden fazla endüstriye bağlı genişletilmiş tedarik zincirinin biyoenerji sektörü için odunsu biyokütle tedarikini karmaşıkleştırmaması,
- (iii) Aynı hammaddeyi talep eden birden fazla endüstriyle ilişkili kaynak kısıtlamaları (lif-yonga endüstrisinin de biyoenerjide kullanılabilir orman artıklarına talip olması),
- (iv) Odun hammaddesi üretimindeki ve orman ürünleri endüstrisindeki istikrarsızlık,
- (v) Ekolojik olarak korunan ormanlarda odun üretimine yönelik kısıtlamalar,
- (vi) Mevcut tedarik sisteminde, biyoenerji veya orman endüstrisi için ihtiyaç duyulan ek biyokütle işleme/dönüştürme (yongalama, vb.) tesis ve konumlarının tanımlanmamış olması,
- (vii) Enerji amaçlı odun biyokütlesi transportu için gereken ulaşım altyapısı gereksinimlerinin göz ardı edilmesi.

Düşük katma değerli orman artıkları biyokütlesinin, tedarik kaynaklarından işleme noktasına kadarki lojistik zorluklarına bağlı olarak ortaya çıkan taşıma maliyetleri, biyokütlenin piyasadaki satış değerlerini aşabilmektedir. Bu nedenle, odunsu orman artıkları biyokütlesi tedarik zincirini oluşturmak için, bu malzemelerin elde edilebileceği üretim ormanları; bunları toplayıp işleyebilecek-dönüştürebilecek orman işçileri; bu üretimi kurumsal olarak üstlenip destekleyebilecek devlet orman işletmeleri, bu biyokütleyi ticari mal olarak piyasada çalıştırabilecek orman ürünü tüccarları/tedarikçileri; bu malzemeyi odun yongaları ve/veya pelet gibi işlenmiş odunsu biyokütleye dönüştüren işletmeciler; odunsu orman artıkları biyokütlesini farklı müşterilere-kullanıcılara hizmet etmesi için ısıya, elektriğe vb. dönüştüren biyo-rafinerilerin belirlenmiş olması gereklidir (Thomchick & Ruamsook, 2013). Buradaki önemli husus, biyoenerji için gerekli olan odun biyokütlesinin sürdürülebilir şekilde yönetilen (üretim fonksiyonlu) ormanlardan tedarik edilmesidir. Bu yöneltme (direktif); enerji sektörü için

yararlanılabilir hammadde odun potansiyelinin azalması anlamına gelirken, halihazırda değ erlendirilemeyen ve orman yüzeyinde kalan atıl odunsu orman artıkları biyokütlesinin tedarik imkanlarının geliştirilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarır. Bu konuda da biyofiziksel sınırlandırıcıların neden olduğu sürdürülebilir hammadde miktarı ve kalitesi yanında, tedarik zincirinin oluşumunu sağlayacak arz ve talep maliyetlerine ilişkin problemlerle de karşılaşılabilir. Tedarik zincirinde transport lojistiği; orman içinden yol kenarına ve/veya terminal ya da depolara taşıma, hammadde elleçleme ve depolama gibi temel faaliyetleri kapsamaktadır. Bu nedenle tüm bileşenlerin toplam tedarik zinciri perspektifinde yapılandırılması gerekir. Türkiye’de son 20 yılda sayıları 100’   aşan biyokütle işleyen enerji tesislerinin varlığına, lif-yonga sektörünün de orman artıklarını hammadde olarak görmesine, pellet üretiminin - satışının artmasına rağmen (Eker, Durgun & Han, 2024a); ormancılık sektörünün gelişen yapısıyla birleştiğinde, konuya ilişkin araştırmaların azlığı, şu anda iyi algılanamayan ve tam yapılandırılmamış odunsu biyokütle tedarik zincirlerine yol açmaktadır.

Bu kitap bölümünde; Türkiye’ nin halihazır (2025 yılına doğru) koşullarında, biyoenerji ve/veya biyoürünler üretmek ya da yonga elde etmek amacıyla ticari değeri düşük olan orman artıkları biyokütlesinin nasıl tedarik edilebileceğine ilişkin yöntem bilgisinin sunulması amaçlanmıştır. Çalışmanın birincil hedefi, Türk ormancılığında geleneksel odun hasadı sistemiyle yapılan üretim operasyonlarında, odunsu orman artıkları biyokütlesinden tam kapasite yararlanılabilmesi için tedarik zinciri olanaklarını açıklığa kavuştırmaktır. Diğer hedef, odunsu biyokütle ile ilişkili potansiyel tedarik zinciri senaryolarını kavramsallaştırmaktır. Bu kapsamda, tedarik zinciri zorluklarını ele almak için uygun senaryo modelleri eşliğinde teorik bir  er eve önerilmiştir. Dolayısıyla, bu çalışma mevcut biyokütle potansiyelinin kaynağını ve piyasa taleplerini karşılamak için biyokütle elde edinim seçeneklerini tanımlamayı ele almıştır.

2. Metodoloji

Bu kitap bölümünde konu edilen obje, orman biyokütlesinin bir bileşeni olan, birincil artıklar kategorisinde yer alan, ısı-güç üretimine yönelik enerji üretimi ve orman endüstrisine yönelik yonga elde edilmesine elverişli olan orman artıklarıdır. Yaygın tanımın aksine (Hakkila, 1989; Leinonen, 2004), burada orman artıkları; odunsu hasat artıklarını, ince çaplı ağaçları, ağaç uç kısımlarını ve dip kütük-kök biyokütlesini içermektedir (Eker & ark., 2013). Ağaç hasat edilip dalları ve gövde uç kısmı alındıktan sonra sonra geriye kalan ağaç (kesim) artıklarından yakacak odun ve lif yonga odun standardına giren kısımlar da alınır. Arta kalan ağaç artıkları biyokütlesi içinden yakıt odunu, lif-yonga odunu veya enerji odunu olabilecek odunsu niteliğe sahip kısımlar, bu çalışmada ilgilenilen hasat artıklarını oluşturur. Çok ince dallar, sürgünler, (iğne) yapraklar, kozalaklar ve gövde kabukları bu biyokütle türüne dahil edilmemiştir. İnce çaplı ağaç biyokütlesi; sıklık ve ilk aralama gibi bakımlardan sonra elde edilen henüz lif yonga odunu veya yakacak odun olma standartlarını sağlamayan tüm ağaç gövdesi ya da ağaç gövdesi kısımlarıdır. Dip kütük biyokütlesi de; dip kütüklerin topraküstü ve toprakaltı kısımları ile kalın kök odunlarını tarif etmektedir. Bu kapsamda, bir nevi hedef ağaç türü olarak gösterilen kızılçam ormanlarından elde edilebilecek orman artıkları dikkate alınmış; Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki kızılçam ormanlarında gerçekleştirilen çeşitli çalışma sonuçları, tedarik zinciri oluşturma yönteminin betimlenmesi için bir vaka örneği olarak kullanılmıştır.

Odunsu biyokütle tedarik zinciri senaryolarını kavramsallaştırmak için ormanlar ve ormancılık, orman ürünleri, orman biyokütlesi, orman artıkları biyokütlesi, biyokütle enerjisi, tedarik zinciri, ormancılıkta hasat-transport lojistikleri vb. konularda önceki çalışmalar, tamamlanmış projeler, uluslararası ve ulusal raporlar, yasal mevzuat, resmi istatistikler, tezler, kitaplar ve kitap bölümleri, dergi makaleleri ve bildiriler gibi çeşitli akademik kaynaklar ve literatürdeki (dijital ve/veya basılı) dokümanlar araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Bu materyaller aracılığıyla orman artıkları biyokütlesinin tedarik süreçlerini etkileyen koşullar,

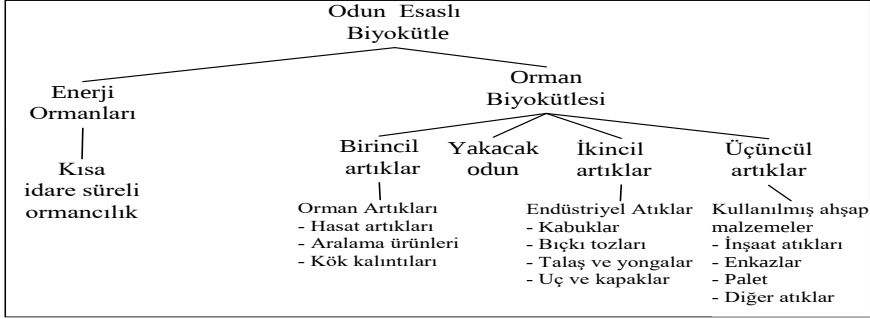
bileşenler ve mevcut durum incelenmiştir. Orman artıkları biyokütlesi, çoğunlukla odun hammaddesi üretim sürecinin bir yan ürünü olduğundan ana ve yan ürün elde edinimine yönelik temel faaliyetler arasında bağlantılar kurularak; odunsu biyokütle tedarik zinciri senaryolarının oluşturulması ve konu hakkındaki bilgilerin bütünleştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Yapılandırılmış, operasyonel maliyetleri en aza indirilmiş ve kaliteli biyokütle akışını sağlayan bir tedarik sürecinin kurulabilmesi için çeşitli yorumlamalar yapılmıştır.

2.1. Orman Biyokütlesi

Biyokütle, yürürlükteki 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'a göre: *“organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dahil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtları”* tarif etmektedir (Resmi Gazete:17.05.2005). Ancak aynı kanuna dayandırılarak T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı' nın yaptığı biyokütle tanımı içinde; *“...endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri....”* ifadesine rastlanmaktadır. Orman ve orman ürünlerinden elde edilen biyokütle; orman ve ormancılık endüstrisi atık ve artıkları, enerji ormanları ve enerji bitkileri olarak tanımlanmaktadır (ETBK, 2024).

Ormancılıkta odun esaslı biyokütle kaynakları; enerji ormanları ve orman biyokütlesi olarak ikiye ayrılmıştır. Odun(su) esaslı orman biyokütlesi; planlı işletilen ormanlarda odun hammaddesi üretim süreçlerindeki (birincil) artıklardan, odunun endüstriyel ürün üretimi sırasındaki (ikincil) artıklardan, kullanılmış ıskarta odunlardan (üçüncü artıklar) ve yakacak odunlardan elde edilen lignoselülozik yapıdaki yan ürünlerdir (Şekil 1). Odun esaslı orman biyokütlesinden elde edilen birincil artıklar da orman artıkları olarak nitelendirilmektedir. Orman artıkları olarak tarif edilen odunsu orman biyokütlesi; i) hasat artıkları, ii) sıklık, ilk aralama endüstriyel plantasyon kesimlerinden elde edilen ince çaplı ağaç gövdeleri ve iii) dip kütük-kök biyokütlesinden oluşmaktadır (Şekil

2 ve 3). Isınma ve pişirme gibi geleneksel yöntemlerle kullanılan yakıt ve/veya yakacak odunlar da orman artıkları içerisinde değerlendirilir (Röser & ark., 2008).



Şekil 1. Odun kökenli biyokütle türleri



Şekil 2. Ağaç dallarının işlenmesinden elde edilen biyokütle türleri



Şekil 3. İnce çaplı ağaç (solda) ve dip kütük biyokütlesi (sağda)

Orman artıkları (üretim artıkları, kesim artıkları veya istihsal artıkları terimi ile de anılmaktadır); çeşitli müdahaleler sonrasında ormanda terk edilmiş/terledilecek olan, kesilmiş gövdelerden arta kalanlar, ormandan çıkarılması ve değerlendirilmesi ekonomik olmayan i) kısa boylu, bozuk şekilli ve çürümenin çeşitli evrelerindeki tomruklar, ii) ayakta ve yatık kuru-ölü ağaçlar, iii) ticarete konu olamayacak ince çaplı gövdeye sahip ağaçlar, iv) kesilen ağaçların tepeleri, dalları, kabukları, yaprak ve iğne yaprakları, kozalakları ve dip kütükleri, baş düzeltme payları, koltuk (gövde-dal/budak bağlantı kısmı) ve takozları da kapsayabilmektedir. Bazen orman artıkları terimi yerine yalnızca hasat artıkları terimi de kullanılsa; kastedilen terimin içeriği farklılık gösterebilir (Eker & ark., 2013).

2.2. Orman Artıkları Biyokütle Potansiyeli

Türkiye'de orman biyokütlesinin kullanılabilir kapasitesiye sahip olup olmadığı incelendiğinde, yeterli orman kaynaklarının (23,4 milyon ha) bulunuşu, dikili ağaç hacminin (1,77 milyar m³) varlığı, yıllık cari artımın (50,14 milyon m³) gerçekleşiyor olması ve her yıl odun üretiminin (ortalama 25 milyon m³) yapılıyor olması (OGM, 2024), potansiyel belirlemede önemli bir dayanaktır. Bu veriler, temel biyofiziksel sınırlar çerçevesinde, uzun vadede odunsu biyokütlenin teorik potansiyele (Cannell, 2003; Edwards & ark., 2005) sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, her yıl

olağan ve düzenli bir şekilde eta planlanıyor olması, halihazır altyapı koşulları altında ve mevcut teknolojik olanaklarla odun hammaddesi üretiminin yapılıyor olması, odun biyokütlesinin biyoenerji sektöründe kullanılabilir teknik potansiyele (Perlack & ark., 2005; Ericsson & Nilsson, 2006) sahip olduğunu göstermektedir. Mevcut koşullarla ve belirlenmiş çerçeve içinde ekonomik karlılık esası ile odun hammaddesi üretiminin yapılıyor olması, odunsu biyokütlenin de bu hammaddenin yan ürünü niteliğinde olması, orman artıkları biyokütlesinin (tedarik süreci ve buna ilişkin maliyetlerde yapılabilecek düzenlemelerle) ekonomik potansiyelinin olabileceğini işaret etmektedir.

Orman artıkları, hammadde olarak kullanıldığı bazı ülkelerde de, genellikle, odun hammaddesi üretim sürecinin ardından yan ürün olarak kullanıma hazır hale getirilmektedir (Spinelli & Hartsough, 2001; Yoshioka & ark., 2002; Röser & ark., 2008; Eker, Çoban & Alkan., 2010). Odunsu orman artıkları biyokütlesi düşük katma değerli bir yan üründür. Yararlanılabilir orman (özellikle hasat) artıkları biyokütle miktarı; ağaç özelliklerine, hasat yapılan alanın büyüklüğüne, hektar başına izin verilen kesim oranına, ağaç sayısına ve ağaç biyokütlesine bağlıdır. Silvikültürel işlemler (seyreltme, aralama-bakım, gençleştirme, vb.), hasat yöntemleri (bütün ağaç metodu, tomruk metodu, vb.) ve diğer bağımsız faktörler (yetiştirme alanının verimliliği, kesim operatörünün davranışı, vb.) elde edilebilir orman artıkları kapasitesini (oranını ve miktarını) değiştirebilir (Eker, Spinelli & Gürlevik, 2017). Türkiye'de de orman artıkları biyokütlesinin ana kaynağı, OGM tarafından planlanıp yönetilen ticari odun hammaddesi arzıdır. Bu, orman artıkları tedarikinin, endüstriyel yuvarlak (ve yakacak) odun üretiminin ardışık ve ikincil bir süreci olduğu anlamına gelir. Ayrıca, bu verilerden hem teorik hem de teknik olarak tedarik edilebilir ancak atıl durumda olan orman (hasat) artıkları biyokütle potansiyelinin varolduğu da anlaşılabılır.

Gençleştirme, aralama, sıklık, endüstriyel plantasyona hazırlık vb. uygulamalardan sonra sahaya dağılmış vaziyetteki orman artıklarının tamamının meşcereden çıkarılması hem teknolojik hem de ekolojik açıdan uygun olmayabilir. Literatürde,

bonitetin kötü olduğu meşcerelerde (tahmin edilen) teorik/teknik potansiyelin en azından % 30' unun sahada bırakılmasının esas alındığı görölmektedir (Sterba, 2003; Hakkila, 2006). Hasat artıkları içeğindeki; ibreler, sürgünler, kozalaklar ve çok ince dalların bitki besin maddesi içeriklerinin yüksek olmasından dolayı (Eker & ark., 2013) odunsu kısımlardan ayrılarak meşcerede bırakılması gerekmektedir. Dolayısıyla yararlanılabilir uygulama potansiyeli; orman içinden ayrılan biyokütlenin ormanın sürekliliğini (toprak verimliliği, toprak ve suyun korunması, biyoçeşitlilik, vb.) yok etmeyecek veya azaltmayacak nitelikte olmasını dikte eden ekolojik potansiyele de bağlıdır. Bu gerekçe, elde edilebilir biyokütle potansiyelini düşürse de sürdürülebilirlik açısından önemli bir tutumdur.

Nitekim uygulama (gerçekleştirilebilir ve sürdürülebilir) potansiyeli; teknolojik, ekonomik, kurumsal ve sosyal kısıtlamalar ile politika teşvikleri de dahil olmak üzere yatırımların amortizasyon süresi içinde ve somut piyasa koşulları altında uygulanabilme imkanına dayanmaktadır. Biyoenerji sektörünün varlığı, orman biyokütlesini işleyebiliyor olması, orman artıklarının düşük katma değerli de olsa bir piyasa malı olma niteliği göstermesi gibi bazı belirteçler uygulama potansiyelinin de olabileceğini işaret etmektedir. Ancak tedarik maliyetlerinin yüksekliği, bu uygulama potansiyeli önündeki en belirgin handikaptır.

Ekolojik kısıtlamalar da dikkate alındığında, hasat artıklarının sadece lif bakımından zengin içerikli-lignoselülozik-kısımlarından yararlanılabilir. Bunlar, ağaç hasat edildikten sonra arta kalan dallar ve gövde uç kısmından üretilen, ince uç çapı 1- 1,5 cm' den kalın olan, ince yan dallar, sürgünler ve kozalaklardan arındırılmış (ster ölçü birimi esas alındığında çoğunlukla 1 m uzunluğunda çubuklara dönüştürülmüş), işlenmiş, odunsu biyokütlededir (enerji odunudur) (Eker, Spinelli & Gürlevik, 2017). Bu tür biyokütleden ince ve çok ince dalların, iğne yaprakların, sürgünlerin ve kozalakların arındırılmış olması enerji odunu olarak, biyokütlenin kalitesini artırmaktadır (Heikkila, 2006). Bu tür birincil orman artıklarının enerji veya yakıt odunu ya da yonga (lif) odunu için en uygun biyokütle kaynağı olduğu da kabul edilir.

Orman biyokütle kaynaklarına ilişkin kullanılabilir envanter bilgisinin oluşturulması, hasat operasyonlarının planlanmasında ve biyoenerji yatırımlarında karar vermede temel bir adımdır (Malinen & ark., 2001). Ülke çapında, daha önce yapılan çalışmalarda (Sun, Uğurlu & Özer, 1980; Durkaya, Durkaya & Ünsal., 2009; Saraçoğlu, 2010) kaynak odaklı orman artıkları biyokütle potansiyelinin belirlenmesi için bazı katsayılar geliştirilmiştir. Türkiye'deki tüm orman alanlarında orman artıklarının teorik potansiyelinin 5-7 milyon ton_{taze} olduğu belirlenmiştir (Kaygusuz & Türker, 2002; OGM, 2009). Bazı genel kabul görmüş ölçütlere göre Türkiye'nin yıllık biyokütle potansiyeli 32 Mtep ve bunun toplam geri kazanılabilir potansiyelinin de (orman artıkları biyokütlesi de dahil; 5,4 MTep) 17 Mtep olması öngörülmüştür. Bununla birlikte doğal brüt enerji potansiyelinin 135-150 Mtep/yıl, net potansiyelin 90 Mtep/yıl, teknik potansiyelin 40 Mtep/yıl, ekonomik potansiyelin 25 Mtep/yıl, toplam yararlanılabilir biyokütle potansiyelinin 9 Mtep/yıl ve orman artıklarının enerji potansiyelinin ise yaklaşık 6 Mtep/yıl olarak rivayet edilmiştir (Demirbaş, 2008; Eker & ark., 2013).

Literatürde, orman artık biyokütlesinin kullanılabilirlik oranının endüstriyel yuvarlak odun üretimine bağlı hesaplamalardan yararlanılarak ortaya konulmasının mümkün olduğu da vurgulanmaktadır. Buna göre, son resmi istatistikler kapsamında; kızılçam ormanlarında yıllık izin verilen kesim ortalaması 5,3 milyon m³ civarındadır (OGM, 2024). Akdeniz Bölgesi ormanlarında süceyrat odunları da dahil, orman artıklarının biyoenerji için teknik potansiyelinin yıllık 650.000 ton olduğu bildirilmiştir (Saraçoğlu, 2015). Batı Akdeniz ormanlarında, 30 km yarıçapındaki bir çalışma alanında konumsal ve ekonomik potansiyelin yılda yaklaşık 61.000 ton olduğu hesaplanmıştır (Çoban & Eker, 2014). Gençleştirme (tıraşlama) müdahalelerinden elde edilen orman artıkları odunsu biyokütle miktarının hektarda 4 ila 8 ton_{kuru} arasında olduğu tahmin edilmiştir (Eker, Spinelli & Gürlevik, 2017). Orman artıklarından enerji odunu arzını ikame etmede teorik potansiyeli tahmin etmek için toplam yuvarlak odun üretim hacminin %7-20'sinin ton_{taze} birimi cinsinden orman (hasat) artıkları üretebileceğini varsaymak mümkün olabilir (Eker, 2011; Eker &

ark., 2013). Teorik odunsu artık biyokütle potansiyelinin tahminleri, genellikle hasat artıkları biyokütlesine dayanmakta olup ikincil ve üçüncül orman biyokütlesi artıklarını içermemektedir.

Doğrudan saha ölçümlerine dayanarak, ağaç başına meşcerede kalan odunsu biyokütlenin (hasat artıklarının) 55,8 kg_{taze} ve hektar başına ortalama 9,8 ton_{taze} (6,4 ton_{fırın kurusu}) olduğu, bu biyokütlenin yakacak odun veya enerji odunu olarak kullanılabilceği (net kalorifik değeri olarak yaklaşık 4300-4700 kcal/kg) ve ayrıca lif içeriği nedeniyle parçalanabilir malzeme (ham yonga üretilecek odun) olduğu belirlenmiştir (Eker & ark., 2013). Ağaç biyokütlesi başına düşen hasat artıkları oranı %8 iken nemli bazda hasat artıkları biyokütlesi, ağaç biyokütlesi başına yaklaşık %4 bulunmuş olup elle toplama yöntemleri kullanılmasına rağmen hasat artıkları biyokütlesinin yararlanılabilir oranının toplam artıkların ortalama %50' si olduğu ortaya konulmuştur. Buna göre aşağıdaki örnekte, kızılçam ağaç türü ölçeğinde, orman artıklarının önemli bileşeni olan hasat artıklarına ilişkin şu verilere ulaşılmıştır (Eker & ark., 2013);

- Orman (hasat) artıkları miktarını tahmin etmek için m³ başına %7-20 ton_{taze} çarpanının kullanılabilceğinin uygun olduğu
- Hasat artıklarının teknik potansiyelinin 700.000 ton_{taze} olduğu,
- Hasat artıkları biyokütle miktarı; ağaç başına taze bazda 56 kg olduğu,
- Hasat artıkları biyokütle miktarı 7,5 ton_{fırın kurusu}/ha olduğu,
- Hasat artıklarının yararlanılabilir oranının, ortalama %50 olduğu
- Hasat artıklarından yararlanılabilir biyokütle miktarının yıllık yaklaşık 350.000 ton_{fırın kurusu} olduğu söylenebilir.

Birincil orman artıklarının diğer bileşeni olan ince çaplı ağaç potansiyeli ile dip kütük potansiyeli hakkında da bazı tahmin modelleri ve ortalama değerler kullanılabilir (Eker & Özçelik, 2017; Eker, Spinelli & Gürlevik, 2018). Her yıl düzenli olarak silvikültürel müdahalelerin (orman bakımının) uygulanıyor

olması, ince çaplı ağaçların meşcereden uzaklaştırılmasını gerektirdiğinden bu çeşit birincil orman artıklarının da teorik ve teknik potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Endüstriyel plantasyonların yaygınlaşmasına bağlı olarak hem ince çaplı ağaç gövdelerinden arta kalacak artıkların varlığı hem de yeni veya ikinci jenerasyon plantasyonlar için saha temizliğinin yapılıyor olması da dip kütük potansiyelinin varlığını göstermektedir.

2.3. Biyokütle Kullanımına Yönelik Gelişmeler

Orman artıkları biyokütlesinin teorik ve teknik potansiyeline rağmen bu kaynakların yalnızca az bir kısmı; orman köylüleri tarafından geleneksel olarak doğrudan ısınma ve pişirmede kullanmak için nadiren toplanmaktadır (Alkan, Korkmaz & Eker, 2014). Ancak, orman artıkları biyokütlesinin ticari açıdan henüz neden yaygın bir şekilde kullanılamadığı ve dağlık-dik yamaçlarda yer alan meşcerelerde bu malzemenin ekonomik şekilde tedarik edilmesinin mümkün olup olmadığı hala tartışma konusudur. Aynı şekilde, sıklık bakımlarından sonra meşcerede bırakılan ince çaplı ağaçların gövdesinin ticari değer arz eden alt kısımları lif yonga veya yakacak odun olarak alındıktan sonra geriye kalan uç kısımlarından da henüz yaygın şekilde yararlanılamamaktadır. Ancak dip kütükler, son 10 yılda, ekolojik etkilerine rağmen endüstriyel plantasyona dönüştürülecek sahalardan çıkarılmakta ve biyoenerji üretiminde kullanılmaktadır (Eker & Eryılmaz, 2023; Eker, Spinelli & Durgun, 2024b). Buna rağmen endüstriyel oduna olan talebin artışı, enerji odunu olarak kullanılabilecek kapasiteyi sınırlandırmaktadır. Yalnızca dipkütük odunları, ikincil ve üçüncül odunsu artık biyokütlesi de biyoenerji tesislerinin odun biyokütlesine olan talebini karşılayamadığından orman artıklarından faydalanılabilmesine yönelik girişimler de artmaktadır.

Türkiye'de (orman artıkları) biyokütle hammaddesi kapasitesinin varlığı, bu kaynağın sürdürülebilir bir şekilde kullanılabileceğini göstermesine rağmen biyokütle tedarik sisteminin iyi şekilde yapılandırılmamasının veya sistematik hale getirilememesinin sebeplerini kavramak için ormancılık ve enerji sektöründe neler yaşandığını iyi anlamak gerekir. Elbette odunsu

biyokütleden geleneksel amaçlarla enerji (ısı/buhar) üretmek yeni bir şey değildir. Ancak geçmişte modern tekniklerle enerji (ısı ve güç) üretmeye yönelik birçok girişimde bulunulmasına rağmen son 20 yılda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. İklim değişikliği ile mücadele, karbon nötr, yeşil mutabakat, döngüsel ekonomi, vb. gibi akımlar, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim çerçevesinde, politik olarak orman biyokütlesinin kullanımını teşvik etmektedir. Devlet, biyokütle pazarını geliştirmek için tarife garantisi ve vergi avantajları sağlayarak biyokütle enerjisi üretimine yönelik politikaları ve girişimleri desteklemektedir. Nüfus artışına, kentleşmeye ve sanayileşmeye bağlı olarak enerji talebindeki artış, insanları fosil yakıtlar yerine biyokütle kullanmaya yönlendirmektedir. Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı çerçevesinde, toplam enerji tüketimi içinde biyokütle enerjisinin kullanımı hedeflenmektedir ve devlet halihazırda biyoenerji projelerini desteklemektedir (ReportLinker, 2024).

Bununla birlikte Türkiye'de özellikle enerji amaçlı biyokütle tedarik ve kullanımına ilişkin temel itici güçleri kısaca aşağıdaki özetleyebiliriz:

- Biyoenerji de dahil yenilenebilir enerjiye sübvansiyon sağlayan yenilenebilir enerji yasası yenilenmiştir.
- Biyokütle enerjisi, ormancılık sektörünü (olumlu ve olumsuz yönleriyle) meşgul eden popüler bir konudur.
- Kısa idare süreli enerji ormancılığı fikri halihazırda gündemdeki yerini korumaktadır ve (lif yonga odunu üretimi amaçlı da olsa) endüstriyel plantasyonlar yaygınlaşmaya başlamıştır.
- Biyokütle ısı ve güç santrallerinin sayısı ve ülke sathındaki kuruluşları/dağılımları yaygınlaşmıştır. (2020 yılında Türkiye'deki biyokütle üretim tesislerinin toplam kurulu gücü 1.485 MW'a, biyokütleden elektrik ve ısı üreten tesislerin toplam sayısı ise 358'e ulaşmış, toplam kurulu biyokütle kapasitesi 2015-2020 yılları arasında yıllık ortalama %33,9 oranında artmıştır (TEİAŞ, 2020))
- Biyokütle elde edinimi ve verimli yanma (modern dönüştürme) sistemleri ile biyoürün seçenekleri üzerine araştırma ve geliştirme

girişimleri artmaya başlamıştır.

- Odunsu biyokütleden elde edilen yongayı hammadde olarak kullanan lif yonga endüstrisinin artmakta olan taleplerini karşılamak için yonga üretici ve tedarikçileri piyasası oluşmuş ve sayısı artmaktadır.
- Fosil yakıtlara koşut temiz enerji kaynağı olarak pelet (ve briket) üretimi ve kullanımı yaygınlaşmıştır.
- Dipskütük biyokütlesi, son 10 yıldır biyoenerji sektörü için iyi bir kaynak olarak kullanılmaktadır.
- Büyük yangınlar, piyasada odun hammaddesi fiyatları konusunda istikrarsızlık oluşturduğunda düşük fiyatla satılan endüstriyel ve yakacak odunların da ya doğrudan ya da yonga yapılarak biyoenerji sektöründe değerlendirilebileceği anlaşılmıştır.
- Yonga ticaretinin gelişmesine bağlı olarak sabit ve gezici yonga makinelerinin sayısı ve çeşitliliği artmıştır.
- Yonga işleyen orman endüstri kuruluşları, kendi kullandıkları hammaddelerden çıkan ikincil orman artıklarından (kapak tahtası, talaş, bıçkı tozu, kabuk, vb.) ısı ve güç üretecek tesisler kurmaya başlamıştır.
- Orman artıklarının elde edildiği bölgelere yakın, ara depolama (terminal) tesisleri oluşturularak buralarda yongalama yapan kuruluşların sayısı artmıştır.
- Orman köylülerinin, orman artıkları biyokütlesi başta olmak üzere modern biyoenerji sektöründe orman biyokütlesinin yeri ve önemine yönelik olumlu algıları artmaya başlamıştır.
- Üretim fonksiyonuna ayrılmış ormanlarda orman yolu ve sürütme yolu yoğunlukları artmış, yol standartları iyileştirilmiş, sürütme mesafeleri kısalmış ve mekanizasyon kullanım imkanları da artmıştır. Böylelikle, bölmeden çıkarma operasyonlarında, orman ve tarım traktörleri ile bütün ağaç üretim metodu uygulanabilir duruma gelmiştir.
- Dikili satışlar, ürün gamını değiştirmiş, bir ağaçtan elde edilen ürün niteliği tamamen müşterinin taleplerine uydurulmaya başlanmıştır (tüm gövdenin 1 metre boyunda sanayi odunlarına dönüştürülmesi, değerlemenin ton birimi ile yapılması, ibreli gövde odunlarının kabuklu şekilde transport edilmesi gibi).

3. Orman Artıkları Biyokütlesi Tedarik Yöntemleri

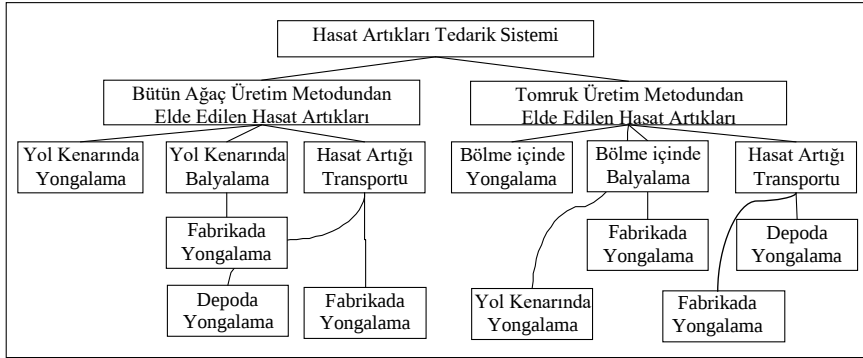
Enerji sektörü başta olmak üzere hammadde olarak faydalanılacak orman artıkları biyokütlesinin tedarik edilmesi; hasat süreci ile başlayıp meşcere içinden toplanması, işlenmesi, biriktirilmesi, ufalanması (yongalanması), taşınması, depolanması gibi iş adımlarından oluşur. Orman artıkları tedarik zinciri; hammadde arzı sağlayan tedarikçiler (kurum, kuruluş ve kişiler), üretim, lojistik, depolama, satış gibi ardışık halkalardan oluşur. Tedarik zinciri içindeki tüm halkaların birbirleriyle koordinasyonunun sağlanması ve işleyişin optimize edilmesi için de tedarik zinciri yönetim sistemleri oluşturulur. Bu kapsamda da orman artıkları biyokütlesinden faydalanacak sektörler, hammadde elde edinim maliyetlerinin yönetimi ve kontrolü için nasıl bir tedarik sistemi oluşturacaklarına ilişkin bilgiye ihtiyaç duyar.

Orman artıkları biyokütlesi için tedarik sistemleri genellikle ürün türüne veya yongalama yerine göre sınıflandırılmıştır. Orman artıkları biyokütlesinin parça boyutlarının küçültülmesi (ufalanması; parçalanması, yongalanması veya öğütülmesi) için kullanılan yongalayıcıların özellikleri de (mobil veya sabit olması gibi) önemli bir rol oynamaktadır (Talbot & Suadicanı, 2005). Yongalama sürecine dayalı olarak, alternatif tedarik sistemleri; i) bölme/meşcere içinde yongalama, ii) yol kenarında yongalama, iii) terminal/ara depolarda yongalama ve iv) fabrikalarda yongalama şeklinde gruplandırılmıştır (Ranta, 2002).

Orman artıkları biyokütlesi bağlı mal olduğundan odun hammaddesinin hangi üretim methoduyla hasat edildiği, orman artıkları biyokütle tedarik yöntemi açısından belirleyici rol üstlenir. Türkiye’ de (özellikle kızılçam ormanlarında) çoğunlukla tomruk üretim metodu (Erdaş, Acar & Eker, 2014) uygulansa da son zamanlarda dikili satışlarla birlikte bölmeden çıkarma operasyonlarında vinçli tarım traktörlerinin kullanılmasına bağlı olarak bütün ağaç veya bütün gövde üretim metodu da uygulanabilmektedir (Eker, Durgun & Han, 2024a).

Orman artıkları biyokütlesinin; düşük elde edinim maliyetleri, düşük enerji sarfıyatı, düşük emisyon ve yüksek istihdam sağlama

kapasitesi gibi birbirleriyle çelişen koşullarda tedarik edilmesi beklenmektedir. Bu nedenle iyi tasarlanmış ve iyi yapılandırılmış bir tedarik sistemi tasarımı; kullanılacak teknolojileri, odun üretim metodunun seçimini, parçalama (yongalama/öğütme) yönteminin nerede ve nasıl yapılacağını, işlerin nasıl yürütüleceğini açıklayabilecek kapasitede olmalıdır. Bu etkili faktörlere göre tasarlanmış örnek bir tedarik yapısı Şekil 4’ de betimlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 4. Hasat artıkları tedarik sistemi (Yongalama yerine göre)

Kaynak: Stampfer & Kanzian, 2006

Hasat artıklarından enerji sektörü için tam kapasitede faydalanılamamasının nedenlerinden biri; özellikle motor-mauel teknolojiyle yapılan odun üretimi sırasında ve sonrasında, artıkların meşcereye dağılması ve bunların toplanıp işlenmesi için gereken yüksek maliyetlerdir (Hacker, 2005; OGM, 2009). Bu sorunun aşılması için gelişmiş ülkeler, odun üretim metodlarını ve üretim sistemlerine ait teknolojileri değiştirip mekanizasyon seviyesini arttırmışlar, üretim süreçlerinde değişiklikler yaparak orman artıklarının tedarik maliyetlerini azaltabilmişlerdir (Karha, Jylha & Laitila, 2009).

Odun hammaddesi üretim metodu, üretim teknolojisi ve ürün gamı; günümüz Türkiye’ sinde satış şekline bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Dikili satışların yaygınlaşmasıyla ağacın tamamından elde edilebilecek ve ticarete konu olabilecek tüm ürünlerden faydalanılabilmesi amacıyla müşteriler bütün ağaç şeklinde üretim metoduna yönelmeye başlamıştır. Orman artıklarının hangi amaçla ve nasıl kullanılacağı, oluşturulacak

tedarik sistemi üzerinde etkili olduğundan; artıkların doğrudan kullanımından ziyade bu artıklardan elde edilen yongalardan yararlanıldığından tedarik sistemi tasarımını yongalama sürecine göre kurmak gereklidir. Orman artıklarının toplanması, transportu (bölmeden çıkarma ve işleme merkezlerine taşınması) sırasında artıkların hiç işlenmemiş veya işlenmiş olması ya da yonga haline getirilmiş olması transport maliyetlerini doğrudan etkilemektedir (Eker & ark., 2013). Orman artıklarının terminallere ya da ısı-güç üretim merkezlerine taşınmasının en uygun yöntemi; malzemeyi yongalanmış (ufalanmış/parçalanmış) halde taşımaktır. Enerji üretmek amacıyla gerekli olan yonganın en düşük tedarik maliyetinin, bölme içinde yapılan yongalama sistemi ile sağlanabildiği ve toplam karbon emisyonu açısından da avantajlar sunduğu bilinmektedir (Yoshioka & ark., 2002). Yongalama işlemi, tedarik zincirine ne kadar erken dahil edilirse, maliyetlerin de o oranda düşürülebileceği bilinmektedir (Hektor,1998).

Orman artıkları biyokütlesi tedarik sisteminde, en önemli transport lojistiği problemleri; biyokütlenin nem içeriğinin düşürülmesi (kurutma ve bunun için bekletme), parça boyutunun küçültülmesi (parçalama, yongalama, öğütme) ve ısıl değerinin korunması (depolama) üzerine odaklanmıştır (Eker, Durgun & Han, 2024a). Bu nedenle tedarik sisteminin kurulmasında, biyokütle hammaddesinin bölmeden fabrikaya akışını sağlayabilmek için hem zamansal (hangi işlem ne zaman yapılacak) hem de konumsal düzenlemeler (hangi işlem nerede yapılacak) gerekmektedir.

3.1. Hasat Artıkları Biyokütlesi Tedarik Sistemi

Birincil orman artıkları içinde en yüksek potansiyele ve yararlanma kapasitesine sahip olan ve çoğunlukla atıl durumda meşcerede bırakılan hasat artıkları için (kızılçam ağaç türünde gençleştirme ve bakım müdahaleleri ölçeğinde) aşağıda, mevcut koşullara uygun bazı uygulama alternatifleri sunulmuştur.

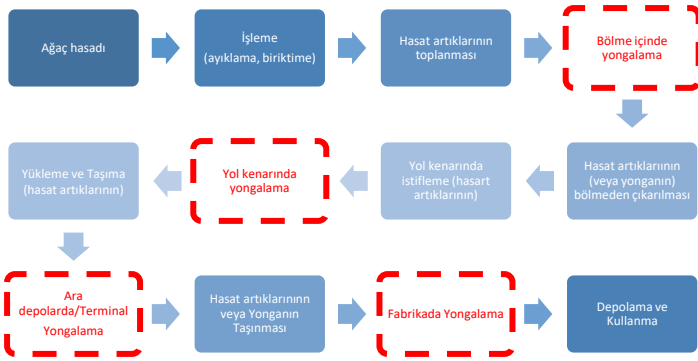
Geleneksel tomruk metoduna göre ağaç kesilip devrildikten sonra dal alma (bu sırada, yakacak odun standardına uyan dallar doğranır) ve boylama-tomruklama işlemleri yapılıp gerekirse

tomrukların kabukları soyulduktan sonra diğer (yakacak odun sınıfına girmeyen) dallar ve gövde uçları yani ağaç artıkları ağacın işlendiği yerde, zemine saçılmış durumda bırakılır. Hasat artıklarının tedarik süreci bu aşamadan sonra başlar (Şekil 5). Uygulanacak işlemlerin içeriği ve yeri konusunda (tomruk üretim metodu kapsamında) henüz bu aşamada hasat artıklarının işlenmesine ilişkin 3 farklı (alternatif) hareket tarzı ile karşılaşılr (Eker, Spinelli & Gürlevik, 2017). Bunlar;

1. Ağaç hasadı devam ederken aynı anda tandem bir işlem olarak hasat artıklarının elde edilmesi (Endüstriyel ve yakacak odun ile birlikte taze (nem içeriği yüksek) hasat artıkları biyokütlesi de elde edilir. Gençleştirme ve bakım müdahalelerinde uygulanabilir).
2. Ağaç hasadı bitirilip endüstriyel ve yakacak odun bölmeden çıkarıldıktan sonra (ağaç hasadı sonrası) ardışık bir işlem olarak hasat artıklarının elde edilmesi (Nem içeriği düşük, hava kurusu halde ve ibreler-sürgünler nispeten kurumuş vaziyetteyken hasat artıkları biyokütlesi elde edilir. Gençleştirme ve bakım müdahalelerinden sonra uygulanabilir)
3. Ağaç hasadı sonrası saha hazırlığı (tırışlama vaziyeti uygulandıktan sonra) için kesim artıklarının teraslar şeklinde yığınlanmasından sonra oluşan setlerde ekstra bir işlem olarak hasat artıklarının elde edilmesi (İbreler, sürgünler ve ince dallar kuruyup dökülmüş, nem içeriği düşük, hava kurusu halde hasat artıkları biyokütlesi elde edilir. Gençleştirme müdahalelerinden sonra uygulanabilir).

Yukarıda bahsedilen her üç durumda da, hasat artıkları ya i) işleme sürecinden geçirilir (işlenmiş) ya da ii) olduğu gibi (işlenmemiş) toplanıp taşınır veya yongalanır. Teknik, ekolojik ve ekonomik nedenlerden dolayı (nem içeriğinin, kütle hacminin ve transport maliyetlerinin azaltılması için) artıkların bölme içinde işlenmesi beklenir. Bu yüzden, sahada kalmış kesim artıkları, manuel (insangücü ve balta/tahra) veya motor-manuel (insangücü ve motorlu testere) ayıklama teknikleri kullanılarak çok ince dallardan (kalın uç çapı 1,5 cm' den ince olan), sürgünlerden ve kozalaklardan ve dolayısıyla ibrelerden arındırılıp ayıklanır (İşleme

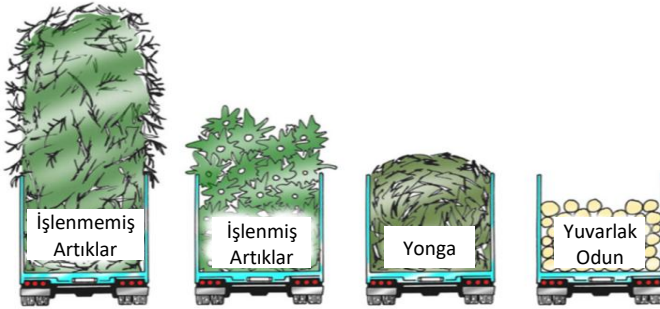
süreci). İşleme sürecinden sonra öbekler halinde biriktirilmiş artık biyokütle, insan gücüyle veya makine gücüyle biraraya getirilir (Toplama). Sahadaki işleme süreci bitirildikten sonra veya bu sürece paralel olarak (toplama süreciyle birlikte) koşullar uygunsa mobil yongalama makineleri ile bölme içinde yongalama yapılır ve üretilen yonga bir konteyner veya traktör römorku yardımıyla bölmeden çıkarılır (Eker & ark., 2013).



Şekil 5. Tomruk metoduna göre klasik odun hammadde üretim sistemine uygun hasat artıkları biyokütlesi tedarik süreci

İşleme sürecinden geçirilmeden olduğu gibi toplanıp yol kenarına taşınan ya da bölme içinde aynı vaziyette yongalanan artıklardan; ibre, sürgün, kozalak ve kabuk içerikleri itibarıyla karışık (kirli) yonga elde edilir. Eğer teknik ve topoğrafik koşullar ile yongalama makinesi nitelikleri elverişsiz ise sahadan toplanan hasat artıkları (işlenmiş veya işlenmemiş olsun) yol kenarına taşınır (birincil transport, bölmeden çıkarma). Eğer bölme içinde yapılmadıysa ve istenirse yol kenarında işleme (ayıklama) yapılarak artıkların yalnızca odunsu kısımlarından yararlanılmaya çalışılır. Sürecin senkronizasyonu ve verimlilik açısından yol kenarına getirilen artıklar orman yolunun, rampanın veya bölme kenarının uygun yerlerinde istiflenir-yığınlar halinde bekletilir. Yangın, böcek istilası, alan kaybı, yolda trafiğin tıkanması vb. tehlike ve riskler yoksa yol kenarında, işlenmiş ya da işlenmemiş hasat artıklarını hava kuru hale gelene kadar bekletmek transport maliyetleri ve lojistiği

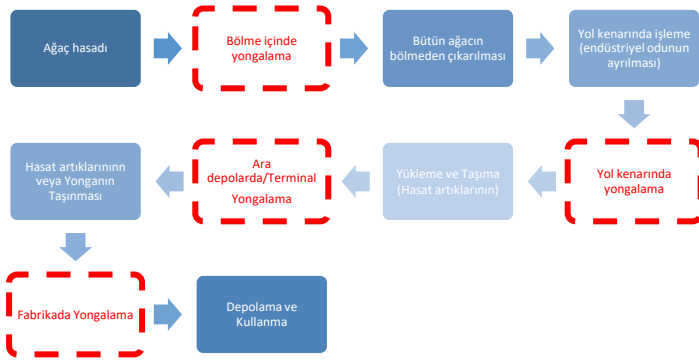
açısından önemli avantajlar sunabilir. Yol kenarına getirilip bekletilen hasat artıkları, burada, mobil yongalama makineleri ile yongalanır ve uygun araçlarla fabrikalara ya da depolara taşınabilir. Ancak yol ağı altyapısının elverişsiz olduğu ya da mobil yongalama makinelerinin kullanılmadığı durumlarda; hasat artıkları işlenmiş ya da işlenmemiş halde terminal noktalardaki yongalama merkezlerine taşınabilir. İşlenmiş hasat artıklarının kütle hacmi (taşıyıcı araçta kaplayacağı yer) taşımaya elverişli olmasına rağmen işlenmemiş (dal, sürgün, ibre vb. birlikte) artıkların taşınması yine önemli bir lojistik problemi oluşturur (Şekil 6). Terminal noktalarda, sabit ya da mobil yongalama makineleri (yongalayıcı/chipper, öğütücü/grinder, vb.) yardımıyla hasat artıkları parçalanır, yongalanır ve yongalar fabrikalara taşınabilir. Nitekim terminal kuruluşuna ihtiyaç olmayan yerlerde, işlenmiş ya da işlenmemiş artıklar uzun bir transport mesafesi ile taşınır ve fabrika içerisinde çoğunlukla sabit yapıdaki yongalama tesislerinde yongalanır ve kullanılabilir duruma getirilir.



Şekil 6. Orman biyokütlesinin taşınmasında parça boyutları

Yaygın olmamasına rağmen tomruk üretim metodu yerine bütün ağaç üretim metodunun kullanılması durumunda (Şekil 7); ağaç kesildikten sonra sahadaki hasat süreci bitene kadar bekletilip (kuruması sağlanıp) hiçbir işlem yapılmadan yol kenarına getirilir. Sıklık, ilk aralama gibi meşcereden ince çaplı ağaçların ayrılacağı meşcerelerde, koşullar uygunsa mobil yongalama makineleri bölme içine sokularak ağaçlar olduğu gibi yongalanabilir. Ancak bu durumda, üsttten beslemeli (kovalı) öğütücü makinelere ihtiyaç duyulacağından ve bunların da bölme içinde doğrudan orman

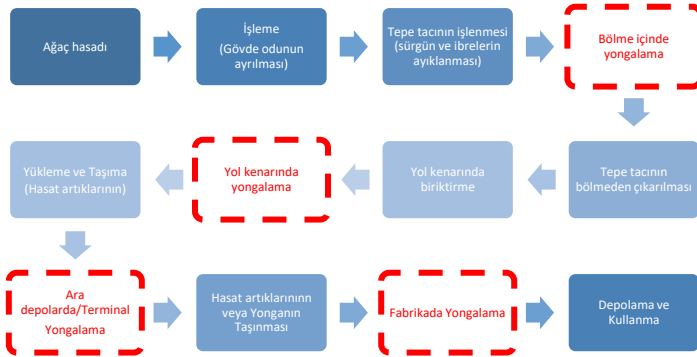
zemininde hareket kabiliyeti düşük olduğundan bu seçeneğin uygulama potansiyeli düşüktür. Bununla birlikte gövde ve dal odunlarının endüstriyel olarak kullanılacağı durumlarda, bitki besin elementlerinin bölme/meşcere içinde kalmasını sağlamak için ince dallar, sürgünler ve ibreler hafif motorlu testerelerle ya da balta ile ayıklanabilir. Ağaç kesimi ile bölmeden çıkarma operasyonları arasındaki bu sürede, sürgünlerin ve ibrelerin bir kısmının sahaya dökülmesi de mümkün olabilir. Her durumda, bütün haldeki ağaçlar, mekanizasyon olanakları kullanılarak yol kenarına getirilir. Burada, işleme sürecinden geçirilen ağacın endüstriyel kısımları alındıktan sonra geri kalan kısımları olduğu gibi ya da yalnızca odunsu kısımları mobil yongalama makineleri veya öğütücüler kullanılarak ufalanır. Ancak yol kenarında yongalama makinelerinin kullanılamaması halinde, hasat artıkları yüklenip terminal ya da fabrikaya getirilerek yongalanır ve kullanılır.



Şekil 7. Bütün ağaç üretim metoduna göre hasat artıkları biyokütlesi tedarik süreci

Odun hammaddesinin bölmeden çıkarılmasında traktör kullanımının yaygınlaşması, kesilen ağaçların tepe kısımlarının hiç ayrıştırılmadan olduğu gibi taşınmasına imkan sunabilir. Halihazırda örneklerine ratslanmasa da bölmeden çıkarma maliyetlerinin düşürülmesi için tepe tacının bütünüyle taşınması da (Şekil 8) hasat artıklarının uygulama potansiyeli açısından elverişli bir seçenektir. Endüstriyel yuvarlak odun (tomruk, direk, sanayi, vb.) alınan ticari

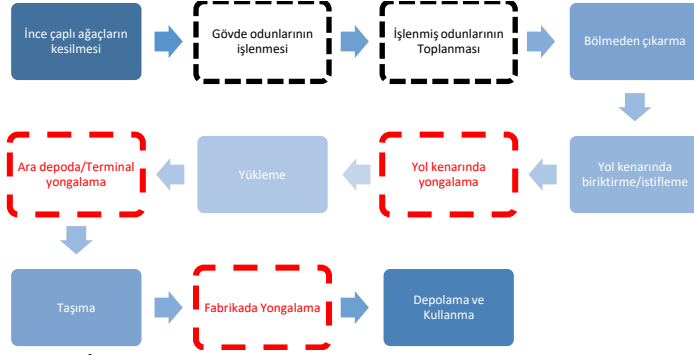
gövde odunu ayrıştırıldıktan sonra tepe tacı kısmı olduğu gibi sahada bırakılır. Endüstriyel odunların bölmeden çıkarılması sürecine kadar yapılan bekletmede, sürgün ve ibrelerin bir kısmının bölme içine dökülmesi sağlanabilir. Taç kısmının bölmeden çıkarılması sürecinden önce bitki besin elementleri sahada kalabilsin diye yüzeysel de olsa bir elleçleme ile çok ince dallar ve sürgünler balta ya da motorlu testere ile ayıklanıp sahaya terkedilir. Taç kısmının olduğu şekliyle bölme içinde yongalanması için kovalı öğütücü makinelere ihtiyaç duyulduğundan teknik ve topoğrafik koşullar bu bölme içinde yongalama sürecine imkan vermeyebilir. Tepe tacı, çoğunlukla kablolu vinç sistemleriyle bölmeden çıkarılır ve bölme sınırında ya da yol kenarında biriktirilir. Eğer taç kısmından lif yonga odunu ve yakacak odun elde edilecekse işleme süreciyle bu ürünler alınır ve geriye kalan artıklar öğütücü ya da yongalama makinesiyle parçalanır. Böylelikle lif yonga odunlarının, yakacak odunların ve enerji amaçlı hasat artıklarının bölme içinde işlenmesi, toplanması ve bölmeden çıkarılması iş adımları tek hamlede gerçekleştirildiğinden mükerrer transport maliyetlerinden kaçınılmış olur.



Şekil 8. Tepe tacının bütünüyle kullanılabileceği hibrit yöntemle göre tedarik süreci

3.2. İnce Çaplı Ağaç Biyokütlesi Tedarik Sistemi

Birincil orman artıklarının bileşenlerinden biri olan ince çaplı ağaçlardan elde edilen biyotkületinin enerji amaçlı kullanımı için aşağıdaki Şekil 9' da olduğı gibi bir tedarik süreci izlenebilir. İnce çaplı ağaç gövde odunu biyokütlesi (kızılçam ağaç türü özelinde) çoğunlukla sıklık ve ilk aralama uygulamalarından sonra veya enerji ormanlarından ya da endüstriyel plantasyonlardan elde edilebilir. Eğer meşcerenin boniteti yüksekse ve sıklık bakımı çağına geldiğinde meşcereden ayrılacak ağaçlardan 1 m uzunluğunda en az birkaç lif yonga veya yakacak odun alınabilecekse, bölme içinde işleme süreci uygulanır. Ticari kısımlar alındıktan sonra geriye kalan gövde ucu artıkları baltayla veya motorlu testereyle ince dallarından kabaca ayklanır. Sahadaki kullanılabilir bölmeden çıkarma teknolojilerine bağılı olarak sahada kalan tepe artıkları yukarıda anlatılan hasat artıkları tedarik yönteminde olduğı gibi bölmeden çıkarılabilir. Ancak kesilen ağaçlar ticari odun stnadartlarını sağlayamıyorsa kesildikten sonra sahada tüm bakım operasyonları bitene kadar bekletilebilir. Sıklık bakımının uygulanma zamanı, yangın risklerinin yükseldiğı zamana rastlıyorsa, kesilen ağaçlar çok kısa süre içinde bölme içinden toplanır ve altyapı imkanlarına bağılı olarak insan, hayvan ya da makine gücüyle yol kenarına getirilir. Eğer ağaç biyokütlesi yaşı haldeyse yol kenarında bekletilerek hava kurusu hale gelmesi için istiflenebilir. Burada da yangın ve böcek tehikesinden dolayı, yol kenarına getirilen biyokütle olduğı gibi ya da işlenerek yongalanır. Biyokütle miktarına, yol ağına, elde edilecek yonga kalitesine vb. bağılı olarak orman artıklarının taşınarak terminal veya fabrikalarda da yongalanması mümkün olabilir.

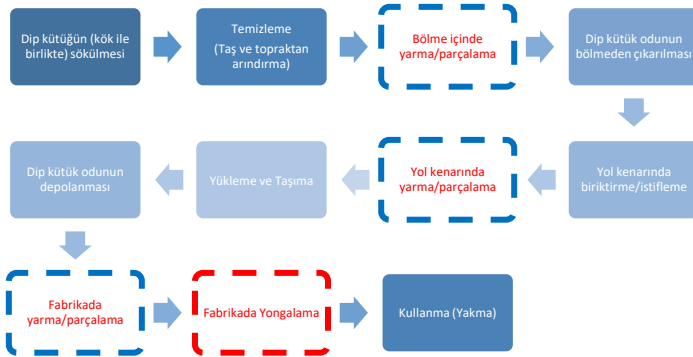


Şekil 9. İnce çaplı ağaç gövde biyokütlesinin tedarik süreci

3.3. Dip Kütük Biyokütlesi Tedarik Sistemi

Orman artıklarının son bileşeni, ağaç hasadında sonra toprak yüzeyinde kalan dip kütük odunu ile bunun toprak altındaki kısmı ve bu kütüğe bağlı kalın odunsu köklerden elde edilen biyokütledir. Halihazırda Türkiye’de yaygın şekilde kullanılan odunsu orman artıkları biyokütlesi dip kütük odunlarıdır. Ekolojik etkilerinden dolayı dip kütüklerin köklenmesi/sökülmesi ve meşcereden uzaklaştırılması istenmese de, bu uygulamaya yalnızca endüstriyel plantasyona ayrılan sahaların temizliği ve hazırlığı için izin verilmektedir. Ekskavatör yardımıyla çeşitli ekipmanlar kullanılarak dip kütük odunu kökle birlikte yerinden sökülür (Şekil 10). Taş ve toprakla kaplı kök kısımları ekskavatörün ekipmanıyla temizlenir. Yine ekskavatöre montajlı kırıcı/parçalayıcı ekipmanla, toprak ve taş kütlesinden temizlenmesi, nem içeriğinin azaltılması ve parça boyutunu küçültmesi için dip kütük odunları en az 2 parçaya bölünür. Bu uygulama ekstra bir ekskavatör gerektireceği için çok rantabl bulunmamıştır (Eker & Eryılmaz, 2023). Sökme ve temizleme işlemlerinin ardından ekskavatör yardımıyla dip kütük odunları yol kenarına doğru itilir, kürünür veya savrulur. Dip kütük odunları yol kenarında ya da bölme sınırında istiflenerek biriktirilir. Bölme içinde söküldükten sonra bütün halde yol kenarına getirilen dip kütük biyokütlesi istenirse yol kenarında kırıcı (Splitter) ile parçalanabilir. Bütün halde ya da parçalanmış dip kütük odunları ekskavatör veya yükleyicilerle araçlara yüklenerek taşınabilir. Dip kütüklerden toprak ve taşların arınması için biyokütle depolarda

istiflenerek bekletilir. Eğer bu biyokütle bütün halde fabrikalara getirildiyse burada da parçalanabilir. Dip kütükler yağmurda bırakılarak veya su ile yıkanarak temizlenip yongalamak için depolanır. Daha sonra yongalanıp kullanılabilir. Kök sisteminin karmaşık şeklinden dolayı, dip kütük biyokütlesi depolamada ve taşımada (kütle hacimleri;yoğunluğu) çok yer kaplar. Ayrıca depolanması sırasında fiziksel yangınlar, kuru kütle kaybı gibi ciddi sorunlarla karşılaşılabilir.



Şekil 10. Dip kütük (kök) biyokütlesi tedarik süreci

4. Değerlendirme

Günümüzde orman artıklarının tedarik edilmesine engel olan temel sorunlardan en önemlisi, hasat ve transport maliyetlerinin yüksek oluşudur. Orman artıklarının devlet orman işletmeleri tarafından meşcere içindeki halihazır satış fiyatları, piyasa koşulları itibarıyla oldukça düşüktür. Satışları engelleyecek politik, kurumsal ve teknik sorunların birçoğuna da son zamanlarda esnek çözümler geliştirilmiştir. Orman köylüleri rüsum bedeli ödeyerek bu artıkları toplama imkanına sahipken çok azı köylüler tarafından kullanıldığından sosyal çatışmaya neden olacak unsurlara da rastlanmamaktadır. Öte yandan ekonomi fonksiyonuyla işletilen ormanların bonitetleri çoğunlukla iyi değildir. Buna bağlı olarak birim alandaki yararlanılabilir orman artıkları potansiyeli de düşüktür. Orman arazilerinin çoğu dağlık, dik (sarp ve eğimli),

engebeli, kırıklı bir topoğrafyaya sahiptir. Bu yüzden orman zemininde paletli ya da tekerlekli araçların kullanımı kısıtlıdır ve emek yoğun çalışmayı gerektirmektedir.

Tomruk metodunun uygulandığı odun hammaddesi üretimi sırasında, yararlanılabilir formdaki orman artıkları geniş bir alana dağılmaktadır. Yangın ve böcek zararları nedeniyle bu artık malzemenin orman zemininde uzun süre bekletilmesi ve/veya depolanması tehlikelidir. Meşcere zemininden bu artıkların uzaklaştırılması, (orman yasaları ve politikaları nedeniyle) orman köylülerinin mevcut iş gücü (veya makine gücü) kapasitesiyle sınırlıdır. Orman artıklarının (biyoenerji ve biyoyürün üretmek amacıyla) verimli bir şekilde değerlendirilebilmesi ve toprak bitki besin maddelerinin biyokütle ile sahadan uzaklaştırılmaması için işlenmesi ve uygun zamanda, uygun formda ve uygun teknoloji ile taşınması, depolanması ve kullanılması gerekmektedir. Ancak mevcut teknolojik imkanlarla, ticari açıdan katma değeri düşük olan (değersiz görülen) ve geniş bir alana yayılmış haldeki orman artıklarının elleçlenmesi, toplanması ve taşınması, tedarik maliyetlerini artırmaktadır. Orman artıklarının parça boyutlarının küçültülmesi, kapladıkları hacmin azaltılması, nem içeriklerinin düşürülmesi, katı kütle içeriğinin korunması, ısı değeri korunması veya artırılması gibi teknik unsurlar orman artıklarının kullanılmadan önce meşcere içinde depolanmasını ve dönüştürülmesini gerektirmesine rağmen bu uygulama, biyofiziksel ve teknik nedenlerle mevcut işletmecilik koşullarında uygun değildir. Dolayısıyla hasat artıklarının ve ince çaplı ağaçların silvikültürel açıdan belirlenen süre içinde meşcereden çıkarılması gerektiğinden; yararlanılabilir artıkların nem içerikleri yeterince düşürülememekte bu da birim ağırlığı yüksek ancak ısı değeri düşük biyokütle anlamına geldiğinden, birim enerji değeri başına maliyetleri artırmaktadır. Orman artıklarının mümkün olduğu kadar erken süreçte parça boyutlarının küçültülmesi (işlenmesi veya yongalanması ya da öğütülmesi) gereklidir. Seyyar yongalayıcı ya da öğütücülerin meşcere içinde verimli şekilde kullanılamaması, orman artıklarının yol kenarına getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Yol kenarında veya meşcere içinde yola yakın yerlerde işlenmiş ya

da işlenmemiş haldeki orman artıkları biyokütlesini uzun süre bekletmek/istiflemek mümkün olmadığından kısa süre içinde yongalanması ve yonganın taşınması gereklidir. Bu durumda da, yongalanacak malzeme yeterli hava kurusu hale gelememektedir. Bir ağaçtan arta kalan artıkların işlenmeden olduğu gibi bölmeden çıkarılması, yüklenmesi ve taşınması hem transport teknikleri açısından hem de ekolojik açıdan uygun olmadığından gerek meşcere içinde gerekse yol kenarında yongalanması sonucunda elde edilen yonganın kalitesi düşmektedir (ibre, kozalak, kabuk, içeriğinden dolayı buna kirli yonga da denilebilir). Bununla birlikte, Türkiye’ de bir yonga piyasası oluşmasına rağmen hem lif-yonga sektörü hem de enerji ve biyoürün sektörü için yonga standartları konusunda bir eksiklik göze çarpmaktadır. İlaveten, lif-yonga sanayisinin talepleri ve satın alma fiyatları rekabet eksikliğine ve ürün bölüşümünde eşitsizliğe neden olabilmektedir. Bu nedenle odunsu biyokütleye ihtiyaç duyan biyoenerji sektörü, yukarıda gerekçesi açıklanan tedarik maliyetlerine ve piyasa şartlarına göre şu anda yalnızca dipkütük biyokütlesini kullanabilmektedir.

Yukarıda verilen ve Türkiye ormancılığı için uygun olabileceği düşünülen tedarik zinciri yapılarından bazıları Eker & ark. (2013) tarafından test edilmiş ve mevcut maliyetlerin, hasat ve bölmeden çıkarma maliyetlerinin fonksiyonu olduğu bildirilmiştir. Kızılçam meşcerelerinde 1 ton_{taze} artık biyokütlesinin, ortalama 20,67 €/ya hasat edilip ve taşınabileceğini; istiflenmiş orman artığının hasat ve bölmeden çıkarma maliyetinin 5,56 €/ster olduğunu; 1 GJ enerji eşdeğeri için birim maliyetin mevcut koşullarda 1,10 € olduğunu belirlemiştir. Ancak, birim alan (ha) başına hasat ve bölmeden çıkarma maliyeti de 265,34 € bulunmuştur.

Tedarik zinciri seçeneklerinden uygun olanının tercih edilmesi, büyük sermaye yatırımlarına ihtiyaç duyar. Verimli bir şekilde tedarik edilebilsin diye, odunsu orman artıkları biyokütlesinin endüstriyel odun hasadıyla entegre edilmesi gibi çeşitli tedarik sistemi seçenekleri geliştirilebilir. Orman artıkları sistemini geliştirmenin ve iyileştirmenin en kolay yolu, rutin sistemde herhangi bir değişiklik yapmadan, mevcut endüstriyel odun

hasadına, orman artıkları tedarik operasyonlarının eklenmesi olabilir. Temel adım, yalnızca uygulama potansiyeli olan orman artıklarının tedarik edilmesine izin vermektir (Ghaffariyan & ark., 2015). Orman artıkları biyokütle potansiyelinden tam kapasite yararlanılabilmesinde odun hammaddesi üretim metodu belirleyici bir bileşendir. Tomruk üretim metodunun uygulanmasıyla ağaç artıklarının besin içeriği açısından zengin olan kısımları orman içinde bırakılırken tüm ağaç üretim metodunun tersine tomruk metodu hasat artıkları tedarik maliyetinde %40-50 arasında bir artışa yol açabilir (Spinelli, Lombardini & Magagnotti, 2014). Orman artıklarının hasadı ve taşınması faaliyetlerinde çeşitli mekanize sistemlerden yararlanılması da tedarik maliyetlerini değiştirebilir (Leinonen, 2004).

Orman artıklarının bölmeden çıkarılmasında tarım traktörleriyle mekanik yöntemlerin kullanılması (aynı alanda ve aynı materyal üzerinde) manuel yöntemlerden daha etkili bulunmuştur. Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma, orman artıkları biyokütlesinin yığın yoğunluğu nedeniyle, yalnızca 75 m'den daha kısa bölmeden çıkarma mesafelerinde etkili olmuştur (Eker & Acar, 2018). Orman artıklarının traktörlerle bölmeden çıkarılması, 100 m' nin üzerindeki bölmeden çıkarma mesafelerinde, maliyetlerin azaltılmasına olanak tanımıştır. Bölmeden çıkarma mesafesinin uzaması; insan gücüyle manuel veya hayvan gücüyle bölmeden çıkarma yerine traktörlerle taşımayı gerektirir. Orman artıklarının (hasat artıkları ve ince çaplı odunların) insan gücüyle bölmeden çıkarılması en basit ve bazen en ucuz teknik olsa bile, her meşcere karakteristiklerinde ve uzun mesefelerde transport maliyetleri açısından uygulanamaz (Eker & ark., 2013).

Lignoselülozik yapısı ve lif içeriği, kalorifik değeri, kütle yoğunluğu ve hacmi dikkate alındığında; hammadde olarak orman artıkları biyokütle tedarikinin, yakacak odun ve lif-yonga odunun aksine rekabetçi bir maliyete sahip olmadığı görülmektedir (Eker, Spinelli & Gürlevik, 2017). Ancak, odun bazlı hammadde kullanan sektörlerin gereksinimleri nedeniyle oluşan genel maliyetleri düşürmek için biyokütle tedarik yapısında sistemik iyileştirmeler yapılarak maliyetler arasındaki fark ortadan kaldırılabilir. Nitekim,

Türkiye’ de son yıllarda odun hammaddesinin bölmeden çıkarılmasında tarım traktörlerinin kullanımının yaygınlaşması, orman artıklarının toplanması, bölmeden çıkarılması ve yongalanmasında da kullanılabilir. Orman yolu ve sürütme/traktör yolu yoğunluğunun artması, küçük ve orta ölçekli tedarik teknolojilerinin kullanılmasına izin verebilir ve mekanizasyon seviyesinin artmasına yardımcı olabilir. Ancak akaryakıt fiyatlarına bağlı operasyonel maliyetlerin, konjonktürel olarak aşırı yüksek olduğu durumlarda, orman artıklarının tedarik edilmesinde mekanizasyon olanaklarının tercih edilmesi tutarlı sonuçlar vermeyebilir. Bu nedenle, mekanizasyonun imkanlarından yararlanılamaması halinde, orman artıklarının tedarigi için manuel işleme, toplama ve bölmeden çıkarma tekniklerinin şimdilik uygulanabilir olduğu iddia edilebilir. Halihazır olanaklarla deneysel ölçekte kurgulanmış ve uygulanmış orman artıkları tedarik sisteminin sınırları (Eker, Durgun & Han, 2024a) aşağıda Şekil 11’ de betimlenmiştir.

Ormancılıkta orman ürünlerinin üretiminde mekanizasyon seviyesinin düşük olmasında etkili olan önemli faktörlerden biri de makinelerin sabit ve değişken maliyetlerdir.Ormancılık iş makinelerinin fosil yakıtların kullanımına bağlı enerji gereksinimi, gelişen teknoloji ile birlikte yerini şarjlı/akülü elektrikli sistemlere bırakma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle orman artıklarının tedarik edilmesinde Türkiye’ de de makinelerden yararlanma fırsatına erişildiğinde mekanizasyon ağırlıklı bir tedarik matrisinin nasıl olabileceği konusunda bazı ülkelerdeki uygulama örneklerinden yararlanılması mümkün olabilir.

İşleme (ayıklama, biriktirme/öbekleme)



İnsan ve hayvan gücüyle bölmeden çıkarma



Yongalama (meşcere içinde, yol kenarında, terminalde)



Yükleme ve Taşıma



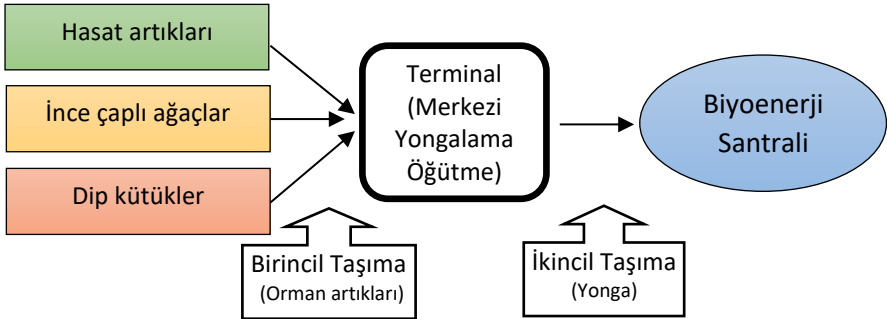
Şekil 11. Hasat artıkları tedarik zinciri

Bazı ülkelerde orman artıkları biyokütle hasadı özellikle yanıcı madde miktarını azaltmak ve jenerasyonu yenilemek için yapılır (Nicholls & ark., 2018). Mekanik biyokütle hasat yöntemleri, orman artıklarını etkili bir şekilde ortadan kaldırdığı ve meşcereyi gençliğin gelmesine hazır hale getirdiği için odun hammaddesi hasadından sonra uygulanır. Bu kapsamda, hasat/toplama, yongalama/öğütme ve taşımada biyokütle tedarik operasyonları için çok çeşitli yenilikçi ekipman ve sistem lojistiği geliştirilmiştir (Halbrook & Han, 2019).

Orman biyokütlesinden faydalanmak için taşıma sürecinde karşılaşılan en önemli lojistik sorunları aşmada; parçacık boyutunu küçültülmeye, nem içeriğini azaltılmaya ve etkili bir şekilde biyoenerji veya biyobazlı malzemeye dönüştürmeye dayalı bazı stratejiler geliştirilmektedir. Biyokütleden elde edilecek ikincil ürünlerin üretiminde (biyokömür, briket ve rafine talaş üretimi) ürünün katma değerini ve taşıma verimliliğini artırmak için biyokütlenin kaynağının kaliteli olması ve ormana yakın bir yerde dönüştürülmesi (parçalanması) beklenmektedir. Odunsu biyokütlenin parçacık boyutları, öğütme ve/veya yongalama (odun yongaları için) makineleri kullanılarak küçültülmektedir. Nem içeriğini azaltmak için parça boyutunu küçültmeden önce biyokütlenin en azından hava kurusu hale gelene kadar meşcere içinde ve/veya yol kenarında bekletilebilmektedir. Bu amaçla, işlenmiş ya da işlenmemiş orman artıkları biyokütlesinin, taşınmadan veya yongalanmadan önce çeşitli istifleme/yığınlama yöntemleri kullanılarak havalandırılması sağlanır (Kizha & ark., 2017).

Çeşitli makineler geliştirilse ve biyokütle işlemede çok verimli kullanılsa bile, biyokütle boyutlarını küçültmenin (parçalama veya yongalama ya da öğütme) yanı sıra, taşıma maliyetleri genellikle çok yüksektir. Çünkü birincil ve ikincil transport için toplayıcı-taşıyıcı araçların geniş alanlara yayılmış (birim alanda düşük verimliliğe sahip) orman artıklarından oluşan biyokütleyi toplamak için çok sık ve uzun mesafeler kat etmesi gerekir. Bu da nakliye maliyetlerini artırır. Ayrıca, bölme içinde veya yol kenarında yongalama işlemlerine harcanan uzun süre, nakliye araçlarının boшта beklemesine ve yongaların taşınması için kullanılabilecek kamyonların (örneğin; konteyner montajlı treyler) orman yollarında geniş bir kurp (viraj) yarıçapına ihtiyaç duymasına neden olur. Öte yandan, hem işlenmiş ya da işlenmemiş orman artıkları hem de bunlardan üretilen yongaların piyasa fiyatları genellikle düşüktür (katma değerinin düşük olmasından dolayı). Bu nedenle, orman artıklarının enerji için kullanılmasında karşılaşılan ekonomik bariyerleri aşmak için hem maliyetleri düşürmek hem de nakliye lojistiği sorunlarının üstesinden gelmek amacıyla çeşitli

teknolojiler geliştirilmekte ve buna göre alternatif tedarik sistemleri önerilmekte ve test edilmektedir. Örneğin; odunsu orman artıkları biyokütlesi, düşük geometrik standartlara sahip orman yollarında seyahat edebilecek kapasitedeki kamyonlar kullanılarak merkezi bir toplama tesisine (terminal) taşınabilir (Şekil 12). Merkezi terminalde yeterli malzeme toplandığında, bunları işlemek (istenen parça boyutlarına dönüştürmek) için diskli veya tamburlu yongalayıcı ya da öğütücü ve de enerji tesisine taşımak için yonga taşınmasına elverişli yüksek taşıma kapasiteli araçlar kullanılabilir. Bu gibi, hasat ve nakliye teknolojilerinin geliştirilmesiyle (mekanizasyon seviyesinin artırılmasıyla) sahadaki dağınık orman artıklarına erişim kolaylaşabilir, makinelerin boş beklemesi engellenerek kullanım oranları artırılabilir, tedarik sürecinin operasyonel yönetimi kolaylaşabilir ve hasat/nakliye maliyetlerinin azaltılması sağlanabilir (Han & ark., 2010). Türkiye’ de benzer materyal akışı; dip kütük biyokütlesinin biyoenerji tesisleri için tedarik edilmesinde (Eker & Eryılmaz, 2023) ve ayrıca yakacak odun, ıskarta sanayi odunu, lif-yonga odunu vb. işleyip yongaya dönüştüren yonga tedarikçileri tarafından uygulanmaktadır (Eker, Durgun & Han, 2024a).



Şekil 12. Merkezi toplama-işleme tesisleri için tedarik zinciri

Yenilikçi seçenekler geliştirme açısından, makineli toplama teknolojileri (Şekil 13), yongalama/öğütme teknolojileri (Şekil 14), kitlesel yonga taşıyıcı kamyonlar (Şekil 15) ve merkezi biyokütle

lojistik sistemi ile aşağıdaki gibi çeşitli avantajların sağlanabileceği belirtilmektedir (Han & ark., 2018):

- Mekanizasyon olanaklarıyla (örneğin; tarım traktörüne montajlı vinç kolu ve römork ya da ekskavatör ile damperli kamyon kullanılmasıyla) orman zemininde dağınık halde bulunan orman artıkları yığınlarına erişmek ve onları toplamak kolaylaşabilir (Şekil 13).
- Bölme içinde yongalama yapılmaya çalışıldığında yongalayıcının yığınlar arasında sürekli gezdirilme gereksinimi, aracın yongalanacak malzemeyi beklemesi, sürekli dur-kalk yapması gibi operasyonel gecikmeler ortadan kalkar.
- Orman artıklarının hasadıyla odun hammaddesi hasadı ayrıştırılarak, orman artıklarının tedarik lojistiği açısından esnek bir planlama yapmak mümkün olabilir.
- Orman artıklarının odun hasadı ve/veya transport işlemleri bitene kadar artık biyokütlenin meşcere içinde kalması ve kuruması sağlanabilir ve orman artıkları hasat sezonunu uzatma fırsatı yakalanabilir.
- Merkezi tesislerde/terminalde yongalama seçeneğiyle, hasat artıklarının ilave bir süre daha bekletilip kurutulması sağlanabilir.



Şekil 13. Orman artıklarının toplanmasında çeneli yükleyici (solda) ve taşınmasında damperli kamyon (sağda) kullanımı

Kaynak: Han, 2024



Şekil 14. Seyyar yongalama-öğütme makinesi
Kaynak: Han, 2024



Şekil 15. Yonga taşıma kamyonu
Kaynak: Han, 2024

Türkiye’ de özellikle kızılçam ormanlarında uygulanabilecek orman artıkları elde edinimine ilişkin önerilebilecek tedarik matrisi aşağıda Tablo 2’ de özetlenmiştir (Dip kütük odunu biyokütlesi ayrı bir iş akışına sahip (Eker, Spinelli & Durgun, 2024b) olduğundan bu tabloda gösterilmemiştir.

Tablo 2. Orman artıkları biyokütlesi tedarik matrisi

Materyal	(Odunsu) Hasat Artıkları	İnce Çaplı Ağaç Gövde Odunları
Kaynak	Gençleştirme ve bakım müdahaleleri	Sıklık ve ilk aralama müdahaleleri

Üretim Metodu	Tomruk Metodu	Bütün Ağaç Metodu	Bütün gövde veya bütün ağaç metodu	
Hasat Zamanı	Odun üretimi sırasında veya sonrasında		Odun üretimi sırasında/sonrasında	
Formu	İşlenmemiş ya da İşlenmiş biyokütle	İşlenmemiş biyokütle	İşlenmiş	İşlenmemiş
Bölme İçinde	İşleme Toplama Bölmeden çıkarma	Toplama Bölmeden çıkarma	İşleme Toplama Bölmeden çıkarma	Toplama Bölmeden çıkarma
Yol Kenarı	Biriktirme (Yongalama)	İşleme (Yongalama)	Biriktirme (Yongalama)	Biriktirme İşleme (Yongalama)
Taşıma	Artıkların ya da yonganın taşınması	İşlenmiş artıkların ya da yonganın taşınması	Artıkların ya da yonganın taşınması	Artıkların ya da yonganın taşınması
Terminal	(Artıkların yongalanması)	(İşlenmiş artıkların yongalanması)	(Artıkların yongalanması)	(Artıkların yongalanması)
Tesis	(Yongalama) Depolama Kullanma	Depolama Kullanma	(Yongalama) Depolama Kullanma	(Yongalama) Depolama Kullanma

5. Sonuç

Yenilenebilir enerji kaynakları içindeki payı ne olursa olsun, ormanlardan sağlanan odun biyokütlesinin enerjide kullanılabilirliğine ilişkin tartışmalar uzunca bir süre gündemdeki yerini korumaya devam edecektir. Literatürde biyoenerjinin ve biyoürünlerin fosil yakıtlara ve diğer kimyasal bazlı ürünlere olan ekolojik üstünlükleri öne çıkarılsa da; zaman içinde, iklim değişikliğiyle mücadele önlemleri kapsamında teknoloji-ekonomik eşitliklerin ve hatta üstünlüklerin sağlanacağıнын sinyalleri de algılanabilmektedir. Ormancılık politikası, ormana ve enerjiye ilişkin yasalar, stratejiler, kalkınma planları, vb. yaklaşımlar (artan nüfusun enerji gereksinimi, iklim değişikliği ile mücadele, karbon nötr uygulamalar, sıfır karbon, yeşil mutabakat, döngüsel ekonomi, ileri dönüşüm, vb.) orman biyokütlesi gibi yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanılmasında itici gücü oluşturmaktadır.

Türkiye ormancılık sektöründe, devlete ait ve düzenli olarak yönetilip işletilen ormanlardan enerjide kullanılabilir orman biyokütlesi tedarik etme potansiyeli bulunmaktadır. Yuvarlak odun taleplerinin ve fiyatlarının dalgalanması, piyasadaki hammadde bolluğu (örneğin, büyük yangınlar sonrası), stok fazlalıkları, vb. durumlarda endüstriyel odunların, lif-yonga odunlarının ve yakacak

odunların büyük bir kısmının veya tamamının, orta ve uzun vadede, uygun maliyetlerle enerji sektöründe de kullanılma imkanı doğmaktadır. Ancak bir ağaca bağlı ürün gamı, elde edinim maliyetlerine ve satış fiyatlarına bağlı olarak şekillendiğinden günümüz koşulları itibarıyla endüstriyel odunların hammadde olarak doğrudan ısı-güç santrallerinde kullanılması yüksek tedarik maliyetleri anlamına gelir. Bu nedenle enerji amaçlı orman biyokütlesi tedarik edilmek istendiğinde halihazırda ticari değeri düşük (düşük katma değerli) orman artıkları biyokütlesi önemli bir kaynak potansiyeline sahiptir. Buna göre, belirlenmiş hedef ağaç türlerinde, belirli oranda, belirli piyasa şartlarıyla, belirli usul ve esaslarla orman artıklarının enerji amaçlı tedarik edilmesine imkan tanımak gerekmektedir.

Mevcut koşullarda orman artıkları biyokütlesinin enerji amaçlı kullanımına ilişkin teknolojik altyapının (yongalama makineleri, yongalama tesisleri, yonga tedarikçileri ve piyasası, pellet piyasası, biyoenerji tesisleri, vb.) büyük kısmı tamamlanmaya başlamıştır. Ancak tedarik maliyetlerinin yüksekliği, depolama ve sürekli hammadde akışının sağlanamaması gibi problemler, orman artıkları (hasat artıkları ve ince çaplı ağaç gövdeleri) biyokütlesinden yeterince faydalanılmasını engellemektedir. Nitekim, sürekli hammadde akışı olmasa da dip kütük odun biyokütlesine ilişkin oluşturulan kısmen yapılandırılmış tedarik sistemi çalışabilmekte ve enerji üretimine katılabilmektedir.

Orman endüstrisinin odun hammaddesi gereksinimleri nedeniyle oluşan genel maliyetleri düşürmek için biyokütle tedarik zincirinde sistemik iyileştirmeler yapılarak maliyetler arasındaki farklar ortadan kaldırılabilir. Odun hammaddesi üretiminde; meşçerenin, toğopoğrafyanın ve teknolojik imkanların elverdiği yerlerde bütün ağaç üretim metodu kullanılarak hem endüstriyel hem yakacak hem de enerji odunlarını (muhtemel hasat artıklarını) bir seferde bölmeden çıkararak paralel ya da ayırık (tekrarlı) işleme ve bölmeden çıkarma işlerinden ve de maliyetlerinden kurtulmak mümkün olabilir. Tomruk üretim metodu uygulandığında da ağaçların tepe taçlarını olduğu gibi işlenmeden yol kenarına taşımak gerekir. Hem tomruk metodunda hem de bütün ağaç metodunda

dalların sürgün ve çok ince dallardan oluşan kenar-uç kısımları hızlı bir elleçleme ile ağacın kütüğü dibinde budanıp meşcerede kalması sağlanmalıdır. Bu uygulama, hem hasat artıkları hem de ince çaplı ağaç gövdelerinin tedarik edilmesinde kullanılabilir. Yol kenarında iyi bir lojistik düzen oluşturulabilirse; bekletme, yongalama, yükleme ve taşıma işlerini de organize ve koordine etmek kolaylaşır. Meşcere içinde traktöre montajlı yongalayıcıları dolandırmak mümkün olsa da yonganın bölmeden çıkarılması da senkronize bir sistem işleyişini gerektireceğinden günümüz teknoloji seviyesi itibarıyla yol kenarında (rampada) çalışan yongalayıcı veya öğütücüleri kullanmak daha isabetlidir. Hasat artıklarının meşcere içinde işlenmesi (ağaç artıklarındaki çok ince dalların, sürgünlerin, vb. ayıklanması) ve ardından yol kenarına getirilmesi, parça boyutlarının azaltılması ve taşıma lojistiği açısından uygun olacaktır. Hasat artıklarının meşcere içinde hava kurusu hale gelecek kadar bekletilmesi de dolaylı olsa da tedarik maliyetlerini azaltıcı önemli bir uygulamadır. Bunun için odun hammaddesinde takip edilen bekleme sürelerine bağlı kalınması, yeterli olabilir.

Yakacak odunların bölmeden çıkarılmasında hangi teknikler kullanılıyorsa orman artıkları için de aynı tekniklerin kullanılması, yerel koşullar açısından katlanılabilir maliyetlere karşılık gelebilir. Örneğin; yüksek eğimli (% 50' nin üzerinde) işlenmiş hasat artıklarını (aynı lif yonga ve yakacak odunlar için yapıldığı gibi) yukarıdan aşağı atmak, kucakta ya da sırtta taşımak, hayvan sırtına yükleyerek taşımak veya traktör sele ya da sepetine yükleyerek taşımak isabetli olabilir. Mekanize yöntemlerin olmadığı veya kullanılmasının teknik-ekonomik açıdan elverişsiz olduğu yerlerde, arazi ve malzeme özellikleri açısından uygun koşullar varsa, manuel yöntemlerin kullanılması tedarik maliyetlerini az da olsa düşürebilir. Ancak işçilik maliyetlerinin konjonktürel dalgalanmalar göstermesi, bu yöntemlerin kullanımını olanaksız hale de getirebilir. Bu nedenle, artık odunsu biyokütle tedariki için manuel hasat ve çıkarma sistemi maliyetlerinin, hasat yöntemi değiştirilmediği veya mekanizasyon seviyesi yükseltilmediği sürece şimdilik uygulanabilir olduğu iddia edilebilir.

Öte yandan orman yolları ve sürütüme yollarının yoğunluğunun artması küçük ve orta ölçekli biyokütle hasat teknolojilerinin kullanılmasına imkan tanıyabilir. Hasat artıklarını toplayan ve yol kenarına taşıyabilen mekanize sistemlerin Türkiye koşullarında uygulanması mümkün olabilir. Ancak orman artıklarının işlenmesi ve bölmeden çıkarılmasında makinelerin kullanılmasının tedarik maliyetlerini ne yönde değiştireceği uygulama yapılarak değerlendirilmelidir.

Bütün ağaç veya taç kısmının bölmeden çıkarılması gibi diğer tedarik zinciri alternatiflerinin sonuçlarını görmek ve gerçek durumu analiz etmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Örneğin, orman artıklarının polietilen oluklar içinde kaydırılarak bölmeden çıkarılması, manuel veya mekanik balyalama sistemi veya makineli toplama ve taşıma sistemi gibi artık odunsu biyokütlenin toplanması ve bölmeden çıkarılması için çeşitli teknikleri deneyimlemek gerekebilir. Ekonomik değerlendirmeyi tamamlamak için ileriki çalışmalarda odunsu biyokütle tedarikinde kullanılacak olan yongalama ve (yongayı) taşıma seçeneklerinin üretkenlik ve sistem maliyetleri üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır.

Türkiye’ de birincil orman artıkları (hasat artıkları, ince çaplı ağaçlar ve dip kütük) biyokütlesinin sürdürülebilir şekilde tedarik edilmesi için aşağıdaki yargılar ve öneriler bulunulabilir:

- Tedarik sürecini kısaltmak ve aynı bölmeye (işleme için) ikinci kez girmeyi önlemek için, odun hasadı işlemi sırasında endüstriyel yuvarlak odundan ve yakacak odundan orman artıklarını ayırmak, tedarik olanaklarının verimliliğini ve yongalamanın üretkenliğini artırabilir ve böylece birim maliyetleri düşürebilir.
- Gerek işlenmiş gerekse işlenmemiş orman artıkları (meşcere içinde, yol kenarında veya depolarda) bekletilirken içinde hava akışı sağlanacak şekilde yığılmalıdır (Böylelikle nem içeriğinin henüz sahada %20' nin altına düşürülebilmesi mümkün olabilir).
- Orman artıkları odun biyokütlesini taşımak için özel olarak tasarlanmış bölmeden çıkarma makineleri ve/veya kamyonları

(damperleri ya da konteynerleri) kullanılarak operasyonel verimlilik önemli ölçüde artırılabilir.

- Biyokütle operasyonlarının lojistiğinin iyileştirilmesi, operasyonel maliyetleri düşürmede etkili olabilir.
- Biyokütle kullanımının ekonomik uygulanabilirliğini iyileştirmek için biyokütle dönüşüm teknolojilerinde ilerlemeye ihtiyaç vardır.
- Orman artıklarının parçalanması, yongalanması veya öğütülmesi yoluyla ve de eleme makinelerinin desteğiyle çeşitli tiplerde hammadde (odun yongaları, mikro yongalar ve talaş) üretebilir.
- Orman artıkları yalnızca ısı-güç santrallerinde değil, portatif yakma veya biyokömür üretme kazanlarında da dönüştürülerek biyo-elektrik üretilmesi mümkün olabilir. Aynı zamanda orman artıkları, biyoürünler için de hammadde olarak kullanılabilir. Bu nedenle orman artıklarına, katma değeri gelecekte dikey yönde değişecek hammadde gözüyle bakmak gereklidir.

Ayrıca, ormancılık ve yenilenebilir enerji sektörü, odunsu biyokütle kaynağı olarak orman artıklarının kullanımını yaygınlaştırmak için yeni, etkili ve karlı yolları keşfetmeye devam etmelidir. Hem enerji hem yakıt hem de biyoürünler için ihtiyaç duyulan hammaddeyi karşılamak amacıyla odunsu biyokütleye olan talep arttıkça, yakın gelecekte orman artıklarını sürdürülebilir bir içerikte kullanmak için daha fazla endüstri ve biyoenerji tesisinin kurulacağı gözardı edilmemelidir.

Kaynakça

Alkan, H., Korkmaz, M. & Eker, M. (2014). Stakeholders' perspectives on utilization of logging residues for bioenergy in Turkey. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 35(2), 153-165.

Bazmi, A., Zahedi, G. & Hashim, H. (2015). Design of decentralized biopower generation and distribution system for developing countries. *J. Clean. Prod.*, 86, 209-220.

Björheden R. (2008). Optimal point of cumminution in the biomass supply chain. *The Nordic-Baltic Conference on Forest Operations*, September 23-25. Forest and Landscape Working Papers 30, Copenhagen, Denmark.

Cannell, M. G. R. (2003). Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable capacities globally, in Europe and the UK. *Biomass and Bioenergy*, 24, 97-116.

Chudy-Laskowska, K. & Pisula, T. (2022). An analysis of the use of energy from conventional fossil fuels and green renewable energy in the context of the European Union's planned energy transformation. *Energies*, 15, 7369.

Çoban, H.O. & Eker, M. (2014). A hierarchical approach to estimate spatially available potential of primary forest residues for bioenergy, *BioResources*, 9(3), 4076-4093.

Demirbaş, A. (2008). Importance Of Biomass Energy Sources for Turkey. *Energy Policy*, 36(2), 834–842.

Durkaya, A., Durkaya, B. & Ünsal, A. (2009). Predicting the above-ground biomass of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey, *African Journal of Biotechnology*, 8, 2483-2488.

Edwards, R. A. H., Suri, M., Huld, M. A., Dallemand, J. F. (2005). GIS-based assessment of cereal straw energy resources in the European Union, *14th European Biomass Conference & Exhibition*. Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Paris, JIC Institute for Environment and Sustainability, Italy.

Eker, M., Çoban, H.O. & Alkan, H. (2010). Hasat artıkları tedarik zincirine yönelik sistem tasarımı. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs 2010, Bildiriler Kitabı Cilt: II (s. 524-534).

Eker, M. (2011). Assessment of procurement systems for unutilized logging residues for brutian pine forest of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(13), 2455-2468.

Eker, M., Acar, H.H., Özçelik, R., Alkan, H., Gürlevik, N., Çoban, H.O., Korkmaz, M., Yılmaztürk, A. (2011). Ormancılıkta hasat artıklarının tedarik edilebilirliği. *2023'e Doğru I. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu*, 20-23 Kasım, Antalya, Bildiriler Kitabı, (s. 141-153).

Eker, M., Acar, H.H., Özçelik, R., Alkan, H., Gürlevik, N., Çoban, H.O., Korkmaz, M., Yılmaztürk, A. (2013). Ormancılıkta hasat artıklarının tedarik edilebilirliğinin araştırılması. *Proje Sonuç Raporu*, TÜBİTAK.

Eker, M. (2014). Trends in woody biomass utilization in Turkish forestry, *Croatian Journal of Forest Engineering*, 35(2), 255-270.

Eker, M., Spinelli R. & Gürlevik N. (2017). Recovering energy biomass from sustainable forestry using local labor Resources. *Journal of Cleaner Production*, 157, 57-64.

Eker, M. & Özçelik, R. (2017). Estimating recoverable fuel wood biomass from small diameter trees in brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12A), 8286-8297.

Eker, M. & Acar, H.H. (2018). Supply chain of residual woody biomass after logging operations. *Proceedings of the International Forest Products Congress*, 26-29 September, Trabzon, Turkey.

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.

Eker, M., Durgun, H. & Han, H. (2024a). Key issues that need to be addressed for successful biomass harvesting and utilization. *Proceedings of FETEC'24 5th International Symposium of Forest Engineering and Technologies*, 16-18 September 2024, Ljubljana, Slovenia, (pp. 204-216).

Eker, M., Spinelli, R. & Durgun, H. (2024b). Stump harvesting operations: examples from the Mediterranean Region. *Proceedings of FETEC'24 5th International Symposium of Forest Engineering and Technologies*, 16-18 September 2024, Ljubljana, Slovenia, (pp. 194-204).

Eker, M. & Eryılmaz, A. (2023). Stump harvesting methods in Turkish Forestry. B.N. Rashid (Ed.), *Strategic Research in the Field of Sustainability-Based Agriculture and Forestry*. Klaipeda: SRA Academic Publishing. (pp. 25-62).

Erdaş O., Acar H.H. & Eker M. (2014). *Orman ürünleri transport teknikleri*. KTÜ Yayın No:233, Orman Fakültesi Yayın No:39,504 s., Trabzon.

Ericsson, K. & Nilsson, L. J. (2006). Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource-focused approach, *Biomass and Bioenergy*, 30(1), 1-15.

ETKB, 2024. *Biyokütle*. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (21/10/2024 tarihinde <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-biyokutle> adresinden ulaşılmıştır).

Ghaffariyan M.R., Spinelli R., Magagnotti N. & Brown M. (2015). Integrated harvesting for conventional log and energy wood assortments: a case in a pine plantation in Western Australia. *South. For.*, 77, 249-254.

Hacker, J.J. (2005). *Effects of logging residue removal on forest sites: a literature review*. West Central Wisconsin Regional Planning Commission, (19 p.).

Hakkila P. (1989). *Utilization of residual forest biomass*. Springer Series in Wood Science. Springer-Verlag. ISBN-13:978-3-642-74074-9, (567 p).

Hakkila, P. (2006). Factors driving the development of forest energy in Finland. *Biomass and Bioenergy*, 30, 281-288.

Hall P. (2002). Sustainable production of forest biomass for energy. *The Forestry Chronicle*, 78(3), 391-396.

Halbrook, J. & Han, H. S. (2019). Chip & Ship: Testing the logistics of supplying wood chips over long distances using intermodal railroad transportation. ERI Technical Report. Ecological Restoration Institute, Northern Arizona University, (30 p).

Han, H. S., Halbrook, J., Pan, F. & Salazar, L. (2010). Economic evaluation of a roll-off trucking system removing forest biomass resulting from shaded fuelbreak treatments. *Biomass & Bioenergy*, 34, 1006-1016.

Han, H. S., Jacobson, A., Bilek, E. M. & Sessions, J. (2018). Waste to wisdom: utilizing forest residues for the production of bioenergy and biobased products. *Applied Engineering in Agriculture*, 34(1), 5-10.

Han, H. (2024). Forest biomass harvesting: machines and operations logistics. (Presentation in) *International Forest Operations Workshop*, 24-25 April 2024, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Türkiye.

Heikkila J., Laitila J., Tantt V., Lindblad J., Siren, M. & Asikainen A. (2006). Harvesting alternatives and cost factors of delimbed energy wood. *For. Stud.*, 45, 49-56.

Hektor, B. (1998). Cost effectiveness of measures for reduction of net accumulation of carbon dioxide in the atmosphere. *Biomass Bioenergy*, 15, 299-309.

Karha, K., Jylha, P. & Laitila, J. (2009). The Fixteri – a novel machine concept for integrated pulpwood and energy wood harvestig in early thinnings. *Proceedings in FORMEC'09* June 21st – 24th, 2009, Kostelec/ Prague – Czech Republic, (pp. 220-228).

Kaygusuz K. & Turker M.F. (2002). Biomass energy potential in Turkey. *Renew. Energ.*, 26, 661-678.

Keskin, M.T. (2019). Enerji politikalarının iklim değişikliği ile mücadeledeki yeri . İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 6, Ankara, 108 s. (18/10/2024 tarihinde https://www.iklimin.org/wp-content/uploads/egitimler/seri_06.pdf adresinden ulaşılmıştır).

Kizha, A. R., Han, H. S., Paulson, J. & Koirala, A. (2017). Strategies for reducing moisture content in forest residues at the harvest site. *Applied Engineering in Agriculture*. 34(1), 25-33.

Kozuch, A., Cywicka, D. & Górna, A. (2024). Forest biomass in bioenergy production in the changing geopolitical environment of the EU. *Energies*, 17, 554.

Lauri, P., Forsell, N., Gusti, M., Korosuo, A., Havlík, P. & Obersteiner, M. (2019). Global woody biomass harvest volumes and forest area use under different SSP–RCP scenarios. *J. For. Econ.*, 34, 285–309.

Leinonen A. (2004). Harvesting technology of forest residues for fuel in the USA and Finland. *VTT Tiedotteita. Research Notes* 2229. 132 p. + app. 10 p., Espoo, Finland.

Malinen J., Pesonen M., Maatta T. & Kajanus M. (2001). Potential harvest for wood fuels (energy wood) form logging residues and first thinnings in Southern Finland. *Biomass Bioenergy*, 20, 189-196.

MarketsandMarkets (2024). Biomass Power Generation Market Dynamics. Biomass Power Generation Market. (20/10/2024 tarihinde <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports> adresinden ulaşılmıştır).

Nicholls, D. L., Halbrook, J. M., Benedum, M. E., Han, H. S., Lowell, E. C., Becker, D. R. & Barbour, R. J. (2018). Socioeconomic constraints to biomass removal from forest lands for fire risk reduction in the Western U.S. *Forests*, 9(264), 1-22.

OGM (2009). *Existing studies on bioenergy in general directorate of forestry*. Bioenergy Working Group, General Directorate of Forestry. (30/11/2009 tarihinde www.ogm.gov.tr adresinden ulaşılmıştır).

OGM (2024). *Ormancılık İstatistikleri 2023*. Resmi İstatistikler.(10/09/2024 tarihinde <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> adresinden ulaşılmıştır).

Perlack, R.D., Wright, L.L., Turnhollow, A.F., Graham, R.L., Stokes, B.J. & Erbach, D.C. (2005). Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply, Oak Ridge, TN: *Oak Ridge National Laboratory*, (59 p.).

Ranta T. (2002). Logging residues from regeneration fellings for biofuel production-a GIS-based availability and supply cost analysis. *Lappeenranta University of Technology*, Lappeenranta, Finland.

ReportLinker (2024). *Biomass market size 2024*. (12/10/2024 tarihinde <https://www.reportlinker.com/market-report/Bioenergy/> adresinden ulaşılmıştır).

Röser, D., Asikainen, A., Rasmussen, K. R. & Stupak, I. (2008). Sustainable use of forest biomass for energy: a synthesis with focus on The Baltic and Nordic Countries. *Managing Forest Ecosystems*, 2, 232.

Saraçoğlu N. (2010). The biomass potential of Turkey for energy production: Part II. *Energy Sources Part B Econ. Plan. Policy*, 5, 384-389.

Saraçoğlu N. (2015). Energy production from forest residues in Turkey. In: *ISITES2015, 3rd International Symposium on*

Innovative Technologies in Engineering and Science. 3-5 June 2015, Universidad Politecnica de Valencia.

Schandl, H., Hatfield-Dodds S., Wiedmann T., Geschke A., Cai Y., West J., Newth D., Baynes T., Lenzen M. & Owen, A. (2016). Decoupling global environmental pressure and economic growth: scenarios for energy use, materials use and carbon emissions. *J. Clean. Prod.*, 132, 45-56.

Spinelli, R. & Hartsough, B., 2001. A survey of Italian chipping operations. *Biomass and Bioenergy*, 21, 433-444.

Spinelli R., Lombardini C.& Magagnotti N. (2014). The effect of mechanization level and harvesting system on the thinning cost of Mediterranean softwood plantations. *Silva Fennica*, 48(1-1003),15.

Stampfer, K. & Kanzian, C. (2006), Current state and development possibilities of wood chip supply chains in Austria. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 27 (2),135-145.

Sterba, H. (2003). Growth after biomass removal during precommercial thinning. In: Limbeck-Lilineau, B., Steinmüller, Th., Stampfer, K. (Hrsg.), *Austro2003: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain*, Institute of Forest Engineering, Austria, (pp: 1-9).

Sun, O., Uğurlu, S. & Özer, E. (1980). Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) türüne ait biyolojik kütleinin saptanması, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülteni Serisi*,104, 32.

Talbot B. & Suadicanı K. (2005). Analysis of two simulated in-field chipping and extraction systems in spruce thinning. *Biosyst. Eng.*, 91(3), 283-292.

TEİAŞ, 2020. *Kurulu güç raporu Aralık 2020*. Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı. (17/12/2020 tarihinde <https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari> adresinden ulaşılmıştır).

Thomchick E. & Ruamsook K. (2013). *Potential woody biomass supply chain scenarios: a conceptual study*. 20th Advances in Production Management Systems (APMS), State College, PA, United States. Springer, IFIP Advances in Information and Communication Technology, AICT-414 (Part I), (pp.416-424).

Yoshioka, T., Aruga, K., Sakai, H., Kobayashi, H. & Nitami, T. (2002). cost, energy and carbon dioxide(CO₂) effectiveness of a harvetsing and transporting system for residual forest biomass. *J. For. Res.*, 7, 157-163.

BÖLÜM III

Orman Mühendisliği Bölümü Öğrencileri İçin İşletmede Mesleki Eğitim Modeli: Örnek Gösterilebilir Bir Uygulama

Mehmet KORKMAZ⁵
Hüseyin Oğuz ÇOBAN⁶

1.Giriş

Günümüzde üniversitelerin üstlendikleri görevler genelde; (1) eğitim-öğretim, (2) araştırma ve geliştirme ve (3) toplumsal katkı olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır. Bu gruplar arasında eğitim-öğretimin amacı; *“evrensel değerlere sahip, sorgulayan, akılcı ve bilimsel düşünen, üreten, sorumlu ve etik değerleri geliştiren ve koruyan bilgi çağı insanını yetiştirmek”* olarak özetlenebilir (Gültekin & ark., 2008). Bu kapsamda mesleki eğitimin planlanması ve uygulanması önem arz etmektedir. Mesleki eğitimden en önemli beklenti, toplumun ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağını yetiştirmektir. Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Başkanlığının başlattığı *“Yükseköğretimden Endüstriye Nitelikli*

⁵ Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta/ Türkiye, Orcid: 0000-0002-2655-3725 mehmetkorkmaz@isparta.edu.tr

⁶ Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta/ Türkiye, Orcid: 0000-0002-4037-4811 oguzcoban@isparta.edu.tr

İnsan Gücü Projesi” kapsamında Fen ve Mühendislik programlarında 7+1 uygulamalı eğitim modeli geliştirilmiştir. Bu model kapsamında eğitim alan lisans öğrencileri, 7 dönem örgün eğitim ve 1 dönem işletmelerde uygulamalı eğitim almaktadır. YÖK’ün bu projeden beklentisi, mezunların işgücü piyasasına uyumlarının kolaylaşması, talep edilen bilgi, beceri ve yetkinlikler ile öğrencilere kazandırılan bilgi ve beceri ve yetkinliklerin örtüşmesi sağlanarak eğitim ve öğretim faaliyetlerinin etkinliğinin ve verimliliğinin artırılmasıdır (YÖK, 2019a; RG, 2021).

İşletmede mesleki eğitim (İME) uygulamaları meslek yüksekokulu (MYO) öğrencilerine yönelik olarak da planlanmaktadır. Örneğin Sakarya Üniversitesinde yer alan MYO öğrencilerinin istihdamına yönelik olarak yetiştirilmelerini gerçekleştirmek için ilk kez 3+1 eğitim modeli geliştirilmiş ve 2010-2011 eğitim öğretim yılından itibaren uygulamalar başlatılmıştır. (Sarıbiyık, 2013). Bu uygulamalar Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi çatısı altında devam etmektedir (SUBÜ, 2024a). Yine *“Yükseköğretimden Endüstriye Nitelikli İnsan Gücü Projesi”* kapsamında organize sanayi bölgelerinde meslek yüksekokullarının kurulması, öğrencilerin meslekleri ile ilgili eğitimi sanayi ortamında almalarının desteklenmesi ve teşvik edilmesi hedeflenmiş olup bu uygulamalar da başarılı bir şekilde devam etmektedir (YÖK, 2019b).

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi vizyonunu, *“Uygulamalı eğitim konseptiyle sektörde iş arayan değil; aranan insan kaynağı yetiştirmek”* olarak belirlemiş (ISUBÜ, 2022) ve hem lisans hem de önlisans programlarında İME modellerini benimsemiştir. Bu çalışmada aynı Üniversitenin Orman Fakültesi Orman Mühendisliği bölümünde uygulanan İME modeli tanıtılarak, paydaşların modelin uygulanması ile ilgili değerlendirmeleri analiz edilmiştir.

Çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde İME’nin teorik alt yapısı ile uygulamaları incelenmiş ve uygulanan model tanıtılmıştır. Bu kapsamda alınan kararlar, belirlenen ilkeler ve imzalanan protokoller de değerlendirilmiştir.

İkinci bölümde sürecin paydaşları olan öğrenciler, orman bölge müdürlüğü ve orman işletme müdürlükleri teknik personeli ve sorumlu öğretim elemanlarının İME uygulamalarına ilişkin değerlendirmeleri analiz edilmiştir. İME sürecinin başlamasından itibaren dört dönem tamamlanmıştır. Her dönemin sonunda belirtilen paydaşlardan, ilgili dönemin değerlendirilmesi istenmiştir. Veriler anket yoluyla toplanmıştır. Anket formları, İME modeli ve diğer paydaşları değerlendirmeye yönelik önermeler ile katılımcılara ilişkin bazı özellikleri içeren sorular olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Anket formlarının hazırlanmasında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi “+1 Uygulamalı Eğitim Modeli Memnuniyet Anketleri”nden de faydalanılmıştır (SUBÜ, 2024b). Hazırlanan her bir anket formunda İME ile ilgili önermelere ve diğer ilgi gruplarını değerlendiren önermelere yer verilmiştir. Önermelerin yanıtları için beşli Likert tipi sıralama ölçeği (1-Hiç katılmıyorum/Hiç memnun değilim, 2- Katılmıyorum/Memnun değilim, 3-Kararsızım, 4-Katılıyorum/Memnunum, 5-Kesinlikle katılıyorum/Çok memnunum) kullanılmıştır.

Anketin uygulanması için Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 05/01/2023 tarih ve 130/9 sayılı kararı ile izin alınmıştır. Anketler 2023 yılının Şubat (1. dönem) ve Temmuz (2. dönem) ve 2024 yılının Şubat (3. dönem) ve Haziran (4. dönem) aylarında, çevrimiçi (online) olarak uygulanmıştır. Bu kapsamda 4 dönem boyunca toplam 86 öğrenci İME’ye katılmış ve başarıyla tamamlamıştır. Çalışma kapsamındaki anket çalışmalarına katılan öğrenci sayıları ve cinsiyetleri dönemler itibarıyla Tablo 1’de, İME uygulamalarını gerçekleştirdikleri Orman İşletme Müdürlükleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Ankete geri dönüş oranı %92’dir.

Tablo 1. İME’ye ve anket çalışmalarına katılan öğrenci sayıları

Yıl	Dönem	İME’ye katılan öğrenci sayıları			Ankete katılan öğrenci sayıları		
		Kız	Erkek	Toplam	Kız	Erkek	Toplam
2022-2023	1 (Güz)	8	13	21	7	10	17
2022-2023	2 (Bahar)	5	17	22	4	16	20
2023-2024	3 (Güz)	15	11	26	15	11	26
2023-2024	4 (Bahar)	6	11	17	5	11	16
Genel toplam		34	52	86	31	48	79

Tablo 2. İME'nin yapıldığı orman işletme müdürlükleri

İME'nin yapıldığı müdürlükler	Öğrenci sayısı	%
Bucak Orman İşletme Müdürlüğü	16	20,3
Burdur Orman İşletme Müdürlüğü	5	6,3
Dinar Orman İşletme Müdürlüğü	8	10,1
Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü	19	24,1
Isparta Orman İşletme Müdürlüğü	14	17,7
Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü	17	21,5

Isparta Orman Bölge Müdürlüğü teknik personeli ile yapılan anket çalışmalarına toplam 83 (1. dönem: 26; 2. dönem: 15; 3. dönem: 33 ve 4. dönem: 9) katılım olmuştur. Ankete katılan orman bölge müdürlüğü teknik personeline ilişkin bazı bilgiler Tablo 3'te verilmiştir. Her dönemin değerlendirilmesi için anket linki teknik personel ile paylaşılmış olduğu için bir teknik personel birden fazla dönemi değerlendirmiş olabileceğinden Tablo 3'teki sayılar mevcut personel sayısından fazla olabilmektedir. Aynı durum sorumlu öğretim elemanları için de söz konusudur. Sorumlu öğretim elemanları ile yapılan anket sayısı toplam 15'tir (1. dönem: 4; 2. dönem: 4; 3. dönem: 4 ve 4. dönem: 3). Sorumlu öğretim elemanları Silvikültür, Orman Amenajmanı, Orman Entomolojisi ve Koruma, Havza Yönetimi ve Orman Botanığı Anabilim dallarında görev yapmaktadır.

Tablo 3. Teknik personele ilişkin bazı bilgiler

Cinsiyet	Sayı	%
Kadın	12	14,5
Erkek	71	85,5
Ünvan	Sayı	%
Şube Müdürü	13	15,7
Orman İşletme Müdürü	4	4,8
Orman İşletme Müdür Yrd.	7	8,4
Orman İşletme Şefi	39	47,0
ATM Şefi	2	2,4
Mühendis	14	16,9
Kadastro Mülkiyet Şefi	2	2,4
Başmühendis	1	1,2
Diğer	1	1,2
Görev yeri	Sayı	%
Bucak Orman İşletme Müdürlüğü	13	15,7
Burdur Orman İşletme Müdürlüğü	4	4,8
Dinar Orman İşletme Müdürlüğü	6	7,2
Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü	11	13,3
Isparta Orman İşletme Müdürlüğü	4	4,8
Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü	18	21,7
Orman Bölge Müdürlüğü	27	32,5

Anket formlarında yer alan önermelere için iç tutarlılık katsayısı (Cronbach alfa değeri) sırasıyla öğrenciler için 0.921, teknik personel için 0.954 ve sorumlu öğretim elemanları için ise 0,761 olarak hesaplanmış olup kullanılan ölçeklerin güvenilir/yüksek düzeyde güvenilir olduğu görülmektedir (Kılıç, 2016). Yapılan faktör analiz sonuçlarına göre toplam varyansın sırasıyla öğrenciler için %70.2'si, teknik personel için %69,3'u ve sorumlu öğretim elemanları için ise %88.5'i açıklanabilmektedir. Açıklanan varyans yüzdeleri, %50'den büyük olduğu için kullanılan ölçeklerin yapı geçerliliğinin sağlandığı belirlenmiştir (Erol, 2019).

Öğrencilerin memnuniyetlerinin değerlendirilmesinde öncelikle temel istatistiki ölçüler (frekanslar vb.) kullanılmıştır. Ayrıca her bir önermeye verilen yanıtların beşli Likert tipi sıralama ölçeğine göre ortalamaları hesaplanmıştır (Hiç katılmıyorum/Hiç memnun değilim=1, ...Kesinlikle katılıyorum/Çok memnunum=5). Verilerin parametrik veri olup olmadığı çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. Değerler ± 1.5 arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilerek (Tabachnick & Fidell, 2013) parametrik test ve analizlerin uygulanmasına karar verilmiştir. Öğrencilerin

cinsiyetlerine göre önermeler arasında farklılık olup olmadığı bağımsız örneklem t testi, dönemler itibariyle ve İME'ye katılan orman işletme müdürlüğü itibariyle farklılıkların belirlenmesinde ise tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Varyans analizinin istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar verdiği durumda farklılıkların belirlenebilmesi için Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Veri analizinde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Orman Bölge Müdürlüğü teknik personeli ve sorumlu öğretim elemanı anket verilerinin değerlendirilmesinde aynı katılımcının birden fazla dönemi değerlendirmiş olabileceğinden dolayı sadece dönemler itibariyle önermelerin ortalamaları (Hiç katılmıyorum/Hiç memnun değilim=1, ...Kesinlikle katılıyorum/Çok memnunum=5) kullanılmış ve istatistiksel test ve analizler yapılmamıştır.

2. İME Uygulama Süreçleri

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesinin kuruluş dinamiklerinin, birimlerinin uygulamalı eğitime geçişine yönelik bir planlamayı da içerdiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda dört yıllık lisans düzeyinde eğitim veren ISUBÜ Orman Fakültesi bölümlerinin öğretim programı 7+1 modeline göre yeniden tasarlanmıştır.

Yüksek Öğretimde Uygulamalı Eğitimler Çerçeve Yönetmeliği kapsamında hazırlanan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi “Lisans Programlarında İşletmede Mesleki Eğitim Uygulamaları Usul ve Esasları” (ISUBÜ, 2021), İME’de tabi olunan hükümleri içermektedir. Bu yönetmelik ve ilkeler doğrultusunda, ISUBÜ Orman Fakültesi akademik kurulunda ve bölüm kurulunda öğretim elemanlarının görüşleri alınarak bir müfredat değişikliği yapılmıştır. Buna göre Orman Mühendisliği Bölümünde İME’nin iki dönem halinde uygulanması, dolayısıyla öğrencilerin bir bölümünün derslerini yüz yüze takip etmesi ve aynı anda diğer kısmının İME’de bulunması tercih edilmiştir. Bu kararlar son sınıfta verilmesi gereken dersler hem güz hem de bahar yarıyılında açılabilir. İME’deki öğrencilerin yüz yüze ders olanağı bulunmadığından,

“Bitirme tezi” ve “Proje” derslerinin bu öğrenciler için mesai saatleri dışında ve uzaktan yapılabilmesi mümkün olmaktadır.

İME uygulamalarına katılabilmek için ön koşullar Üniversite Senatosu tarafından belirlenmiştir. Alınan karara göre öğrencinin İME’ye katılabilmesi için genel not ortalamasının 1.80 (4’lük sisteme göre) ve daha yüksek olması ve İME dersini alacağı dönem itibariyle alttan almadığı ya da devamsızlıktan kaldığı bir dersin bulunmaması gereklidir (ISUBÜ, 2021). Bu koşullara uyan öğrenciler güz ya da bahar yarıyılı tercihlerini Öğrenci Bilgi Sistemi (OBS) üzerinden yapmaktadır. Öğrencilerin tercihleri ve genel not ortalamaları dikkate alınarak İME dönemleri belirlenmektedir. Öğrencilerin yarısı güz, yarısı da bahar yarıyılında İME uygulamaları için işletmelere gönderilmektedir.

İME sürecinin sürekliliği ve kalite güvence sistemi süreçlerine uyumluluğu bağlamında “Orman Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Eğitimler Komisyonu” oluşturulmuştur. Bu komisyon İME süreci ile ilgili konularda Bölüm Kuruluna önerilerde bulunmakta ve bu öneriler tartışılarak uygun görülen şekliyle bölüm kurulu tarafından Fakülte Yönetim Kuruluna sunulmaktadır. Ayrıca kurulan “Orman Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Eğitimler Planlama ve Koordinasyon Komisyonu” tarafından İME takvimi oluşturulmakta, sistem üzerinden yapılan öğrenci başvuruları değerlendirilerek İME güz ve bahar listeleri kesinleştirilmektedir. Öğrenci sözleşmeleri öğrenci, üniversite ve işletme taraflarınca imzalanarak öğrencilerin üniversite tarafından sigorta girişleri yapılmaktadır.

Orman Mühendisliği İME modelinde işletme, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü ve bağlı orman işletme müdürlükleridir. Öğrencilerin birlikte bir bölgede çalışması, işletmenin reflekslerini güçlendirerek İME sürecine katılan kurum personeline farkındalığın yaratılmasını sağlamakta, sorumlu öğretim elemanlarının ziyaretleri kolaylaşmakta, İME sürecinde öğrencilerin karşılaşabilecekleri sorunlar kontrol edilebilmekte ve bunları çözebilmek mümkün olmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü Isparta Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı şube müdürlüklerinin

hazırladıkları programa göre iki hafta teorik konular işlenmekte iki hafta da arazide uygulamalar yapılmaktadır. Eğitimin bu bölümüne 2024-2025 eğitim öğretim yılı güz yarıyılından itibaren Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'ne bağlı 6. Bölge Müdürlüğü de katılmıştır. Daha sonra öğrenciler İME uygulamalarına devam edecekleri orman işletme müdürlüklerine gönderilmektedir. Orman işletme müdürlüklerinde de bağlı işletme şefliklerine görevlendirmeler yapılarak, öğrencilere uygulayarak öğrenme modeliyle işletme şeflerinin yaptıkları arazi ve büro işlerini görmeleri, bizzat yaparak öğrenmeleri sağlanmaktadır.

İME Modelinde öğrenciler her gün aldıkları mesleki eğitimin sonunda günlük raporlarını hazırlamaktadır. Ayrıca her hafta, günlük raporlarından özetleyerek oluşturacakları haftalık raporları, OBS sistemine yüklemek zorundadır. Bu raporlar sorumlu öğretim elemanları tarafından değerlendirilmektedir. Haftalık raporların kurumda görevli olan eğitici personel tarafından imzalanması da gerekmektedir. Böylece öğrencinin kurum yetkilisine karşı da sorumluluğu oluşmaktadır. Dönemin sonunda bu raporlar birleştirilerek öğrenciler tarafından “uygulamalı eğitim dosyası” oluşturulmaktadır.

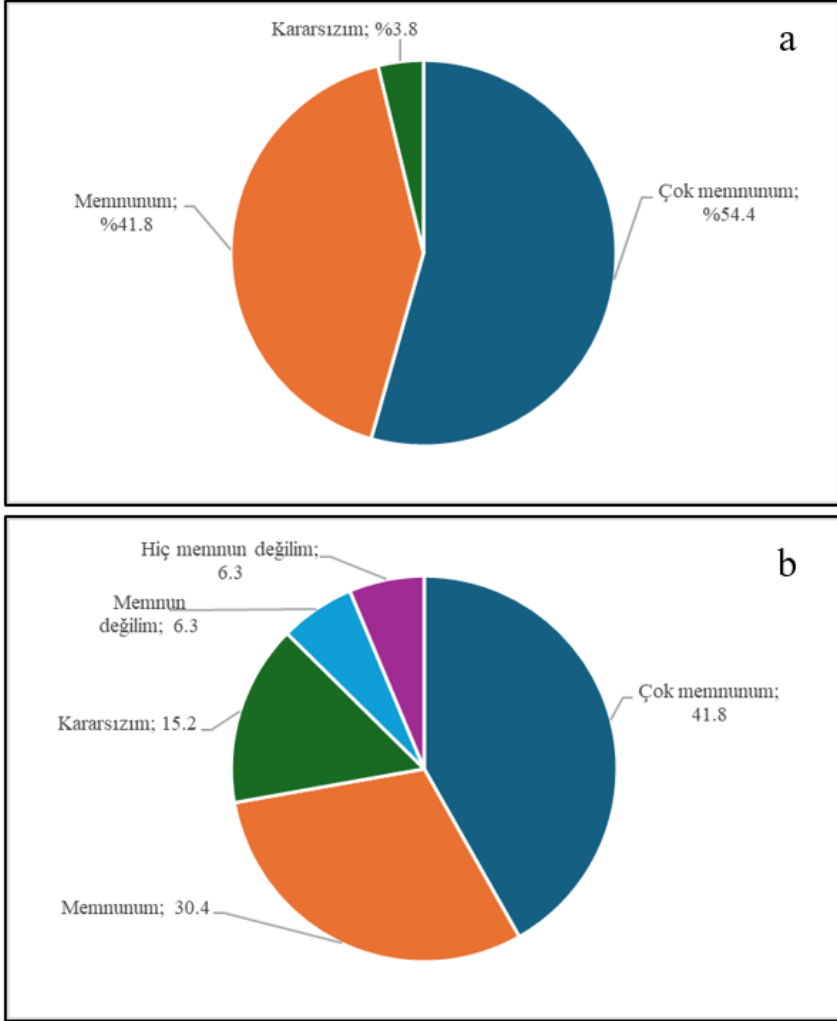
İME sonunda öğrencilere işletme eğitici personeli ve sorumlu öğretim elemanı tarafından 100 (yüz) üzerinden notlar verilmektedir. İlgili eğitim-öğretim döneminin sonunda yapılan mülakat sınavında öğrenciler, kısa bir sunum yaparak İME’de geçirdikleri zamanı değerlendirmekte, kazandıkları tecrübeler hakkında bilgi vermektedir. Bu sınavın sonucunda da bir not verilerek bu notun %35’i, işletme eğitici personelinin verdiği notun %30’u ve sorumlu öğretim elemanının verdiği notun da %35’i alınarak öğrencinin İME dersinden geçme notu oluşmaktadır.

3. Paydaşların İME’ye Yönelik Değerlendirmeleri

3. 1. Öğrenciler

Daha önce de belirtildiği üzere öğrenciler, İME uygulamaları kapsamında başlangıçta Isparta Orman Bölge Müdürlüğünde dört haftayı kapsayan teorik ve uygulamalı eğitimlere katılmaktadır.

Ardından belirlenen orman işletme müdürlüklerinde mesleki eğitimlerinin kalan kısmını tamamlamaktadır. Şekil 1’de öğrencilerin İME uygulamalarını yaptıkları orman bölge müdürlüğü ve orman işletme müdürlüklerine ilişkin genel memnuniyet düzeylerinin dağılımı görülmektedir. Eğitimin bölge müdürlüğü bölümü için öğrencilerin memnuniyet düzeyleri çok yüksektir (%96.2). Bu bölümden memnun olmadığını belirten öğrenci bulunmamaktadır. İşletme müdürlüğü eğitiminden ise memnun olanların oranı %72.2 ile yine yüksektir. Ancak bölge müdürlüğü eğitimine ilişkin memnuniyetten farklı olarak işletme müdürlüğü eğitiminden memnun olmadığını belirtenler bulunmaktadır. Buna ek olarak İME’nin bu bölümündeki memnuniyet için kararsız olduğunu belirtenlerin yüzdesi görece olarak yüksektir (%15.2).



Şekil 1. Öğrencilerin İME kapsamında Orman Bölge Müdürlüğü (a) ve Orman İşletme Müdürlüğünden (b) genel memnuniyet durumlarının dağılımı

Öğrenciler tarafından İME modeli, İME yapılan işletme ve sorumlu öğretim elemanları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere ilişkin sonuçlar, uygulamanın gerçekleştirildiği 4 dönemi içerecek şekilde Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin verdikleri yanıtların ortalamaları

ÖNERMELER	Dönemler itibariyle ortalamalar*				Tüm dönemlerin ortalaması*
	1	2	3	4	
İME MODELİ İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
İşletmede mesleki eğitim modeli beklentilerimi karşılamıştır.	3.88	3.90	3.85	3.50	3.80
İşletmede mesleki eğitimime öngörülen sürede başladım.	4.59	4.55	4.62	4.81	4.63
İşletmede mesleki eğitim modeli mesleki gelişimim açısından faydalı bir modeldir.	4.47	4.45	4.38	4.25	4.39
İşletmede mesleki eğitim modeli hakkında yeterli bilgilendirme yapılmıştır.	3.12	4.20	4.00	4.31	3.92
İşletmede mesleki eğitim ile ilgili duyurulardan zamanında haberdar olmuştum.	3.65	4.45	4.19	4.44	4.19
İşletmede mesleki eğitim ile ilgili, birimimle kolaylıkla iletişim sağlayabilmekteyim.	4.12	4.30	4.12	4.25	4.19
Web sitesinde yer alan “Uygulamalı Eğitim Dosyası Şablonu” yeterince açık ve anlaşılabilir.	4.00	4.30	4.08	4.38	4.18
Sürecin işleyişinde kullanılan ve web sitesinde yer alan formların (İME günlük rapor, İME değerlendirme formu vb.) yeterli olduğunu düşünüyorum.	3.76	4.15	4.12	4.38	4.10
Yerleştirildiğim işletme, öğrenim gördüğüm alanla ilgilidir.	4.18	4.65	4.38	4.19	4.37
İŞLETME İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
İşletmede mesleki eğitime katıldığım işyeri, mesleki becerilerimi geliştirmiştir.	4.12	4.45	4.31	3.88	4.22
İşletmede mesleki eğitim esnasında genellikle alanımla ilgili görevler yaptım.	3.65	4.45	4.12	3.75	4.03
İşletmenin sunduğu imkânlar (servis-yemek-ücret vb.) yeterlidir.	2.53	3.45	2.92	2.75	2.94
İşletme, iş güvenliği ve iş sağlığı açısından uygun şartlara sahiptir.	4.06	3.85	4.23	4.19	4.09
İşletmenin, çalışma performansımı adil olarak değerlendirdiğini düşünüyorum.	4.00	4.30	4.23	3.81	4.11
İşletme personelinin iletişim ve yaklaşımlarından memnunum.	4.24	4.35	4.04	3.44	4.04
Mezuniyet sonrası, işletmede mesleki eğitime katıldığım işletmede çalışmak isterim.	3.35	3.70	3.65	3.38	3.54
İşletmede mesleki eğitimim kariyer planlamamda etkili olmuştur.	4.06	4.80	4.27	4.19	4.34
SORUMLU ÖĞRETİM ELEMANI İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
Sorumlu öğretim elemanı ile iletişimimiz yeterlidir.	4.47	4.15	3.96	4.50	4.23
Sorumlu öğretim elemanı, karşılaşılan problemlerin giderilmesinde etkilidir.	4.24	3.85	3.77	4.25	3.99
Sorumlu öğretim elemanı, çalışma performansımı adil olarak değerlendirmiştir.	4.53	3.75	3.85	4.44	4.09
Sorumlu öğretim elemanının işletme ziyareti sayısı yeterlidir.	3.47	3.10	3.69	4.31	3.62

*Likert ölçeğine göre yanıtların ortalamaları (Hiç katılmıyorum=1, ...Kesinlikle katılıyorum =5)

İME modeli ile ilgili sunulan 9 önermeye ilişkin verilen yanıtlar topluca değerlendirildiğinde ortalamanın 4.20 (5 üzerinden) ile yüksek olduğu görülmektedir. Bu önermeler arasında en yüksek ortalamaya sahip olan iki önerme “İşletmede mesleki eğitime öngörülen sürede başladım” ve “İşletmede mesleki eğitim modeli, mesleki gelişimim açısından faydalı bir modeldir” şeklinde sıralanmaktadır. Dört dönem için de tüm önermeler ortalama 3.50 ve üzeri puan alarak olumlu olarak değerlendirilmiştir. Dikkati çeken bir nokta “İşletmede mesleki eğitim modeli hakkında yeterli bilgilendirme yapılmıştır.” önermesi birinci dönemde 3.12 ile orta olarak değerlendirilirken, ilerleyen dönemlerde bu ortalamanın yükselmiş olmasıdır. Bu durum, sürecin ilk başlangıcındaki eksikliklerin, devam eden dönemlerde giderilerek öğrencilerin zamanında ve doğru bilgilendirilmesi ile ilgili önlemlerin alındığını göstermektedir. Benzer durum “İşletmede mesleki eğitim ile ilgili duyurulardan zamanında haberdar olmuştum.” ve “Sürecin işleyişinde kullanılan ve web sitesinde yer alan formların (İME günlük rapor, İME değerlendirme formu vb.) yeterli olduğunu düşünüyorum.” önermeleri için de geçerlidir (Tablo 4).

Öğrenciler İME’ye katıldıkları orman işletmelerini, işletmenin mesleki gelişim bakımından kendilerine yaptığı katkı, verilen görevlerin niteliği, işletme tarafından sunulan olanaklar, iş sağlığı ve güvenliği kapasitesi, iletişim vb. sekiz önerme ile değerlendirmiştir (Tablo 4). Verilen yanıtlar incelendiğinde tüm önermelerin ortalaması 3.91 (5 üzerinden) olup iyi düzeyde olarak değerlendirilebilir. En yüksek ortalamaya sahip önerme 4.34 ortalama ile İME’nin kariyer planlamalarına yaptığı katkıyı içeren önerme olarak öne çıkmıştır. Bunu işletmede çalışma performansının adil değerlendirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği açısından yeterlilik ve verilen görevlerin uygunluğu ile ilgili önermeler izlemektedir. En düşük ortalamaya sahip önerme “İşletmenin sunduğu olanaklar (servis-yemek-ücret vb.) yeterlidir” önermesidir. İlk dönem ortalamasının 2.53 olduğu önermenin, her ne kadar ilerleyen dönemlerde ortalaması artmış olsa da bu artışın yetersiz olduğu ve 3 değerinin altında kaldığı görülmektedir. Tüm önermeler içinde gerek dönemler gerekse toplam olarak en düşük ortalama işletmenin

sunduğu olanaklar ile ilgili yapılan değerlendirmeler aittir. “*Mezuniyet sonrası, işletmede mesleki eğitim yaptığım işletmede çalışmak isterim.*” önermesi, 3.50 ortalamasının üzerinde bir değerlendirme puanına sahip olsa da diğer önermelere göre görece olarak düşüktür (Tablo 4).

Sorumlu öğretim elemanlarına ilişkin değerlendirmeler arasında en yüksek ortalama değerlendirme puanına sahip olan önermeler, öğrenci-sorumlu öğretim elemanı iletişimi (Ort. 4.23) ve değerlendirmenin adil olması (Ort. 4.09) ile ilgilidir. Bu grupta en düşük değerlendirme ortalaması sorumlu öğretim elemanının işletme ziyaretlerinin yeterliliği (Ort. 3.62) ile ilgilidir. Birinci dönem sonunda bu önermenin ortalama puanı 3.47 iken devam eden dönemde 3.10’a gerilemiş, sonraki dönemlerde önce 3.69’a daha sonra ise 4.31’e yükselmiştir. Son iki dönemdeki yükseliş, sorumlu öğretim elemanlarının işletme ziyaretlerinin sayısının artırılması ile ilgili düzenleme yapılması ile açıklanabilir. Önceki dönemlerde sorumlu öğretim elemanlarının işletmeleri ziyaretleri ile ilgili bir düzenleme yapılmamış iken gerek öğrenciler gerekse teknik personelin görüşleri dahilinde sorumlu öğretim elemanlarının ara sınavlar öncesinde en az bir ve ara sınavlardan sonra da en az iki kez sorumlu oldukları öğrencilerin İME’ye katıldıkları işletmeleri ziyaret etmeleri kuralı getirilmiştir.

Öğrencilerin dönemler itibariyle verdikleri yanıtların istatistiki olarak farklılık arz edip etmediği varyans analiziyle test edilmiştir (Tablo 5). Test sonuçlarına göre “*İşletmede mesleki eğitim modeli hakkında yeterli bilgilendirme yapılmıştır*” ve “*İşletmede mesleki eğitim ile ilgili duyurulardan zamanında haberdar olmaktadır*” önermelerine verilen yanıtlar dönemler itibariyle farklıdır. Tukey HSD testine göre bu farklılıkların nedeni modelin ilk uygulama döneminde model ile ilgili yeterli bilgilendirmelerin yapılamamış olduğu görüşü ile duyuruların etkinliğinin düşük olduğu görüşünden kaynaklanmaktadır. İlerleyen dönemlerde her iki önermeye ilişkin değerlendirme puanları artarak bu konudaki görüşlerin görece olarak daha olumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Dönemlere göre varyans analizi sonuçları

Önerme	F	p	Dönemler			
			1	2	3	4
İşletmede mesleki eğitim modeli hakkında yeterli bilgilendirme yapılmıştır	15,142	0,001	3,12 ^a	4,20 ^b	4,00 ^b	4,31 ^b
İşletmede mesleki eğitim ile ilgili duyurulardan zamanında haberdar olmuştum.	7,344	0,014	3,65 ^a	4,45 ^b	4,19 ^{a,b}	4,44 ^b

a ve b Tukey HSD testine göre homojen grupları temsil etmektedir.

Cinsiyet bakımından farklılıklar incelendiğinde Tablo 6’da görülen tüm önermelere kız öğrenciler erkeklere göre daha düşük düzeyde katılmaktadır. Bu farklılıklar bağımsız örneklem t testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$)

Tablo 6. Cinsiyete göre bağımsız örneklem t testi sonuçları

Önerme	t	sd	Anlamlılık	Ortalamalar	
				Erkek	Kadın
İşletmede mesleki eğitim ile ilgili duyurulardan zamanında haberdar olmuştum.	2,800	77	0,006	4,40	3,87
Web sitesinde yer alan “Uygulamalı Eğitim Dosyası Şablonu” yeterince açık ve anlaşılabilir	3,073	77	0,003	4,40	3,84
Yerleştirdiğim işletme, öğrenim gördüğüm alanla ilgilidir	3,062	77	0,003	4,54	4,10

Öğrencilerin İME’nin ikinci bölümü için görev aldıkları orman işletme müdürlüklerine göre önermelere verdikleri yanıtların farklı olup olmadığına ilişkin olarak varyans analizi ve Tukey HSD testi sonuçları Tablo 7’de gösterilmiştir. Tüm önermelerde Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğünde İME’ye katılan öğrenciler düşük katılım yüzdeleri ile diğer öğrencilerden farklılaşmıştır.

3.2. Orman Bölge Müdürlüğü Teknik Personeli

Orman Mühendisliği Bölümü için İME’nin en önemli paydaşlarından birisi de mesleki eğitimlerin gerçekleştirildiği Isparta Orman Bölge Müdürlüğü ve bağlı orman işletme müdürlükleridir. Başlangıcından itibaren geçen dört dönem için İME sürecinden genel memnuniyet düzeyleri hem orman bölge müdürlüğü merkez personeli (%85.2) hem de orman işletme müdürlüğü personeli (%78.6) için yüksektir (Şekil 2). Tüm personel açısından bir değerlendirme yapılırsa İME’den memnun olanlar %80.7 düzeyindedir.

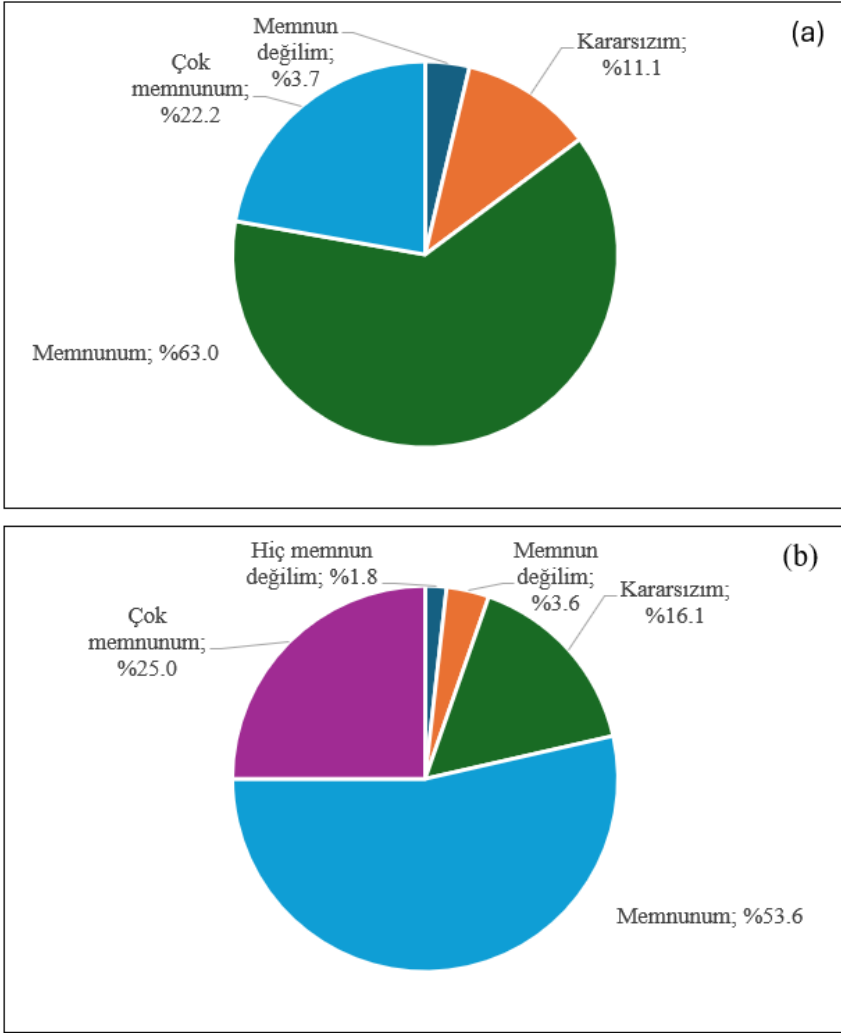
Tablo 7. İME işletmelere göre farklılıklar varyans analizi sonuçları

Önerme	F	p	Orman İşletme Müdürlükleri					
			Bucak	Burdur	Dinar	Eğirdir	Isparta	Sütçüler
			Önermelere verilen puanların ortalamaları					
İşletmenin sunduğu imkânlar (servis-yemek-ücret vb.) yeterlidir.	2,967	0,017	3,50 ^{a,b}	2,80 ^{a,b}	4,00 ^b	3,11 ^{a,b}	2,50 ^{a,b}	2,12 ^a
Sorumlu öğretim elemanı ile iletişiminiz yeterlidir	3,357	0,009	4,69 ^b	4,40 ^b	4,25 ^b	4,47 ^b	4,36 ^b	3,35 ^a
Sorumlu öğretim elemanı, karşılaşılan problemlerin giderilmesinde etkilidir	4,596	0,001	4,69 ^b	4,00 ^b	4,00 ^b	4,37 ^b	4,00 ^b	2,88 ^a
Sorumlu öğretim elemanı, çalışma performansını adil olarak değerlendirmiştir.	3,466	0,007	4,63 ^b	4,40 ^b	4,13 ^b	4,32 ^b	4,21 ^b	3,12 ^a
Sorumlu öğretim elemanının işletme ziyareti sayısı yeterlidir	2,640	0,030	4,50 ^b	3,40 ^b	3,63 ^b	3,68 ^b	3,71 ^b	2,71 ^a

a ve b Tukey HSD testine göre homojen grupları temsil etmektedir.

İME uygulamalarının gerçekleştirildiği Isparta Orman Bölge Müdürlüğü merkez ve orman işletme müdürlüklerinde görev yapan personelin İME modeli, sorumlu öğretim elemanları ve öğrencileri değerlendirmeyi amaçlayan önermelere verdikleri yanıtların dönemler itibarıyla ortalamaları Tablo 8’de gösterilmiştir.

İME modeli ile ilgili değerlendirmeler arasında “İşletmede mesleki eğitim modeli hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibiyim” ve “İşletmede mesleki eğitim modeli mesleki gelişim açısından faydalı bir modeldir” önermeleri en yüksek katılım oranı ile öne çıkmaktadır. İME modeli hakkındaki bilgi düzeyinin yüksek olması ve modelin faydalı olarak nitelendirilmesi İME’nin sürekliliği açısından çok değerlidir. Önermeler arasında en düşük katılım oranları İME’nin nitelikli orman mühendisi ihtiyacını karşılamadaki etkisi (Ort. 3.75) ve işletme değerlendirme formunun yeterliliği (Ort. 3.75) ile ilgilidir.



Şekil 2. Orman Bölge Müdürlüğü (a) ve Orman İşletme Müdürlüğü (b) personelinin İME'den genel memnuniyet durumlarının dağılımı

Sorumlu öğretim elemanı ile ilgili önermelere verilen yanıtların tüm dönemlere göre ortalaması 3.93'tür. Sorumlu öğretim elemanlarının işletme ziyaretlerinden duyulan memnuniyet en yüksek katılım oranına sahip önerme olarak öne çıkmaktadır (Tablo 8).

Tablo 8. Orman Bölge Müdürlüğü ve orman işletme müdürlüğü personelinin dönemler itibariyle verdikleri yanıtların ortalamaları

ÖNERMELER	Dönemler itibariyle ortalamalar				Tüm dönemlerin ortalaması
	1	2	3	4	
İME MODELİ İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
İşletmede mesleki eğitim modeli genel olarak beklentilerimi karşıladı.	3.96	3.53	3.94	3.00	3.77
İşletmede mesleki eğitim modeli mesleki gelişim açısından faydalı bir modeldir.	4.27	3.93	4.30	3.11	4.10
İşletmede mesleki eğitim modeli hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibiyim.	4.12	3.80	4.42	3.67	4.13
Öğrenci, öngörülen sürede mesleki eğitim uygulamasına başlamıştır.	3.92	3.87	4.33	3.67	4.05
İşletmede mesleki eğitim modeli, nitelikli orman mühendisi ihtiyacımızı gidermede etkilidir.	3.77	3.60	4.03	2.89	3.75
İşletmede mesleki eğitim modeli, üniversite-sektör iş birliğine olumlu katkı sağlamıştır.	4.04	3.80	4.12	2.89	3.90
Yerleştirilen öğrencinin fakültesindeki bölümüyle kolayca iletişim sağlanmaktadır.	3.92	3.73	4.30	3.33	3.98
Öğrenciye not verilen “İşletme Değerlendirme Formu” yeterlidir.	3.88	3.47	3.97	3.00	3.75
SORUMLU ÖĞRETİM ELEMANI İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
Sorumlu öğretim elemanının bölge müdürlüğünü/işletmeyi ziyaret etmesinden memnunum.	4.04	3.87	4.42	3.44	4.10
Sorumlu öğretim elemanı işletmede mesleki eğitim modelinin işleyişine katkı sağlamaktadır.	3.96	3.53	4.03	2.89	3.80
Sorumlu öğretim elemanının işletme ile iletişiminden memnunum	3.85	3.67	4.18	3.44	3.90
ÖĞRENCİ İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
Öğrencilerin teorik bilgisi işletmede mesleki eğitim için yeterlidir.	3.65	3.13	3.79	2.89	3.53
Öğrenciler, bölge müdürlüğüne/işletmeye kolaylıkla uyum sağlamıştır.	3.73	3.60	4.06	3.67	3.83
Öğrenciler, kendini geliştirme yönünde yeterli çabayı göstermiştir.	3.54	3.73	3.97	3.00	3.69
İşletmede mesleki eğitime katılan öğrencilerle mezuniyet sonrası birlikte çalışmak isterim.	3.73	3.60	3.94	2.89	3.70
Gelecek dönemlerde yeni öğrenci talep etmek isterim.	3.88	3.73	3.94	3.00	3.78

Öğrencilerin bölge müdürlüğüne/işletmeye uyumunu sorgulayan önermeye katılım oranı ortalama 3.83 ile diğer önermelere göre ilk sıradadır. Bu bölümde en düşük katılım ortalaması 3.53 ile öğrencilerin teorik bilgilerinin yeterliliği ile ilgilidir. Genel olarak tüm önermeler arasında en düşük ortalamanın öğrenciler ile ilgili önermelere ait olduğu görülmektedir (Tablo 8).

3.3. Sorumlu Öğretim Elemanları

Sorumlu öğretim elemanları hem öğrenci hem de işletmedeki İME sorumluları ile ilişki içerisinde olup uygulamada çıkan sorunların çözümü yahut çıkması muhtemel sorunların önceden tespiti, işletme ziyareti ve öğrenci değerlendirme açısından kilit rol oynamaktadır. Yani İME sürecinin yönetiminde önemli bir paydaş konumundadır.

Sorumlu öğretim elemanlarının dönemler itibariyle İME modeli, işletme ve öğrencilere yönelik değerlendirmeleri Tablo 9’da gösterilmiştir. İME modeli ile ilgili değerlendirmeler çok olumludur (Ort. 4,58). Yani öğretim elemanları İME modelini yeterli, faydalı ve sektörle olan etkileşime katkı sağlayan bir model olarak tanımlamaktadır. Ayrıca süreç yönetimi kapsamında kullanılan formlar ve bilgilendirmeler de yeterli bulunmaktadır.

İşletme ile ilgili önermelere verilen yanıtlar incelendiğinde (Tablo 9), işletmenin öğrencilerin uygulama becerisinin gelişimine katkı yaptığı ve İME için uygun olduğu görüşü hakimdir. Değerlendirmeler arasında işletmenin iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili sahip olduğu koşullar da iyi olarak değerlendirilmiş olmakla birlikte (Ort. 3.93) diğer önermelere göre görece olarak düşük katılım oranına sahiptir. Tüm önermeler arasında en düşük katılım oranı ortalama olarak 3.73 ile “*İşletme, öğrencinin performansını adil olarak değerlendirmiştir.*” önermesine aittir.

Sorumlu öğretim elemanları tarafından öğrenciler ile etkin iletişim ve İME’nin öğrencilerin kişisel gelişimlerine ve kariyer planlamalarına yaptığı katkıya ilişkin değerlendirmeleri yüksek ortalamalar (sırasıyla 4.80, 4.67) ile olumlu görülmektedir (Tablo 9).

4. Tartışma ve Sonuç

Orman mühendisliği arazi uygulamalarına dayalı bir mühendisliktir. Bu bağlamda eğitim programı içerisinde arazi uygulamalarının yeri çok önemlidir. Özellikle pandemi sürecinde yürütülen uzaktan eğitimde arazi uygulamalarının önemi bir kez daha anlaşılmıştır (Özen & Alkan, 2021).

Tablo 9. Sorumlu öğretim elemanlarının dönemler itibariyle verdikleri yanıtların ortalamaları

ÖNERMELER	Dönemler itibariyle ortalamalar				Tüm dönemlerin ortalaması
	1	2	3	4	
İME MODELİ İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
İşletmede mesleki eğitim modeli genel olarak yeterlidir.	4.25	4.25	4.25	4.33	4.27
İşletmede mesleki eğitim modeli mesleki gelişim açısından faydalı bir modeldir.	4.75	4.75	4.75	4.33	4.67
Öğrencinin işletmeye kabul ve yerleştirilme süreci düzenli yürütülmektedir.	4.75	4.75	5.00	4.33	4.73
İşletmede mesleki eğitim modeli ile ilgili bilgilendirmelerden zamanında haberdar oldum.	4.50	4.50	4.25	4.33	4.40
Sürecin işleyişinde kullanılan ve web sitesinde yer alan formların (İME günlük rapor, İME değerlendirme formu vb.) yeterli olduğunu düşünüyorum.	5.00	5.00	5.00	4.67	4.93
İşletmede mesleki eğitim modeli, sektörle olan etkileşime katkı sağlamaktadır.	4.50	4.50	5.00	3.67	4.47
İŞLETME İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
Öğrencinin işletmede mesleki eğitime katıldığı işyeri, öğrenim alanıyla ilişkilidir.	4.75	4.75	4.75	4.33	4.67
Öğrencinin yerleştirildiği işletmenin, mesleki uygulama becerisini geliştirmesine katkı sağlamaktadır.	5.00	5.00	4.75	3.67	4.67
İşletme, iş güvenliği ve iş sağlığı açısından uygun şartlara sahiptir.	4.25	4.25	3.75	3.33	3.93
İşletme, öğrencinin performansını adil olarak değerlendirmiştir.	4.00	4.00	3.25	3.67	3.73
İşletmede eğitimci personelin ile olan iletişimden memnunuz.	4.25	4.25	4.50	4.00	4.27
ÖĞRENCİ İLE İLGİLİ ÖNERMELER					
Uygulamadaki öğrenci(ler) ile süreç içerisinde etkin iletişim sağlanmıştır.	4.75	4.75	5.00	4.67	4.80
İşletmede mesleki eğitim, öğrencinin kişisel gelişimine ve kariyer planlamasına katkı sağlamaktadır.	4.75	4.75	5.00	4.00	4.67

Geçmişten günümüze orman mühendisliği eğitiminde uygulamalı dersler kapsamında gerçekleştirilen gününbirlik arazi uygulamaları, stajlar ve teknik gezilerin etkinliği tartışılmakta, gerek sayı/zaman gerekse nitelik olarak yetersiz olduğu değerlendirilmesi yapılmaktadır. Daşdemir & Atmis (2008) tarafından dokuz orman fakültesinin (Artvin, Bartın, Çankırı, Düzce, Isparta, İstanbul, Kastamonu, Kahramanmaraş ve Trabzon) orman mühendisliği bölümü öğrencileri ile yapılan bir çalışmada öğrenci bakış açısıyla arazi uygulamalarının yetersiz olduğu belirtilmiştir. Korkmaz & ark.

(2023) ve Korkmaz & Duman (2019), arazi uygulamalarının mesleki ve bireysel gelişim için katkı sağlayıcı nitelikte olmasının öğrencilerin memnuniyet düzeylerini artırdığını belirlemiştir.

Erdönmez & ark. (2008) arazi uygulamalarının yetersizliğinin çözümü için “uygulamalı dersler, stajlar ve teknik gezileri bütünleşik olarak düşünen yeni bir uygulamalı eğitim sisteminin geliştirilmesi” gerektiğini önermiştir. Esasen ISUBÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünde uygulanan İME modeli, temelde bu yetersizlikleri gidermek amacını taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında uygulanan İME modeli tanıtılarak, geçen dört dönem, paydaşların bakış açılarıyla değerlendirilmiştir.

ISUBÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünde İME modeli genel olarak başarıyla uygulanmaktadır. Özellikle üç paydaş grubunun da model, süreç ve diğer paydaşlara ilişkin değerlendirmeleri olumludur. Bununla birlikte işletme eğitici personeli olarak sözü edilen kurumda çalışan teknik personelin İME çalışmalarını hızlı ve içtenlikle benimsemesinin zor olduğu kabul edilebilir. Çünkü İME Modelinin teknik personele anlatılması ve açıklanması için yapılan toplantı ve görüşmeler yeterli düzeye ulaşmamış olabilir. Bunun yanında teknik personelin özellikle orman işletme müdürlüklerinde görev yapan işletme şeflerinin iş yükünün çok fazla olması doğal olarak İME için yapacakları plan ve programları kısıtlayabilmektedir. Oysa üniversitenin ilgili birimlerinde daha çok tartışılan bu eğitim modelinin birim öğretim elemanları ve İME’den sorumlu öğretim elemanları tarafından anlaşılması daha kolay sonuçlanmaktadır. Bu farkların ortaya çıkmasının temel nedenlerinden biri, sürecin planlanması ve programın uygulanması arasındaki sürenin kısa olmasıdır. Böylece işletme eğitici personeli ve sorumlu öğretim elemanlarının doldurduğu anketlerdeki memnuniyet düzeyleri arasında farklar oluşabilmektedir. Öğrencilerin genel olarak İME çalışmaları için hemen hemen hazır oldukları anlaşılrsa da konaklama ihtiyaçlarıyla ilgili çekincelerinin yanında orman işletme müdürlüklerindeki çalışma koşullarının alıştıkları yaşam tarzından çok farklı olması, mesai kavramıyla tanışmış olmaları ve yeni sosyal ilişkiler kurarken

zorlanmaları onlara kazandırılmak istenen tecrübeler arasında öne çıkmaktadır.

Pamukçu & ark. (2021)'de otel işletmelerinde gerçekleştirilen mesleki eğitim uygulamalarında teorik eğitimi ile uygulamalı eğitim arasında uyum sorunlarının olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın yapıldığı bölümde uygulanan İME modelinde ise bu sorunlarla karşılaşmamıştır. Ancak modelin sorunsuz ilerlediği de söylenemez. Uygulama süreçlerinde dönem dönem sorunlar yaşanmaktadır. Örneğin öğrencilerin bir bölümü işletmelerin sunduğu olanakların (servis-yemek-ücret vb.) yeterli olmadığını belirtmektedir. Benzer şekilde ilk dönemlerde orman işletme müdürlüğü teknik personeli sorumlu öğretim elemanlarının işletme ziyaretlerinin sayıca azlığından yakınmaktaydı. Dönem sonlarında ilgili dönemin değerlendirilmesine olanak sağlayan ve tüm paydaşlarca yapılan anket çalışmaları benzer sorunların da tespiti için önem taşımaktadır. Bu çalışmaların sonuçları birim web sayfalarında kamuoyu ile paylaşmakta (ISUBÜ, 2024a), tespit edilen sorunlar, ilgili kurullarca değerlendirilerek çözüme yönelik kararlar alınmakta ve sürecin sürekli iyileştirilmesi (ISUBÜ, 2024b) sağlanmaktadır.

İME modelinin en güçlü yanı öğrencilerimizin, Orman Genel Müdürlüğüne bağlı Isparta Orman Bölge Müdürlüğü ile Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'ne bağlı 6. Bölge Müdürlüğünde görev yapan eğitici personelin ve üniversitedeki öğretim elemanlarının arasındaki güçlü bağlar ve birlikte çaba sarfetmek için sürdürdükleri azim ve kararlılıktır. Ülkemiz ve dünya için çok değerli olan orman ekosistemlerinin yöneticileri olacak orman mühendislerine yaparak öğrenme yöntemiyle fakülte ve işletmede en yüksek standartlarda yeterlikler kazandırılmasının, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimine olumlu katkılar sağlayacağına inanıyoruz.

Kaynakça

Daşdemir, İ. & Atmış, E. (2008). Orman fakültesi orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin orman mühendisliği eğitimini değerlendirmesi. 3. *Ulusal Ormancılık Kongresi: 150. Yılında Türkiye'de Ormancılık Eğitimi*, 20-22 Mart 2008, Ankara, s. 53-75.

Erdönmez, C., Tolunay, A., Ünal, H. E., & Özden, S. (2008). Bir bölüm meslek mensubunun Türkiye'deki orman mühendisliği eğitim ve öğretimi hakkındaki görüşleri. III. *Ulusal Ormancılık Kongresi: 150. Yılında Türkiye'de Ormancılık Eğitimi*, 20-22 Mart 2008, Ankara, s. 123-129.

Erol, E. (2019). Politik taktikler ölçeği – üniversite / fakülte versiyonunun geliştirilmesi. *Turkish Studies Educational Sciences*, 14(3), 531-563.

Gültekin, N., Çelik, A. & Nas, Z. (2008). Üniversitelerin kuruldukları kente katkıları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(24), 264-269.

ISUBÜ (2021). *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Meslek Yüksekokulları İşletmede Mesleki Eğitim Uygulamaları Usül ve Esasları* (11/10/2024 tarihinde <https://meyok.isparta.edu.tr/assets/uploads/sites/446/files/usul-17112021.pdf> adresinden ulaşılmıştır).

ISUBÜ (2022). *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi 2021-2025 Stratejik Planı (Güncellenmiş versiyon)* (11/10/2024 tarihinde <https://isparta.edu.tr/Documents/2021-2025-stratejik-plani-04072022.pdf> adresinden ulaşılmıştır).

ISUBÜ, 2024a. *Memnuniyet anketleri, birim kalite yönetimi* (15/11/2024 tarihinde <https://orman.isparta.edu.tr/tr/kalite> adresinden ulaşılmıştır).

ISUBÜ, 2024b. *İyileştirmeler, birim kalite yönetimi* (15/11/2024 tarihinde <https://orman.isparta.edu.tr/tr/kalite> adresinden ulaşılmıştır).

Kılıç, S. (2016). Cronbach'ın alfa güvenirlik katsayısı. *Journal of Mood Disorders*, 6(1): 47-48.

Korkmaz M., Çoban H. O. & Alkan H. (2023). Yükseköğretim kalite güvencesi sisteminde öğrenci memnuniyetinin değerlendirilmesi: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25, 479-491.

Korkmaz, M. & Duman, Y. (2019). Orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin üniversite gereksinimlerinin Kano modeli ile sınıflandırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 20(3), 195-202.

Özen, M., & Alkan, H. (2021). Pandemi sürecinde orman mühendisliği eğitim-öğretimine ilişkin öğrenci görüşlerinin belirlenmesi: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 22(4), 386-394.

Pamukçu, H., Tuncer, K., & Sevim, B. (2021). Otel işletmelerinde mesleki eğitim uygulamaları. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 18(2), 334-350.

RG (2021). Yükseköğretimde Uygulamalı Eğitimler Çerçeve Yönetmeliği. *Resmî Gazete*, Tarih: 17 Haziran 2021; Sayı: 31514.

Sarıbıyık, M. (2013). Meslek yüksekokullarında nitelikli işgücü yetiştirmek için 3+1 eğitim modeli. *APJES*, 1(I):39-41.

SUBÜ, 2024a. 3-1 Uygulamalı eğitim modeli (10/10/2024 tarihinde <https://meyok.subu.edu.tr/tr/31-uygulamali-egitim-modeli> adresinden ulaşılmıştır).

SUBÜ, 2024b. +1 Uygulamalı eğitim modeli memnuniyet anketleri, *Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi* (20.08.2024 tarihinde <https://kalite.subu.edu.tr/tr/%2B1anketleri> adresinden ulaşılmıştır).

Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Boston, Pearson.

YÖK, 2019a. *YÖK'ten endüstriye nitelikli insan gücü projesi* (01/10/2024 tarihinde https://basin.yok.gov.tr/InternetHaberleriBelgeleri/%C4%B0internet%20Haber%20Belgeleri/2019/290_yokten_myolar_icin_onemli_adim.pdf adresinden ulaşılmıştır).

YÖK, 2019b. *YÖK'ten sanayide eğitim desteği* (10/10/2024 tarihinde <https://www.yok.gov.tr/Sayfalar/Haberler/2019/yok-ten-sanayide-egitim-destegi.aspx> adresinden ulaşılmıştır).

BÖLÜM IV

Ormancılıkta Zaman Etütlerinde Kullanılan Gözlem Düzeyleri Ve Zaman Girdileri

Mehmet EKER¹

1. Giriş

Bilim ve uygulama alanında, gerek teorik gerekse pratik ölçekte farklı amaçlara yönelik iş etütleri gerçekleştirilmektedir. Temel olarak iş etütleri; metot etüdü ve zaman etüdü olarak iki kısımda ele alınabilmekte ve uygulanabilmektedir (Kanawaty, 1992). Zaman etüdü, iş sisteminin tamamı ya da bir kısmı için zaman tüketiminin değerlendirilmesini amaçlayan iş etüdünün bir formu veya parçasıdır (MPM, 1997). Zaman etütlerinin ağırlıklı kısmını ise zaman ölçümü oluşturmaktadır. Yapılan faaliyeti tanımlayacak ve oluş/yapılış zamanını temsil edecek zaman girdisini hassas şekilde ölçmek teknik ustalık ve tecrübe gerektirmektedir. Günümüzde doğrudan ve dolaylı olarak çeşitli gözlem birimleri seviyesinde çalışma zamanlarını ölçebilecek teknolojik gelişmeler sağlansa da ölçülen zamanın ayrıştırılması, amaçlara yönelik zamanın ayırt edilmesi, değerlendirilmesi ve hatta standardize edilmesi yine bilgi ve emek gerektirmektedir.

¹ Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta/Türkiye, Orcid: 0000-0002-1817-3706, mehmeteker@isparta.edu.tr

Ormancılık işlerinde de özellikle odun üretim operasyonlarında; birim maliyetlerin ve fiyatların belirlenmesi için standart çalışma zamanlarının tespiti, yeni ve halihazır üretim araçlarına ait iş veriminin belirlenmesi gibi zaman girdilerinin elde edilmesine yönelik zaman ölçümleri yapılarak elde edilen bulgulara dayalı çeşitli sonuçlar üretilmektedir. Ancak zaman etütleri ve değerlendirilmesi sırasında, ölçülecek zaman girdisi türlerinin belirlenmesi ve gözlem ölçeğinin (süreç başına, iş çevrimi başına, iş ögesi başına) tanımlanması sorunlarıyla karşılaşılabilir. Bu, zaman etütleri yapılacağına önceden metot etüdüyle iş tekniğinin ve beraberinde iş sürecinin analiz edilerek iş akışının tanımlanması, ayrıştırılması ve zaman ölçüm noktalarının tespit edilmesi gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Öte yandan zaman ölçümü gerektirecek işlerde ihtiyaç duyulan zaman verisinin/bileşeninin hassasiyeti yani ölçeği de (Örneğin; 1 ha' lık alandaki ağaçların kesilmesi veya bir ağacın kesilmesi gibi), iş akışını tanıma ve tanımlama da etkili olmaktadır.

Zaman etüdü ve analizlerini destekleyebilmek için etüde ilişkin uygun tanımlamaların yapılması ve zaman ölçümlerinin hassas şekilde gerçekleştirilebilmesi amacıyla bu kitap bölümünde bahsedilecek uygulama bilgisinin isabetli olacağı düşünülmüştür. Bu konudaki kitaplar, iyi uygulama kılavuzları, rehberler, araştırmalar ve projeler incelenerek zaman türleri ve bileşenlerine ilişkin bir eser derlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, çoğunlukla odun hammaddesi üretim operasyonlarına yönelik iş ve işlemler üzerinden örneklendirmeler yapılmıştır. Ancak diğer bilim ve uygulama alanları için de uyarlanabilir bilgiler verilmeye çaba gösterilmiştir. Bu kitap bölümünün amacı, zaman ölçüm yöntem ve tekniklerinin zaman etütleri sırasında uygulanmasını destekleyici mümkün olduğunca pratik bilgileri sunmaktır.

Zaman ölçümlerinde gerek klasik yöntemler gerekse modern teknolojiyen yararlanılarak iş türlerine bağlı zamanları gözlemlmek, ölçmek ve kaydetmek mümkündür. Ancak planlamalar, ücretlendirmeler, yeni iş sistemlerin kurgusu, iş organizasyonu, yeni araçların çalışma düzeninin oluşturulması vb. amaçlar için gerekli standart süreler ve/veya ortalama süreler

belirlenmeye çalışıldığında ölçülen zamanın türü/sınıfı önem arz etmektedir. Bu kitap bölümünün amacı, zaman etütlerinde ölçülen zamanlara ait var olan taksonomiye daha dikkat çekici hale getirerek ormancılık başta diğer iş kollarında ölçücü, etütçü ve analistler için yararlı bir kılavuz oluşturmaya çalışmaktır.

Türkiye’de ormancılık alanında iş etüdü, zaman etüdü, zaman ölçümü, verimlilik, performans vb. odaklı birçok çalışma yürütülmüş ve fakültelerdeki çeşitli ders kitapları ile MPM’ nin özgün yayınlarıyla birlikte REFA (Reichsausschuss Für Arbeitszeterminmittlung; Devlet (Almanya) İş Etütleri ve İşletme Organizasyonu Birliği) yayınlarından yapılan çevirileri yanında yalnızca ormancılık işleri özelinde genel ve temel zaman bileşeni kavramlarına yönelik, kılavuz niteliği taşıyacak ya da zaman bileşenleri ve ölçüm periyotlarına özgün zaman ölçme aralıklarını tanımlayacak, derli bilgiye oldukça nadir rastlanmaktadır. Bu kitap bölümü ile bu konuya özgün nitelikte bir katkı sunulabilmesi de hedeflenmiştir.

2. Metodoloji

Bu kitap bölümünün konusal çerçevesi, zaman etüdü üzerinedir. Zaman etüdü de iş etüdü konusunun bir bileşenidir. Fizibilite çalışmalarında, iş planlarının oluşturulmasında, bütçeleme çalışmalarında, standart çalışma zamanlarının belirlenmesi, çalışanların ücretlendirilmesi, iş veriminin ve verimliliğin değerlendirilmesi (Alkan, 2001; Eker & ark., 2024a) gibi birçok amaç kapsamında metot ve zaman etütlerinden oluşan iş etüdü gerçekleştirilmektedir (Berkel, 1976; ILO, 1981; REFA, 1988). Zaman etüdü, belirli koşullar altında yapılan belli bir işin öğelerini, zamanını ve derecelerini kaydederek ve bu yolla toplanan verileri çözümleyerek, o işin tanımlanan bir çalışma hızında yapılabilmesi için gereken zamanı belirlemekte kullanılan bir iş ölçme tekniğidir (MPM, 1991; Björheden, 1991; Kanawaty, 2004; Eker & Kurt, 2019). Zaman etüdünde, özellikleri belirlenmiş bir işin yapılabilmesi için tüketilen zamanın tespit edilmesi esas alınır (Bezen, 2007). Bu yüzden, zaman etüdünün özünü, insan ya da makine gücüyle yapılan işe ait çalışma süresinin ölçülmesi oluşturur (Alkan, 2000). Zaman

ölçümü; iş görevinin yapılışı sırasında, bir zaman ölçer yardımıyla, işçinin veya işçi ile makinenin ya da yalnızca makinenin çalışma süresinin uygun yöntemlerle ve uygun sayıda ölçülmesi ve kaydedilmesidir (Üçüncü, 2005; Eker, Spinelli & Durgun, 2024b).

Bu kapsamda, ulusal ve uluslararası süreli ve süresiz yayınlar, basılı ve elektronik dergiler, internet kaynaklı açık erişimli dokümanlar, ormancılıkla ilgili hiyerarşik mevzuat, proje raporları, araştırma sonuçları, arazi gözlemleri ve de kişisel iletişime dayalı veri-bilgi kaynakları bu eser için yararlanılan materyali oluşturmuştur.

Zaman etütlerinde kullanılan zaman kavramları ve terminolojisine yönelik ulusal ve uluslararası orman mühendisliği literatüründe, uygulama kılavuzu niteliği taşıyan ve ormancılık kuruluşları tarafından benimsenen kaynaklar, zaman türleri ve bileşenleri ile ilgili materyali oluşturmuştur.

Zaman ölçümü için hangi zaman türü bileşenlerinin türetildiği, bunların neleri kapsadığı, hangi amaçla hangi zaman türünün ölçüldüğü, manuel veya motor-manuel ve makineli çalışmalarda otonom sistemler için hangi zaman türlerinin ölçülerek değerlendirildiği gibi hususlar ayrıntılı şekilde ve yukarıda belirtilen literatüre dayandırılarak incelenmiştir.

Bu kitap bölümünde; zaman etüdü içeriğinde sıkça kullanılan bazı kavramlar tanımlanmış, zaman ölçümünde etkili olan gözlem birimleri tanımlanmış, zaman türlerini tanımlayan zaman girdileri açıklanmış ve daha sonra bu konular kendi içinde ve literatürle kıyaslanarak tartışılmıştır.

3. İş Etüdünde İş ve Zaman Kavramları

İş etüdü metodolojisine göre, her bir faaliyet iş sistemi içinde gerçekleşir ve metot ve zaman etüdü yöntemleri kullanılarak bu iş sistemi analiz edilebilir (Morrow, 1946; Sylvester, 1950; Kanawaty, 1992). İş sistemi, işe ait görevin (iş ödevinin) yerine getirilmesi için insan, çevre koşulları, araç-gereçler vb. bileşenlerden oluşur (Yıldırım, 1989). İş biliminin (Björheden, 1991) bakış açısına göre, iş; bir nesnesinin biçimini, konumunu veya durumunu değiştirmek

için uygulanan amaca yönelik çabalar olarak tanımlanabilmektedir (Pulkki, 1999).

İş, bütünleşik bir sistem olarak ele alındığında, bu iş sisteminin içeriğinde yer alan faaliyetlerin açıkça tanımlanmış ve sınıflandırılmış kısımları (işe ait) “görev” olarak adlandırılır. Faaliyet (etkinlik, aktivite), bir iş sisteminde bir veya daha fazla bileşenin (üretim faktörünün) işlev gördüğü kısımdır. İş sistemine ait tanımlanmış görevlerin (iş ödevinin) tamamlanması için iş aşamalarının (safhalarının, evrelerinin, adımlarının) uyumlu ve genellikle sıralı şekilde birbirlerini takip etmelerinden oluşan faaliyetler dizisi “İş akışı (süreç, proses)” olarak nitelendirilebilir. Süreç; doğal kaynaklar, makineler veya diğer sermaye üretim faktörleri tarafından yürütülen faaliyetler dizisidir. İş sisteminde, insanlar tarafından yürütülen faaliyetler ise “eylem (aksiyon)” olarak tarif edilebilmektedir (Pulkki, 1999).

İş akışına göre iş sürecinin bir parçası olan işlemler (iş objesinde biçim, konum veya değer değişimine neden olan birbiri ile ilişkili faaliyetler), sürekli olarak tekrarlanabilmektedir. Bu şekilde, iş görevinin döngüsel olarak tekrar etmesine “çevrim (döngü, devir, tur)” denilir. İş çevrimi bir iş görevindeki iş dilimlerinin (ve/veya iş öğelerinin) uyumlu ve anlamlı bir dizisidir.

İş görevinin, belirli yönlerden sınırlandırılmış alt bölümlere ayrılmasıyla oluşan her bir parçası da “iş (akış) dilimi” olarak tanımlanabilir. Bir iş görevinin detaylı şekilde incelenmesi amacıyla başlangıç ve bitişi tanımlanabilen ve anlamlı daha küçük parçalara ayrılması mümkün olmayan temel faaliyet kısmına “iş elemanı (elementi, öğesi)” adı da verilebilmektedir (Pulkki, 1999). Etüt edilen iş üzerinde metot ve zaman ölçümünün kolaylıkla yapılabilmesi için birbirlerinden başlama ve bitiş noktalarıyla ayrılmış bu temel faaliyet parçalarından her biri literatürde iş öğesi olarak tanımlanmakla birlikte, REFA gibi bazı otoriteler tarafından ise akış dilimi olarak da ifade edilmektedir (Aksuoğlu & Yıldız, 2022).

İş etüdünde (zaman ölçümünde) iş çevriminde, iş(akış) dilimlerinde ve/veya iş öğelerinde gerçekleşen her bir faaliyetin başlangıç ve bitiş olaylarının belirlenmesiyle oluşturulan sınırlar “ölçme noktası” olarak tarif edilebilir. Böylelikle bir iş öğesinin (veya iş diliminin ya da iş çevriminin) bitiş zamanı, takip eden diğer iş öğesinin (iş diliminin veya çevriminin) başlangıç zamanı olarak kabul edilir.

3.1. Zaman Girdilerinin Ölçümüne Yönelik Gözlem Seviyeleri

İşin veya bir bölümünün gerçekleşme süresi, zaman ölçümlerinin vardiya, sefer, çevrim veya iş öğesi seviyesindeki gözlem birimlerine (seviyelerine/düzeylerine) göre yapılmasına bağlı olarak farklı değerlendirme çözümlükleri sunmaktadır. Gözlem birimleri ve içerikleri konusunda aşağıda kısaca bilgi verilmektedir.

3.1.1. Alan (Plot) Ölçekli Gözlem Birimi

Alan (plot) ölçekli gözlem biriminde elde edilen zaman girdileri; tanımlanmış bir alanda veya birim alanda (1 ha) yapılan işlere ait tüm zamanın ölçülüp kaydedilmesiyle elde edilir (Maganotti & Spinelli, 2012). Örneğin; 1 ha büyüklüğündeki gençleştirme yapılan bir meşcerede, sahadaki tüm ağaçların hasat edilmesi için harcanan süre, alan ölçekli bir zaman girdisidir. Elde edilen zaman verisi, sahanın hasat edilmesi için gereken süreği tarif etmekle birlikte, ayrıntıları içermemektedir (örneğin, ağaç çaplarına göre tüketilen sürenin dağılımı gibi). Zaman ölçüm periyodu, işin başlangıcı (ilk ağacın kesilmesi) ve bitiş (son ağacın işlenmesi) arasındaki süreği kapsar. Bu süre içinde gerçekleşen eylemlere ve iş akış dilimlerine ait süre detayları çoğunlukla ölçülmez. Zaman girdisi, işlemi gözlemleyen araştırmacı tarafından doğrudan, kaydedildikten sonra dolaylı olarak veya bir veri kaydediciye bağlı uygun sensörler tarafından otomatik olarak ölçülebilir, kaydedilebilir ve değerlendirilebilir.

3.1.2. Vardiya (Mesai) Ölçekli Gözlem Birimi

Vardiya (mesai) ölçeğindeki zaman ölçümünde; gözlem biriminin süresinin, her zaman tanımlanması gereken bir vardiyadan

oluştugu anlamına gelir (örneğin, 8 saatlik çalışma süresi gibi). Vardiya seviyesi ölçümleri manuel veya otomatik olarak gerçekleştirilir. İlk durumda, operatörlere veri toplama formları verilir ve formlara günlük olarak tarih, yer, iş türü, başlangıç ve bitiş saati, tahmini çıktı (seferler, ağaçlar, m³ vb.), yakıt tüketimi ve herhangi bir büyük gecikme gibi verileri not etmeleri talimatı verilir. Tüm gecikmelerin nedeni ve tahmini süresi de not edilebilir. Aynı bilgilerin çoğu, bir veri kaydediciye bağlı uygun sensörler aracılığıyla otomatik olarak da toplanabilir. Vardiya seviyesi ölçümü, genellikle makine kullanımını, uzun vadeli üretkenliği ve gecikme sıklığını belirlemeyi amaçlayan uzun vadeli takip çalışmaları için kullanılan ana tekniktir (Magagnotti & Spinelli, 2012). Bu türdeki zaman girdisi, sefer ölçekli gözlem birimleri üzerinden de elde edilebilir.

3.1.3. İş Çevrimi Ölçekli Gözlem Birimi

İş çevrimi (döngü) seviyesindeki zaman ölçümünde, gözlem birimi tek bir iş döngüsüne aittir (örneğin, bir ağacın kesilmesi, sürütücü traktörün her bir seferi vb.). Vardiya seviyesi ölçümüne kıyasla iş çevrimi ölçekli zaman ölçümü, daha fazla ayrıntı sunar ve iş akış sürecini çok daha fazla doğrulukla tanımlamaya yardımcı olabilir. Ayrıca, bir iş sürecinin değişkenliğini çok hızlı bir şekilde belirlemeye yardımcı olur. Vardiya seviyesi ölçümleriyle belirlenmesi zor olabilecek bireysel etkiler (çalışana bağlı faktörler) izole edilebilir. Döngü seviyesinde zaman tüketiminin manuel ölçümleri için standart kol saati, kronometre, kronometre panosu veya el bilgisayarı gibi çeşitli araçlar kullanılabilir. Bir iş döngüsünün başlangıcını ve sonunu tanımlayan bir eylem veya eylem dizisi uygun sensörler tarafından tanımlanabilirse, zaman tüketimi otomatik olarak da yakalanabilir, depolanabilir ve sonrasında değerlendirilebilir (Magagnotti & Spinelli, 2012).

3.1.4. İş Dilimi- İş Ögesi Ölçekli Gözlem Birimi

İş dilimi veya ögesi (elementi, elemental) düzeyinde zaman ölçümü, çalışma döngüsünü işlevsel adımlara (elemanlara) bölmek ve ardından her biri için zaman tüketimini ayrı ayrı ölçüp kaydetmekten oluşur. Bu, çalışma sürecinin daha ayrıntılı olarak

tanımlanmasını sağlar ve bu da süreç dinamiklerinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabilir. Özellikle, elemental düzeyli zaman ölçümüyle; i) hangi süreç adımlarının daha fazla zaman aldığını göstermek ve böylece belirli iyileştirme önlemlerinin öncelikle bu iş adımları üzerine odaklamak, ii) etkili/verimli çalışma süresini gecikme/bekleme süresinden ayırmak ve iii) farklı çalışma özelliklerine tepki veren fonksiyonel iş öğelerini ayırmak mümkündür (Magagnotti & Spinelli, 2012).

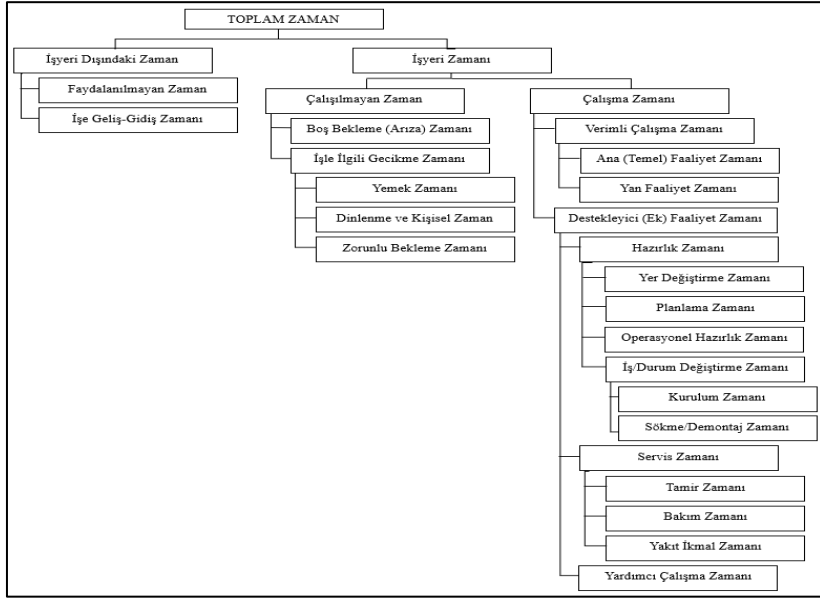
Elemental zaman ölçümünde klasik ve modern zaman ölçme teknolojileri kullanılabilir. Kısa sürede gerçekleşen iş öğeleri için tüketilen zamanların yakalanması gerektiğinde, video kaydediciler de kullanılabilir. Kaydedilmiş video görüntülerinin laboratuvarında, yavaşlatma/duraklatma işlevi ve video kaydedicinin zaman sayacı kullanılarak zaman girdileri hassasiyetle ölçülebilir (Eker & Kurt, 2019). Zaman ölçme yöntemi ve teknolojileri her ne olursa olsun her işlevsel iş öğesinin başlangıcını ve bitişini tanımlayan ölçüm noktalarının açıkça önceden belirlenmiş olması çok önemlidir. Günümüz teknolojileriyle (hareket analizi yazılımları, yapay zeka, vb.) yapılacak etütlerde de ölçme noktasının tanımlanması-tanıtilması gereklidir.

Öte yandan, iş akışını kısa süreli iş dilimlerine/öğelerine ayırmak, zaman ölçümü sırasında aynı anda gerçekleşen daha fazla eylemin gözlemlenmesi, ölçümü veya kaydı anlamına gelebilmektedir. İş öğelerine ait eylemlerin çakışması da söz konusu olabilir. Bu durumda, çalışmanın amacına bağlı olarak; 1) iş öğelerinin süreleri aynı anda ayrı ayrı kaydedilebilir; 2) çakışan iş öğeleri için yeni bir kombinasyon öğesi tanımlanıp ölçüm ve kayıt buna göre devam ettirilebilir; 3) çakışan iş öğelerinden biri önceliklendirilip zaman etüdü ona göre gerçekleştirilebilir (Maganotti & Spinelli, 2012).

3.2. Zaman Girdileri (Bileşenleri)

İş sisteminde iş ödevinin yapılışına yönelik faaliyet süreleri ile faaliyetin kesilmesine neden olan faktörlere ait sürelerin birbirlerinden ayırt edilerek ölçülmesi, kaydedilmesi ve sonuçta bir amaç için değerlendirilebilmesinde gerekli olabilecek zaman girdisi

temel kavramları (Ackerman & ark., 2014), bazı kaynaklardan derlenerek Şekil 1’de ilişkisel olarak şemalandırılmıştır.



Şekil 1. İş sistemine ait zaman bileşenleri

Kaynak: Rickards & ark., 1995

İş sistemine ait sınıflandırılmış iş zamanı bileşenleri aşağıda kısaca açıklanmaya çalışılmıştır. Buna göre;

Toplam Zaman	:Etüt edilen toplam süredir.
İşyeri Dışındaki Zaman	:Belirli bir iş görevinin tamamlanmasına yönelik olarak kullanılmayan ve işyeri dışında geçen zamandır.
Faydasız Zaman	:Çalışanın işten uzak kaldığı ve işyeri dışında olduğu zamandır (örneğin; izinli haldeyken geçen zaman).
İşe Geliş-Gidiş Zamanı	:Çalışanın çalışma süresinden önce ve sonra iş yerine gidip geldiği zamandır.
İşyeri Zamanı	:Bir sistemin veya iş görevlerinin yerine getirildiği, işyerindeki zamanıdır.
Çalışılmayan Zaman	:İş yerinde, iş görevine yönelik hiçbir çalışmanın gerçekleştirilmediği halde geçen süredir.
Boş Bekleme Zamanı	:İş görevinin tamamlanmasıyla doğrudan veya dolaylı bağlantısı olmayan, işte bir kesinti olarak kabul edilen süredir. Örneğin kötü hava koşullarından dolayı veya ziyaretçilerden ya da kazalardan dolayı bekleme süresidir.
İşe Ait Gecikme Zamanı	:İş organizasyonundan veya raaç rotasyonundan kaynaklı yani işle ilgili gecikme/bekleme zamanıdır.

Yemek Zamanı	:Çalışanların ana ve ara yemek öğünleri için tükettikleri süredir.
Kişisel (Dinlenme) Zaman	:Çalışanların dinlenmesi (mola vermesi) ve kişisel ihtiyaçları için tüketilen zamandır.
Zorunlu Bekleme Zamanı	:Üretim sistemi içinde gerekli olan bir işlemin kesintiye uğraması nedeniyle hiçbir iş görevinin gerçekleşmediği zamandır. Örn.; bölmede kesilecek damgalı ağaç kalmaması gibi.
Çalışma Zamanı	:Belirli bir iş görevinin tamamlaması için doğrudan veya dolaylı olarak tüketilen zamandır.
Verimli Çalışma Zamanı	:Belirli bir iş görevinin tamamlanmasına doğrudan katkıda bulunmak için harcanan (çoğunlukla minimum) zamandır. Genellikle döngüsel bir temelde gerçekleşir (Doğrudan çalışma süresi de denilebilir).
Ana Faaliyet Zamanı	:İş görevi tanımı kapsamında, iş nesnesini biçim, konum veya durum açısından değiştirmek için kullanılan süredir. İş görevine ilişkin ana, temel faaliyettir. Örneğin tomruk kabuğunun soyulması içi harcanan süre.
Yan Faaliyet Zamanı	:İş nesnesini biçim, konum veya durum açısından değiştirmeyen, ancak iş görevini (ana faaliyeti) tamamlamak için gereken ve çalışma döngüsünün ayrılmaz bir parçası zamandır. Örneğin, tomruk kabuğunu soyarken tomruğun çevrilme süresi.
Ek Faaliyet Zamanı	:İş görevinin tamamlanmasına doğrudan katkıda bulunmayan, ancak onu desteklemek için gerçekleştirilen ek (destekleyici) faaliyetler için tüketilen zamandır (Dolaylı çalışma süresi de denilebilir).
Hazırlık Zamanı	:Tek bir iş görevi için ilgili alanda makineleri ve iş yeri koşullarını hazırlamak için kullanılan süredir.
Yer Değiştirme Zamanı	:İş yerinde makinelerin, çalışanların ve malzemenin bir alandan diğerine taşınması için geçen süredir.
Planlama Zamanı	:İş yerinde iş görevlerinin yerine getirilmesi için yapılan planlamalara harcanan süredir.
Operasyon Hazırlık Süresi	:İş yerinde iş sisteminin çalışmaya devam etmesini sağlamak için yapılan hazırlık süresidir. Örneğin; motorlu testere değiştirildiğinde yeni aracın kullanıma hazır hale getirilmesi için harcanan süredir.
İş/Durum Değişim Zamanı	:İş görevi veya görevin gerçekleştirilmesindeki yer ve yöntem değiştirildiğinde, yeni tekniği/yöntemi veya görevi çalışır hale getirmek (kurmak) ve/veya görev bitince sonlandırmak için harcanan süredir.
Kurulum Zamanı	:Yeni bir alanda ya da yeni bir iş görevi için iş sisteminin yeniden kurulması için harcanan süredir. Örneğin, yeri değiştirilen havai hattın kurulması için gerekli olan süredir.
Sökme Zamanı	:Kurulu bir iş sistemini başka bir yere taşımak için mevcut yerinden kaldırılması/sökülmesi için harcanan süredir.
Servis Zamanı	:İş sisteminde makine ve/veya araç gerecin sürdürülebilir şekilde çalıştırılmasını (bakım/onarım ve ikmalini) sağlamak için yapılan faaliyetlere harcanan süredir.

Tamir Zamanı	:İş sisteminde esas olarak döngüsel olmayan kesintilere neden olan makine, araç ve gereç arızalarının giderilmesi, parça tedariki veya bir tesisin yapılmasının beklenmesi ya da onarım için bir parçanın bir yere götürülmesi-getirilmesi ve değiştirilmesi için tüketilen süredir.
Bakım Zamanı	:İş sisteminde esas olarak döngüsel kesintiler şeklinde meydana gelen alet ve makinelerin ardışık bozulmasını telafi etmek için harcanan süredir. Örneğin; gresleme, yağ değişimi, yıkama, testere bileme gibi.
Yakıt İkmal Zamanı	:Makinelerin yakıt ve yağlarının doldurulması veya doldurma işlemi yapmak için araçların bir yere götürülüp getirilmesi için harcanan süredir.
Yardımcı Çalışma Zamanı	:İş sisteminde işin devam etmesini sağlayan yardımcı iş fonksiyonlarını yerine getirmek için kullanılan süredir. Başka bir makineye veya işçiye yardım etmek, sürütme yolundaki trafiği aksatan engelleri kaldırmak gibi.

4. Değerlendirme

Ormancılık bilimleri ve uygulamaları kapsamında işlerin nasıl yapılmakta olduğu ve de nasıl yapılması gerektiği sorularına verimlilik ve ücretlendirme başta olmak üzere çeşitli amaçlarla yanıtlar bulmak için iş etütleri (metot ve zaman etütleri) yapılagelmektedir (Berkel, 1976; Yıldırım, 1989; Üçüncü & Acar, 2020). Zaman etütlerinde, zaman ölçümünün hassasiyeti; metod etüdü yardımıyla, iş sisteminin bileşenlerinin tanımlanmasına ve özellikle iş akışı analizinin yapılmış olmasına bağlıdır. Böylelikle iş görevinin, iş aşamalarının, iş çevrimlerin, iş dilimlerinin ve gerekliyse iş öğelerinin belirlenmesi, sınırlandırılması ve ayırt edilmesi mümkün olabilir. Zaman ölçümlerinde; fiili çalışma sürelerinin, duraksamaların, ek faaliyet sürelerinin, planlı veya plansız ara verme sürelerinin hassas şekilde ölçülmesi, özellikle ücretlendirmeler ve iş planına bağlı kaynak tahsisleri için verimli ve de standart çalışma sürelerinin belirlenmesi açısından çok önemlidir (REFA, 1988; MPM, 1997).

Zaman etüdünün başarısı ve etkililiği, elde edilecek zaman girdisi verisinin hassasiyetine bağlı olduğundan gözlem birimi (seviyesi, düzeyi, ölçeği), etüt başlangıcında etüt amaçlarına bağlı olarak isabetli şekilde belirlenmiş olmalıdır. Zaman ölçümünün alan (plot saha büyüklüğü) ölçeğinde yapılması; incelenen iş sisteminin veya iş akışının toplam süresi konusunda yalnızca kaba bilgi

verebilir. Ancak bazı hesaplamalar için pratik ve genelleştirilebilir veri elde edildiği söylenebilir. Örneğin; 1 ha büyüklüğündeki (Kızılçam ağaç türünde) meşcerede tıraşlama kesimi için gerekli ortalama süreyi, alan ölçekli gözlemlerden elde edilen bulgularla (elbette etkili faktörlerin göz önünde tutulmasıyla) kabaca kestirmek mümkün olabilir. Başka bir örnek olarak; tıraşlama vaziyeti ile gençleştirilmiş bir meşceredeki (bölmeçikteki) hasat artıklarının tamamıyla toplanması için tüketilen süre ölçülecekse, çözünürlüğü düşük olan alan (plot düzeyli) ölçekli gözlem birimi kullanılabilir (7,32 saat/ha gibi bir bulguya erişilebilir).

Eğer belirli büyüklükteki bir meşcerede, etüt periyodu boyunca, çalışma süresi (mesai), elde edilen ürün miktarı, fiili çalışmaya ayrılan süre, duraksamalar vb. gözlemlenip ölçülüyorsa, vardiya ölçekli gözlem seviyesi ile zaman girdilerinin elde edilmesi mümkün olabilir (380 m³ etanın hasat edilmesi için tüketilen süre 14,6 saat gibi). Aynı şekilde, bir depo ya da fabrikadaki tomruk nakliyat kamyonunun boş olarak orman sahasına gidip dolu olarak geri dönmesi için harcanan toplam sefer süresinin ölçümü de bu seviyedeki zaman girdisi ile gerçekleştirilebilir. Böylelikle vardiya ölçekli sefer, uzaklık, yük miktarı (m³ veya ton), yol kalitesi vb. başına ortalama çalışma zamanlarını ölçmek mümkün olabilir.

Vardiya ölçekli gözlem seviyesinden elde edilen veri-bilgi; gereksiz faaliyetlerden kurtulma ve gerekli faaliyetlerin düzenlenerek verimin artırılmasına yönelik strateji ve taktiklerin üretilmesini destekleyemeyebilir. Bu nedenle, çevrim ölçekli veya iş dilimi ölçekli gözlem birimlerini tercih etmek gerekir. Örneğin, damgalanmış dikili ağaçların motorlu testereyle hasadı (kesilip işlenmesi; kesme-devirme, dal alma, tomruklama, kabuk soyma, vb.) için gereken sürenin belirlenmesi gerektiğinde; her bir ağacın hasat süresinin ölçülmesi için çevrim ölçekli gözlem birimi kullanılabilir (28 dakika/ağaç gibi). Böylelikle, ağaç başına tüketilen süre veya elde edilen yuvarlak odun hacmi (çap-boy cinsinden) veya ürün adedine ilişkin zaman girdisi elde etmek mümkün olur. Ancak bu seviyedeki zaman girdileri değerlendirilerek iş verimi iyileştirilmek istendiğinde hangi faaliyetin çalışma süresini uzattığı, planlı veya plansız beklemlerin sürelerinin uzunluğu, vb. gibi çalışma süresini

etkileyen eylemleri tespit etmek zor olabilir.

İş veriminin hesaplanması, ortalama çalışma zamanlarının ve birim/standart zamanların tespiti vb. gibi iş ödevi bileşenlerinin gerçekleşme zamanları hakkında detay bilgiye ihtiyaç duyulduğunda iş dilimi ölçekli gözlem birimi kullanılmalıdır. Örneğin; dikili ağaçların hasat edilmesi sürecinde kesme, dal alma, tomruklama ve kabuk soyma iş dilimleri oluşturulup her birisinin süreleri ölçülerek ana ve yan faaliyet, ek faaliyet, beklemler, vb. zaman girdilerine ait veri elde edilebilir. Bir ağacın kesilmesine veya 1 m³ yuvarlak odunun elde edilmesine ilişkin hasat süresini oluşturan zaman bileşenleri ve bunların toplam zaman içindeki oranları görülebilir.

Ancak iş akışı, iş dilimlerine ayrılrsa da bazen iş dilimlerinin ölçülebilir ve işlevsel nitelikte iş ögelerine (elemanlarına) ayrılması da mümkün olabilir. Bu durumda da iş elementi (elemental) ölçekli gözlem birimi oluşturulmalıdır. Zaman zaman iş dilimi ölçekli ve iş ögesi ölçekli gözlem birimleri iç içe geçmiş olabilir ve aynı adlarla anılabilir. İş ögesi (elemental) gözlem biriminde, iş ödevine ait faaliyetin/eylemin artık daha fazla bölünmesi veya ölçülebilir nitelikte sürelerle sahip olması mümkün olmayabilir.

Öte yandan bir iş döngüsünü işlevsel adımlara bölerken çok fazla zaman ögesi üretme cazibesine direnmek önemli bir husustur. Çünkü bu, kayıt doğruluğunu azaltabilir, hata olasılığını artırabilir ve başkaları tarafından deney tekrarını zorlaştırabilir. Zaman etüdünün amacını ve farklı bağımsız değişkenlerden, farklı şekilde etkilenen ve/veya farklı iyileştirme önlemleri gerektiren süreç adımlarının (iş dilimlerinin) ayrılması olan temel parçalanmanın ana hedefini hatırlamak önemlidir. İş akışını, aynı değişkenlerden ve/veya iyileştirme önlemlerinden benzer şekilde etkilenen daha fazla ögeye ayırmak, hiçbir pratik fayda sağlamayabilir (Magagnotti & Spinelli, 2012). Zaman ölçümünde etütçüden, ölçme aracından ve zaman ölçme yönteminden kaynaklanan hatalar (Harstela, 1991) yanında; gözlem seviyesinin, zaman girdilerinin ve ölçme noktalarının belirginleştirilememesinden kaynaklanan hatalar da olabilir. İş akış dilimlerinin gözlemlenen sürelerine ait hatalı veriler, zamanın kıymetlendirilmesinde hatalı sonuçlara neden olabilir (Eker

& Kurt, 2019). Bu nedenle zaman ölçümünde teknik ve kaba hataların azaltılması için verilerin doğru şekilde kaydedilebileceği etüt altıklarının elde edilmesi amacıyla gözlem biriminin, zaman türlerinin ve ölçme noktalarının önceden tanımlanması gereklidir. Pehkonen (1978), ölçme noktalarını gözlemlene olanağını ve ölçülecek iş dilimi zamanının uzunluğunu; zaman etütlerinde ölçüm doğruluğunu etkileyen en önemli faktörler arasında saymıştır.

İş akışının çevrimlere, iş dilimlerine ve iş öğelerine ayrılarak zamanlarının ölçülüp kaydedilmesi, zaman etüdünün amacına bağlı olduğu kadar gözlemlenen işteki eylemlerin sürelerine de bağlıdır. 2-3 saniyeden daha kısa sürede gerçekleşen eylemler için (temel ve yan faaliyetler) iş ögesi veya iş dilimi tanımlamak zaman ölçümünde başarısızlığa neden olabilir. Örneğin, manuel kronometre ile ölçülebilen en kısa iş dilimi süresinin 2 saniye olduğu (Nuutinen & ark., 2008) ve ayrıca etütçünün 2 saatten uzun süre manuel zaman ölçümü yapmasının hatalara neden olduğu bilinmektedir (Pehkonen, 1978). Kronometretaj yöntemiyle Türkiye’ de ormancılık operasyonları alanında yapılan etütlerde, en kısa süreli iş dilimi süresinin 3 saniye olduğuna rastlanmıştır (Acar, 1990; Öztürk, 1996; Varol, 1997; Sert, 2014). Bu nedenle gözlem biriminin (pilot, mesai, döngü, iş dilimi, elemental ölçekli) uzunluğu ve gözlemlenen zaman girdilerinin (temel zaman, iş yeri zamanı, vb.) türü zaman ölçümüyle elde edilen verinin hassasiyeti üzerinde etkilidir. Bu konudaki belirsizlikleri ve hata paylarını azaltmak için doğrudan gözlem metodlarında otomatik ve/veya dijital veri kaydedicilerin kullanılması (Eker & Kurt, 2019; Durgun, Çoban & Eker, 2022) önemli avantajlar sağlayabilir. Dolaylı gözlem teknikleri (video kaydediciler yardımıyla tüm iş yeri zamanının kaydedilmesiyle) ile çevrim, iş dilimi ve iş ögesi ölçeğinde faaliyet sürelerini ölçmek ve değerlendirmek daha da kolaylaşabilir. Hareket analizleri yapan bilgisayar yazılımlarıyla çok kısa süreli iş öğelerini ayırt etmek, tanımlamak ve sürelerini ölçerek değerlendirmek ise özellikle manuel ve motor-manuel işlere yönelik zaman etütleri ve ölçümlerinde oldukça elverişli sonuçlar verebilir.

Bununla birlikte, iş veriminin artırılmasına, çalışma süresinin iyileştirilmesine (gereksiz bekleme ve ara vermelerin

(kayıp sürelerin) bertaraf edilmesine veya kısaltılmasına) ve birim ve/veya standart çalışma zamanının tespit edilmesine yönelik detaylı çalışmalarda elemental gözlem birimi kullanılabilir. Örneğin; tomruk kabuklarının soyulması iş dilimi esas alındığında; hazırlık, kabuk soyma (ana/temel) faaliyeti ve tomruğun kendi eksen etrafında çevrilmesi (yan) faaliyeti, soyma iş dilimine ait iş öğelerini oluşturabilir (Eker & Şefik, 2019). Bu gözlem düzeyinde de ana faaliyet, yan faaliyet, ek faaliyet ve ara verme (planlı-plansız; düzenli-düzensiz) zamanlarını ölçmek mümkün olabilir. Böylelikle hangi iş öğesinin verimli çalışma süresini uzattığı veya hangi gereksiz eylemlerin gecikmelere neden olduğu rahatça anlaşılabilir. Yapılan iş, anlamlı ve/veya ölçülebilir (başlangıç ve bitiş anı görülebilir; ölçme noktaları algılanabilir seviyede) parçalara ayrılabilirse iş diliminin iş öğelerine ayrılması ve elemental ölçekli gözlem aralığının tercih edilmesi mümkün olur. Bu noktada da faaliyetin başlangıç ve bitiş anının belirlemeye yönelik ölçme noktalarının (Tablo 1’ de bir örnek gösterilmiştir) doğru şekilde ayırt edilmiş olması önem kazanır.

Tablo 1. İş akışına göre iş bölümlerinin gösterim örneği

Süreç Adı	Çevrim Adı	Alt Süreç Adı	İş Dilimi Adı	İş Öğesi Adı	Ölçme Noktası	
					Başlangıç	Bitiş
Odanı Hammaddesi Üretimi	1. Ağaç	Kesim	Kesme-Devirme	Kesilecek ağacın aranması/yürütme	İşyerine gelinip iş için kullanılacak motorlu testere, vb. malzemenin ele alınıp kesim için orman içinde ilerlemeye başlaması ile başlar	Kesilecek ağacın bulunup ağacın yanına varıldığı ve/veya operatörün devirme yönü vb. hazırlıklara başlayacağı anda biter
				Hazırlık		
				Kesme		
				Devirme		
				Dip Düzeltme		
				Dal-Uç Alma		
				Ölçme-İşaretleme		
			Tomruklama/Boylama			

Gözlem birimi hangi ölçekte olursa olsun işin yapılmasını sağlayan ana faaliyete (ve yan faaliyete) ait zaman girdisinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi, zaman etüdünün temel verisini oluşturur. Zaman etüdündeki amaç, işe ait hangi zaman girdilerinin ölçülmesi gerektiğini dikte eder. Tomruk kabuğunun motorlu testereyle soyulması örneğinde olduğu gibi; yalnızca motorlu testerenin fiilen etkili çalışma süresi belirlenmeye çalışılıyorsa motorlu testerenin tomruğa temas halinde olduğu ana (temel) faaliyet zamanı ölçülür. Eğer bu işe ait verim veya verimli çalışma zamanı belirlenmeye çalışılıyorsa, ana faaliyet zamanı ile tomruğun diğer kısmının kabuğunun soyulması için gerekli olan çevirme (yan

faaliyet) zamanı da ölçülmelidir. Eğer tomruk başına soyma süresi, genelleştirilmek isteniyorsa ya da standart bir süreye çevrilmeye çalışılıyorsa bu kez de kabuk soyma için harcanan hazırlık süresi, yakıt ikmal süresi, bakım süresi, mola süresi, arızaların giderilmesine ayrılan süre, vb. ölçülmesi gereklidir.

Bu konudaki bilimsel ve uygulama odaklı çalışmalar için henüz etüt öncesinde hangi zaman girdilerinin ölçülmesi gerektiği hususunda yol gösterici olması açısından Şekil 1’ de, örnek bir şema verilmiştir. Bu şema içeriğinin (ormancılık özelinde) bazı kaynaklarda (NSR, 1978; Yıldırım, 1989; IUFRO, 1995; Magagnotti & Spinelli, 2012) farklı şekilde tasarlandığı ve de iş akış türlerini ve zaman çeşitlerini de farklı şeklide tasnif ettiği görülmektedir. Örneğin; Yıldırım (1989), “Ormancılıkta İş Etüdü”, “İş Etüdü ve Planlaması” ve Ormancılık İş Bilgisi” adlı eserlerinde, insan çalışma zamanının; faaliyet (ana + yan + ek faaliyet) zamanı, faaliyete ara verme zamanı (akış gereği ara verme + arıza gereği ara verme + dinlenme ve kişisel nedenlerle ara verme) ve değerlendirilemeyen faaliyetlerden oluştuğunu belirtmiştir. Bu kaynaklarda, Yıldırım (1989), ana faaliyet ve yan faaliyet zamanlarının toplamının “faaliyet zamanını” oluşturduğunu; bu faaliyet zamanına bekleme (ara verme; akış gereği ara verme, arıza nedeniyle ara verme) zamanlarının eklenmesiyle de “temel zamanının” elde edilebileceğini göstermiştir. Ayrıca ana faaliyet, yan faaliyet ve faaliyete akış gereği ara verme zamanları toplamı da “saf iş zamanı” olarak nitelendirilmiştir. Temel zamana dinlenme zamanı (mola, yemek araları, vb.) ve dağılım zamanının (ek faaliyet zamanı, kişisel ve/veya nesnel nedenlerle faaliyete ara verme zamanı) eklenmesiyle de “birim zamanın” hesaplanabileceğini bildirmiştir. Bu yönüyle zaman çeşitlerinin hem insan hem de insan+makine faaliyetleri için daha anlaşılabilir şekilde özetlendiği görülmektedir.

Zaman etütlerinin ormancılık sektöründeki öneminin en belirgin göstergesi olarak odun hammaddesi üretim işlerine ilişkin mevzuat bileşeni olan 288 sayılı (OGM, 1996) ve 310 sayılı (OGM, 2019) tebliğler gösterilebilir. Yürürlükten kaldırılan 288 sayılı tebliğde, birim fiyatın hesaplanabilmesi için standart çalışma zamanları belirlenmiştir. Bunun için normal zaman ve toplam

paylardan yararlanılmıştır. “Normal zaman”; azaltılması mümkün olmayan gerçek çalışma zamanı veya en düşük (sürelî) çalışma zamanı olarak tarif edilmiştir. Bu yönüyle normal zaman, faaliyet zamanı veya verimli çalışma zamanı olarak da algılanabilir. “Toplam paylar” ise; araç gerecin ikmali, işlemleri tamamlanan bir iş objesinden diğerine yürüme vb. eylemlerde harcanan kayıp zaman ile kişisel ihtiyaçları gidermek ve dinlenmek için kullanılan zamanın toplamı olarak tanımlanmıştır. Bu şekildeki tarifler, uluslararası literatürde karşılaşılan zaman türlerinden teorik olarak farklılık göstermese de uygulamada etütçünün ve zaman değerlerini kullananların kavraması açısından belirgin bir anlaşılabilirlik sunmaktadır. Nitekim yürürlükteki 310 Sayılı Oduna Dayalı Orman Ürünlerinin Üretimine İlişkin Tebliğ’de de; birim fiyatların hesaplanması için “birim zaman” (288 sayılı tebliğe göre standart zaman) kavramından bahsedilmiştir. Birim zamanların; verimli çalışma zamanı, faaliyeti destekleyici zaman, dağılım zamanı ve bekleme (gecikme, kayıp) zamanlarının toplamından oluştuğu anlaşılmaktadır (Şafak & ark., 2019). Bu haliyle de tebliğdeki birim zaman, yukarıda yer alan literatürdeki temel zaman bileşenleri ile uyumludur.

Zaman etüdüyle elde edilecek zaman girdileri, bir işin yapılış süresi konusunda ortalama, birim veya standart zamanı belirlemek için kullanılacağında; işin normal koşullardaki gerçekleşme süresi ve işin birim miktarı (örneğin; 1 m³ odun hasadı) esas alınmaktadır. Bu durumda, parça başına iş miktarı, birim iş miktarına eşit olmayabilir. Örneğin; 1 m³ yuvarlak (endüstriyel) odun elde etmek için 1 ve 2 ağaçtan birkaç adet tomruğun işlenmesi sözkonusu olur (çünkü 1m³ e karşılık gelecek tek bir gövdeye rastlamak mümkün olmayabilir). Dolayısıyla her bir ağaç gövdesinin işlenmesi bir iş çevriminin ya da iş çevrimi içinde de tomruk başına iş dilimlerinin zamanlarının etüt edilmesi gerekeceğinden hazırlık, geçiş, bekleme, ikmal, dinlenme vb. toplam payların dikkate alınması gerekir. Kısacası, iş akışı sırasında planlı (düzenli) veya plansız (düzensiz) şekilde gerçekleşen gecikme sürelerinin (ara verme süresinin, kayıp sürenin, duraksama süresinin, bekleme süresinin) de ölçülmesi gerekmektedir (REFA, 2003). İş akışında, iş görevinin özünü

oluşturan ana ve yan faaliyet ile işe akış gereği ara verme, planlı eylemlerdir. Ek faaliyetler (motorlu testereye benzin veya yağ koyma, kıyafet değiştirme, baltayı bileme, vb.), arıza gereği işe ara verme, dinlenme, kişisel ihtiyaçları gidermeye yönelik ara verme ve değerlendirilemeyen faaliyetler (kaçınılması mümkün olan eylemlerden; etrafa bakınma, iş objesini arama vb. gibi) için ara verme, plansız (ve düzensiz) eylemlerdir (Yıldırım, 1989).

Gecikmeler (ara vermeler), iş sürecinin kesintiye uğramasıdır ve genellikle kökenlerine bağlı olarak üç ana kategoriye ayrılır. 1) Mekanik gecikmeler; iş görevini yerine getirmek için kullanılan makinenin bakımını yapma veya onarma ihtiyacından kaynaklanır. 2) Kişisel gecikmeler; operatöre/işçiye bağlı olarak ortaya çıkan kesintilerdir ve dinlenme molalarını da içerir. 3) Operasyonel gecikmeler; iş akışı gereği ürüne yönelik hammaddenin veya kullanılan araç gereç arasındaki koordinasyonsuzluktan kaynaklanan beklemeledir. Örneğin, aynı yolda aşırı makine yoğunluğuna bağlı oluşan trafikten dolayı bekleme veya iş planlaması ve saha keşfi gibi organizasyonel nedenlerle işin kesintiye uğraması gibi. Bir diğer gecikme/bekleme türü ise; yapılan işin kendisinden kaynaklanan iş döngüsü kesintileriyle ilgili olan gecikmelerdir. Kaçınılabılır ve kaçınılamaz gecikmeleri ayırt etmek, etütçüye öznel bir yargılama-değerlendirme yapmasını gerektirir. Gecikmelerle ilgili temel sorun, düzensiz meydana gelmelerinden kaynaklanan büyük değişkenlikleridir. Gecikme süresinin (veya gecikmeleri içeren genel sürenin) güvenilir bir şekilde tahmini için çok sayıda tekrarlama ve karşılaştırılabilir derecede uzun bir gözlem süresi gerekmektedir. Bu nedenle, bu sorunu aşmak için iki ana çözüm önerilebilmektedir: 1) çalışmaya yalnızca maksimum süre sınırına (örneğin 10 veya 15 dakika) giren gecikme olaylarını dahil etmek; 2) gecikmeleri veri kaydından hariç tutmak ve verimli çalışma zamanına uygulanan belirli gecikme katsayıları aracılığıyla gecikme süresini hesaba katmaktır. İlk strateji, gecikmelerin sıklığını hafife alma eğilimindedir. İkinci strateji, gecikme süresinin uzun vadeli sıklığını (gecikme katsayısı) çıkarmak için işlemin uzun vadeli bir takip çalışmasını yürütmeye veya çok sayıda ayrıntılı zaman analiz çalışmasını daha büyük bir veri havuzunda

birleştirmeye dayanır. Bu oran ayrıca, işyerindeki toplam çalışma süresinin değil verimli çalışma süresinin yüzdesi olarak ifade edilmelidir (Magagnotti & Spinelli, 2012). Örneğin, standart sürenin belirlenmesi sırasında gecikme sürelerinin hesaba katılabilmesi için verimli çalışma zamanının yüzdelik bir pay olarak eklenmesi gibi. Ormancılıkta odun hammaddesi üretim süreçlerine yönelik yapılan birçok çalışmada genellikle yalnızca verimlilik ölçümü veya tahmini esas alınmaktadır. Ancak hangi zaman türünün ölçüldüğü ve verimlilik değerlendirmesinde hangi zaman periyodunun dikkate alındığı çoğunlukla belirtilmemektedir.

5. Sonuç

Zaman etütlerinde, hangi zamanların hangi aralıkta ölçüleceği, değerlendirmeye hangi zamanların katılacağı, verimli ya da planlanmış zaman sonuçlarından hangilerinin kullanılabilir olduğu, birim ya da standart zaman bulunacağına hangi zaman bileşenlerinin ölçüleceğine dikkat edilmesi gerekmektedir. İş planlarının yapılması, ücretlendirmeler ve performans değerlendirmeleri ile iş becerilerindeki ve teknolojideki değişimlere bağlı olarak zaman etütleri yapılmak istendiğinde; zaman girdilerine ait verinin amaçlar doğrultusunda, belirlenmiş süre ve hassasiyette elde edilebilmesi için gözlem ölçeklerine, zaman türlerine ve ölçme noktalarına isabetli şekilde karar verilmeli, ön etütlerle bunlar tanımlanmalı ve etüt düzeni buna göre kurulmalıdır. Ayrıca, zaman etütlerinde, iş verimini etkileyen ve çalışma zamanını uzatan ya da aksatan faktörler değerlendirileceğinde de zaman girdileri detaylı gözlem ve analizlerle belirlenmelidir. Bu amaçla da, zaman etüdü başlangıcında, varsa daha önceden kullanılmış ve tescillenmiş zaman etüt formları kullanılarak ölçülen/gözlemlenen zaman girdilerinin kaydı ve analizi yapılabilir. Yeni iş sistemleri veya yeni teknolojilere yönelik zaman etütlerinde ise;

- Metot etüdü kapsamında iş akışının gözlemlenip analiz edilmesi ve buna göre gözlem birimi/düzeylerinin ayarlanması gereklidir.
- Gözlem düzeyi ne olursa olsun, iş ödevi için gerçekleşen

faaliyete ait eylemlerin (ana faaliyet ve yan faaliyet), ek faaliyetlerin, beklemlerin/ara vermelerin, vb. süreleri ölçülmelidir. Böylelikle zaman girdilerine bağlı her türlü tahminin tutarlılık derecesi artacaktır. Özellikle verimlilik tayininde; temel sürelere ilişkin verimlilik ile planlanan verimlilik arasında farklılıkları anlamak ve değerlendirmek kolaylaşacaktır. Ortalama zaman, birim zaman ve standart zaman gibi ücretlendirmeye esas oluşturan çalışma zamanı tahminlerinde, bu tutarlılık daha belirgin avantajlar sunacaktır.

Kaynakça

Acar, H.H. (1990). *Artvin yöresinde bölmeden çıkarma açısından uzun mesafeli vinçli hava hatları ile orman yolları alternatiflerinin kıyaslanması*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Ackerman, P., Gleasure, E., Ackerman, S. & Shuttleworth, B. (2014). Standards for time studies for the South African forest industry. (28/11/2024 tarihinde <http://www.forestproductivity.co.za/> adresinden ulaşılmıştır).

Aksuoğlu, S. & Yıldız, A. (2022). İşgören verimliliğinin zaman etüdüyle ölçümünde REFA uygulaması: Bir kamu kurumu örneği. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 14 (1), 370-388.

Alkan, H. (2000). Eğirdir orman fidanlığında fidan maliyet analizleri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 1 (1), 1-20.

Alkan, H. (2001). İşletme başarısında maliyet yönetiminin rolü ve maliyet yönetimindeki yeni yaklaşımlar (Ormancılık açısından bir değerlendirme). *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 2(1):177-192.

Berkel, A. (1976). *Ormancılık İş Bilgisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No: 220. İstanbul.

Bezen, A. (2007). *İş etüdü teknikleri ile kalite ve müşteri memnuniyeti ilişkisi, ambalaj sektöründe bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

Björheden, R. (1991). Basic time concepts for international comparisons of time study reports. *Journal of Forest Engineering* 2(2): 33–39.

Durgun, H., Çoban, H. O., & Eker, M. (2022). İnsansız hava aracıyla elde edilen hava fotoğraflarından kızılçam ağaçlarının çap ve boylarının ölçümü ve gövde hacminin tahmini. *Turkish Journal of Forestry*, 23(4), 255-267.

Eker, M. & Kurt, Y. (2019). Ormancılık işlerine yönelik bir

zaman ölçme ve kaydetme aracının geliştirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 20(3): 157-167.

Eker, M. & Şefik, M. (2019). Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının (motosoyar) geliştirilmesi ve denenmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 20(4): 411–420.

Eker, M., Cilan, S., Natascia, M. & Durgun, H. (2024a). An Assessment on the Methods of Unit Price Calculation Procedure for Wood Harvesting. *5th International Symposium of Forest Engineering and Technologies*, 16-18 Eylül, Lüblıyana, 216-227.

Eker, M., Spinelli, R. & Durgun, H. (2024b). Stump Harvesting Operations: Examples from the Mediterranean Region. *5th International Symposium of Forest Engineering and Technologies*, 16-18 Eylül, Lüblıyana, 194-203.

Harstela, P. (1991). Work studies in forestry. *Silva Carelica*, 18:41.

ILO (1981). *Introduction to work study*. International Labour Office, Geneva, Switzerland.

IUFRO (1995). *Forest work study nomenclature*. International Union of Forestry Research Organisations, Vienna, Austria. 16 p.

Kanawaty, G. (1992). *Introduction to Work Study* (4th Edn.), International Labour Organisation. Geneva.

Kanawaty, G. (2004). *İş Etüdü*. MPM Yayınları, No:29, Ankara.

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.

Morrow, R. L. (1946). *Time Study and Motion Economy; with Procedures for Method Improvement*. The Ronald Press, New York, New York, U.S.A.

MPM (1991). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi, Ölçme ve*

Değerlendirme Modelleri. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No: 435, Ankara.

MPM (1997). *İş Etüdü*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No:29, Ankara.

NSR (1978). *Forest work study nomenclature*. Nordic Forest Work Study Council, Ås. (130 p.).

Nuutinen, Y., Väätäinen, K., Heinonen, J., Asikainen, A. & Röser, D., 2008. The accuracy of manually recorded time study data for harvester operation shown via simulator screen. *Silva Fennica*, 42(1): 63–72.

OGM (1996). Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Sayılı Tebliğ, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

OGM (2019). Oduna Dayalı Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 310 Sayılı Tebliğ. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Öztürk. T. (1996). *Artvin Bölgesinde Vinçli Hava Harlarından Yararlanma İmkanları*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Pehkonen, A. (1978). Accuracy of timing in some time study methods. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*, 50(1), 66.

Pulkki R. E. (1999). *Forest Harvesting. On the procurement of wood with emphasis on boreal and South African Ground Based Harvesting Handbook 43 great lakes St. Lawrence forest regions*. Lakehead University. Lecture material. Thunderbay.

REFA (1988). *İş Etüdü Yöntem Bilgisi: İş Etüdünün Temelleri*. MPM Yayınları, No: 544, Ankara.

REFA, 2003. Süreç Verileri Yönetimi. Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (MESS), Yayın No:453, BZD Yayın ve İletişim Hizmetleri, İstanbul.

Rickards, J., Skaar, R., Haberle, S., Apel, K., Bjorheden, R. & Thompson, M. J. (1995). *Forest Work Study Nomenclature*. Swedish University of Agricultural Science. Garpenberg, Sweden,

(16p.).

Sert, M. (2014). *Dağlık arazilerde bölmeden çıkarma çalışmalarında kullanılan mobil vinç sisteminin verim ve ekolojik açılardan değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Sylvester, L.A. (1950). *The handbook of advanced time-motion study*. Funk & Wagnalls Co in association with Modern Industry Magazine, New York.

Şafak, İ., Eker, M., Erdem, M., Turan, İ. (2019). İbrelili tomrukların traktörle kablo çekimi ile bölmeden çıkarılmasında birim zaman analizi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 6 (1), 47-58.

Üçüncü, K. & Acar, H.H. (2020). *Ergonomi*. Nobel Akademik Yayıncılık, İstanbul.

Üçüncü, K. (2005). *Ergonomi ve İş Etüdü*. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Ders Notları, No:77, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.

Varol, T. (1997). *Batı Karadeniz Bölgesi orman nakliyatında yükleme, boşaltma ve istifleme işlerinin zaman, verim ve masraf yönünden incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak

Yıldırım, M. (1989). *Ormancılık İş Bilgisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.