

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ODUN HAMMADDESİ ÜRETİM OPERASYONLARINDA
KULLANILAN TEKNOLOJİNİN ENERJİ TÜKETİMİ, EMİSYON VE
GÜRÜLTÜ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Yunus Emre ÖNAL

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet EKER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2013**

© 2013 [Yunus Emre ÖNAL]

TEZ ONAYI

Yunus Emre ÖNAL tarafından hazırlanan "**Odun Hammaddesi Üretim Operasyonlarında Kullanılan Teknolojinin Enerji Tüketimi, Emisyon ve Gürültü Etkilerinin İncelenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç. Dr. Mehmet EKER
Süleyman Demirel Üniversitesi





Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hasan ALKAN
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. H.Oğuz ÇOBAN
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Yunus Emre ÖNAL

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|-------|
| İÇİNDEKİLER..... | i |
| ÖZET | iii |
| ABSTRACT | iv |
| TEŞEKKÜR..... | v |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | x |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ..... | 4 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 31 |
| 3.1. Materyal..... | 31 |
| 3.1.1. Çalışma alanı | 31 |
| 3.1.2. Odun hammaddesi üretim işleri | 34 |
| 3.1.3. Odun hammaddesi üretiminde kullanılan işgücü ve araçlar | 36 |
| 3.1.4. Kullanılan araç ve gereçler | 42 |
| 3.1.4.1. İş etüt karneleri | 42 |
| 3.1.4.2. Gürültü ölçer | 44 |
| 3.1.4.3. Enerji ölçer | 45 |
| 3.1.4.4. Diğer araç ve gereçler..... | 47 |
| 3.2. Yöntem | 48 |
| 3.2.1. Araştırma alanının sınırlandırılması..... | 48 |
| 3.2.2. Araştırma konusu ve kapsamının sınırlandırılması..... | 48 |
| 3.2.3. Araştırmanın zaman açısından sınırlandırılması | 49 |
| 3.2.4. Çalışmanın planlanması ve yürütülmesi..... | 50 |
| 3.2.5. Literatür analizi | 51 |
| 3.2.6. Veri toplama..... | 52 |
| 3.2.6.1. Odun hammaddesi üretim sürecinde iş etüdü | 52 |
| 3.2.6.2. Odun hammaddesi üretim sürecinde zaman etüdü | 54 |
| 3.2.6.2.1. Kesim sürecine ilişkin zaman etüdü | 55 |
| 3.2.6.2.2. Bölmeden çıkarma süreci | 59 |
| 3.2.6.2.3. Yükleme | 67 |
| 3.2.6.2.4. Taşıma | 68 |
| 3.2.6.3. Enerji ölçümü – hesaplanması..... | 70 |
| 3.2.6.4. Yakıt tüketimi ve emisyon ölçümü/hesaplanması..... | 71 |
| 3.2.6.5. Gürültü ölçümü | 72 |
| 3.2.7. Analiz ve değerlendirme | 73 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 76 |
| 4.1. Odun Hammaddesi Üretiminde İş Tekniğine İlişkin Bulgular..... | 78 |
| 4.2. Analizlere Ait Bulgular ve Tartışılması..... | 92 |
| 4.2.1. Kesim süreci | 92 |
| 4.2.2. Bölmeden çıkarma süreci | 109 |
| 4.2.3. Yükleme | 122 |
| 4.2.4. Taşıma | 124 |
| 4.3. Tartışma | 132 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 142 |
| KAYNAKLAR | 148 |

| | |
|------------------------|-----|
| EKLER..... | 160 |
| EK A. Çizelgeler | 161 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 171 |

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ODUN HAMMADDESİ ÜRETİM OPERASYONLARINDA KULLANILAN TEKNOLOJİNİN ENERJİ TÜKETİMİ, EMİSYON VE GÜRÜLTÜ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Yunus Emre ÖNAL

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet EKER

Bu tez çalışmasında, odun hammaddesi üretim operasyonları sırasında harcanan işgücü ve makine gücünün enerji miktarının, açığa çıkan egzoz gaz salımı miktarlarının ve makine kullanımından kaynaklanan çevresel gürültünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü kapsamındaki Ağlasun Orman İşletme Şefliği'ndeki gençleştirme ve bakım bölmeciklerinde odun hammaddesi üretim süreci iş-zaman etüdü yöntemine göre analiz edilmiş, birim miktardaki ürünün elde edilmesi için harcanan ortalama zaman tespit edilmiştir. Süreç boyunca her bir iş adımında tüketilen işgücü ve makine gücü enerjisi; ölçme ve/veya hesaplama yöntemiyle belirlenmiştir. Kesim sürecindeki iş adımlarında kullanılan motorlu testereler, sürütme ve yükleme sırasında kullanılan tarım traktörleri ve taşımada kullanılan kamyonlardan kaynaklanan egzoz (CO₂ gazı) emisyon miktarı harcanan yakıt miktarı ile ilişkilendirilerek hesaplanmıştır. Makinelerin enerji tüketimlerinin hesaplanmasında da çalışma zamanı ve yakıt sarfıyatı esas alınmıştır. Motorlu testere, traktör, yükleyici ve kamyonların gürültü düzeyleri çevre gürültüsü olarak ölçülmüştür.

Çalışma sonucunda, gençleştirme ve bakım bloklarından toplanan ve çeşitli teknolojiler kullanılarak yürütülen üretim operasyonlarında 1 m³ odun hammaddesinin elde ediminde; kesim, sürütme, yükleme ve taşıma süreçlerinde sırasıyla; 74,56 dak, 17,77 dak, 5,17 dak ve 3,78 dak. zaman harcadığı ve toplamda 101,28 dakikalık üretim süresinde 23237,48 kcal enerji tüketildiği; 6,82 kg CO₂ emisyonuyla birlikte operasyonlar sırasında ortalama 81,33 dB(A) çevresel gürültü ortaya çıktığı belirlenmiştir. Elde edilen ürünlerin ortalama 2878350 kcal enerji içerdiği ve 988,2 kg emisyon bağladığı bulunmuştur. Enerji bilançosu itibarıyla odun hammaddesi üretiminde enerji girdisinin çıktıya oranı birim miktar odun hammaddesi başına % 0,8 olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Odun hammaddesi üretimi, enerji tüketimi, iş - zaman analizi, emisyon, gürültü, teknoloji düzeyi

2013, 171 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION ON THE ENERGY CONSUMPTION, EMISSION, AND NOISE IMPACTS OF HARVESTING OPERATION TECHNOLOGY

Yunus Emre ÖNAL

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Forest Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet EKER

The aim of the study was to expose the energy expenditure of human and machine power and to calculate the CO₂ emission of and noise effects of harvesting operations. In this concept, timber harvesting operations was analyzed according to time and motion analysis method, thus, the average time consumption was determined in clear felling and tending operations within Ağlasun Forest Planning Unit located in Isparta Regional Directorate of Forest District. Human and machine power energy consumed in logging process was fixed through measurement method with metabolic holter and/or calculation method with standardized model. The exhaust gases (CO₂) emission amount resulted from the chainsaws used in cutting operations, the agricultural tractors used in skidding and loading operations, and trucks used in hauling, were estimated by means of relationship between fuel consumption and emissions. The calculation of the energy expenditure was also based on the fuel consumption of the machines and working time. Furthermore, the noise effects of chainsaws, tractors, loaders, and trucks were measured by sound level meter as surrounding noise. As result, in the harvesting operations, it was determined that the average time consumption was amount 74,56 minutes in cutting process with chainsaw and axe; 17,77 minutes in ground skidding with rolling; 5,17 minutes in loading with grapple loader and 3,78 minutes in truck hauling for one cubic meter of brutian pine wood procurement. Thus, the total time consumption was calculated as 1,69 hour/m³ for logging operations and 1,87 hour/tour for two way hauling. The energy expenditure amount was 23237,48 kcal/m³ through whole harvesting process. The exhaust gas emission was estimated as 6,82 kg CO₂/m³ and the noise level 81,33 dB(A) in working environment. The total energy content/equivalent of the unit product was calculated as 2878350 kcal/m³ and embodied CO₂ content was 988,2 kg/m³ for the products. The energy balance ratio, input to output, was calculated as 0,8 % per unit cubic meter.

Keywords: Wood harvesting, energy consumption, time and motion analysis, exhaust emission, noise effect, technology level

2013, 171 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet EKER'e teşekkürlerimi sunarım. Haritaların hazırlanmasında yardımlarını eksik etmeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. H. Oğuz ÇOBAN'a teşekkür ederim. Tez sunumunda ve grafiklerin tasarımına yardımcı olan Sayın Uzman Süleyman UYSAL'a teşekkür ederim. İstatistiksel değerlendirmelerde yardımlarını eksik etmeyen Sayın Doç.Dr. Ramazan ÖZÇELİK'e teşekkür ederim. Enerji ölçümü konusunda yardımlarını esirgemeyen SDÜ Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı adına Sayın Prof. Dr. Cem ÇETİN ve Dr. Şeyhmus KAPLAN' a teşekkür ederim. Arazi ve büro çalışmalarında destek sağlayan Öğr. Gör. Nevzat ADA'ya teşekkür ederim. Çalışma alanındaki koordinasyon ve bilgi sağlama konusunda yardımcı olan Ağlasun Orman İşletme Şefi Zafer KORKMAZ'a teşekkür ederim.

Çalışma alanında bana yardımcı olan Çamlıdere Tarımsal Kalkınma Kooperatifi üyelerine ve ayrıca orman işçisi Ali EROĞLU ve ailesine teşekkür ederim.

2369-YL-10 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Yunus Emre ÖNAL
ISPARTA, 2013

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Şekil 3.1. Ağlasun Orman İşletme Şefliği | 32 |
| Şekil 3.2. Odun hammaddesi üretim sürecinin teknik aşamaları. | 35 |
| Şekil 3.3. Ster odununun taşınmasında kullanılan kızak..... | 40 |
| Şekil 3.4. Ster odununun katırla taşınması..... | 41 |
| Şekil 3.5. Arazide kullanılan kronometre, etüt formu ve etüt altlığı..... | 43 |
| Şekil 3.6. Gürültü ölçer | 45 |
| Şekil 3.7. Fiziksel aktivite ölçer | 46 |
| Şekil 3.8. Çalışmada yer alan işçilerden birine ait örnek enerji ölçüm dökümü..... | 46 |
| Şekil 3.9. Katır ile tomrukların bölmeden çıkarılmasında oluşturulan izlek..... | 61 |
| Şekil 3.10. Katır ile ster emvalin taşınmasında oluşturulan izlek..... | 66 |
| Şekil 4.1. Odun hammaddesi üretimi iş akışı..... | 77 |
| Şekil 4.2. Kesme-tomruklama. | 79 |
| Şekil 4.3. Balta ile kabuk soyma. | 80 |
| Şekil 4.4. Tomrukların sürütülmesi..... | 82 |
| Şekil 4.5. Ster ürünlerin bölmeden çıkarılması..... | 84 |
| Şekil 4.6. Kısaçlı yükleyici | 85 |
| Şekil 4.7. Kamyon..... | 86 |
| Şekil 4.8. Bakım kesimi kesme-tomruklama | 87 |
| Şekil 4.9. Kabuk soyma aparatı. | 88 |
| Şekil 4.10. Bakım kesimlerinde tomrukların bölmeden çıkarılması | 89 |
| Şekil 4.11. Bakım kesimlerinde ster odununun bölmeden çıkarılması | 90 |
| Şekil 4.12. Bakım kesimlerinde yükleme ve taşıma | 91 |
| Şekil 4.13. Kesme-tomruklama için zaman yüzdeleri | 97 |
| Şekil 4.14. Kabuk soyma için zaman yüzdeleri | 103 |
| Şekil 4.15. Motorlu testere ile kabuk soyma için zaman yüzdeleri | 107 |
| Şekil 4.16. Katır ile lif-yonga ve yakacak odunların taşınması için zaman yüzdeleri..... | 110 |
| Şekil 4.17. Kızak ile lif-yonga ve yakacak odunların taşınması için zaman yüzdeleri..... | 112 |
| Şekil 4.18. Yakacak ve lif-yonga odunlarının traktör ile taşınması için zaman yüzdeleri..... | 114 |
| Şekil 4.19. Katır ile tomrukların bölmeden çıkarılması için zaman yüzdeleri... | 116 |
| Şekil 4.20. Sapın ile tomrukların bölmeden çıkarılması için zaman yüzdeleri.. | 117 |
| Şekil 4.21. Traktör ile tomrukların sürütülmesi (kablo ile) için zaman yüzdeleri..... | 120 |
| Şekil 4.22. Traktör ile tomrukların sürütülmesi (zincir ile) için zaman yüzdeleri..... | 122 |
| Şekil 4.23. Kısaçlı yükleyici ile tomrukların yüklenmesi için zaman yüzdeleri..... | 124 |
| Şekil 4.24. Kamyon ile tomrukların taşınması için zaman yüzdeleri | 126 |
| Şekil 4.25. Sistem matrislerinin kıyaslama grafiği..... | 132 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|-------|
| Çizelge 2.1. Parça sayısı-hacim ilişkisi..... | 9 |
| Çizelge 2.2. Yapılan işe göre harcanan enerji miktarları | 11 |
| Çizelge 2.3. Fiziksel aktivitelerin MET değerlerine göre şiddetlerinin / yoğunluklarının sınıflandırılması | 12 |
| Çizelge 2.4. Günlük yaşam aktivitelerine ayrılan ortalama süre miktarları. | 13 |
| Çizelge 2.5. Bazı mesleklerdeki günlük enerji ihtiyacı | 13 |
| Çizelge 2.6. Spitzer – Hettinger’ in hazırladığı dakikalık kalori tüketim miktarını gösteren tablolardan bazı örnekler..... | 13 |
| Çizelge 2.7. Orman işlerinde enerji tüketimi..... | 14 |
| Çizelge 2.8. İş safhalarında insanın harcadığı enerji..... | 14 |
| Çizelge 2.9. Ormancılık işlerinin teknoloji seçimine bağlı olarak harcanan enerji ve yakıt değerleri | 15 |
| Çizelge 2.10. Gürültü aralıklarının insan sağlığı üzerindeki etkileri | 18 |
| Çizelge 2.11. Gürültünün tahammül edilebilen sınır değerleri..... | 19 |
| Çizelge 2.12. Ağır ticari taşıtlar için Euro standartlarına göre NO _x , HC, PM miktarları..... | 21 |
| Çizelge 2.13. İsveç’te yapılan üretim çalışmalarında belirlenen emisyonlar | 24 |
| Çizelge 2.14. İsveç ve Finlandiya ormancılığında ürünlerin kamyonla taşınmasında ortaya çıkan emisyonlar | 25 |
| Çizelge 2.15. İsveç ve Finlandiya ormancılığında üretim için harcanan emisyon değerleri | 26 |
| Çizelge 2.16. Motorlu testereden kaynaklanan insan sağlığına zararlı emisyonlar | 27 |
| Çizelge 2.17. Üretimde kullanılan araçların yakıt tüketimi ve enerji değerleri .. | 28 |
| Çizelge 2.18. Üretim operasyonlarında harcanan enerji değerleri | 28 |
| Çizelge 2.19. Dizel motorlar için emisyon değerleri ve enerjileri..... | 29 |
| Çizelge 2.20. Hasat operasyonlarında CO ₂ ve NO _x çevrim faktörü..... | 29 |
| Çizelge 3.1. AOİŞ alan dağılım cetveli | 33 |
| Çizelge 3.2. AOİŞ ormanlarının işletme sınıflarına dağılımı. | 33 |
| Çizelge 3.3. Çalışılan bölmelerin özellikleri..... | 34 |
| Çizelge 3.4. Çamlıdere Orman Köylüleri ve Tahtacılar ait fiziksel özellikler | 37 |
| Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan motorlu testere ve özellikleri | 38 |
| Çizelge 3.6. Çalışmada kullanılan traktörler ve özellikleri | 39 |
| Çizelge 3.7. Çalışmada kullanılan kısaçaplı yükleyiciler ve özellikleri | 40 |
| Çizelge 3.8. Çalışmada kullanılan kamyonlar ve özellikleri | 41 |
| Çizelge 3.9. Çalışmada kullanılan katırların özellikleri..... | 41 |
| Çizelge 3.10. Kesme-tomruklama için kullanılan etüt karnesi..... | 44 |
| Çizelge 3.11. Kabuğu soyulan tomrukların çap kademeleri ve çap sınıfları | 75 |
| Çizelge 4.1. Çalışma alanı hakkında bölme dosyalarından alınan bilgiler..... | 91 |
| Çizelge 4.2. Kolmogorov-Smirnov testi..... | 92 |
| Çizelge 4.3. Kesme-tomruklama için t-testi..... | 93 |
| Çizelge 4.4. Gençleştirme bölmelerinde kesme-tomruklama sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 93 |
| Çizelge 4.5. Bakım bölmelerinde kesme-tomruklama sürecine ait tanımlayıcı istatistikler..... | 94 |

| | |
|---|-----|
| Çizelge 4.6. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde kesme-tomruklama sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 96 |
| Çizelge 4.7. Gençleştirme bölmelerinde kesme-tomruklama için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar. | 97 |
| Çizelge 4.8. Bakım bölmelerinde kesme-tomruklama için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar. | 98 |
| Çizelge 4.9. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde kesme-tomruklama için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar. | 99 |
| Çizelge 4.10. Gençleştirme ve bakım müdahalesinde balta ile kabukların soyulmasında t-testi. | 100 |
| Çizelge 4.11. Gençleştirme bölmelerinde balta ile kabuk soyma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 100 |
| Çizelge 4.12. Bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 101 |
| Çizelge 4.13. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 102 |
| Çizelge 4.14. Gençleştirme bölmelerinde balta ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar. | 103 |
| Çizelge 4.15. Bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar. | 104 |
| Çizelge 4.16. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar. | 105 |
| Çizelge 4.17. Bakım bölmelerinde motorlu testere ile kabuk soyma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 106 |
| Çizelge 4.18. Bakım bölmelerinde motorlu testere ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar. | 107 |
| Çizelge 4.19. Katırla ster emvalinin bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 109 |
| Çizelge 4.20. Kızakla bölmeden çıkarma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 111 |
| Çizelge 4.21. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde traktörle ster emvalin bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 113 |
| Çizelge 4.22. Katırla tomrukların bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 115 |
| Çizelge 4.23. Sapınle tomrukların bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 116 |
| Çizelge 4.24. Gençleştirme bölmelerinde sapınle tomrukların bölmeden çıkarılması için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar. | 118 |
| Çizelge 4.25. Traktörle tomrukların kablo ile bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 119 |
| Çizelge 4.26. Traktörle tomrukların zeminde zincir ile bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 121 |
| Çizelge 4.27. Gençleştirme bölmelerinde kısaçlı yükleyici ile yükleme sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 123 |
| Çizelge 4.28. Gençleştirme bölmelerinde kamyonla taşıma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler. | 125 |
| Çizelge 4.29. Tüm süreçlere ait 1 m ³ için (ağırlıklı) ortalama bulguları gösteren özet çizelge. | 127 |
| Çizelge 4.30. Kesim, bölmeden çıkarma ve yüklemde verim ve yakıt miktarı. | 128 |

| | |
|---|-----|
| Çizelge 4.31. Taşımada kullanılan kamyonların saatlik verimi ve yakıt tüketimi..... | 128 |
| Çizelge 4.32. Her aşamada 1 m ³ için elde edilen bulgular..... | 130 |
| Çizelge 4.33. Elde edilebilecek tomruk üretim sistemleri ve bu sistemlerin toplam enerji, emisyon ve gürültü değerleri..... | 131 |
| Çizelge 4.34. Ağlasun Orman İşletme Şefliğinden alınan veriler ile elde ettiğimiz bulguların karşılaştırılması..... | 135 |
| Çizelge 4.35. Yapılan çalışmada ve Türkiye ormancılığında üretim için enerji, emisyon ve gürültü..... | 136 |
| Çizelge 4.36. Odun üretiminde kullanılan teknolojinin enerji ve yakıt değerleri..... | 140 |
| Çizelge A.1. Elle kabuk soyma için kullanılan etüt karnesi..... | 161 |
| Çizelge A.2. Motorlu testere ile kabuk soyma için etüt karnesi..... | 161 |
| Çizelge A.3. Sapın ile sürütme için kullanılan etüt karnesi..... | 163 |
| Çizelge A.4. Traktörle kablolu sürütme için kullanılan etüt karnesi..... | 163 |
| Çizelge A.5. Traktörle zincirli sürütme için kullanılan etüt karnesi..... | 164 |
| Çizelge A.6. Katırla tomrukların sürütülmesi için kullanılan etüt karnesi..... | 165 |
| Çizelge A.7. Odunların ster'e dizilmesi için kullanılan etüt karnesi..... | 166 |
| Çizelge A.8. Kızakla ster odunlarının taşınması için kullanılan etüt karnesi..... | 166 |
| Çizelge A.9. Katırla ster odunlarının taşınması için kullanılan etüt karnesi..... | 167 |
| Çizelge A.10. Traktör ile ster odunlarının taşınması için kullanılan etüt karnesi..... | 168 |
| Çizelge A.11. Kısaçlı yükleyici ile tomrukların yüklenmesi için kullanılan etüt karnesi..... | 169 |
| Çizelge A.12. Kamyonla taşıma için kullanılan etüt karnesi..... | 170 |
| Çizelge A.13. Sayısal verilerin karşılık değerleri..... | 170 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------------------|-------------------------------|
| AOİŞ | Ağlasun orman işletme şefliği |
| C | Karbon |
| Cal | Kalori |
| Cal | Kalori |
| CFC-11 | Kloroflorokarbon |
| CH ₄ | Metan |
| cm | Santimetre |
| CO ₂ | Karbondioksit |
| d _{0.3} | Dip çapı |
| d _{1.3} | Göğüs çapı |
| dak | Dakika |
| dB(A) | Desibel |
| Gg | Gigagram |
| GJ | Gigajoule |
| gr | Gram |
| Gt | Cigaton |
| H ₂ O | Su / Su buharı |
| ha | Hektar |
| HC | Hidrokarbon |
| HÇZ | Hayvan çalışma zamanı |
| HFC | Hidroflorokarbon |
| İÇZ | İnsan çalışma zamanı |
| kcal | Kilokalori |
| KÇZ | Kamyon çalışma zamanı |
| kg | Kilogram |
| kJ | Kilojul |
| km | Kilometre |
| kWh | Kilovatsaat |
| λ | Lamda |
| m | Metre |
| m ² | Metrekare |
| m ³ | Metreküp |
| MÇZ | Motorlu çalışma zamanı |
| Mg | Megagram |
| MJ | Megajul |
| ml | Mililitre |
| mm | Milimetre |
| mm ³ | Milimetreküp |
| N ₂ O | Azotoksit |
| NO _x | Azotoksitler |
| O ₃ | Ozon |
| Pb | Kurşun |
| PFC | Perflorokarbon |
| PM | Partikül madde |
| SF ₆ | Sülfürhegzaflorür |
| SO _x | Kükürtoksitler |
| TÇZ | Traktör çalışma zamanı |

| | |
|-----------------|--------------------------|
| Tg | Teragram |
| VKI | Vücut kütle indeksi |
| VO ₂ | Oksijen tüketim hızı |
| YÇZ | Yükleyici çalışma zamanı |

1. GİRİŞ

Orman kaynaklarının sürdürülebilirliği çerçevesinde, ormanların sunduğu fonksiyonlardan yararlanma süreci kesintisiz devam etmekte ve artan nüfus karşısında da bu durumun devam edeceği mutlak görünmektedir. Odun üretimi, ormanların somut yararları olarak tarihsel kullanım sürecindeki öncülüğünü halihazırda korumaktadır. Ancak, odun üretimi konusunda mekansal ve zamansal kararlar, amenajman ve silvikültür planları çerçevesinde alınmasına rağmen, odun üretim operasyonları çeşitli ölçütlere koşut geleneksel yöntemlerle ve basit teknoloji ile sürdürülmektedir.

Ormancılık faaliyetleri; ekonomik beklentiler başta ve ön planda olmak üzere çeşitli faydalanma gerekçeleri doğrultusunda yürütülmektedir. İnsanoğlunun fayda beklentisiyle gerçekleştirdiği bu didinimler sırasında bazı olumsuz çevresel etkiler de oluşmakta ve orman kaynaklarının sürdürülebilirliği konusunda riskler ortaya çıkmaktadır. Odun hammaddesi üretimi sırasında ortaya çıkan riskler; yalnızca orman ekosistemi değil çalışan insanlar, kullanılan teknoloji ve elde edilen ürün üzerinde de çeşitli boyutta etkiler oluşturmaktadır.

Ekolojik açıdan bakıldığında; odun hammaddesi üretimi sırasında orman içine sokulan (ara ve ileri) teknolojinin neden olduğu egzoz gazları, sera gazı emisyonlarının/salımlarının bir fonksiyonu olarak atmosferik kirlenmeye katkı yapmaktadır. Makinelerin orman toprağına bıraktığı atık yağlar, yakıt artıkları, vb. kimyasallarla hem toprak hem de su kaynaklarında kirlilik oranı artmaktadır. Bununla birlikte, motorlu testerelerin orman içinde oluşturduğu yapay gürültü, yaban hayvanları ve kuşlar açısından olumsuz bir etki meydana getirmektedir.

Teknik ve ekonomik açıdan bakıldığında; odun hammaddesi ağır bir kütleye sahip olması yanında birim miktarının elde edilmesi için harcanan zaman ve para yüksek; buna karşın birim miktardan elde edilen karlılık oranı düşüktür. Emek yoğun çalışmayla birim zamanda üretilen ürün miktarı düşük fakat sarfedilen iş gücü enerjisi yüksektir. Ürünün/hammadenin kontrolü, hareket

ettirilmesi ve işlenmesi zordur. Çalışanların mesleki hastalıklara yakalanması ve iş kazalarına maruz kalma riski yüksektir. Makineli çalışma; bozuk topoğrafik yapı, küçük ve birbirinden bağımsız ve de dağınık alanlarda üretim, birim alandaki düşük verimlilik, ormancılık işkolundaki düşük kapital potansiyeli, vb. nedenlerle sınırlı oranlarda kullanılmaktadır. Çoğunlukla, basit teknoloji tercih edilerek gerçekleştirilen üretim operasyonlarında, zamanın ve işgücü enerjinin parasal değeri karşılaştırılmamaktadır.

Odun hammaddesi üretiminin teknik, ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan sürdürülebilirliği için birim miktardaki odun hammaddesi üretimi sırasında tüketilen enerji miktarı, açığa çıkan emisyon miktarı ve neden olunan ortam gürültüsü konusunda bilgi açığının kapatılması ihtiyacı ile karşılaşılmaktadır. Bu araştırma problemine dayanılarak yapılan literatür analizinde; ulusal kaynaklar arasında bu konuda bütünlük bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yabancı kaynaklara bakıldığı zaman ise benzer nitelikli çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Ülkemizde tüm odun hammaddesi sürecini kapsayan girdi ve çıktılarıyla birlikte değerlendiren bir çalışma yapılmadığından konu, araştırmaya değer bulunmuştur.

Çalışmanın amacı, 1 m³ odun hammaddesi üretimi sırasında tüketilen insan gücü, hayvan gücü ve/veya makine gücü enerjisi miktarının, kullanılan makinelerin neden olduğu gürültü düzeyinin ve ortaya çıkan CO₂ (karbondioksit) emisyon/salın miktarının belirlenmesidir.

Çalışmanın amacına ulaşılabilmesi için şu hipotezler kurulmuştur; i) eğer birim miktardaki odun hammaddesi üretimi sırasında harcanan süre belirlenebilirse, bu sürede çalışan işgücü miktarı tespit edilebilirse tüketilen insan gücü enerjisi de hesaplanabilir; ii) üretim sırasında kullanılan hayvan çalışma zamanı tespit edilebilirse tüketilen ortalama beygir gücü hesaplanabilir; iii) üretimde kullanılan makinelere ait çalışma zamanı ve bu sürede tüketilen yakıt miktarı belirlenebilirse tüketilen enerji miktarını ve ortaya çıkan CO₂ emisyonunu hesaplamak mümkün olabilir, iv) üretim sırasında kullanılan makinelerin gürültüsü ölçülebilirse üretimden kaynaklanan ortam gürültüsü hakkında bir

kestirimde bulunulabilir. Çalışma kapsamında bu varsayımların desteklenmesi için, fiili olarak odun hammaddesi üretim operasyonları arazide gözlenmiş, iş zaman etütleri yapılmış, işgücü enerjisi ölçülmüş, makinelerin neden olduğu ortam gürültüsü ölçülmüş, tüketilen yakıt miktarları belirlenmiş ve sonuçta tüketilen enerji ile ortaya çıkan emisyon miktarları hesaplanmıştır.

Sonuç olarak; 1 m³ odun hammaddesi üretimi sırasında toplam ortalama temel teknoloji (motorlu testere ile kesme-tomruklama, balta ile kabuk soyma, sapınle sürütme, kısaçlı yükleyici ile yükleme ve kamyonla nakliyat) kullanımı için 117,34 dakika zaman harcadığı, 18738,7 kcal enerji, 5,27 kg CO₂ emisyonu açığa çıktığı, 81,33 dB(A) ortam gürültüsü ölçülmüş/hesaplanmıştır. Ara teknolojiye ise (motorlu testere ile kesmetomruklama, motorlu testere ile kabuk soyma, traktörle kablo çekim, kısaçlı yükleyici ile yükleme ve kamyonla nakliyat) kullanımı için 95,92 dakika zaman harcadığı, 24737,08 kcal enerji, 7,33 kg CO₂ emisyonu açığa çıktığı, 81,04 dB(A) ortam gürültüsü olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen bu sonuçlarla bu çalışma; ormancılık operasyonlarında metot ve zaman etüdü, iş-zaman analizi, enerji analizi, enerji bilançosu, yaşam döngüsü analizi, işçi sağlığı işçi ve güvenliği, teknoloji düzeyinin belirlenmesi, çevresel etkiler, risk analizi ve değerlendirme vb. konularla ilgili bilgi desteği sağlayabilecek nitelik taşımaktadır.

Bu kapsamda, tez metni 6 bölümden oluşmuştur. Giriş bölümünde konuya ilişkin genel bilgi, amaç ve hipotezlere değinilmiştir. İkinci bölüm olan Kaynak Özetleri'nde çalışma konusu ile ilgili olan ve çalışma metodolojisini destekleyen literatüre yer verilmiştir. Üçüncü bölüm olan Materyal ve Yöntem bölümünde, çalışma alanı ve kullanılan araç-gereç tanıtılmış daha sonrada veri elde etme yöntemleri ve analiz-değerlendirme yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölüm olan Bulgular ve Tartışma bölümünde elde edilen bulgularla bu bulguların kendi içinde ve literatürle olan tartışılması verilmiştir. Beşinci bölümde Sonuç ve Öneriler bölümü yer almakta olup elde edilen sonuçlar açıklanmış ve konu hakkında önerilerde bulunulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çalışma gerekçesinin ve çalışmada tercih edilen ve izlenen yönteminin desteklenmesi ve de konuya ilişkin genel bilgilerin verilebilmesi açısından ulusal ve uluslar arası literatür bilgisi; odun hammaddesi üretim süreci, iş-zaman etütleri, çevresel etkiler, CO₂ emisyonu, gürültü, orman işçiliği ve teknoloji düzeyi, enerji tüketimi ve karbon bağlama vb. konuları kapsamında kısaca özetlenmiştir.

Eker (2004), ormancılıkta odun hammaddesi üretimini; çeşitli nitelikleri itibarıyla (örneğin; çap, boy, tepe tacı, dallanma, vb.) istenen amaçlara erişmiş ve dikili haldeki ağaçların, piyasa taleplerinin karşılanması amacıyla kesilerek depolara kadar taşınması sürecinde uygulanan faaliyetler bütünü olarak tanımlamış ve bu sürecin; kesme, budama/tomruklama, kabuk soyma, bölmeden çıkarma, yükleme ve taşıma operasyonlarından oluştuğunu belirtmiştir.

Odun hammaddesi üretim sürecinin, yaygın şekilde; kesme, bölmeden çıkarma (sürütme) ve taşıma (transport) olmak üzere 3 ana süreçten oluştuğu bilinmektedir (OGM, 1996; Acar ve Eker, 2003). Bazen, kesme süreci ve taşıma süreci olarak iki aşamaya ayrılarak değerlendirilmektedir (Karaman, 1997). Ancak çoğunlukla taşıma (transport) sürecine değinilerek bu süreç bölmeden çıkarma (primer transport) ve taşıma (nakliyat, sekonder transport) olarak ele alınmıştır (Bayoğlu, 1962; Tavşanoğlu, 1964; Aykut, 1978; Özçamur, 1981; Conway, 1982; FAO, 1982; Erdaş, 1986; Seçkin, 1987; Acar, 1994; Dykstra and Heinrich, 1996; Engür, 1996; Karaman, 1997; Eker, 2004).

Erdaş (1987), Yıldırım (1989) ve Bayoğlu (1996), odun hammaddesi üretim sisteminde kesme sürecini, ağacın dikili bulunduğu yerde kesilip devrilmesi, dal, tepe ve uçlarının alınması, ölçülüp işaretlenmesi, tomruklara bölünmesi ve kabuklarının soyulması işlerinden ibaret olduğunu belirtmiştir.

Acar (1994) bölmeden çıkarma sürecini, odun hammaddesinin kesim noktasından en yakın orman yolu kenarına kadar değişik şekillerde taşınması olarak tarif etmiştir.

Aykut (1984), Erdaş (1986) ve Bayoğlu (1996) taşıma (nakliyat, ana taşıma, sekonder transport) sürecini ise, orman yolu kenarı ya da geçici istif yerlerinden (rampa), ara veya son depolara kadar tomrukların taşınması sürecini ifade etmiş olup yükleme ve boşaltma faaliyetleri de bu süreç içine dâhil edilmiştir.

OGM (1996) tarafından 1996 yılında yürürlüğe konulan ve halen uygulanmakta olan “Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait (288 Sayılı) Tebliğ” de üretim süreci; kesim, sürütme ve taşıma olarak aşamalandırılmış; birim fiyatların hesaplanması bakımında da kesim, sürütme, yükleme ve taşıma olarak süreci bölümlendirmiştir. Odun hammaddesi üretimi faaliyetlerinin, farklı yerlerde, farklı makine, ekipman ve işgücü kullanılarak yapılmasına göre farklılık göstermektedir (Erdaş vd., 1986 ve 1995; Bayoğlu, 1985; Karaman, 1997; Eker, 2004).

Acar vd. (2003), orman işçiliğinin; çoğunlukla ana ulaşım merkezlerinden uzakta, dağlık ve engebeli alanlarda, iklim ve coğrafik koşulların doğrudan etkisi altında, yüksek enerji tüketimini, statik çalışma pozisyonunu ve vücut postürünün sıklıkla dengesiz biçimde çalışmasını gerektiren, gaz, toz, vibrasyon ve gürültü gibi olumsuzlukların da yer aldığı bir ortamda yürütüldüğünü belirtmiştir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından da benimsenen ve ormancılıkta genel geçer ifade haline dönüşen 3-D (difficult-dirty-dangerous; zor-kirli-tehlikeli) özelliklerine sahip bir çalışma çevresi, ağır fiziksel iş yükü, yüksek kaza riski ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkan düşük verimlilik, düşük gelir ve dengesiz çalışma koşulların (ILO, 1998), orman işçiliğini istenmez bir iş kolu haline dönüştürdüğüne işaret edilmektedir (Eker vd., 2008).

Eker vd. (2008) tarafından yaklaşık 300.000 adam/yıl istihdam kapasitesine sahip ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından da İş Sağlığı ve

Güvenliğine İlişkin Risk Grupları Listesi'nde de (kolaydan zora doğru I-V ölçekli sıralamada) IV. Risk grubunda yer alan orman (üretim) işçiliğinde; işlerin kolay sağlıklı, güvenli ve verimli şekilde yapılmasını sağlayacak önlemlerin alınması gerektiği belirtilmiştir.

Acar vd. (2001, 2003, 2005), orman üretim işçiliğinin ve çalışan işçilerin insanca bir ortamda çalışabilmeleri için işin tarif edilmesini, iş ölçümünün yapılmasını, iş fiziolojisine uygun tekniklerin tercih edilmesini, verimin artırılmasına yönelik önlemlerin alınması gerektiğine dikkate çekmiştir.

Yıldırım (1989), insan çalışmasını bütün ilişkileriyle birlikte inceleyen ve bu durumu etkileyen tüm faktörlerin, geliştirme olanağı sağlayabilmesi amacıyla araştırılmasının iş etüdü yardımıyla olacağını ifade etmiştir. İş etüdünü; metot etüdü ve zaman etüdü olarak bölümlenmiştir. İş ve zaman etütlerinde, iş ölçümüne değinmiştir. İş ölçümünü, normal bir işçinin belirli bir işi, normal koşullarda ve normal bir çalışma temposuyla yapması için gereken zamanı (standart zaman) tespit etmek amacıyla veri toplama tekniklerinin uygulanması şeklinde tarif etmiştir Zaman ölçme tekniklerini (sürekli, tekrarlı ve iş örnekleme) açıklamıştır. İş etüdünü ise REFA (İş Etütleri ve İşletme Organizasyonu Birliği) ya göre işin, işletmenin verimliliğinin artırılması gayesiyle, iş sisteminin araştırılması ve düzenlenmesi için kullanılan metot ve tecrübeler olarak tanımlamıştır.

Eker (2004), odun hammaddesi üretiminde iş etüdü sonuçlarının değerlendirilmesinde ve sonuç olarak da odun hammaddesi üretim sistemlerinin seçiminde verimliliğin, en önemli karşılaştırma parametrelerinden birisi olduğunu belirtmiştir. Karaman (1997) odun hammaddesi üretiminde emek veriminden bahsetmiştir. Verim, MPM (1992) tarafından, birbiriyle doğrudan neden-sonuç ilişkisinin kurulabildiği iki unsurun yine birbirine göre değerlendirilmesini içeren bir kavram olarak tanımlanmış ve elde etme ya da yararlanma oranı olması bakımından ölçü olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Altuğ (1989) ise verimliliği, üretimden elde edilen çıktının fiziksel miktarının, üretimde kullanılan girdilerin fiziksel miktarına oranı olarak tarif etmiştir.

Yıldırım (1989), iş verimi hakkında verdiği bazı örneklerde; normal bir işçinin yaklaşık 8 saatte ve ortalama olarak 3,5 m³ istihsal (kesme, tomruklama, iğne yapraklı ağaçlarda kabuk soyma dahil) ve de 10 m³ istif-tasnif işini yapabileceğini belirtmiştir. Bir işçi ve yardımcısının, bir çift öküz veya manda ile birlikte yaklaşık 100 m mesafeden ve 8 saatte ortalama olarak iğne yapraklı ağaçlarda 26 m³ ürün sürütebileceğini; 7 tonluk bir kamyonun ortalama 5 km mesafeden iğne yapraklı ağaçların, yaklaşık 8 saatte, ortalama 45 m³'ünü taşıyabileceğini belirtmiştir.

Çoban (2011), Pamucak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde 17 bölmenin sayısal haritalarını kullanarak ortalama gerçek sürütme mesafesinin ortalama sürütme mesafesinden 24 m daha kısa olduğunu belirtmiştir.

Eroğlu ve Özmen (2010), Mersin yöresinde farklı 3 katırla bölmeden çıkarma çalışmasında (sürekli zaman ölçme tekniğine göre) zaman etüdü yapmış; herbir katır için 30 sefer üzerinden ölçümler yapmış ve verim değerlerini büyük katır için 5,70 ster/saat, orta katır için 4,43 ster/saat ve küçük katır için 3,88 ster/saat olarak bulmuştur. Ayrıca en çok zamanın dolu gidiş ve boş dönüş sırasında harcandığını belirtmiştir.

Tunay ve Melemez (2003), tomruk metoduna göre yapılan üretim faaliyetlerinde kullanılan motorlu testerelerin çalışma veriminin bulunması amacıyla bir çalışma yapmıştır. Kümülatif zaman ölçme tekniği kullanılarak iş-zaman etüdüleri yapılmış ve motorlu testere ile çalışmada ortalama verim bulunmuş, toplam zaman üzerinde en fazla süreyi kesme ve tomruklama iş safhalarının aldığı belirlenmiştir. Ayrıca bu zamana etki eden en önemli etmenlerin ağaçtaki parça sayısı ve dikili gövde hacmi olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ana unsur motorlu testereyle çalışma olduğu için yürümeye ve kabukların soyulmasına ait zamanlar dahil edilmemiştir.

Gül vd. (1999), yapmış oldukları bir çalışmada işçi ve motorlu testere çalışma zamanını belirlemede, arazi eğimi gruplarını (%0-30, %31-60, %61-100 ve %100'den fazla) ve çap gruplarını (d_{1.30} çapı 5 gruba ayrılmış 8 cm. ve daha

küçük, 9- 19 cm, 20-35 cm, 36-51 cm ve 52 cm ve daha büyük çaplılar) değişken olarak kullanmıştır.

İlter (1989) tarafından, Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinde sıklık bakımı kesimi sırasında iş-zaman gözlemleri yapılmış, standart zamanların hesaplanmasına yönelik ilişkiler geliştirilmiş ve birim maliyetler hesaplanmıştır.

Çoban (1975) yaptığı araştırmada, 4 m ve 8 m boylarda hazırlanmış çam ve göknar tomruklarının balta ile kabuklarının soyulmasında, bir çift öküzle sürütülmesinde, insan gücüyle yükletilmesinde zaman ölçümleri yapmıştır.

Dingil (1979), Antalya yöresinde kızılçam ormanlarında 10 ayrı odun öbeğinin işçi ve çekim hayvanı (katır) ile sürütülmesinde harcanan süre, eğim, uzaklık, engellik gibi özellikleri araştırmıştır.

Acar (1993), doğu ladini ağaçlarının tomruk ve bütün ağaç metodu ile %70 eğimli arazide aşağıdan yukarıya doğru kablo ile çekimi sırasında zaman ve verim ölçümleri yapmıştır. Ortalama 69 m'den kablo ile çekim yapılmış ve 5.269 m³/saat verim bulunduğu belirtilmiştir.

Acar (1997), dağlık arazide traktörle orman yoluna ortalama 50 m mesafeden ve aşağıdan yukarıya doğru kablolu çekim yapıldığını, ortalama verimlerin MB Trac 800 için 8.336 m³/saat, BM Trac 900 için 6.328 m³/saat ve steyr 768 tarım traktörü için 4.382 m³/saat bulunduğunu belirtmiştir.

Acar (1998) Artvin yöresindeki çalışmasında, çeşitli kamyonlarla nakliyatı incelemiştir. Kamyonların ortalama 3 akslı ve AS 600 Dodge tipinde olduğunu, ortalama 30 km mesafeden taşıma yaptığını ve tam bir sefer için 7 saat süre harcadığını; ayrıca çalışma kapsamında Ford, BMC ve Thames tipi kamyonlar kullanıldığını; verimin iğne yapraklılarda ortalama 14 m³/sefer, geniş yapraklı tomruklarda ise 9 m³/sefer ve yakacak odun veriminin ise 20 ster/sefer olarak belirlendiğini açıklamıştır.

Fırat (1973), steri bir metre küp boşluk içerisine istif edilmiş odun miktarı olarak tanımlamıştır. Odunların çaplarının ne kadar ince olursa, steri doldurmak için o kadar fazla sayıda odun parçasının istife gireceğini belirtmiştir. Parça sayısının arttıkça arada kalan boşlukların da artacağını ve dolayısıyla hacmin azalacağını ifade etmiştir. Huffel parça sayısı ile hacim ilişkisini Çizelge 2.1.'de gösterildiği şekliyle açıklamıştır. Bu değerlere göre 1 ster odunun ortalama 0,65 m³ olabileceği belirlenmiştir.

Çizelge 2.1. Parça sayısı-hacim ilişkisi (Fırat, 1973).

| Parça sayısı | 40 | 60 | 90 | 130 | 160 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| Sterdeki odunun hacmi | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,50 | 0,45 |

Gürtan (1969), kabuk soyma işlerini incelemiş, çaplar arttıkça hem kabuk yontma demiri hem de balta ile kabuk soyma zamanlarının azaldığını bildirmiştir.

İlter vd. (1986), ibreli ağaç türlerinin üretim sürecine ilişkin için yürüttüğü iş analizi ve birim maliyet hesaplamalarında, eğiminin %0-60 olduğu arazide, balta ile kabuk soyma zamanını 86,4 dak/m³ olarak ve bunun toplam hasat süresi içindeki oranını % 81 olarak belirlemiştir.

Karaman (1997), kesim işlerinde iş güclüğü kriterlerinin ve verim gücünün araştırılması amacıyla yaptığı çalışmada, balta ile iğne yapraklı ağaç türlerinin kabuklarının soyulması birim zamanının toplam kesim süresi içindeki oranını % 65,3 olarak belirlemiştir.

Engür (1996), ormancılıkta odun hammaddesi üretim işlerinde kullanılan teknolojileri tanıttığı ve kavramsal çözümleri yaptığı çalışmada, Türkiye' de çoğunlukla temel (basit) teknolojinin ve ara teknolojinin tercih edildiğini belirtmiştir. Nitekim Eker vd. (2008), Türkiye' de çoğunlukla ara teknolojiye yakın bir teknoloji düzeyinin tercih edildiğini ifade etmiştir.

Acar (1998), odun üretiminde kullanılan bölmeden çıkarma tekniklerini, sistem bakımından insan gücü, hayvan gücü, tarım ve orman traktörleri (sürütücü ve forwarder dahil), orman hava hatları, balon, helikopter ve oluk sistemi olarak sınırlandırılabilirliğini göstermiştir.

Yıldırım (1989), Engür (1996), Acar (1998), Eker (2004), ormancılıkta hasat işlerinde kullanılan ve temel teknoloji kullanımının bileşeni olan aletlerin; baltalar, kamalar, çevirme aletleri, kavrama kancaları, kabuk soyma aletleri, ölçme aletleri olduğunu belirtmiş olup motorlu testere kullanımını odun üretiminin asal bir aracı olarak tanıtmışlardır.

FAO (1982), Frykman (1982) ve Apud vd. (1989), orman üretim operasyonları sırasında kullanılacak alternatif üretim sistemlerinin fizibilitesi çalışmalarında kıyaslama düzlemi olarak da enerji tüketiminin bir ölçüt olarak kullanılabilirliğini belirtmiştir. Engür (1996), enerji miktarının belirlenmesinde yakıt sarfiyatına bağlı bir hareket tarzı izlenebileceğine işaret etmiştir. Eker (2004), üretim sistemlerinin dizaynını da kullanılacak enerji kaynaklarının bileşimine göre yapılabileceğini ifade etmiştir.

Acar (2002), orman işleri ve işçiliğinin zor işler olarak sınıflandırılmasında, yapılan işte harcanan işgücü enerjinin yüksek olmasının da etkili olduğunu belirtmiştir. Çünkü günlük tüketilen enerji; bazı faaliyetler ve dakikadaki kalori tüketimleri üzerinden incelendiğinde; çok hafif işlerde 1,3-1,7 kcal/dak (okuma, yazma, yemek yeme, televizyon seyri, daktilo kullanma, oturarak yapılan işler), hafif işlerde 1,8 - 2,7 kcal/dak (yemek hazırlama ve pişirme, bulaşık yıkama, ütü yapma, yavaş yürüme, ofiş işleri), orta dereceli ağır işlerde 2,8 - 4,0 kcal/dak (ev temizliği, makine ile çamaşır yıkama, bahçe işleri, hızlı yürüme), ağır işlerde 4,1 - 5,8 kcal/dak (elde çamaşır yıkama, hızlı yürüme, bowling oynama), çok ağır işlerde 5,9 kcal/dak' dan fazla (yüzme, tenis oynama, koşma, bisiklete binme, kayak yapma, futbol oynama) enerji tüketildiği belirtilmektedir (ILO, 1992).

Bazı mesleklerdeki günlük kalori tüketimlerine bakıldığında ise; büro çalışmaları 2500-2900 kcal/gün, hasat işçisi 5200 kcal/gün, duvarcı 3500

kcal/gün, montajcı 3600 kcal/gün, demiryolu işçisi 4800 kcal/gün, orman kesim işçisi 4000-5000 kcal/gün, dağlık alanda kızakla nakliyat 6500-7000 kcal/gün enerji gerektirebilmektedir. Yapılan işin ağırlık derecesine göre harcanan enerji miktarları Çizelge 2.2.' de özetlenmiştir (Yıldırım, 1989).

Çizelge 2.2. Yapılan işe göre harcanan enerji miktarları (Yıldırım, 1989).

| İşin ağırlık derecesi | Günlük enerji tüketimi (kcal) | İşe sarf edilen enerji (kcal) | |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|
| | | Günlük | Dakikalık |
| Çok hafif | 2300-2800 | 0-500 | 0-1 |
| Hafif | 2800-3300 | 500-1000 | 1-2 |
| Orta | 3300-3800 | 1000-1500 | 2-3 |
| Ağır | 3800-4300 | 1500-2000 | 3-4,2 |
| Çok Ağır | 4300-4800 | 2000-2500 | 4,2-5,2 |

Acar (1998), odun hammaddesi üretim sürecinde ve alt süreçlerinde; insan gücünün her adımda kullanılan yegâne enerji kaynağı olmakla birlikte, hayvan ve makine gücünden de yararlandığını belirtmiştir.

Orman işçiliği zor şartlar altında yapıldığı için harcanan enerji miktarı oldukça fazladır. Ancak çalışanlar üzerinde, günlük harcanan enerji miktarını doğrudan ölçmek oldukça zordur (Yıldırım, 1989). Buna karşın son zamanlarda bazı cihazlarla enerji tüketimini ölçmek ya da tahmin etmek mümkün olmaktadır. Çalışkan ve Çağlar (2010) tarafından yapılan çalışmada orman işçiliğinin fizyolojik yükü değerlendirilmiştir. Giresun yöresinde motorlu testere operatörünün fiziksel aktivitesi Polar S610İ marka nabız göstergesi ile ölçülmüştür. Operatörün iş günü boyunca harcamış olduğu enerji 3729 kcal olarak bulunmuştur.

Çetin vd. (2008), üniversite öğrencilerinin günlük fiziksel aktivitesinin ölçülmesi için metabolik holter cihazından yararlanmıştır. Öğrencilerin günlük harcadıkları enerjinin ortalama 2731- 2689 kcal arasında olduğunu bulmuşlardır. Öğrencilerin adım sayısı ve VO₂ (oksijen tüketim hızı) ölçülmüş ve enerji tüketimi ile ilişkilendirilmiştir.

Yapılan iş türüne göre harcanan enerji değerleri oldukça farklılık göstermektedir. Aynı işi yapan kişilerin makine kullanıp kullanmamalarına göre de harcadıkları enerji miktarları değişmektedir. Eker (2011)'in yapmış olduğu çalışmada 1 m³ kızılçam tomruğunun motorlu testere ile soyulması için 2 kişinin çalışması gerektiği ve kabuk soyma işinin 11,71 dakika sürdüğü, ayrıca yapılan bu iş için 152,23 kcal harcadığını belirtilmiştir. Eğer kabuk soyma balta ile ve 2 kişi tarafından yapıldığında ise 1254,77 kcal enerji harcadığı, kabuk soyma işinin motorlu testere ile yapılması durumunda motorlu testerenin harcadığı enerji de eklendiğinde toplam 2201,48 kcal tüketileceği hesaplanmıştır.

Kaplan (2011), bir insanın istirahat halinde iken kilogramı başına bir dakikada 3,5 mililitre (ml) oksijen tüketmesinden yola çıkılarak, bu şiddetteki enerji tüketimi 1 MET olarak tanımlanmıştır. Bu durumda 7 ml/kg*dakika (dak) şiddetindeki tüm fiziksel aktiviteler 2 MET şiddeti ile tanımlanmaktadır. Bu şekilde tanımlanan MET değerinin; birçok etkenden bağımsız olarak fiziksel aktivite şiddetinin-yoğunluğunun değerlendirilmesine olanak verebileceğini belirtmiştir (Çizelge 2.3.). MET değeri, doğrudan enerji tüketimini ölçen cihazlarla elde edilen verinin yorumlanması ve nitelendirilmesi için kullanılmaktadır.

Çizelge 2.3. Fiziksel aktivitelerin MET değerlerine göre şiddetlerinin / yoğunluklarının sınıflandırılması (McArdle 2007).

| Şiddet | Erkek (MET) | Kadın (MET) |
|--------------------|-------------|-------------|
| Hafif | 1,6-3,9 | 1,2-2,7 |
| İlımlı | 4,0-5,9 | 2,8-4,3 |
| Zor | 6,0-7,9 | 4,4-5,9 |
| Çok zor | 8,0-9,9 | 6,0-7,5 |
| Aşırı derecede zor | ≥ 10,0 | ≥ 7,6 |

Geniş popülasyonlarda yapılan incelemeler ile kadın ve erkeklerin yaş gruplarına göre günlük yaşam aktivitelerine ayırdıkları ortalama süreler belirlenmiştir (Çizelge 2.4.) (McArdle, 2007).

Çizelge 2.4. Günlük yaşam aktivitelerine ayrılan ortalama süre miktarları (McArdle, 2007).

| Aktivite | Zaman (saat) |
|--------------------------|--------------|
| Uzanma/Uyku | 8 |
| Oturma | 6 |
| Ayakta Durma | 6 |
| Yürüyüş | 2 |
| Rekreasyonel Aktiviteler | 2 |

Bazı mesleklerin günlük enerji ihtiyacı Çizelge 2.5. ve 2.6.'de gösterilmiştir (Yıldırım, 1989).

Çizelge 2.5. Bazı mesleklerdeki günlük enerji ihtiyacı.

| Yapılan iş | kcal/gün |
|----------------------------------|-----------|
| Büro işçisi | 2500-2900 |
| Hasat işçisi | 5200 |
| Duvarcı | 3500 |
| Demiryolu işçisi | 4800 |
| Montajcı | 3600 |
| Saatçi | 2500 |
| Marangoz | 3400 |
| Orman kesim işçisi | 4000-5000 |
| Yüksek Dağlarda kızakla nakliyat | 6500-7000 |

Çizelge 2.6. Spitzer - Hettenger' in hazırladığı dakikalık kalori tüketim miktarını gösteren tablolardan bazı örnekler (Yıldırım, 1989).

| Yapılan iş | Tüketilen Enerji kcal/dak |
|---|---------------------------|
| Ormanda yürüme (4,2 km/saat) | 4,2 |
| Motorlu testere (10kg) ile yürüme | 6,2 |
| Yükleme boşaltma (istif odunu) | 7,0 |
| Dallardan temizleme (Balta ile) | 7,5 |
| Bölümlere ayırma (Motorlu testere ile) | 4,1 |
| Bölümlere ayırma (ikikollu orman testeresi ile) | 5,2 |
| Odun yarma | 6,2 |
| Kabuk soyma (Ladin) | 7,5 |

Terzioğlu vd. (1991), 4 ayrı işletme şefliğinde yapılan çalışmasında işçilerin tomrukları kamyonla yüklerken harcadıkları enerjiyi belirlenmiştir. Enerji

ölçümü için solunumla alınan hava miktarından yola çıkılmıştır. Bunun için işçilerin sırtlarına Douglas torbası yerleştirilmiş ağızlık yolu ile nefes alıp verme ile ortaya çıkan hava torbaya iletilmiştir. Deneklerin fiziksel özellikleri de hesaplanmıştır. Buna göre; Belgrad' da 188 kal/m²/sa, Dereköy' de 241 kal/m²/sa, Aladağ' da 285 kal/m²/sa, Çakırlar' da 214 kal/m²/sa şeklinde sonuçlara erişilmiştir. Bu sonuçlar çalışma ve istirahat halindeki enerji miktarını göstermektedir ve ortalama değerlerdir.

FAO (1992), tarafından belirlenen, orman işlerinin gerektirdiği enerji tüketim miktarı, Çizelge 2.7. ve 2.8.'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.7. Orman işlerinde enerji tüketimi (FAO, 1992).

| İşler (65 kg) | Yayılma alanı (kcal/dk) | Ortalama (kcal/dk) |
|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| Balta ile çalışma | 9,1 - 10,6 | 9,8 |
| Devirme | 6,8 - 12,7 | 8,6 |
| Dalları temizleme | 5,2 - 11,6 | 8,4 |
| Kabuk soyma | 5,2 - 12 | 8 |
| Odun taşıma | 9,9 - 14,4 | 12,1 |
| Testereyle tomruklama | 6,4 - 10,5 | 8,6 |

Çizelge 2.8. İş safhalarında insanın harcadığı enerji (HETTİNGER'den aktarma Yıldırım, 1989).

| İş | Enerji (kJ/dak) |
|--------------------------------------|-----------------|
| Devirme oyuğu açma (balta ile) | 43,6 |
| Devirme keşişi (motorlu testere ile) | 34,9 |
| Dalların temizlenmesi (balta ile) | 30,9 |
| Kabuk soyma (kabuk soyma demiri ile) | 31,4 |
| Odun yarma (balta ile) | 29,4 |
| El ile sürütme | 29,4 |

1 kJ= 0.23884 kcal

Engür (1996), ormancılık işlerinde teknoloji seçimine bağlı olarak harcanan enerji ve yakıt değerlerini Çizelge 2.9.'da özetlemiştir.

Çizelge 2.9. Ormancılık işlerinin teknoloji seçimine bağlı olarak harcanan enerji ve yakıt değerleri (Engür, 1996).

| | Temel teknoloji | | Ara teknoloji | | İleri teknoloji | |
|--------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | Enerji tüketimi (MJ/saat) | Harcanan yakıt (L/saat) | Enerji tüketimi (MJ/saat) | Harcanan yakıt (L/saat) | Enerji tüketimi (MJ/saat) | Harcanan yakıt (L/saat) |
| Devirme, temizleme | 2,17 | - | 1,72 | 0,82 | 1,2 | 12 |
| Tomruklama | | | | | 1,2 | 13,8 |
| Sürütme | 1,75 | | 1,3 | 10,5 | 1,2 | 11,3 |
| Yükleme | 2,65 | | 1,3 | 10,8 | 1,2 | 10,8 |
| Taşıma | 1,2 | 8,64 | 1,2 | 21,6 | 1,2 | 21,6 |

Makineli araçların enerji tüketimleri motor özelliklerine, kullandıkları yakıt tiplerine ve miktarlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Kahyaoglu (2003) bir çalışmada benzin ve motorinin kilogram başına karşılık gelen enerji miktarını belirlemiştir. Benzin ve motorinin yoğunluğu üzerinden, benzin ve motorinin litresinin enerji eşdeğeri aşağıdaki gibi bulunabilmektedir (Araç Bilgisi, 2012).

Süper benzinin 7676 kcal/kg olduğu, 1 litre süper benzinin ise ortalama 0.755 kg (0,73 - 0,78 kg) olduğu ve buna karşın da; 5795 kcal enerji içerdiği bulunabilmektedir. Aynı şekilde, motorinin (dizel yakıt) 11200 kcal/kg olduğu, 1 litre motorinin ortalama 0.835 kg geldiği ve (0,815 - 0,855 kg) ve 1 litre motorinin 9352.04 kcal enerji içerdiği hesaplanabilmektedir.

Elde edilen ürünün (odun hammaddesi) de bir enerjisi bulunmaktadır. Sundberg ve Silversides (1988), harcanılan enerji ile kazanılan enerjinin (ya da eşdeğerinin) kıyaslanmasının, enerji analizi yada enerji bilançosu açısından önemli olduğu vurgulanmıştır.

Engür (1996), odunların nemsiz ağırlığının iğne yapraklıların 400 - 500 kg/m³, geniş yapraklıların ise 550 - 650 kg/m³ geldiğini belirlemiştir. İlâveten, 1 kg kuru odunun ise ortalama 19,2 MJ enerji içerdiğini, 1 litre dizel yakıtın 35.59 MJ/lt, 1 litre benzinin ise 31,4 MJ/lt ve 1 MJ'ün 238,85 kcal enerji eşleniği olduğunu belirtmiştir.

Taşkıran (2009), çalışmasında kızılçam için nemsiz tabana göre alt ve üst kalori değerlerini bulmuştur. Buna göre gövde odun 5096 – 4781, dal-kabuk 4531 – 4216 kcal/kg enerji vermektedir. Ayrıca 1 m³ kızılçamın kuruyunca 0.6 ton geldiği bilinmektedir.

Şölener (2004), araştırmasında gövde odununda ısı değerleri 26,40-27,66 MJ/kg aralığında olduğunu, dal gövdesi, dal kabuğu ve iğne yapraklarının da ısı değerleri yaklaşık 26,5 MJ/kg değerinde iken, bu değerlerin kozalaklarda 27- 29,7 MJ/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Buna göre de; ortalama olarak 27 MJ'ün 6448 kcal geldiği, 1 m³ kızılçam tomruğunun fırın kurusu ağırlığının 600 kg olduğu ve buna karşılık (6448*600=) 3868800 kcal/m³ üst enerji değeri içerdiği hesaplanabilmektedir. Diğer çevirme katsayıları kullanılarak da 1 m³ kızılçam tomruğunun 3868800 kcal enerji verdiği ortaya çıkarılmıştır.

Eker ve Acar (2005), odun hammaddesi üretim sisteminin işleyişinden yararlı ürün elde edildiği kadar bazı çevresel zararlar ya da risklerin oluştuğunu ve sonuçta ürünle birlikte makine kullanımına bağlı olarak zararlı gaz ve atıkların da ortaya çıktığından bahsetmiştir.

Alkan ve Eker (2005) sürdürülebilir orman yönetimi prensiplerine göre orman kaynaklarının kullanımının yada kullanma sürecinin yalnızca ekonomik ölçütlere göre değil, ekolojik ve sosyal ölçütlere de uyum içinde yürütülmesi gerektiğini beyan etmiştir. Nihayetinde, uluslararası süreç ve sözleşmeler kapsamında Ülkemiz de bu konuda taahhütler de bulunmuştur (OGM, 2010).

Odun üretim operasyonlarının çevresel etkileri konusunda, özellikle bölmeden çıkarma tekniklerinin toprak, dikili ağaçlar, gençlik ve taşınan ürün üzerindeki etkileri de son zamanlardaki güncel araştırma konuları arasında yer almaktadır (FAO, 2002; Öztürk, 2002; FAO, 2004; Acar ve Ünver, 2004; Hasdemir, 1994; Şentürk, 2005; Menemencioğlu, 2006; Demir, 2007; Eroğlu vd., 2009).

Eker ve Acar (2005), odun hammaddesi üretim teknolojisinin çevre üzerindeki etkilerinin atmosfer, toprak, akarsular, bitkiler ve hayvanlarla ilgili olduğunu

(Eker ve Ada, 2011); çalışan üzerindeki etkilerin ise fiziksel ve mental sağlık (gürültü, gaz, toz, vibrasyon, vb.), ekonomi, ergonomi vb. ile ilgili olduğuna temas etmiştir.

Tunay ve Melemez (2003) tarafından yapılan bir araştırmada, motorlu testerelerle yapılan kesim çalışmalarında, büyük boy motorlu testerelerde ölçülen eş değer gürültü seviyesinin (111,4 dB(A)) ve orta boy motorlu testerelerden (104,3 dB(A)) olduğu belirlenmiştir. Gürültü değerlerinin logaritmik olarak yükselmesi nedeniyle, bu gürültünün işçiler üzerindeki zararlı etkisinin çok büyük boyutlarda olduğu belirtilmiştir (Melemez, 2003). Orman işçileri üzerinde; insanın tahammül edeceği ses seviyesi olan 65-85 dB(A)' in üzerinde bir gürültü olmasından dolayı sağlık ve güvenlik riskleri oluşturacağı belirlenmiştir (Serin ve Akay, 2008).

Gürültü etkisinin yoğun olarak yaşandığı çalışma ortamlarından biri olan ormancılık faaliyetlerinde kullanılan ağır iş makineleri, mekanik üretim araçları ve çeşitli makineler işçi sağlığı üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Özellikle tomruklama çalışmaları sırasında yaygın olarak kullanılan motorlu testerelerden kaynaklanan gürültü ve titreşim, üretim işçileri üzerinde ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Yıldırım, 1989).

Gürültünün insan üzerindeki fizyolojik etkileri etkilenme süresine bağlı olarak değişebilmektedir. En önemlileri, gürültüye bağlı kalıcı işitme kayıpları, solunum bozuklukları, yüksek tansiyon, kalp ve damar hastalıkları ve sinirsel tepkilerin yavaşlamasıdır (Çizelge 2.10.) .

Çizelge 2.10. Gürültü aralıklarının insan sağlığı üzerindeki etkileri (Serin ve Akay, 2008).

| Gürültü Aralıkları (dB(A)) | Gürültünün Etkileri |
|----------------------------|---|
| 0-35 | Zarar vermeyen gürültü |
| 36-65 | Uyku ve dinlenmeyi bozabilen rahatsız edici gürültü |
| 66-85 | Rahatsız edici, ruhsal yönden zarar veren, kulak bozukluklarına yol açan gürültü |
| 86-115 | Ruhsal ve fiziksel yönden zarar veren, psikosomatik hastalıklara yol açan gürültü |
| 116-130 | Tehlikeli gürültü, sağrlık ve buna benzer önemli durumlar |
| 131-150 | Çok tehlikeli gürültü, koruyucu bir alet olmadan dayanılmaz. Anında önemli hasarlar veren gürültü |

Canlılar için gürültü yüksek seviyeye çıktığı zaman rahatsız edici olur. İncir (2008)'in yapmış olduğu çalışmada insan için 50 dB(A)'yı aşan gürültü uyku düzenini bozmakta, 70 dB(A)'yı aşan gürültü davranış bozukluklarına sebep olmaktadır. Ayrıca duyma bozukluklarına neden olabilecek gürültü düzeyi birçok uzman tarafından 85 dB(A) olarak kabul edilmektedir. 130 dB(A) gürültü düzeyine kısa süreli de olsa maruz kalındığında sağrlığa yol açabildiği bildirilmiştir.

Gürültü miktarları ve zararlı olabilecek seviyedeki gürültü düzeyi gürültü yönetmeliğince belirlenmiştir. 23.12.2003 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan ve 23.12.2006 tarihinde yürürlüğe giren 'Gürültü Yönetmeliği'nde gürültü maruziyet sınırı 87 dB(A) olarak bildirilmiş ve işçilerin kulak koruyucu kullanmaları öngörülmüştür. Ayrıca gürültü düzeyine günlük 8 saat ve haftada 5 günden fazla kalınmaması gerektiği bildirilmiştir.

Potočnik ve Poje (2010) tarafından yapılan bir çalışmada STIHL MS 460 marka motorlu testerenin gürültü düzeyini ölçmek için 5, 10, 20, 40 ve 80 metre mesafeleri kullanmıştır.

Yıldırım (1989), gürültüyü maddenin titreşimi ve bu titreşimin, hava, su gibi bir ortam içinde iletilerek kulağa gelmesi "ses", hoş gitmeyen ve rahatsız edici sesler ise "Gürültü" olarak tanımlamıştır. Motorlu testereler boşta iken 85 – 96

dB(A) yüke girdiğinde ise 107 – 115 dB(A) gürültü çıkarmaktadır. Gürültü şiddetinin kulağa zarar vermeden, bir gün içinde (8 saat) ne kadar süre tahammül edilebileceği Çizelge 2.11.'de verilmiştir.

Çizelge 2.11. Gürültünün tahammül edilebilen sınır değerleri (Yıldırım, 1989).

| Gürültü şiddeti dB(A) | Süre saat/gün |
|-----------------------|---------------|
| 90 | 8 |
| 92 | 5 |
| 93 | 4 |
| 96 | 2 |
| 99 | 1 |
| 102 | 30' |
| 107 | 10' |
| 110 | 5' |
| 115 | 1'30" |

Odun hammaddesi üretim operasyonları sırasındaki diğer önemli bir konu da emisyonların olumsuz etkileridir. Makro düzeyde; Türkiye sera gazları ile mücadele ve karbon salım seviyesinin azaltılması konusunda uluslararası süreçlere katılmış ve taahhütlerde bulunmuştur. Bu süreçler UN-REDD, UNFCCC, FAO, IUFRO, CPF, WWF, UNEP, UNDP vb. gibi kuruluşların yönettiği/yönlendirdiği süreçlerdir (Uluslar Arası Örgütler, 2010). Mikro düzeyde ise; orman kaynakları üzerindeki en küçük uygulamalar için dahi ne miktarda ve türde zehirli gazlar salındığının bilinmesi ve bunların azaltılması için önlemler alınması gerekmektedir. Bu bakımdan her yıl 20-25 milyon m³ odun üretimi için ne kadar araç-makine çalıştırıldığı ve tüketilen akaryakıt ve buna bağlı havaya salınan gazların miktarını bilinmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Öte yandan; küresel iklim değişikliğine neden olan sera gazları arasında H₂O (su buharı), CO₂ (karbondioksit), CH₄ (metan), O₃ (ozon), N₂O (azotoksit), CFC-11 (kloroflorokarbon), HFC (hidroflorokarbon), PFC (perflorokarbon), SF₆ (sülfürhegzaflorür) bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar sera gazları arasında sera etkisi en fazla olan gazın CO₂ olduğunu göstermekte ve endüstri devriminden sonra atmosferdeki CO₂ oranının % 30'dan daha fazla oranda artış gösterdiği belirtilmektedir (IPCC, 1990; Asan vd., 2005; Zengin vd., 2005).

Orman kaynaklarının karbon emisyonunu indirgeyerek sera gazları etkisinin ve dolayısıyla küresel iklim değişiminin olumsuz etkilerinin azalmasında ve küresel karbon döngüsünde önemli rol üstlendiği bildirilmektedir (Zengin vd., 2005; FAO, 2007; Görücü ve Eker, 2009).

Asan vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada, sera etkisi üzerindeki en büyük pay milyonda 1,5 ile CO₂ ye aittir. CH₄ ün etkisi yüz milyonda 1, N₂O nun etkisi ise milyarda 1' den azdır. Bu durum, sera etkisinin birincil nedeninin CO₂ miktarının yükselmesi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, küresel iklim değişimini önlemede ilk sırada CO₂'in azaltılmasına önem verilmektedir. Böylece; bir taraftan kimi yasal düzenlemeler ile atmosfere bırakılan CO₂ miktarını düşürülürken, bir taraftan da mevcut orman kaynaklarını korumak ve genişletmek suretiyle CO₂ tüketimi hızlandırılmaya çalışılmaktadır.

Orman yöneticilerinin, orman arazilerinde yapacakları çalışmaların orman karbon dinamiklerini nasıl etkileyeceğini göz önünde bulundurma ihtiyacı bulunmaktadır (Karbon Bütçeleme, 2010). Bu çerçevede de odun hammaddesi üretim operasyonlarının yürütülmesinde karbon emisyon düzeyinin bilinmesi/belirlenmesi ve buna göre alınabilecek önlemlerin şekillendirilmesi önem kazanmaktadır.

Lim vd. (1999) tarafından yapılan çalışmada ormanda hasat ve ağaç türleri için karbon muhasebesi yapılmıştır. Bu analizler yapılırken IPCC verilerinden faydalanılmıştır. Üretim yapıldığında atmosfere orman ekosisteminden CO₂ yayılmaktadır. Bu odun hammaddesinin çürümesi yada yanması yolu ile gerçekleşmektedir. Gürlevik ve Karatepe (2005), CO₂ deposunun yeryüzünde atmosfer, okyanuslar ve karasal biyosfer olarak 3 ana unsur üzerinde toplandığını belirtmişlerdir.

Arıkan (2006), Kyoto Protokolüne göre 6 sera gazı olduğunu ve bunların; (Karbondiyoksit (CO₂), Metan (CH₄), Nitrozoksit (N₂O), Hidroflurokarbonlar (HFCs), Perflurokarbonlar (PFCs) ve Kükürtheksaflorür (SF₆)) olduğunu, protokolü imzalayan ülkelerin her yıl sera gazı emisyonunu azaltacaklarını,

azaltamadıkları takdirde diğer ülkelere parasal karşılığını ödeyeceklerini, ve durumun ticarileştiğini ortaya koymuştur. Buna göre, 2008 yılında dünyadaki karbon fiyatı ortalama 19 Euro, 2009 yılında ise ortalama 14 Euro olmuştur (Bayramoğlu ve Toksoy, 2010).

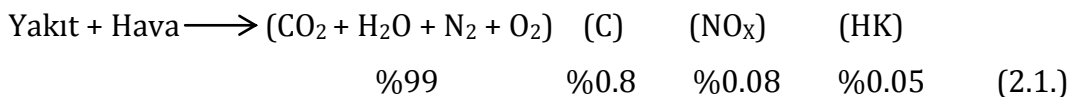
Yakıtlardan tam enerji alınabilmesi için yakıtın tamamının yanması gerektiği bilinmektedir. Benzinli motorlardan kaynaklanan emisyonlar; karbonmonoksit (CO), azot oksit (NO_x) ve hidrokarbonlar (HC) olarak sıralanmıştır. Dizel motorlardan kaynaklanan emisyonlar ise; azot oksit (NO_x), partikül madde (PM), karbonmonoksit (CO) ve hidrokarbonlar (HC) şeklindedir.

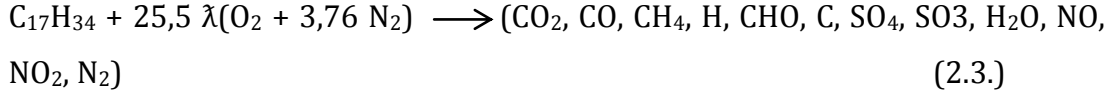
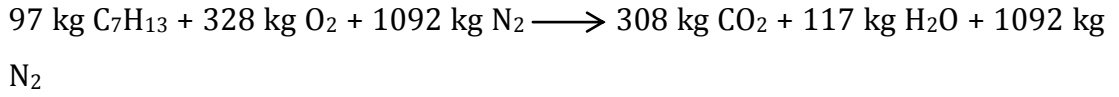
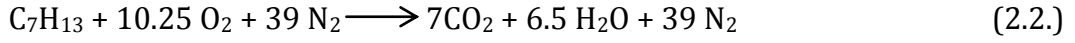
Dizel motorlardan kaynaklanan emisyonlara getirilen standartlar genellikle, 'Euro' standardı olarak temel alınır ve ağır ve hafif ticari taşıtlar için Euro standartları aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.12.) (Anonim, 2009).

Çizelge 2.12. Ağır ticari taşıtlar için Euro standartlarına göre NO_x, HC, PM miktarları (Anonim, 2009).

| Ağır Ticari Taşıtlar | NO _x (g/kWh) | HC (g/kWh) | PM (mg/kWh) |
|----------------------|-------------------------|------------|-------------|
| Euro 1 | 9,0 | 1,23 | 400 |
| Euro 2 | 7,0 | 1,1 | 150 |
| Euro 3 | 5,0 | 0,66 | 100/160 |
| Euro 4 | 3,5 | 0,46 | 20/30 |
| Euro 5 | 2,0 | 0,46 | 20/30 |
| Euro 6 | 0,05 | 0,46 | 2/3 |

Dizel ve benzinli motorlarda yanma reaksiyonları, Barlas (1996) tarafından 2.1. ve 2.2. no'lu denklemde verilmiştir. Denklem 2.3.'de motorinin yanması ile oluşan ürünler yer almaktadır (Hasmoğlu, 2000).





Anonim (2009), egzoz gazı emisyonu kontrolü yönetmeliği ne göre trafikte bulunan dört ve daha fazla tekerlekli yolcu ve yük taşımaya mahsus karayolu motorlu taşıtlarını kapsar. Bu yönetmelik iş makineleri, tarım ve orman traktörleri, motosikletler ve mopetleri kapsamaz. Benzinli araçlarda karbon monoksit (CO), dizel araçlarda duman koyuluğu yüzde (%) olarak ölçülür.

Ergün ve Mengi (1996), egzoz gazlarının karbon monoksit (CO), kükürdioksitler, azot oksitler, hidrokarbonlar ve kurşun (Pb) olduğunu ayrıca CO'in atmosferik ömrünün tahminen 2,5 ay olduğunu belirtmiştir.

İlkılıç (1999), çalışmasında 1 kg dizel yakıtı yakmak için 14,5 kg havaya ihtiyaç olduğunu ve dizel yakıtın yoğunluğunu 0.84 kg/lit olarak belirtmiştir.

Ergen (2006), dizel motor yakıtının yanmasının temelinde hidrojen (H₂) ve karbondan (C) meydana geldiğini, ideal yanmada (teorik tam yanma) hava içerisindeki oksijen (O₂) yakıt içerisindeki C ile birleşerek karbondioksiti (CO₂), H₂ ile birleşerek su buharını (H₂O) oluşturduğunu, hava içerisindeki azotun (N₂) ise reaksiyona girmeyerek doğrudan dışarı atıldığını belirtmiştir. Teorik tam yanmadaki bu ürünlerden H₂O ve N₂'nin bir zararı olmadığını; ancak oluşan CO₂'in doğrudan insan ve çevre üzerinde olmasa da, atmosferik olarak sera etkisine yol açtığı bildirilmektedir (Yamık, 2002).

Şenyaz (2011), ormanların karbondioksiti alarak karbon depoladıkları ve ormanların tahrip edilmesi ile depolanan karbonun salımına neden olduğu ormanların yılda 2.4 Gt karbon bağladıkları (IPCC 2007), Ülkemizde atmosfere

salınan sera gazlarının %16' sının ormanlar tarafından tutulduğu belirtilmiştir (LULUCF, 2006).

Saraçoğlu (2010), karbondioksit (CO₂) emisyonunun küresel ısınmaya neden olduğunu, karbondioksit (CO₂) emisyon fiyatının ton başına 8,4 € (Euro) olarak belirlendiğini ifade etmiştir.

Emisyon değerleri bazı kaynaklarda, yakıt miktarına göre hesaplanmaktadır (Ausstoßes, 2012). Buna göre; 1 litre benzinin 2,33 kg CO₂, 1 litre Dizel yakıtın yanmasından ise 2,64 kg CO₂ salımı yaptığı belirtilmiştir.

Asan (1995), 1 metreküp iğne yapraklı odununun 473 kg fırın kurusu ağırlığa ve 1 metreküp geniş yapraklı odunun 640 kg fırın kurusu ağırlığa sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca aynı çalışmada 1 ton fırın kurusu odun 0.45 ton karbon içerdiği ve bunun da 3.66 ton karbondioksite karşılık geldiği belirtilmiştir.

İğne yapraklı ağaçların gövde odun kalori değerleri ortalaması yaklaşık 5000 cal/gr' dır. Yapraklı ağaçların ise 4660 cal/gr' dır. Dal odunda iğne yapraklı ağaçlarda ortalama kalori değeri 5018 cal/gr, yapraklılarda 4620 cal/gr' dır. Gövde-kabuk bileşiminin kalori değerleri iğne yapraklı ağaçlarda 5300 - 4400 cal/gr, yapraklı ağaçlarda ise 5200-3300 cal/gr' dır. Dal - kabuk kalori değerleri ortalaması ise iğne yapraklılarda 4720 cal/gr, yapraklılarda 4370 cal/gr' dır. Odun ile kabuk arasında bir karşılaştırma yapılacak olursa yapraklı ve iğne yapraklı ağaç türlerinin ortalama gövde odun kalori değeri 4830 cal/gr, kabuk kalori değeri ise 4550 cal/gr' dır (Biyoenjerji Raporu, 2010). Ancak 1 kg kuru odunun ısı ve elektrik enerjisi üretimi açısından ne kadar enerji üreteceği hesaplandığında 5300 - 4400 kcal ısı ve 1 kWh elektrik enerjisine eşdeğer olduğunu söylemek mümkündür (Çolak ve Demirtaş, 2008; Biyoenjerji Raporu, 2010).

Berg ve Lindholm (2005), İsveç'te tohum üretimi, silvikültür, üretim ve taşıma operasyonlarının tümü için karşılaştırmalı olarak enerji kullanım envanteri üzerine bir çalışma yürütmüştür. İsveç'te 1 m³ odun hammaddesi başına enerji

kullanımının 150 – 200 MJ olduğunu belirtmişlerdir. Teknoloji kullanımına ve makine teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak İsveç'te üretim operasyonlarında kullanılan enerji miktarında azalma olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca; taşıma faaliyetleri sırasında enerji kullanım payının, toplam üretim faaliyeti içinde daha yüksek olduğunu, buna karşın kesme ve bölmeden çıkarma işleri sırasında egzoz emisyon oranının en yüksek olduğunu bulmuşlardır. Emisyonun yakıtta (CO₂, SO_x) veya makineye bağlı olduğunu (hidrokarbon, NO_x) belirtmişlerdir.

Berg ve Lindholm (2005), çalışmalarında hektar başına yakıt tüketimini esas almışlardır. Yakıt miktarlarından enerji ve emisyon değerlerine ulaşmıştır. Gençleştirilmede 230-430 MJ/ha, toprak hazırlığında 1050-1560 MJ/ha enerji harcadığını belirtmiştir. Egzoz gazı olarak üretimde CO, HC, N₂O, SO_x ve taşımada ise CO₂, CH₄ ölçümü yapmışlardır. Emisyon miktarları Çizelge 2.13.'de gösterilmiştir. Kullanılan yağ miktarını 1 litreye katılan yağ miktarının üzerinden oranlama yaparak hesaplamışlardır. Taşıma için ton-km hesabını dikkate almışlardır.

Çizelge 2.13. İsveç'te yapılan üretim çalışmalarında belirlenen emisyonlar (Berg ve Lindholm, 2005)

| 1 m ³ için | CO (gr) | HC (gr) | CH ₄ (gr) | N ₂ O (gr) | NO _x (gr) | Partikül (gr) | SO ₂ (gr) | CO ₂ (gr) |
|--------------------------|------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| Silvikültür ve üretim | 23,1 | 5,14 | 0,476 | 0,566 | 71,9 | 0,420 | 0,475 | 5,86 |
| Taşıma | 6,33 | 3,1 | 0,534 | 0,313 | 50,5 | 0,871 | 0,015 | 6,66 |

Berg ve Lindholm (2005), harcanan karbondioksit (CO₂) miktarını 100 yıllık periyotlarda üretim için 5100 – 5880 kg CO₂ /m³, taşımada ise 7060 – 9510 kg CO₂/m³, ayrıca tüm İsveç'te ormancılık operasyonlarında yıllık CO₂ eşleniği 15 kg/m³ olduğunu belirtmiştir.

Berg (1995), çalışmasında üretim için harcanan emisyonu 3.6 kg CO₂/m³ olduğunu belirtmiştir. Berg ve Lindholm (2005), çalışmasında ise fidanlık ve

silvikültür için harcanan CO₂' ide dahil ederek 7 - 10 kg CO₂/m³ olarak bulmuştur.

Berg ve Karjalainen (2003), İsveç ve Finlandiya ormanlarındaki ormancılık operasyonlarının sera gazı emisyonlarının karşılaştırmasını yapmıştır. Buna göre; Finlandiya' da 12.2 Tg CO₂/mm³/acre (1 Teragram (Tg)= 1000000 ton; 1 Acre= 0,4046 hektar) ve İsveç' de 11.9 Tg CO₂/mm³/acre olduğu belirlenmiştir. Her iki ülkede de taşımanın kamyonlarla yapıldığı ve Finlandiyada ortalama bir seferde 49 m³ ürünün taşınmasına karşılık 0.56 lt/km yakıtın tüketildiği, İsveç' te ise ortalama 43 ton ürün taşınmasına karşılık ve 0.51 lt/km yakıt harcandığı; 1 lt dizel yakıtın 835 gr olduğu belirtmiştir. Emisyon değerleri ise Çizelge 2.14.'de gösterilmiştir (Berg ve Karjalainen, 2003).

Çizelge 2.14. İsveç ve Finlandiya ormancılığında ürünlerin kamyonla taşınmasında ortaya çıkan emisyonlar (Berg ve Karjalainen, 2003).

| | CO ₂ (g/kg) | CO (g/kg) | NO _x (g/kg) |
|------------|------------------------|-----------|------------------------|
| Finlandiya | 3188 | 26,6 | 38,4 |
| İsveç | 3126 | 19,2 | 64,7 |

Kesme devirmede ise 1 m³ için Finlandiya'da 0.35 kg yakıt, İsveç'te ise 0.90 kg yakıt harcandığını, bölmeden çıkarmada ise Finlandiya'da 0.61 kg, İsveç'te ise 0.68 kg yakıt harcandığını, bölmeden çıkarma ve taşımada ise Finlandiya'da 1.04, İsveç'te ise 1.28 yakıt harcandığını belirtmiştir. Ayrıca üretim sahaları arasında makinelerin hareket ettirilmesi ve nakli için de üretim makineleri için Finlandiya'da 0,078 kg, İsveç'te ise 0,240 kg dizel yakıt harcandığını, üretim personelinin taşınması için İsveç'te 0,073 kg benzin harcandığını belirtmiştir. Toplam emisyon değerlerine bakıldığı zaman ise Finlandiya'da 10,6 kg CO₂, İsveç'te ise 9,1 kg CO₂ harcandığı belirtilmiştir (Berg ve Karjalainen, 2003). Üretim operasyonlarında açığa çıkan emisyon değerleri Finlandiya ve İsveç örnekleri için Çizelge 2.15.'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.15. İsveç ve Finlandiya ormancılığında üretim için harcanan emisyon değerleri (Berg ve Karjalainen, 2003).

| Operasyon | CO ₂ | | CO | | NO _x | |
|--------------------------------------|-----------------|-------|------------|-------|-----------------|-------|
| | Finlandiya | İsveç | Finlandiya | İsveç | Finlandiya | İsveç |
| Bölmeden çıkarma (g/m ³) | 3231 | 5605 | 26,93 | 70,63 | 147,95 | 112,9 |
| Transport (g/m ³ /km) | 60 | 50 | 0,5 | 0,23 | 0,73 | 0,66 |

Lotta vd. (2005), odun hammaddesinin meşcere içinden depoya kadar taşınmasının gerektirdiği enerji miktarı ve çevresel etkiler üzerine bir çalışma yürütmüştür. Yuvarlak odun transportunu diğer orman ürünlerine göre daha fazla fosil yakıt tüketilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Klvac vd. (2003), yaşam döngüsü analizi metodolojisini kullanarak mekanize odun üretim sisteminde enerji kullanımını değerlendiren bir bilgisayar yazılımı geliştirmişlerdir (EnergyCalc). Bu çalışmada 1 m³ odun üretimi için kütük dibinden yol kenarına kadarki süreç analiz edilmiştir. Bilgisayar yazılım modeli, yakıt ve yağ tüketimi ile makine ve parçalarının üretiminde tüketilen enerji esas alan girdi-çıkış dengesine dayalı bir modeldir. Çalışmada İsveç ve İrlanda'daki çalışma sonuçları dikkate alınmıştır.

Athanassiadis (2000), 1 m³ odunun kesilmesi ve bölme içinde taşınması için (harvester ve forwarder kullanılarak) 82 MJ/m³ yakıt ve yağ kullanıldığını belirtmiştir. Ancak bu miktara makinelerin üretimi ve yağ-yakıt üretimi için harcanan enerji miktarı dahil edilmemiştir.

Altin vd. (2001), dizel yakıtların enerji içeriğinin elde edilmesi için 36.14 MJ/lt enerji harcandığını belirtmiştir.

Klvac vd. (2003), İrlanda'da 1 m³ odun üretimi için tüketilen akaryakıt ve yağ miktarını dikkate alarak harvester için ortalama enerji girdisini 66,7 MJ/m³, forwarder için 52,7 MJ/m³ olarak bulmuşlardır. Toplam enerji girdisi içinde % 82'lik oranın akaryakıt enerjisi olduğu belirlenmiştir. Buna göre; odun

üretiminde enerji bilançosu (envanteri) yapılmak istendiğinde yakıt tüketiminin esas alınabileceğini göstermektedir.

Almqvist (1985), İsveç ormancılığında, 1956 ve 1983 yıllarında odun üretiminde kullanılan enerji miktarını 9,65 MJ/m³ ve 104 MJ/m³ olduğunu belirtmiştir. Buna göre de temel teknolojiden ara ve ileri teknoloji kullanımına gidildikçe odun üretiminde enerji tüketiminin arttığı görülmektedir.

Couch (1993), odunun enerji değerinin 12 GJ/ton olduğunu; üretimin mekanizasyonla yapılması durumunda harcanan enerjinin ürünün enerji değerinin % 1'ine karşılık geldiğini ve bunun çok küçük bir değer olduğunu belirtmiştir.

Nilsson vd. (1987), iki zamanlı motorlu testere için egzoz emisyonlarını belirlemek amacıyla en çok kullanılan 7 çeşit motorlu testere üzerinde çalışmalar yapmıştır. Motorlu testerelelerin mesleki sağlık risklerine neden olup olmadığını ortaya koymak amacıyla egzoz emisyon içeriği irdelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre 7 motorlu testere arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur. Motorlu testere kullanan operatörler üzerinde sağlık sorunlarına yol açtığı rivayet edilen en önemli emisyonların HC, CO, NO_x ve Aldehitler olduğu ve bu emisyonların miktarı Çizelge 2.16.'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.16. Motorlu testereden kaynaklanan insan sağlığına zararlı emisyonlar (Nilsson vd., 1987)

| Motorlu testerede zararlı emisyonlar | mg/m ³ |
|--------------------------------------|-------------------|
| Toplam hidrokarbon | 33000 |
| Benzen | 1400 |
| Toplam aldehit | 330 |
| Formaldehit | 120 |
| CO | 66000 |
| NO | 45 |
| NO _x | 50 |

Smith ve Corcoran (1976), odun hammaddesi üretiminde enerji analizi konusunda çalışmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 2.17.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.17. Üretimde kullanılan araçların yakıt tüketimi ve enerji değerleri (Smith ve Corcoran 1976)

| | Yakıt tüketimi (gal/card) | Enerji (BTU/kuruton) | Toplam enerji (BTU/kuruton) |
|----------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Kesme-Dal alma | 0,41 | 33000 | 33000 |
| Tomruklama | 0,39 | 31200 | 31000 |
| Yükleme | 0,47 | 43500 | 47000 |

Ağaç uzunluğu (bütün gövde) üretiminde kullanılan enerji miktarı Smith ve Corcoran (1976), tarafından elde edilen enerji değerleri Çizelge 2.18.'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.18. Üretim operasyonlarında harcanan enerji değerleri (Smith ve Corcora, 1976)

| Üretim operasyonu | Enerji değerleri (BTU/kuru ton) |
|----------------------------|------------------------------------|
| Kesme ve dal alama | 33000 |
| Sürütme | 99000 |
| Yükleme | 47000 |
| Transport (50 mil-tek yön) | 190000 |
| Boşaltma | 47000 |
| Yongalama | 75000 |
| Yardımcı | 59000 |
| Toplam | 550000 |

Athanassiadis vd. (1999), mekanize (makineli) üretim operasyonlarında kullanılan akaryakıt, hidrolik yağ ve yağ tüketimi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Forwarder için dizel yakıt tüketimi 0,939 litre/m³, tek çeneli harvester için ise 1,167 litre/m³ olarak bulmuştur.

Athanassiadis (2000), İsveç'te mekanize odun üretim operasyonlarında enerji tüketimi ve egzoz emisyonu üzerine yaptığı çalışmasında 1 m³ odun üretimi başına enerji girdisini 82 MJ/m³ olarak bulmuş bunun % 11'nin kullanılan

yakıtın üretiminde tüketilen enerji olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada dizel motorlar için emisyon çıktısı Çizelge 2.19.'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.19. Dizel motorlar için emisyon değerleri ve enerjileri (Athanassiadis, 2000)

| | CO ₂ | | CO | | HC | | NO _x | | PM | |
|------|-----------------|------|-------|------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|
| | g/kwh | g/MJ | g/kwh | g/MJ | g/kwh | g/MJ | g/kwh | g/MJ | g/kwh | g/MJ |
| EC 3 | 0,79 | 0,26 | 4,54 | 1,26 | 0,41 | 0,114 | 8,43 | 2,342 | 0,71 | 0,197 |
| EC 1 | 0,79 | 0,26 | 3,92 | 1,09 | 0,41 | 0,114 | 8,1 | 2,248 | 0,533 | 0,148 |

Berg (1997), ormancılık operasyonlarının analizinde, yaşam döngüsü analiz yönteminin çeşitli yönlerini konu edindiği çalışmasında İsveç ormancılığında gençleştirme ve yakacak odun üretiminde makineli ve motor-manuel yöntemlerin (1 m³ odun üretime göre yapılan kıyaslamada) CO₂ ve NO_x itibarıyla daha düşük emisyonla sahip olduğunu bulmuştur. Yakacak odun üretimi amaçlı yapılan operasyonların gençleştirmeye göre emisyonu % 10-20 arasında arttırdığını belirlemiştir. Kesme-devirmede CO₂ emisyonunu 5-5,7 kg/m³ olduğunu, makineli bölmeden çıkarmada CO₂ emisyonunu 2-2,6 kg/m³, NO_x emisyonunu 41-54 g/m³ olduğunu belirtmiştir. Hasat operasyonlarında yakıt tüketimine göre CO₂ ve NO_x emisyonlarının çevrim faktörü Çizelge 2.20.'de gösterilmiştir. Motor-manüel kesme-devirme operasyonlarında CO₂ emisyonunu 0,7-0,9 kg/m³, NO_x emisyonunu 10 g/m³ olarak bulmuştur.

Çizelge 2.20. Hasat operasyonlarında CO₂ ve NO_x çevrim faktörü (Berg, 1997)

| | Dizel | Benzin |
|-----------------|-------|--------|
| NO _x | 0,054 | 0,019 |
| CO ₂ | 2,610 | 0,046 |

Karjalainen ve Asikainen (1996), ormancılık operasyonlarında birincil enerji kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarını hesaplamak amacıyla yaptıkları çalışmada; 1993 yılında makine kullanılarak yapılan toprak iyileştirme, silvikültür, üretim ve trasport için (1 Mg: 1 ton, 1 Gg: 1000 ton); 424,2 Gg CO₂, 10,6 Mg NO_x, 3,5 Gg CO, 31,5 Mg metan, 5,6 Gg NO₂, 0,7 Gg metan harici uçucu bileşiklerin oluştuğunu bulmuştur.

Toplam emisyon oranı içinde; toprak hazırlığı ve silvikültür % 8, kesme % 13, bölmeden çıkarma % 18, taşıma % 57, makinelerin taşınması % 4 olduğunu tesbit etmiştir. Ayrıca yıllık üretilen odun miktarının 30300 Gg'lık karbon içeriği karşısında, CO₂ emisyonunun üretim itibarıyla oranının yadsınabilir olduğu belirlenmiştir (Karjalainen ve Asikainen, 1996).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

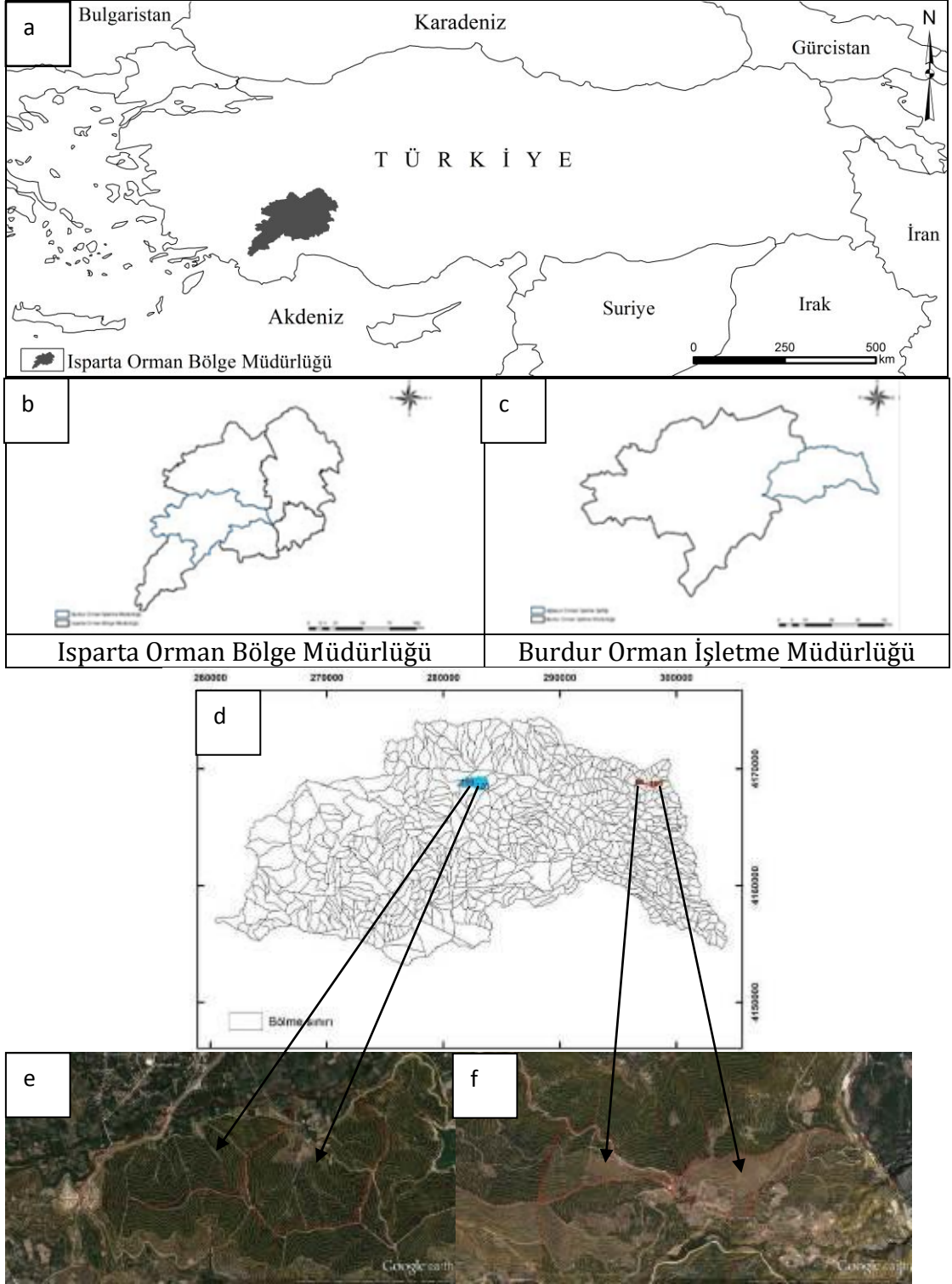
3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

Araştırma probleminin çözümünde kullanılmak üzere gerekli olan verinin elde edilmesi için Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Ağlasun Orman İşletme Şefliği (AOİŞ) orman arazisi çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1.). Bu alanın seçilme nedeni ulaşım kolaylığı, odun hammaddesi üretiminin yapılmakta olması, üretim zamanı, yörede çalışan işçilerin yaklaşımı ve diğer faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Bununla birlikte, SDÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nın da bu bölgede bulunması tercihde etkili olmuştur. Öte yandan, çalışma öncesinde orman idaresi, orman köylüleri ve kesim işçileri ile yapılan ön görüşmelerde bu ilgi gruplarının çalışmanın gerçekleştirilmesinde gönüllü olmaları, çalışma alanının seçiminde etkili olmuştur.

Ağlasun Orman İşletme Şefliği planlama birimi, coğrafi konum itibarıyla 37°31'02" - 37°41'31" kuzey enlemleri ile 30°33'25" - 30°47'12" doğu boylamları arasında yer almaktadır ve Akdeniz Bölgesi'nin Göller yöresindeki Batı Toros'ların iç kısımları üzerinde bulunmaktadır (Anonim, 2008).

AOİŞ, Burdur ili, Ağlasun ilçesinde 14.03.1958 yılında kurulmuş olup, toplam alanı 54889,4 ha'dır (Çizelge 3.1.) (Anonim, 2008).



Şekil 3.1. Ağlasun Orman İşletme Şefliği; a) Türkiye' deki konumu, b) Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki konumu, c) Burdur Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki konumu, d) Bölme Haritası, e) ve f) Çalışılan bölmelerin (119, 120, 94, 103) Google Earth görüntüsündeki konumu.

Çizelge 3.1. AOİŞ alan dağılım cetveli

| Orman Durumu | Alanı (ha) |
|---------------------|------------|
| Verimli Orman Alanı | 11168,5 |
| Bozuk Orman Alanı | 18881,8 |

İşletme şefliği üretim ormanı olarak 3 işletme sınıfına ayrılmış olup; kızılçam işletme sınıfı 782.713 m³, karaçam işletme sınıfı 163.283 m³, karışık işletme sınıfı da 206.704 m³ olmak üzere toplam 1.152.700 m³ dikili servete sahiptir. Ayrıca plan ünitesinde 11 adet işletme sınıfı bulunmaktadır (Çizelge 3.2.) (Anonim, 2008).

Çizelge 3.2. AOİŞ ormanlarının işletme sınıflarına dağılımı (Anonim, 2008).

| Fonksiyonlar | İşletme sınıfları | İşletme sınıflarının alanları (Ha) |
|-------------------------------|---|------------------------------------|
| Ekonomik Fonksiyonlu Ormanlar | Kızılçam kaliteli ve özellikli odun üretim ormanı | 8902,55 |
| | Karaçam en yüksek miktarda endüstriyel Odun üretim ormanı | 2897,67 |
| Ekolojik Fonksiyonlu Ormanlar | Doğayı koruma ormanı | 1473,18 |
| | Hassas ekosistemler | 4470,90 |
| | Orman ekosistemini iyileştirme ormanı | 35955,76 |
| | Arkeolojik sit alanı | 1024,12 |
| | Kızılçam toprak koruma | 1037,07 |
| | Karışık toprak koruma ormanı | 2081,69 |
| Sosyal Fonksiyonlu Ormanlar | Su kaynaklarını koruma ormanı | 3463,41 |
| | Estetik amaçlı yol koruma ormanı | 5628,94 |
| | Fakülte araştırma ormanı | 159,10 |

Bu planlama biriminde odun hammaddesi üretimi operasyonlarının gerçekleştirilmekte olduğu 4 bölmede/bölmecikte arazi gözlem ve etütlerine dayalı veri toplanmıştır (Çizelge 3.3.).

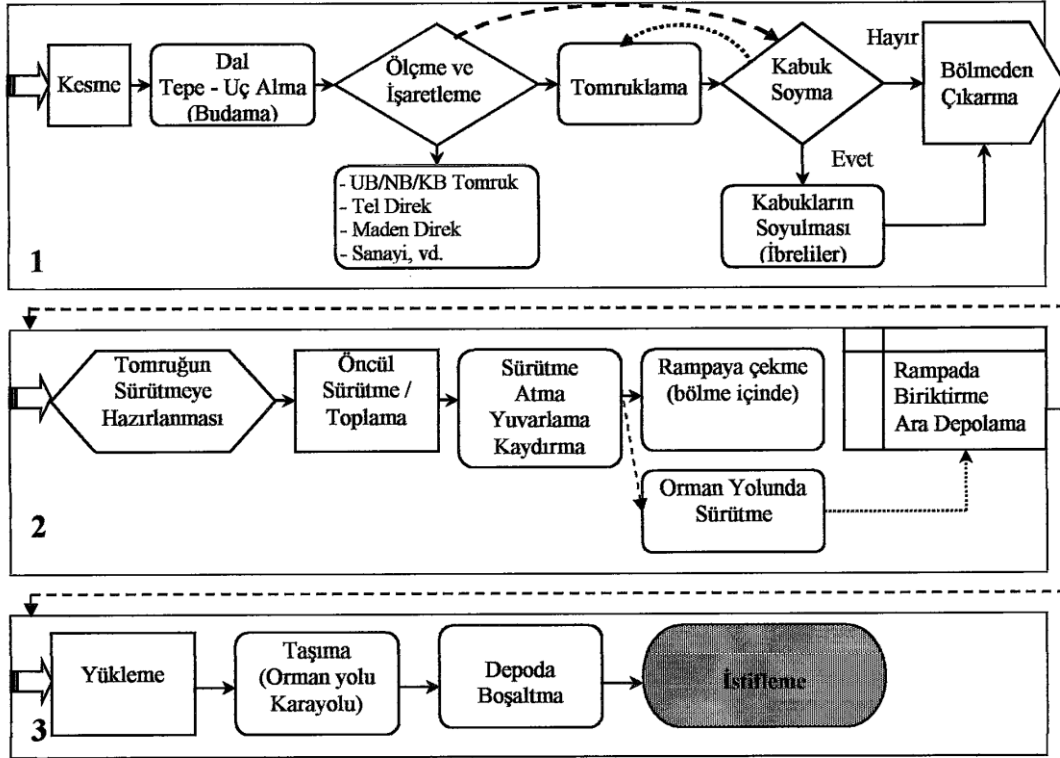
Çizelge 3.3. Çalışılan bölmelerin özellikleri

| Bölme No | Toplam Alan (Ha) | Meşcere Tipi | Bonitet | Tomruk Adeti | Hacim (m ³) | Eğim | Yükselti (m) | Ort, Sürütme mesafesi (m) |
|----------|------------------|--------------|---------|--------------|-------------------------|------|--------------|---------------------------|
| 94 | 8,1 | Çzd2 | III | 1792 | 1279,07 | %40 | 1010-1120 | 100 |
| 103 | 15,6 | Çzcd3 | I | 3102 | 2853,47 | %31 | 910-1030 | 130 |
| 119 | 45,4 | Çzb3 | II | 8833 | 1099,01 | %36 | 1130-1230 | 80 |
| 120 | 17,4 | Çzb3 | II | 7738 | 964,03 | %37 | 1120-1210 | 55 |

Gençleştirme kesimi yapılan 94 ve 103 nolu bölmelerde ağaç türü Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) bakım kesimi yapılan 119 ve 120 nolu bölmelerde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros Sediri (*Cedrus libani*) karışık meşceresi olup müdahale edilen ağaç türü Kızılçam dır.

3.1.2. Odun hammaddesi üretim işleri

Odun Hammaddesi üretim işleri, OGM (1996) Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Sayılı Tebliğ'e göre yapılmaktadır. Odun üretimi sürecinin karar aşaması Eker (2004), tarafından belirtilen iş adımlarına göre gerçekleşmektedir. Üretim sürecinin teknik (operasyonel) aşamaları kesim (1), bölmeden çıkarma (2) ve taşıma (3) işlerinden oluşmaktadır. Teknik aşamalar ve alt süreçleri Şekil 3.2. de gösterilmiştir.



Şekil. 3.2. Odun hammaddesi üretim sürecinin teknik aşamaları (Eker, 2004).

Her yıl plana göre belirtilen meşcerelere teknik ve yasal mevzuata uygun olarak müdahale edilmektedir. AOİŞ'de genellikle dikili satış yapılmaktadır. 6831 sayılı orman kanuna göre belirlenen sahalarda kesimi civar köylüleri ya da tahtacılar yapmaktadır. Köylüler kesim yapılacak sahadaki toplam hacmi eşit olacak şekilde pay ederler. Burada ağaç adetleri birbirinden farklı olabilir. Kesim genellikle sahada aşağıdan başlayıp yukarıya doğru yapılmaktadır. Böylelikle aileler arasında tomrukların karışmaması ve kolay sürütülmesi sağlanmış olur.

Üretim süreci; kesme-tomruklama, kabuk soyma, sürütme, yükleme ve taşıma aşamalarından oluşmaktadır. Çalışma alanında tahtacı ve orman köylülerinin yapmış olduğu üretim işçiliğinde kesme-tomruklama için motorlu testere, kabuk soyma için motorlu testere veya balta, tomruklama için 1 metrelik ölçü demiri ve motorlu testere, dal ve tepe almak için motorlu testere, sürütme için tarım traktörü, orman traktörü ve yer çekimi etkisinden faydalanılır. Yakacak odunun (ster emvalin) bölmeden çıkarılmasında ise tarım traktörü, katır, insan gücü ve kızaktan yararlanılmaktadır. Yükleme kıskaçlı yükleyiciyle, taşıma ise kamyonlarla yapılmaktadır.

3.1.3. Odun hammaddesi üretiminde kullanılan işgücü ve araçlar

Araştırma alanında, yürütülen odun hammaddesi üretim işleri, çoğunlukla insan gücü ve makine gücünün bileşiminden yararlanılarak gerçekleştirilmektedir. Özellikle kesme-tomruklama sürecinde motor-manuel (Eker, 2004) teknikler kullanılmaktadır. Balta ile kabuk soyma ve sapınle veya kaydırarak zeminde sürütme işlemlerinde yardımcı aletler haricinde motor ve hayvan gücünden yararlanılmamaktadır.

Araştırma alanında; gençleştirme kesiminde Burdur İli Ağlasun İlçesi'ne bağlı Çamlıdere Köyü orman köylüleri (kooperatife kayıtlı mükellefler) çalışmıştır. İşgücü enerjisinin ve diğer ölçüm ve de hesaplamaların yapılmasında bu çalışanların gözlemlenmesinden elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Bakım bölmelerinde ise Antalya yöresinden gelen Tahtacılar (öteden beri geleneksel olarak ve aile işçiliği şeklinde; Ülkenin çeşitli bölgelerinden gezici halde orman işçiliği yapanlar) çalışmakta olup enerji ölçer ile enerji ölçümü başta olmak üzere diğer gözlem ve ölçümlerle iş süreçlerinin izlenmesinde bu işçilerle çalışılmıştır. Çalışmaya katılan işçiler ve özellikleri Çizelge 3.4.'de gösterilmiştir. Enerji ölçer cihazı yalnızca tahtacılar üzerinde kullanılabildiğinden bu işçilere ait özelliklerin ayırt edilmesi maksadıyla aynı tabloda parantez içinde isimleri verilen işçiler üzerinde ölçüm yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Çamlıdere Orman Köylüleri ve Tahtacılara ait fiziksel özellikler

| İşçi No | Müdahale Tipi | Cinsiyet | Yaş | Boy | Ağırlık | VKİ* | İş Türü |
|---------|---------------|----------|-------|------|---------|----------------------|---------------|
| | | (E/K) | (yıl) | (cm) | (kg) | (kg/m ²) | |
| 1 (AE) | 2 | Erkek | 48 | 168 | 78 | 27 | 1 |
| 2 (VE) | 2 | Erkek | 34 | 168 | 68 | 24 | 1 - 10 |
| 3 (DE) | 2 | Erkek | 36 | 163 | 66 | 24 | 1 - 7 - 10 |
| 4 (BE) | 2 | Erkek | 37 | 165 | 79 | 29 | 1 - 2 - 7 - 8 |
| 5 (CE) | 2 | Kadın | 33 | 165 | 63 | 23 | 2 - 3 |
| 6 | 2 | Kadın | 44 | 162 | 79 | 30 | 2 |
| 7 | 2 | Kadın | 25 | 170 | 67 | 23 | 2 |
| 8 | 2 | Kadın | 34 | 160 | 68 | 26 | 2 - 3 - 7 - 8 |
| 9 | 1 | Erkek | 37 | 165 | 79 | 29 | 1 - 9 |
| 10 | 1 | Erkek | 34 | 170 | 76 | 26 | 1 - 4 |
| 11 | 1 | Erkek | 35 | 170 | 80 | 27 | 1 - 2 |
| 12 | 1 | Kadın | 43 | 160 | 82 | 32 | 2 |
| 13 | 1 | Erkek | 37 | 168 | 76 | 26 | 4 - 11 - 12 |
| 14 | 1 | Erkek | 35 | 172 | 71 | 24 | 4 - 11 |
| 15 | 1 | Erkek | 34 | 175 | 72 | 23 | 4 - 11 - 12 |
| 16 | 1 | Erkek | 46 | 164 | 81 | 30 | 4 |
| 17 | 1 | Erkek | 56 | 165 | 67 | 24 | 4 - 11 |
| 18 | 2 | Erkek | 30 | 170 | 70 | 24 | 5 |
| 19 | 2 | Erkek | 34 | 167 | 68 | 24 | 5 |
| 20 | 2 | Erkek | 32 | 168 | 72 | 25 | 5 |
| 21 | 2 | Erkek | 36 | 166 | 74 | 26 | 5 |
| 22 | 1 | Erkek | 37 | 170 | 70 | 24 | 5 |
| 23 | 1 | Erkek | 38 | 167 | 72 | 25 | 5 |
| 24 | 1 | Erkek | 42 | 168 | 70 | 24 | 5 |
| 25 | 2 | Erkek | 36 | 165 | 67 | 24 | 6 |
| 26 | 2 | Erkek | 32 | 170 | 74 | 25 | 6 |
| 27 | 2 | Erkek | 44 | 160 | 76 | 29 | 6 |
| 28 | 2 | Kadın | 33 | 160 | 70 | 27 | 7 |
| 29 | 1 | Kadın | 33 | 160 | 56 | 21 | 9 |
| 30 | 1 | Erkek | 46 | 173 | 75 | 25 | 10 |
| 31 | 1 | Erkek | 36 | 173 | 80 | 26 | 12 |
| 32 | 1 | Erkek | 35 | 172 | 71 | 24 | 4 |

*Vücut Kütle İndeksi= Vücut toplam ağırlığı (kg)/Boy (m) x Boy (m)

Çizelge 3.4. içerisinde ki 1,2,3,4 ve 5 numaralı işçiler tahtacı olarak tabir edilen işçiler olup enerji ölçer cihazı ile enerji ölçümü yalnızca bu işçiler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.4.'de, müdahale tipi; (1) gençleştirme (gençleştirme = gençleştirme) ve (2) bakım olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Yapılan işin çeşidi (türü) ise (1) kesme-tomruklama, (2) balta ile kabuk soyma, (3) motorlu testere ile kabuk soyma, (4) sapınle sürütme, (5) traktörle kablolu çekim, (6) traktörle zincirli zeminde

sürütme, (7) katırla lif yonga odunu taşıma, (8) katırla zeminde sürütme, (9) kızakla yakacak odun taşıma, (10) traktörle lif yonga odunu taşıma, (11) kışkaçlı yükleyici ile yükleme ve (12) kamyonla taşıma şeklinde numaralandırılmıştır.

Çalışanların kullandığı motorlu testere markalarına incelendiğinde orman köylüleri genellikle Husqvarna; tahtacılar ise Stihl marka motorlu testere kullanmaktadır. Kullanılan motorlu testere ve özellikleri, yaptıkları işlere göre (Kesme-tomruklama: kesme, tomruklama, dal ve tepe alma. Soyma: kabuk soyma) Çizelge 3.5.'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan motorlu testereler ve özellikleri (Husqvarna, 2012; Stihl, 2012.).

| Motorlu Testere Markası | Model | İş | Silindir Hacmi (cm ³) | Benzin Deposu Hacmi (L) | Yağ Deposu Hacmi (L) | Kılıç ve Zincirsiz Boş Depo ile Ağırlığı (kg) | Garantili Ses Düzeyi (dB(A)) | Standart Kılıç Uzunluğu (cm) |
|-------------------------|-------|------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| Husqvarna 288 XP | 2005 | Kesme-tomruklama | 87 | 0,9 | 0,5 | 7,5 | 116 | 45 |
| Husqvarna 281 | 2005 | Kesme-tomruklama | 80,7 | 0,9 | 0,5 | 7,5 | 116 | 45 |
| Husqvarna 365 | 2009 | Kesme-tomruklama | 65,1 | 0,77 | 0,42 | 6 | 114 | 38 |
| Stihl MS 360 | 2009 | Kesme-tomruklama | 61,5 | - | - | 5,7 | - | 50 |
| Stihl MS 361 | 2011 | Kesme-tomruklama | 59 | - | - | 5,6 | - | 50 |
| Stihl MS 360 | 2010 | Soyma | 61,5 | - | - | 5,7 | - | 50 |
| Stihl MS 361 | 2011 | Soyma | 59 | - | - | 5,6 | - | 50 |

İşçilerin standart çalıştıkları ve motorlu testereler arasında pala (kılıç = levha) ve zincir uzunluğu açısından anlamlı bir farkın olmadığı kabul edilmiştir. Örneğin; Stihl 361; 36 diş zincir 50 cm pala uzunluğuna sahipken, Husqvarna 365; 36 diş zincir ve 45-50 cm pala uzunluğuna sahiptir.

Bölmeden çıkarma faaliyetleri sırasında traktörlerden de faydalanılmaktadır. Çalışmada işçiler tarafından kullanılan traktörler ve özellikleri Çizelge 3.6.'da gösterilmiştir. Tomrukların zincir ile bölmeden çıkarılması sırasında zincir

traktörün çeki kancasına bağlanmaktadır. Zincir yaklaşık 8 m uzunluğunda olup bir ucu da tomruğa bağlanır ve tomruk traktörle birlikte hareket eder. Öte yandan tarım traktörünün arkasına üç noktadan bağlanan vinç yardımıyla da kablo çekimi yapılmıştır. Vinç (kablo sarma) gücünü şaft yardımıyla traktörden almıştır.

Çizelge 3.6. Çalışmada kullanılan traktörler ve özellikleri

| Traktör Markası | Model | İş | Motor Gücü (PS) | Halat Çapı (mm) | Halat veya Zincir Uzunluğu (m) | Ön Ster Selesinin en*boy*yükseklik (cm) | Arka Ster Sepetinin en*boy*yükseklik (cm) |
|---------------------------|-------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---|---|
| Türk Fiat 480 | 1983 | Ster | 48 | - | - | - | 130*120*100 |
| Agustin Leyland | 1976 | Ster | 45 | - | - | 70*60*100 | 80*100*100 |
| Morris Leyland | 1975 | Ster | 45 | - | - | 60*50*100 | 80*100*100 |
| MB Track 900 | 1985 | Kablolu Sürütme | 85 | 12 | 100 | - | - |
| Massey Ferguson 266 G 4x4 | 2005 | Kablolu Sürütme | 66 | 10 | 150 | - | - |
| New Holland tt50 | 2007 | Zincirle Sürütme | 50 | - | 8 | - | - |

Çalışmada yakacak odunlar, yarma sanayi odunları ve kısmen lif-yonga odunları (ster birimi ile ölçülen emval) insan gücüyle çekilen kızakla sürütülmüştür. İşçilerin kullandığı kızak 65*200 cm ebatlarındadır. Kesim sahasında bulunan kızılçam ağaçlarının uç kısmından yapılmıştır. Şekil itibari ile merdivene benzeyen bir yapıdadır (Şekil 3.3.). Ağırlığı yaklaşık olarak 8 - 10 kg gelmektedir. Ortalama 50 cm yüksekliğindeki, yığın halindeki ster odunu yüklenip ip ile yük sabitlenmektedir. İnsan gücü ile eğim yönünde ve aşağı doğru yüklü vaziyette, kızığın ön - uç tarafına bağlanan iplerden iki kişi tarafından, önceden hazırlanmış sürütme şeridinde, doğrudan zemin üzerinde çekilerek taşıma yapılmaktadır. Sürütme sırasında, kesim artıkları ve küçük taş-kaya engellerine takılmayı önlemek amacıyla elle ya da sapınle, sürütme işleminden önce bir güzergah temizliği yapılarak sürütme şeridi oluşturulmaktadır.



Şekil 3.3. Ster odununun taşınmasında kullanılan kızak

Tomruklar yol kenarına indirildikten sonra mümkün olduğunca kuru dere yatağında toplanmış ve bir nevi doğal rampa oluşturulmuştur. Yükleme traktöre monteli kısaçlı yükleyici ile gerçekleştirilmiştir. Üretim işlerinde tomruk yükleyiciler tarım traktörlerine monte edilen hidrolik bir sistem yardımıyla kısaçlı yükleyici haline dönüştürülmüştür. Konya ve Burdur yöresinde imal edilmektedir. Yükleyici sistemin satın alma maliyeti ortalama 15000 TL olarak bildirilmiştir. Çalışmada tomrukları yüklemek için kullanılan kısaçlı yükleyici ve özellikleri Çizelge 3.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Çalışmada kullanılan kısaçlı yükleyiciler ve özellikleri.

| Kullanılan Araç | Model | Yükleyici Kısmı | Motor Gücü (Hp) |
|---------------------|-------|-----------------|-----------------|
| Üniversal 650 M 4x2 | 1977 | Arka | 68 |
| Üniversal 650 M 4x2 | 1976 | Arka | 68 |
| Üniversal 650 M 4x2 | 1975 | Arka | 68 |
| New Holland L95 4X4 | 1998 | Ön | 95 |

Çalışmada hem tomrukların hemde ster emvalinin taşınması için kamyonlardan yararlanılmıştır. Orman ürünlerinin taşınması için kullanılan kamyonlar ve özellikleri Çizelge 3.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Çalışmada kullanılan kamyonlar ve özellikleri (BMC, 2012).

| Kullanılan Araç | Araç Modeli | Motor Gücü (PS) | Kasa Ölçüleri en*boy*yükseklik (m) |
|------------------|-------------|-----------------|------------------------------------|
| BMC FATİH 200-26 | 1995 | 200 | 2.5*7*1.4 |
| BMC FATİH 200-26 | 1997 | 200 | 2.5*7*1.5 |
| BMC FATİH 200-26 | 1998 | 200 | 2.5*7*1.5 |
| BMC FATİH 200-26 | 1996 | 200 | 2.5*7*1.4 |
| BMC FATİH 162-25 | 1993 | 165 | 2.5*7*1.3 |
| BMC PRO 620 | 1999 | 200 | 2.5*7*1.6 |

Yakacak odunların, yarma sanayi odunlarının ve lif-yonga odunlarının bölmeden çıkarılmasında katırlar kullanılmıştır. Çalışmada ster odunu ve tomrukların bölmeden çıkarılmasında kullanılan katırlar Şekil 3.4.'de özellikleri ise Çizelge 3.9.'da verilmiştir.



Şekil 3.4. Ster odununun katırla taşınması

Çizelge 3.9. Çalışmada kullanılan katırların özellikleri

| Hayvan Cinsi | Ağırlığı | Yaşı | Günlük Tüketilen Arpa Miktarı (kg) | Günlük Tüketilen Saman Miktarı (kg) |
|--------------|----------|------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Katır | 250 | 18 | 1,5 - 2 | 10 |
| Katır | 300 | 12 | 1,5 - 2 | 11 |
| Katır | 170 | 22 | 1,5 - 2 | 9 |

Çalışmanın ana objelerini oluşturan işçilerin el aletleri olarak;

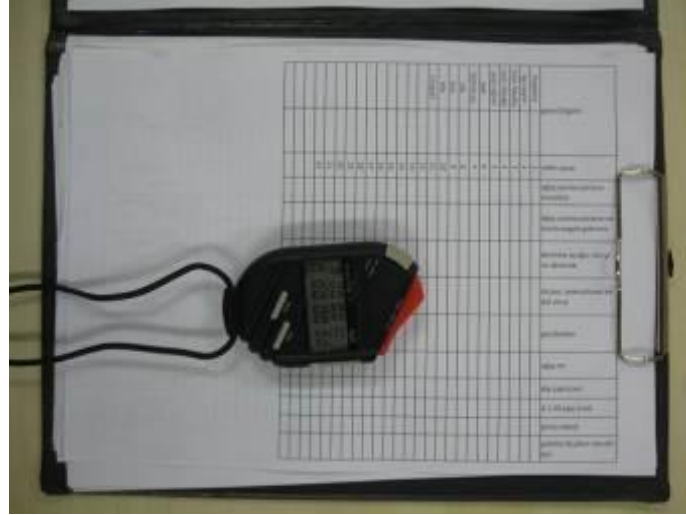
Balta (nacak) (Ağırlık 1 – 1,5 kg, boy 70 – 80 cm.), Sapın(Ağırlık 0,8 – 1 kg, boy 70 – 80 cm.), Tahra(Ağırlık 0,5 – 0,8 kg, boy 30 – 40 cm.), yanı sıra çekiç, filise (halkalı tomruk çivisi), saplama kancası kullandıkları ve bunların yörede bulunan demirci ustaları tarafından üretildiği öğrenilmiştir.

3.1.4. Kullanılan araç ve gereçler

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde literatür bilgisi için; ulusal ve uluslar arası bilimsel toplantı bildirimleri, baskılı ve dijital kütüphanelerdeki süreli ve süresiz yayınlar, lisansüstü ve doktora tezleri, konuyla alakalı ders materyalleri ve kişisel iletişimle elde edilen bilgiler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan diğer araç ve gereçler aşağıda tanıtılmıştır:

3.1.4.1. İş etüt karneleri

Arazide üretim çalışmalarında yapılan ölçüm ve gözlemleri kaydetmek amacıyla etüt karneleri oluşturulmuş ve kullanılmıştır. Zaman ölçümü desimal sistemde ölçüm yapan Kasper Richter Vario 2 marka kronometre ile yapılmıştır. Çalışmada kullanılan, etüt altlığına monte edilmiş etüt karnesi ve boyuna asılarak etüt altlığı üzerine konulup okuma yapılan kronometre Şekil 3.5.'de örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Arazide kullanılan kronometre, etüt formu ve etüt altlığı

Çalışmada zaman analizi yapmaya yardımcı olması ve gürültü, enerji ve diğer ölçümlerde meydana gelebilecek aksaklıkların giderilmesinde çalışmaların tam zamanlı kaydında (ses ve görüntü) SONY DCR-SX34E marka video kamera kullanılmıştır. Kameranın en belirgin özelliği batarya ve hafıza anlamında uzun süre kesintisiz (4-6 saat) kayıt yapabilmesidir (SONY, 2012).

İş tekniği ve zaman etüdü için kullanılan (tamamıyla doldurulmamış) etüt karneleri her bir iş adımına örnek olarak Çizelge 3.10.'da verilmiş olup diğerleri Ekler'de verilmiştir.

Çizelge 3.10. Kesme-tomruklama için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Ağaç Yanına Yürüme Mesafesi (m) | Ağaç Yanına Yürüme ve Kesme Engeli Giderme Zamanı (sn) | Devirme Oyuğu, Kesişi ve Devirme Zamanı (sn) | Ölçme, Tomruklama ve Dal Alma Zamanı (sn) | Gecikmeler | Ağaç No | Dip Çapı (cm) | D _{1.30} Çapı (cm) | Parça Adedi | Gürültü Ölçülen Mesafe (m) |
|----------------|--|--------------|---------------------------------|--|--|---|------------|---------|---------------|-----------------------------|-------------|----------------------------|
| Başlama | | 1 | 7 | 00:00:53 | 00:01:33 | 00:06:33 | 00:06:33 | | 36 | 30 | 5 | 8 |
| İşçi Sayısı | | 2 | 6 | 00:06:52 | 00:07:20 | 00:11:42 | 00:12:02 | | 31 | 25 | 6 | 6 |
| Mot. Marka | | 3 | 9 | 00:12:29 | 00:12:43 | 00:14:03 | 00:14:03 | | 23 | 19 | 5 | 9 |
| Mot. Model | | 4 | 5 | 00:14:15 | 00:14:26 | 00:17:25 | 00:17:25 | | 22 | 18 | 5 | 10 |
| Arazi Eğimi | | 5 | 4 | 00:17:37 | 00:17:44 | 00:19:18 | 00:19:18 | | 23 | 19 | 6 | 13 |
| Saat | | 6 | 6 | 00:19:49 | 00:20:37 | 00:24:13 | 00:24:13 | | 30 | 25 | 5 | 8 |
| Bölme No | | 7 | 5 | 00:24:35 | 00:24:47 | 00:27:13 | 00:34:48 | | 23 | 19 | 6 | 7 |
| Yaş | | 8 | 6 | 00:35:11 | 00:35:22 | 00:37:56 | 00:37:56 | | 30 | 25 | 5 | 9 |
| Boy | | 9 | | | | | | | | | | |
| Kilo | | 10 | | | | | | | | | | |
| Cinsiyet | | 11 | | | | | | | | | | |
| | | 12 | | | | | | | | | | |

3.1.4.2. Gürültü ölçer

Arazi çalışmaları sırasında; motorlu testere ve diğer üretim makinelerinin kullanımından kaynaklanan gürültü düzeyinin ölçülmesi için EXTECH HD 600 marka ve model gürültü ölçüm kayıt cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.6.). Arazide kullanılan etüt formlarına gürültü ölçülen mesafe değerleri ölçülerek yazılmıştır. Ölçülen gürültü değerleri ise büro çalışmaları sırasında kayıtların incelenmesiyle ayrıştırılmıştır.



Şekil 3.6. Gürültü ölçer

Extech Instruments HD600 - gürültü ölçüm ve kayıt cihazı teknik özellikleri (EXTECH, 2012);

- Dahili hafıza ile 20000 kayıt yapabilir,
- 30-130 dB(A) aralığında 6 farklı otomatik seçim yapılabilir,
- Tarih ve saat, dakika ölçeğine anlık kayıt yapabilir,
- Hassasiyet ± 1.4 dB(A) aralığındadır,
- Boyutları 278x76x50 cm'dir,
- Ağırlık 350 gr'dir.

3.1.4.3. Enerji ölçer

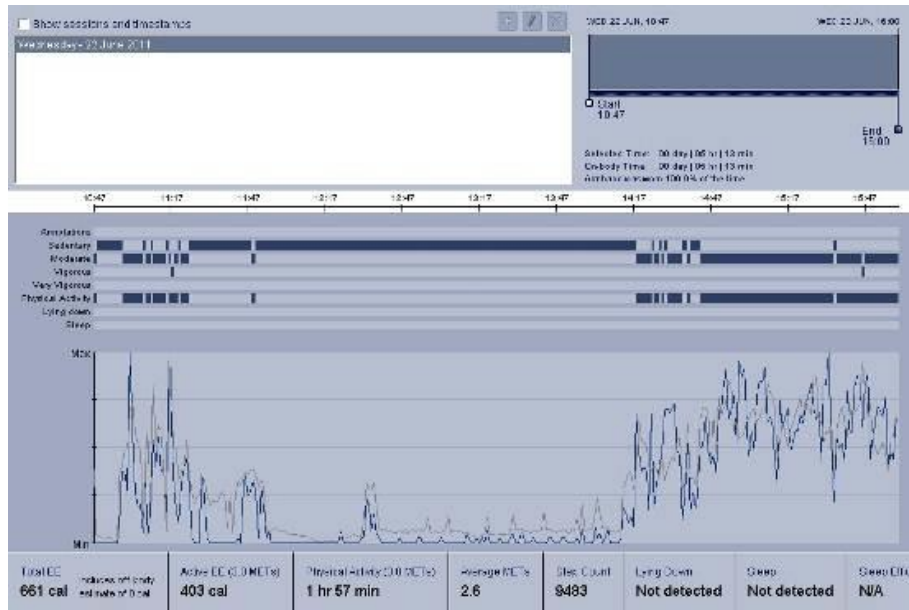
İş gücü enerjisinin ölçümü fiziksel aktivite ölçümü yapan cihazlarla yapılmıştır. Çalışmada enerji ölçümü için Armband SenseWear marka ve model fiziksel aktivite ölçer kullanılmıştır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Fiziksel aktivite ölçer

Armband SenseWear (BodyMedia Inc., Pittsburgh, PA, ABD) üst kola takılan bir cihazdır. Ölçüleri 8.8 x 5.6 x 2.1 cm ve ağırlığı 82 g'dır. Çok sayıda sensörden (örneğin ısı ve sıcaklık sensörü) çeşitli verileri de toplamasına rağmen, bu cihaz iki eksenli akselerometre içermektedir (boylamasına ve enlemesine). Adım sayılarının yanı sıra kişi tarafından gerçekleştirilen, belirlenen şiddet seviyesinin üzerindeki (örneğin 2.5 metabolik eşdeğer) aktivitelerin süresini de vermektedir (Cole vd. 2004; Pitta vd. 2006; SenseWear, 2012).

Profesyonel yazılım sayesinde enerji değerlerinin yanında birçok veri elde edilebilmektedir. Aşağıda Şekil 3.8.'de katırla ster odunu taşıyan bir işçiye ait enerji ve buna bağlı değerler gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Çalışmada yer alan işçilerden birine ait örnek enerji ölçüm dökümü

Cihaz Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Spor Hekimliği Anabilim Dalı bünyesinde kullanılmaktadır. İlgili birimden cihazlar temin edilerek yazılımı ve bir kullanıcısı (Dr. Şeyhmuz KAPLAN) ile birlikte arazide 2 gün çalışma fırsatı yakalanmıştır. Çalışılan sahada işçilerin normal ölçülerde yani vücut kütle indeksleri 25 civarında ve normal tempoda çalışan işçiler seçilmiştir. İşçilere ait özellikler Çizelge 3.4.'de gösterilmiştir.

3.1.4.4. Diğer araç ve gereçler

Bu çalışmada Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içinde kalan orman sahası ve bu sahaların içeriğine ilişkin bilgileri elde etmek için çalışma alanına ait Çok Amaçlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı'ndan yararlanılmıştır. Ayrıca arazi işlerine ait faaliyetler hakkındaki bilgilere işletmeye ait muhasebe kayıtları kullanılmıştır. Çalışma zamanlarının ve birim fiyatların belirlenmesi için bölme dosyaları, hacim hesabı için dikili ağaç ve yuvarlak ağaç ölçü tutanakları kullanılmıştır.

Araştırmanın yürütülmesinde SDÜ Orman Fakültesi, Orman Transportu ve Geometik Laboratuvarında bulunan, tomruk boylarının ölçülmesinde şerit metre ve ölçü demiri, zaman analizinin yapılmasında dijital kronometre, konum ve taşıma mesafesinin belirlenmesinde Garmin-Oregon 550 marka ve modelindeki GPS ile serbest kullanıma açık Google EARTH görüntüleri, tomruk çaplarının ölçülmesinde çap ölçer, iş etüdünün yapılmasında etüt formları ve video kamera kullanılmıştır.

Üretim çalışmalarının analiz edilmesi için yapılan ölçümlerde gürültü ölçülen mesafe, sürütme mesafesi, yükleme mesafesi ölçümü için Leica Disto D-5 marka lazer uzaklıkölçer kullanılmıştır.

Verilerin analiz edilmesi için diz üstü bilgisayar ve MS Office araçlarından Excel ve Word, bazı analiz ve değerlendirmelerin yapılabilmesi için de SPSS 13.0 istatistik paket programı kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırma alanının sınırlandırılması

Araştırma alanı; fiziksel ulaşım kolaylığı, aynı yörede daha önce başkaca bilimsel çalışmaların yapılmış olması ve gerekli bazı altlık bilgilere kolay erişilmesi, tezin arazi çalışması periyodunun bu yöredeki üretim operasyonlar ile aynı zaman aralığına rastlaması açısından, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içinde yer alan Burdur Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Ağlasun Orman İşletme Şefliği'ne ait orman arazisi içerisinde bulunan 94, 103, 119 ve 120 numaralı bölmeler ile sınırlandırılmıştır.

3.2.2. Araştırma konusu ve kapsamının sınırlandırılması

Araştırma konusu; sahada mevcut olan odun hammaddesi üretim faaliyetlerine ilişkin genel işleyiş ile sınırlandırılmıştır. Çalışma; koşulları belirli olan bir odun hammaddesi üretim sürecinde, birim miktardaki odun üretimi sırasında tüketilen zaman ve enerji ile açığa çıkan emisyon ve gürültü değerlerinin belirlenmesi ve buna karşın elde edilen ürünün enerji eşleniği olarak sunduğu kazanımın ortaya konulması konusu ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada; farklı ağaç türleri, farklı müdahale tipleri, farklı topoğrafik koşullar ve farklı işçiler ile farklı yöntemler esas alınmadan, olağan şekilde yürütülmekte olan odun üretim operasyonları üzerinden toplanan verinin analizi ve değerlendirilmesi esas alınmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, aktüel/mevcut durumun ortaya konulması kapsamı ile sınırlandırılmış olup araştırma konusuna ilişkin gelecekte ya da farklı koşullarda ortaya çıkabilecek sonuçların tahmin edilmesine yönelik bir amaç benimsenmemiştir.

Birim miktarda odun hammaddesi üretimi için gerçekleştirilen faaliyetler sırasında; mümkün olduğunca çalışanları temsil edebilecek yetenekteki işçilerin yaptıkları iş üzerinden gözlem ve ölçüm yapılmış diğerleri sadece gözlemlenmiş ancak veri toplanmamıştır. Zaman etütleri; iş yeri zamanı olarak gerçekleştirilmekte olan iş üzerinden ölçülmüş ve araştırmacının arazide çalıştığı saat ve gün miktarıyla sınırlı tutulmuştur. Öte yandan zaman etütleri

sonucunda, iş verimliğinin belirlenmesine yönelik bir amaç güdülmemiştir. Bu çalışmadan elde edilen verim, gürültü, emisyon ve enerji çıktıları ile ağaç türü ve birim miktar üzerinden bir genelleme yapılması hedeflenmemiştir.

Elde edilen ürünlerin içerdiği emisyon ve enerji değerlerinin hesaplanmasında ürünün kuru ağırlıkları esas alınmıştır.

Odun üretimi sırasında harcanan insan işgücünün hesaplanmasında; imkânlar çerçevesinde az sayıda iş ve çalışan üzerinden yapılan enerji ölçümü ile sınırlı kalınmış diğer işlerde çalışan insan işgücü enerjisinin hesaplanmasında literatürde var olan formül ya da eşdeğer miktarlar ile yetinilmiştir. Hayvan gücü ve makine gücü enerjisinin belirlenmesinde de literatür bilgisinden yararlanılmış; makine gücü enerjisinin hesaplanmasında araç türü ve yakıt tipine bağlı bir hesaplama çeşitliliği ile sınırlı kalınmıştır. Bir makineye ait farklı marka ve modellerle farklı teknik kapasiteler ve bunların farklı koşullardaki yakıt tüketimleri dikkate alınmamış, çalışılan ortamdaki makine – araç tipi bilgileri üzerinden hesaplama yapılmıştır. Aynı şekilde, emisyon miktarının hesaplanması için de yakıt tüketimi esas alınmış, kimyasal olarak tam yanma gerçekleştiği kabul edilmiş, makine türü ve yakıt tipine göre yakıt tüketimi üzerinden özellikle CO₂ emisyonu hesaplanmasıyla sınırlı kalınmıştır. Diğer emisyon bileşenlerine yönelik hesaplama yapılmamıştır. İnsanların ve hayvanların nefes almaları sonucu ortaya çıkan CO₂ emisyonu miktarı hesaba dahil edilmemiştir.

Gürültü ölçümünde; insan kulağı ölçeğindeki gürültüden ziyade, ortam/çevre gürültüsü ölçülmeye çalışılmıştır. Bunun için yöntem bölümünde aktarılan gürültü ölçme sınırları ile sabit kalınmıştır. İnsan ve hayvan gücü ağırlıklı çalışmada gürültü ve de emisyon ölçümü yapılmamıştır.

3.2.3. Araştırmanın zaman açısından sınırlandırılması

Araştırmanın gerçekleştirilmesi için 1 yıllık çalışma süresi esas alınmıştır. Çalışma, iki ayrı zaman dilimi içinde yürütülmüştür. Öncelikle, gençleştirme

(gençleştirme) kesimlerinin yapıldığı sonbahar aylarında; 2010 yılının Eylül ayı ile 2011 yılının Şubat ayları arasında arazide veri toplanmıştır. Ayrıca bakım kesimlerinin yapıldığı ilkbahar aylarında; 2011 yılının Mart ayı ile Temmuz ayları arasında da arazi çalışmaları yürütülmüştür. Bu bakımdan bir işletmenin bir yıllık iş programı içinde gerçekleştirdiği üretim miktarı üzerinden çalışma yürütülmeye çalışılmıştır.

3.2.4. Çalışmanın planlanması ve yürütülmesi

Literatürde, özellikle ulusal ölçekte, odun hammaddesi üretimi sırasında ortaya çıkabilecek muhtemel riskler ve bu risklerin kaynakları konusunda yapılan incelemeler sonucunda; üretim faaliyetleri sırasında tüketilen (girdi) ve üründen elde edilebilecek (çıktı) enerjinin, tüm sürece ait çevresel gürültü düzeyinin ve ortaya çıkan ortalama emisyon etkisinin bir arada değerlendirilmediği belirlenmiştir. Bu bakımdan öncelikle konunun araştırılmasına yönelik, literatür destekli bir kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Böylece, odun hammaddesi üretim sürecini oluşturan alt süreçlerdeki iş tekniğinin etüdü, tüketilen zamanın etüdü, çevresel gürültü değerinin ölçülmesi ve enerji ölçümlerinin yapılmasıyla konu hakkında bir çalışmanın yapılmasına karar verilmiş ve buna yönelik bir çalışma planı oluşturulmuştur.

Çalışmanın yürütülmesi için;

- i) Literatür araştırması,
- ii) Veri toplama ve
- iii) Analiz – değerlendirme aşamalarından oluşan bir yöntem izlenmiştir.

Bu kapsamda araştırma alanı olarak belirlenen planlama biriminde, araştırmaya başlama tarihi itibarıyla odun üretim operasyonlarının gerçekleştirilmekte olduğu bölmeler belirlenmiş ve işletme şefliğinden izin alınmak suretiyle arazi çalışmalarına başlanmıştır. Konunun kapsamı ve önemi, orman işçilerine (orman köy kooperatif üyeleri ve tahtacılar) anlatılarak doğrudan ve dolaylı gözlemler yapılmıştır. Öncelikle metot etüdü tekniğine olabildiğince uygun

olacak şekilde gözlemler yapılarak işlerin nasıl, hangi sırayla, kaç kişiyle, hangi araç – gereçle gerçekleştirildiği ve ortalama süresi konusunda ön veriler toplanmıştır.

Ardından, büroda literatür desteğinden de yararlanılarak etüt karneleri oluşturulmuştur. Yaygın sınıflandırmaya göre iş aşamaları kesim, sürütme, yükleme ve nakliyat olarak sınıflandırılmış ve her birisi için ayrı bir arazi etüt organizasyonu planlanmıştır. Orman işletme şefliğinin üretim iş programı ve orman köylülerinin işe başlama durumları dikkate alınarak arazi çalışma programı oluşturulmuştur.

Son hasılat etasının alındığı gençleştirme bölmeleri ve ara hasılat etasının alındığı bakım blokları belirlenerek arazi çalışmalarına başlanmıştır. Araziye veri toplama sırasında gerekli olacak araç – gereç tedarik edildikten sonra orman köylülerinin araziye intikal saatleri ölçek alınarak onlarla birlikte arazi çalışmaları yürütülmüştür. Üretim işlerinin devam ettiği günlerde araziye çıkılmış, önce veri kayıt düzenekleri monte edilmiş ve gönüllülük esası başta olmak üzere normal tempoda çalışan işçiler ölçeğinde çeşitli veri toplanmıştır.

Veri toplama aşamasında, kullanılan iş tekniği ve teknolojisi farklılıkları gözetilmiştir. Örneğin, bölmeden çıkarma faaliyetlerinde kullanılmakta olan insan gücü, hayvan gücü ve makine gücüne dayalı iş tekniklerinin her birisi için ayrı etütler yapılmıştır. Arazi etütleri sırasında, elle doldurulan etüt karneleri, büroda bilgisayar ortamına aktarılarak elde edilen veriler bir arada toplanarak analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

3.2.5. Literatür analizi

Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan literatür; baskılı ve dijital ortamlarda bilgi sağlayan kütüphanelerden, ulusal ve uluslararası bilimsel etkinliklerin bildirilerinden, lisansüstü tezlerden, konuyla ilgili ders materyallerinden ve kişisel iletişim yoluyla elde edilen bilgilerden yararlanılmıştır.

Öncelikle literatür araştırması yapılarak konuyla doğrudan bağlantısı olanlar ayrıştırılmış ve çalışmanın yürütülmesinde kullanılacak olan bilgi derlenmiş ve depolanmıştır. Arazi çalışmaları ile elde edilemeyeceğine kanaat getirilen verilerin hesaplama yoluyla ortaya çıkarılması için de literatür analizinden yararlanılmıştır. Kaynak özetleri bölümünde verilen literatür bilgisi yanında tartışma bölümünde de analiz edilen literatür, bulgularla karşılaştırılarak bir değerlendirme yapılmıştır.

3.2.6. Veri toplama

Üretim operasyonları birbirini takip eden birçok iş aşamasından oluşmaktadır. Bu aşamalardaki iş tekniğini, iş miktarını ve çalışma süresini, vb. ölçmek, hesaplamak ve değerlendirmek için aşağıdaki etüt ve hesaplamalar üzerinden veri toplanmıştır. Bunlar;

- İş etüdü (İş tekniğinin belirlenmesi)
- Zaman etüdü
- Enerji ölçümü/hesaplanması
- Yakıt tüketimi ve emisyon hesaplanması
- Gürültü ölçümü

3.2.6.1. Odun hammaddesi üretim sürecinde iş etüdü

Odun hammaddesi üretim işlerinin kim tarafından, nerede ve nasıl yapıldığını, iş adımlarının hangi sırayla yapıldığını ve ortalama çalışma süresi boyunca yapılan iş miktarı hakkında genel bilginin oluşturulması amacıyla veri toplama çalışmalarına başlamadan önce Yıldırım (1989) tarafından belirlenen iş etüdü yöntemine göre arazide iş tekniği incelenmiştir.

Zaman etütleri kümülatif zaman ölçme tekniğine (Yıldırım, 1989) göre yapılmıştır. Kronometre ile doğrudan zaman ölçümü yapılırken aynı zamanda da video kamera ile (dolaylı ölçüm için) kayıt yapılmıştır. Buradaki amaç, zaman ölçmedeki bazı hataların ve bazı kayıpların giderilmesi ve bazı verilerin elde

edilmesinde tekrar geri dönüşümün kolaylıkla yapılabilmesidir. Arazide zaman ölçüm formlarının doldurulması sırasında yaşanacak aksaklıkları gidermek için formda belirtilen tüm parametreler ve değişkenler arazide ölçülerek video kameraya okunmuştur. Daha sonra video kamera incelenmek suretiyle ilgili formlar doldurulmuştur.

Bununla birlikte, zaman etütlerinin gerçekleştirilmesi sırasında, yapılan iş miktarının da ölçümü yapılmıştır. Bu amaçla üretime konu olan ağaçlarda ve tomruklarda dip ve/veya orta çaplar ve de boylar Fırat (1973), tarafından belirtilen yönteme göre ölçülmüştür. Ayrıca, ster emvali olarak tarif edilen yakacak odun ve lif yonga odunlarının ster ölçüleri şerit metre ile ölçülmüş, bir karşılaştırma düzlemi oluşturulabilmesi açısından da ster içeriğindeki adetleri sayılmıştır.

Yapılan iş miktarının ölçeklendirilmesinde; iş adımlarına göre iş gören ve kullanılan makine/hayvan sayısı, kesim işlerinin ölçülmesinde hacim ölçüsü; her bir iş çevrimi için sefer sayısı; sürütme işlerinde sürütme mesafesi, sürütülen ürün sayısı ve hacmi; yüklemede toplama mesafesi, sefer sayısı ve sefer başına yüklenen tomruk sayısı; taşımada ise sefer başına tomruk hacmi ve taşıma mesafesi ölçülmüştür/sayılmıştır. Bu koşullarda birim iş miktarının gerçekleştirilme süresini bulabilmek için de zaman etüdü yapılmıştır. Birim iş miktarı için harcanan zaman esas alınarak da enerji ve yakıt miktarlarının hesaplanması yapılabilmektedir.

Ölçümlerin ideal olması için normal vücut ölçülerine sahip ve normal tempoda çalışan işçilerle çalışmaya özen gösterilmiştir. İşçilerin çalışmaları izlenip ona göre formlar ve ölçme teknikleri geliştirilmiştir. Araştırma sırasında uzun süredir orman işçiliği yapan işçi postalarının çalışma düzenleri üzerinden iş zaman analizleri yapılmıştır. Burada önemli olan, birim miktardaki odun hammaddesi üretimi için harcanan zamanın ve buna bağlı olarak tüketilen enerjinin ve ortaya çıkan emisyonun hesaplanmasıdır.

3.2.6.2. Odun hammaddesi üretim sürecinde zaman etüdü

Arazide ilk olarak kesim süreci gözlemlenmiş ve kesme-tomruklama süreci farklı aşamalara ayrılmıştır. Bu aşamalar ağaç yanına yürüme ve kesme engeli giderme, devirme oyuğu açma ve devirme kesişi, ölçme tomruklama, dal alma ve gecikme zamanı olarak kabaca ayrılmıştır. Kesme sürecinde ise ağaç numarası, dip çapı, $d_{1,30}$ (göğüs seviyesindeki çap) çapı ve zaman ölçümü yapılmıştır. Devirme ve dal alma sürecinde yalnızca zaman ölçümü yapılmıştır. Tomruklama sürecinde ise tomrukların boyları ve iş için harcanan zaman ölçülmüştür. Yalnızca tomruk boylarının ölçülmesi; bütün gövdenin kaç parçaya ayrıldığını yani parça adedini bulabilme amacına hizmet etmektedir. Kabuk soyma sürecinde ise kabuğu soyulan tomruğun orta çap değeri, boy değeri ve zaman ölçümü yapılmıştır. Burada kabuk soyma işi el ile veya motorlu testereye takılan aparat ile yapılmış; kesme, devirme, dal alma ve tomruklama işi motorlu testere ile yapılmıştır.

Sürütme sürecinde ise zeminde yerçekimi etkisinde yuvarlanma, zeminde traktörün arkasına bağlanmış zincirle sürütme, zeminde traktör arkasına monte edilmiş vinçle kablo çekimi ve katırla ve de traktörle yakacak ve lif yonga odunun taşınmasına ilişkin zaman analizi yapılmıştır. Bu süreçte sürütülen tomruğun orta çap değeri, boy değeri, sürütme mesafesi ve sürütme süresi ölçülmüştür.

Kıskaçlı yükleyici ile sürütme yolu yada orman yolu üzerindeki dağınık haldeki tomrukların yüklenmesi için yükleme süreci farklı aşamalara ayrılmıştır. Bu aşamalar; boş gidiş, yükleme (kıskaçla yükü alma ve sabitleme), dolu dönüş ve boşaltma (kamyon kasasına yükün bırakılması) şeklinde sıralanmaktadır. Yükleyicinin yüke doğru boş gidişi ve yükleme sırasındaki harcadığı zamanın ölçümü yapılmıştır. Dolu dönüş sürecinde tomrukların çap değerleri, boy değerleri ve mesafe ölçümü yapılmıştır. Boşaltma sürecinde ise zaman ölçümü yapılmıştır.

Ürünler kamyonlarla depoya taşınmaktadır. Taşıma(nakliye) sürecinde ise kamyonların kat ettiği mesafe, taşıdığı yük miktarı ve gürültü değeri ölçümü yapılmıştır. Taşımada tek yönlü (yükü gidiş) sefer zamanı ve bileşenleri ölçülmüştür.

Odun hammaddesi üretim süreci içerisinde; kesim, sürütme, yükleme ve taşıma alt süreçlerinde; insan gücüyle çalışma zamanı, hayvan gücüyle çalışma zamanı ve makine gücüyle çalışma zamanına ilişkin veri toplanmış ve de iş-analizi gerçekleştirilmiştir. İş etüdü yöntemine uygun olarak gerçekleştirilen genel bir izlemenin ardından, zaman etütlerinde REFA (1961), ILO(1992) ve MPM (1998) tarafından esas alınan yöntemler tercih edilmiştir. Yapılan iş miktarının ve bu iş için harcanan zamanın belirlenmesinde REFA'ya göre zaman etüdü yapılmıştır. Yukarıda açıklanan ve bu çalışma kapsamında geliştirilen zaman etüt karnelerine; kümülatif zaman ölçme tekniği kullanılarak doğrudan ve dolaylı yoldan elde edilen veriler kaydedilmiştir.

Zaman analizlerinden yararlanılarak elde edilen ortalama çalışma zamanı ve ortaya çıkan ürün miktarı fonksiyonları yardımıyla verim hesaplanmıştır.

$$Verim(m^3/sa)=Hacim/Toplam\ Net\ Zaman \quad (3.1.)$$

Ayrıca tüm verilerin bir araya getirilmesi ve belli bir anlam ifade etmesi için saat kavramından (ortak zaman dilimi) yararlanılmıştır. Arazide ölçüm yapmadan önce tüm elektronik cihazların saatleri birbirleriyle aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Böylelikle aynı zaman dilimi içerisinde yapılan iş, harcanan enerji ve ortaya çıkan gürültü belirlenmiştir.

3.2.6.2.1. Kesim sürecine ilişkin zaman etüdü

Kesim süreci; kesme-devirme, dip düzeltme, dal alma, tepe-uç alma, ölçme-tomruklama ve kabuk soyma iş aşamalarından oluşmaktadır. Bu çalışma sırasında ve çalışma alanında, Kızılçam ağaç türü için gözlemlenen iş akışı bu dizilimden ibarettir. Ancak kabuk soyma aşaması; kesim süresi içinde gerek

zaman tüketimi gerekse yapılan ara iş aşamaları bakımından bütüncül sürecin içinde ayrı bir değerlendirmeyi ve izlemeyi gerektirdiğinden bu çalışmada da kesim süreci; kesme-tomruklama ve kabuk soyma olarak iki aşamada analiz edilmiştir.

Kesme-tomruklama sürecine ait zaman analizi birbirinden belirgin şekilde ayrılan çeşitli iş çevrimlerine ayrılmıştır. Bunlar;

- Ağaç yanına yürüme ve kesme engeli giderme zamanı
- Devirme oyuğu açma, devirme kesişi yapma ve devrilme zamanı
- Ölçme, tomruklama ve dal alma zamanı
- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman olarak ölçülmüş ve hesaplanmıştır.

Bu iş aşamasında henüz zaman etütlerine başlamadan önce çalışma noktasına ait genel bilgiler (bölme-bölmecik no, işçi sayısı, motorlu testere marka ve modeli, arazinin eğimi, çalışan işçinin özellikleri, vb.) amenajman plan verileri, kişisel gözlem-ölçüm ve kişisel iletişim yardımıyla elde edilmiş ve kayıt altına alınmıştır. Daha sonra kesilecek ağacın yanına işçinin yürüdüğü mesafe şerit metre veya lazer uzaklıkölçer vasıtasıyla ölçülmüştür. Her ağacın kabuklu dip çapı, çap ölçer ve şerit metre ile ölçülmüştür varsa ağaç numarası da yazılmıştır. Yuvarlak ağaç ölçü tutanakları yardımıyla arazide ölçüsü alınan ağaçların çap bilgileri kıyaslanarak doğrulama yapılmıştır. Analiz ve değerlendirmede kullanılabilmesi amacıyla ağaç ve tomruk hacimlerini hesaplayabilmek için $d_{1.30}$ çap değerleri kullanılmıştır. Dip çap verilerinden yararlanılarak $d_{1.30}$ çaplarının hesaplanması için de aşağıdaki eşlenikten (3.3.) yararlanılmıştır:

$$d_{1.3}=d_{0.3}*0.82 \quad (\text{Özçelik, 2005}) \quad (3.2.)$$

Daha sonra AOİŞ için hazırlanan Enterpolasyon Tablosundan çaplara karşılık gelen hacimler bulunmuş ve hazırlanan formlara yazılmıştır. Ağaç numarası alınan bireylerde ise $d_{1.3}$ çapları Dikili Ağaç Ölçü Tutanağından alınmıştır. Sonuç

itibari ile hesaplamayla bulunan sonuçla, ölçülerek bulunan sonuç arasında bir farkın olmadığı görülmüştür.

Ağaç yanına yürüme ve kesme engeli giderme zamanı; yürümenin başlamasıyla motorlu testerenin ağaca tatbik edilmesi arasındaki zamanı kapsamaktadır.

Devirme oyuğu kesişi ve devirme zamanı; motorlu testerenin ağaca tatbik edildiği anla kesilen ağacın devrilmesine kadar olan zamanı kapsamaktadır.

Ölçme, tomruklama ve dal alma zamanı ise; arazi üzerinde yan yatmış ağacın dip kısmını düzeltme, ölçme, tomruklama ve dal alma işlerini kapsayan zaman olarak belirlenmiştir.

Gecikme zamanı ise iş sırasında fakat işin aktif olarak yapılmasına katkı sağlamayarak sarf edilen zamanı kapsamaktadır.

Toplam (net) zaman gecikme zamanı hariç diğer zaman dilimlerinin toplanması ile bulunmuştur. Diğer veriler ise yukarıda anlatıldığı gibi ölçülmüş veya hesaplanmıştır.

Kabuk soyma sürecine ait zaman analizinde;

- Tomruk yanına yürüme zamanı
- Kabuk soyma zamanı
- Çevirme zamanı
- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman, ölçülmüş ve hesaplanmıştır.

Kabuk soyma işlemi iki şekilde yapılmaktadır. Elle kabuk soyma; balta yardımıyla ve yoğun işgücü tüketimiyle işçinin kabuk soymasıdır. Motorlu testere ile kabuk soymada ise; motorlu testereye monte edilen bir ekipman vasıtası ile kabuk soyma işlemidir (Eker vd., 2011).

Motorlu testere ile kabuk soyma işleminin ölçülmesi için daha önceden yapılan gözlemler doğrultusunda, Eker vd. (2011) tarafından hazırlanan zaman etüt formlarından yararlanılmıştır. Dolayısıyla bu formlara genel bilgi olarak işçi sayısı, motorlu testere marka ve modeli, arazinin eğimi, bölme numarası ve çalışan işçiye ait özellikler eklenmiştir. Daha sonra zaman analizi adına tomruk yanına yürüme zamanı ve buna ek olarak yürüme mesafesi ölçülmüştür. Bu arada işçi tomruğa ulaşmadan önce tomruğun dip çapı, orta çapı, uç çapı ve boyu ölçülmüştür. Buradaki amaç tomruğun hacmini çaptan yararlanılarak belirlenmesidir. Henüz hangi formülden yararlanılacağı tam olarak kestirilemediğinden dip, uç ve orta çaplar ölçülmüştür. Tomrukların kabukları soyulmadığı için mesaha işlemi henüz gerçekleşmemiştir. İşçi tomruk yanına geldiği anda kabuk soymaya başlamıştır ve üst yüzeyi soyduğu zaman tomruğu çevirmiş ve tekrar soymaya başlamıştır. Böylelikle ara zamanlar ortaya çıkmış bu zaman değerleri toplanarak birleştirilmiştir. Kabuk soyma zamanı; kabuk soyma sırasında soyucu aletin/aparatın tomruk yüzeyine temasta bulunduğu andaki aktif/harcanan zamanı, çevirme zamanı da tomruğun soyulmayan yüzeyine erişmek için tomruğun yatay eksen etrafındaki çevirme zamanını temsil etmektedir. Toplam net zaman ise aşağıdaki eşlenikteki gibi (3.3.) elde edilmiştir;

$$\text{Toplam net zaman} = \text{tomruk yanına yürüme zamanı} + \text{kabuk soyma zamanı} + \text{çevirme zamanı} \quad (3.3.)$$

Tomrukların hacimlerinin hesaplanmasında Huber formülünden (Carus, 2002) (3.4.), dikili ağaçların hacimlerinin hesaplanmasında Kübaj tablosundan, yakacak odun vasfındaki emvalin hacminin hesaplanmasında ise Fırat (1973) tarafından belirtilen yöntemden yararlanılmıştır.

$$v = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0,5}^2 \cdot l \quad (3.4.)$$

$d_{0,5}$ = seksiyon orta çapı, l = seksiyon uzunluğu, v =seksiyon hacmi

3.2.6.2.2. Bölmeden çıkarma süreci

Bölmeden çıkarma sürecinde, taşınan emvalin niteliği kullanılan tekniği farklılaştırdığından ster emvali olarak nitelendirilen lif-yonga, sanayi odunu ve yakacak odunlar için ayrı, tomrukların bölmeden çıkarılması için ayrı bir zaman analizi yapılmıştır. Daha sonra kullanılan bölmeden çıkarma tekniğine ve teknolojiye bağlı olarak guruplara ayırarak zaman etüdü gerçekleştirilmiştir.

Tomrukların bölmeden çıkarılması; insan gücüyle, hayvan gücüyle ve makine gücüyle gerçekleştirilmiştir. İnsan gücüyle bölmeden çıkarmada, sapın yardımıyla, tomruklar zeminde sürütülüp hareket kazandırılarak yerçekimi etkisiyle, zeminde yuvarlama ve itme şeklinde işlem gerçekleştirilmiştir. Hayvan gücüyle bölmeden çıkarmada, katırlardan yararlanılmış olup tomruklara ip (kalın halat=urgan) marifetiyle katırın koşum takımına bağlanarak zeminde sürütülmüştür. Makine gücüyle bölmeden çıkarmada; tarım traktörlerinden faydalanılmıştır. Tarım traktörünün arkasına bağlanan zincir ile tomruk, zeminde doğrudan sürütülerek sürütme işlemi yapılmıştır. Ayrıca yine tarım traktörünün arkasına monte edilen vinç sistemiyle de tomruklar zeminde sürütülerek kablolu çekim yapılmıştır.

İnsan gücüyle bölmeden çıkarma işleminde zaman etütlerinin yapılması için yapılan iş, birbirinden belirgin şekilde ayrılan çeşitli iş çevrimlerine ayrılmıştır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır;

- Boş yürüme zamanı
- Sapınle çekim zamanı
- Yuvarlanma zamanı
- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman

Her iş aşamasında yapıldığı üzere önceki gözlemlere dayalı olarak etüt karnesi hazırlanmıştır. Karnenin/formun genel bilgiler kısmına işe başlandığı anda kronometrenin gösterdiği zaman, kronometrenin başlatıldığı andaki saat, işçi

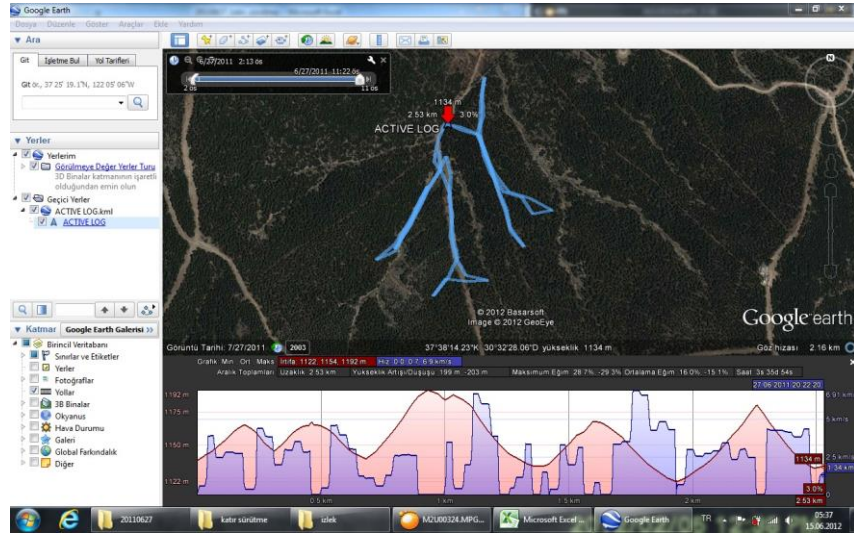
sayısı, arazi eğimi, bölme numarası ve çalışan işçilere ait özellikler kayıt edilmiştir. İşçinin tomruğun yanına yürümesiyle birlikte zaman ölçümü de başlamıştır. Tomruğun yanına geldiği anda ilk zaman dilimi, boş yürüme zamanı, tamamlanmıştır. Bu arada mesahası alınmış ürünlerin çap ve boy değerleri tomruk üzerinden okunup hazırlanan forma işlenmiştir. Daha sonra işçi, sapını tomruğa saplayıp kendine doğru ya da eğim yönünde (aşağı doğru) çekmiştir. Bu iş yapılırken harcanan zamana, sapınla çekim zamanı denilmiştir. Tomruklar yerçekimi etkisiyle yuvarlanmaya başlamaktadır. Tomruk durduğu anda yuvarlanma zamanı tamamlanmış ve kronometreden değer okunarak kaydedilmiştir. Bu arada lazer mesafe ölçerle sürütme mesafesi ölçülmüştür.

Katırla tomrukların bölmeden çıkarılması sürecinde;

- Katır boş gidiş zamanı
- Katır hazırlık ve bağlama zamanı
- Katır dolu dönüş zamanı
- Katır çözme ve boşaltma zamanı
- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman, ölçülmüş ve hesaplanmıştır.

Etüt karnesinin genel bilgiler kısmına ilgili bilgiler not edilmiştir. Katırla tomrukların bölmeden çıkarılmasında, taşıma yönü aşağı doğru yapılmaktadır. İlk aşamada katır tomrukların yanına doğru harekete başladığı anda zaman ölçme işi de başlatılmıştır. Bu süreç tomruğun yanına geldiği anda tamamlanmıştır. Bu zaman dilimine, katır boş gidiş zamanı adı verilmiştir. Daha sonra katırın bir seferde götürebileceği kadar tomruk bir araya getirilmiş ve filise adı verilen tomruk çivisi, tomruğa çakılmıştır. Bu çiviler birbirine tıpkı bir anahtarlık gibi iple bağlı bulunmaktadır. Aynı şekilde katırın eğerine bağlı yaklaşık 2 m uzunluğunda, birbirine paralel iki adet ip vardır. Bu iplerin ucu yaklaşık 50 cm uzunluğundaki tahtadan yapılmış ortasında çengeli olan çubuğa uçlarından bağlanmıştır. Böylelikle koşum takımı adı verilen düzenek hazırlanmıştır. Tomruklar, katıra giydirilen koşum takımına, filiselerdeki ipin çengele takılmasıyla bağlanmaktadır. Bu aşamada, işçilere engel olmadan ve

katır ürkütülmeden mesahası daha önceden alınmış olan tomrukların çap ve boy değerleri etüt karnesine işlenmiştir. Bu arada geçen zaman dilimine, katır hazırlık ve bağlama zamanı denilmiştir. Tomruklar katıra bağlanır bağlanmaz katır, dolu dönüş için varış noktasına doğru harekete geçmiştir. Katır, tomrukların çözüleceği noktaya geldikleri anda katır durdurulmuş ve bu iş için harcanan zaman katır dolu dönüş zamanı olarak forma kayıt edilmiştir. Dolu dönüş tamamlanırken ya GPS ile izlek oluşturularak ya da Lazer mesafe ölçer ile sürütme (taşım) mesafesi ölçülmüştür (Şekil 3.9.). Daha sonra çengele bağlı olan ip çözülmekte ve filiseler tomruktan çıkarılmaktadır. Bu aşamada geçen zamana katır çözme ve boşaltma zamanı denilmiştir. Gecikme zamanı ise dinlenme ve iş haricindeki zamanı kapsamaktadır. Toplam net zaman ise gecikme zamanı hariç diğer tüm zaman dilimlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir.



Şekil 3.9. Katır ile tomrukların bölmeden çıkarılmasında oluşturulan izlek.

Tarım traktörüyle tomrukların bölmeden çıkarılması sırasında, kablolu çekim için çalışma alanı içinde yer almayan ancak komşu işletme bölgesinde (Bucak Orman İşletme Müdürlüğü) yer alan bir sahada gerçekleştirilen denemelerden yararlanılmıştır. Tarım traktörünün arkasına monte edilen vinç tamburu, kuyruk milinden güç alarak çalıştırılmıştır. Vinç tamburuna sarılmış 150 m uzunluğundaki kablo yardımıyla zeminde bütün gövde halindeki ürünlerin sürütülmesi analiz edilmiştir. Traktör, orman yolu kenarında, yol eksenine dik

olacak şekilde durmuş, vinç tamburunun altında bulunan tabla, yol kazı şevine sabitlenmiş ve traktör bu sabit noktada durup kablo ile tomrukları kendine doğru çekmiştir. Traktörle tomrukların bölmeden çıkarılması sürecine ait zaman analizinde;

- Kablonun boş gidiş zamanı
- Bağlama zamanı
- Kablonun dolu dönüş (sarma) zamanı
- Yükün çözülme zamanı
- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman, ölçümü ve hesaplaması yapılmıştır.

Taşıma yönü, yukarıdan aşağı ve aşağıdan yukarıya doğrudur. Zaman ölçümü, traktörün rampa yerine durdurulmasıyla başlamıştır. Bir işçi kablo ile yol kenarına çekilmek istenen tomruğa doğru hareket etmiştir. Kablo tomruğun yanına geldiği anda kablo boş gidiş zamanı tamamlanmıştır. Bu arada lazer mesafe ölçer ile sürütme mesafesi ölçülmüştür. İşçi tomruğu kablo ile bağlamış bağlama işi tamamlanıncaya kadar geçen zaman dilimine bağlama zamanı denilmiştir. Daha sonra işçi operatörle irtibata geçmiş ve tambur vasıtasıyla tomruk yol kenarına veya rampa yerine çekilmiştir. Tomruk durduğu anda kablo dolu dönüş zamanı forma işlenmiştir. Bir diğer işçi ise kabloyu tomruktan çözmüş ve çözme zamanı tamamlanmıştır. Bu arada mesahası alınmış olan tomrukların üzerinde yazılı olan çap ve boy değerleri forma aktarılmıştır. Gecikme zamanı ise dinlenme ve iş haricinde harcanan zamanı kapsamaktadır. Toplam net zaman ise gecikme zamanı hariç diğer zaman birimlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir.

Traktörle tomrukların bölmeden çıkarılmasında, tarım traktörünün arkasına bağlanan zincirin bir ucu tomruğun baş kısmına bağlanmakta ve tomruk, zeminde sürütülerek yol kenarına getirilmektedir. Bu teknikte, traktör tomrukla birlikte hareket etmektedir. Traktörle tomrukların bölmeden çıkarılması sürecine ait zaman analizinde;

- Traktör boş gidiş zamanı
- Bağlama zamanı
- Traktör dolu dönüş zamanı
- Çözme zamanı
- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman, ölçülmüş ve hesaplanmıştır.

Tarım traktörüyle zeminde zincirle tomruk sürütülmesi işleminde taşıma yönü, aşağıdan yukarı doğrudur. Traktörün taşıyacağı tomruğun yanına gidene kadar geçen zamana traktör boş gidiş zamanı denilmiştir. Daha sonra zincir ile tomruk traktöre bağlanmıştır. Bu arada geçen zamana bağlama zamanı denilmiştir. Bu esnada mesahası alınmış olan tomruğun çap ve boy değerleri forma yazılmıştır. Traktör bağlandığı anda harekete geçmiş ve istif yapılan noktaya ulaşmıştır. Bu iş için geçen zamana traktör dolu dönüş zamanı denilmiştir. Bu aşamada lazer mesafe ölçer ile sürütme mesafesi ölçülmüştür. Traktör istif yerine geldiği anda zincir tomruktan ayrılmış bu iş için geçen zamana da çözme zamanı denilmiştir. Gecikme zamanı ise dinlenme ve iş haricindeki zamanları kapsamaktadır. Toplam net zaman ise gecikme zamanı hariç diğer zaman birimlerinin toplanmasıyla elde edilmiş olur. Bu iş aşamasında traktör motoru sürekli çalışır durumdadır.

Tomruk, tel direk, maden direk vb. uzun boylu yuvarlak odunlar haricindeki sanayi, lif yonga ve yakacak odunlar ster birimi ile ölçüldüğünden ve çoğunlukla boyları 1,4 m uzunluğu geçmediğinden farklı bir teknikle bölmeden çıkarılmıştır. Bu nedenle de bu ürünlere “ster emvali” şeklinde bir nitelendirilmede bulunulmuştur. Ster emvalinin bölmeden çıkarılması için insan, hayvan ve makine gücünden yararlanılmıştır.

İnsan gücüyle ster emvalinin bölmeden çıkarılmasında yardımcı gereç olarak kullanılan ahşap kızakla taşıma üzerinden zaman ölçümü yapılmıştır. Kızakla ster emvalinin bölmeden çıkarılması sürecine ait zaman analizinde;

- Kızak boş gidiş zamanı

- Yükleme zamanı
- Bağlama zamanı
- Kızak dolu dönüş zamanı
- Çözme zamanı
- Boşaltma zamanı
- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman, ölçülmüş ve hesaplanmıştır.

Kızak üzerine yüklenmiş ster emvali, zemin üzerinde insan gücüyle yamaç aşağı yönde sürütülmüştür. Etüt karnesinin genel bilgiler kısmına işçi sayısı, arazi eğimi, işe başlama saati, bölme numarası, işçilerin özellikleri ve kızak ebadı yazılmıştır. Böylelikle bu bilgiler sefere bağlı değişmeyeceğinden tekrar tekrar yazılmasına gerek kalmamıştır. İlk etapta işçi kızığın hareket edeceği güzergahı belirleyip burada kızığın rahat hareket etmesini engelleyebilecek unsurları temizlemektedir. Daha sonra işçi kızakla birlikte, genellikle kızığı sırtına alıp eğim yukarıya doğru hareket ederek yükleme yapılacak yere gelmektedir. Bunu yaparken geçen zamana kızak boş gidiş zamanı denilmektedir. Daha sonra kızığı sırtından indirip bir arada yığılmış şekilde duran yakacak odunları kızığa yüklemektedir. Bu iş için harcanan zamana yükleme zamanı denilmektedir. Yükleme işlemi bittikten sonra odunların düşmemesi için odunlar kızığa bağlanarak sabitlemektedir. Buradaki zaman dilimi ise bağlama zamanı olarak kayıt edilmiştir. Bağlama işi yapılırken hemen yükün hacmini belirlemek için en, boy ve yüksekliği ölçülmüştür. Bu işlem de bittikten sonra işçi kızığa bağlı bulunan ipi aşağı doğru çekerek yükü indireceği noktaya hareket etmektedir. Kızak yükün indirileceği yere gelip durduğu anda geçen zamana kızak dolu dönüş zamanı denilmiştir. Bu arada taşınan mesafe ölçülmüştür. Kızak durduktan sonra yükü sabitleyen iplerin yükü boşaltmak için çözülmesi gerekmektedir. İp çözülmeye kadar geçen zamana çözme zamanı denilmektedir. İp çözüldükten sonra yük kızaktan indirilmeye başlanmıştır. Yük bitinceye kadar bu işleme devam edilmiştir. Bunun için geçen süreye de boşaltma zamanı denilmektedir. Gecikme zamanı ise dinlenme ve iş dışında harcanan zamanı içermektedir. Toplam net zaman da gecikme zamanı hariç diğer zaman birimlerinin toplanması ile elde edilmiştir.

Ster emvali olarak nitelendirilen ürünler, katır gücünden yararlanılarak katırın sırtına yığılmak suretiyle bölmeden çıkarılmaktadır. Katırla ster emvalin bölmeden çıkarılması sürecine ait zaman analizinde;

- Katır boş gidiş zamanı
- Hazırlık ve yükleme zamanı
- Bağlama zamanı
- Katır dolu dönüş zamanı
- Çözme ve boşaltma zamanı
- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman, belirlenmiştir.

Katır sırtına yüklenmiş ster emvalinin bölmeden çıkarılmasında taşıma yönü hem aşağı hem de yukarı yönde yapılmaktadır. Katırın yükünü boşalttığı yerden yük alacağı yere kadar hareket etmesinde geçen zaman boş gidiş zamanı olarak kayıt edilmiştir. Bu arada bu zaman dilimi içerisinde almış olduğu mesafe ölçülmüştür. Daha sonra katır yükleme noktasında durdurulmuştur. Bu arada semer (koşum takımı) yanlarına bir ucu arka tarafa ve bir ucu da ön tarafa bağlı olan ipin orta noktasına boyu yaklaşık 2 m olan ve uç kısmı çatala benzeyen ağaç dalına ip dolanmış ve diğer ucu yere sabitlenmiştir. Daha sonra diğer tarafa da aynı işlem yapılmıştır. Ster yapılacak ürünler katırın dengesini bozmayacak şekilde katırın her iki tarafına yüklenmiştir. Bu işlerin yapılması sırasında geçen zamana hazırlık ve yükleme zamanı denilmiştir. Bu arada taşınan yük miktarı belirlenmesi için yüklenen odunların kaç adet oldukları sayılmıştır. Daha sonra başka bir ip semerin üst kısmına bir ucu ster odunlarını tutan ipe bağlanmış ve bu odunları tutan ağaç dalı çıkarılmıştır. Dolayısıyla yük katıra tamamen yüklenmiş olur. Bu aşamaya ise bağlama zamanı denilmiştir. Daha sonra çalışan işçi ile birlikte katır yükünü boşaltacağı yere doğru hareket etmiştir. Mesafe ölçümü için GPS veya Lazer uzaklıkölçerden yararlanılmıştır (Şekil 3.10.). Yükün indirileceği noktaya ulaştığı anda geçen zamana, katır dolu dönüş zamanı denilmiştir. Daha sonra yükün bağlı olduğu ipler çözülerek yük boşaltılmış bunun için geçen süreye de çözme ve boşaltma zamanı denilmiştir. Dinlenme

zamanı ve iş dışında harcanan zamana ise gecikme zamanı denilmiştir. Toplam zaman ise gecikme zamanı hariç diğer zamanların toplanması ile elde edilmiştir.



Şekil 3.10. Katır ile ster emvalin taşınmasında oluşturulan izlek.

Katır gücünden yararlanılarak odunların taşınması sırasında taşınan ürünlerin hacmini belirleyebilmek için rampa yerinde ster oluşturma işlemi de izlenmiştir. Böylelikle 1 sterde yer alan odun miktarı belirlenmeye çalışılmıştır.

Ster emvali, tarım traktörlerinin önüne ve/veya arkasına monte edilen sele ve sepetlerle de taşınmış ve bu işlemler için de zaman etüdü gerçekleştirilmiştir. Traktörle ster emvalin bölmeden çıkarılması sürecine ait zaman analizinde;

- Traktör boş gidiş zamanı
- Yükleme zamanı
- Traktör dolu dönüş zamanı
- Boşaltma zamanı
- Gecikme zamanı
- Traktör çalışma zamanı
- Toplam net zaman, ölçülmüştür.

Taşıma, hem yukarı hem de aşağı yönde yapılmıştır. İş aşamalarına göre; traktörün yükleme yapılacak noktaya ulaşması için geçen zamana traktör boş

gidiş zamanı denilmiştir. Daha sonra yükleme aşamasına geçilmiştir. Traktörün yükleneyeceği noktaya geldiği an ile yükleme işlemi bittiği an arasında geçen zamana yükleme zamanı denilmiştir. Bu iş için birbirinden farklı traktörler kullanıldığından dolayı bazı traktörlerde daha çok ürün taşımak için traktörün ön tarafına bir bölme (sepet) daha yapılmıştır. Bu çalışmada, yükün tanımlanması, yük miktarının ölçülmesi ve harcanan sürenin ayrıştırılması için ön ster (traktörün önündeki bölüme yığılan ürünler) ve arka ster (traktörün arkasındaki bölüme yığılan ürünler) terimleri kullanılmıştır. Yükleme işi bittiği anda işçilerin çalışma şeklini ve zamanı etkilemeyecek şekilde hemen yüklenen yakacak odunun en, boy ve yüksekliği ölçülmüştür. Buradan taşınan ürünün ster miktarını oradan da hacmi hesaplanmıştır. Daha sonra traktör yükü ile birlikte yükün indirileceği noktaya hareket etmiştir. Bu arada geçen zamana traktör dolu dönüş zamanı denilmiştir. Bu arada traktörün kat ettiği mesafe ölçülmüştür. Traktör taşıdığı ürünleri indirmesi gereken noktaya geldiği anda durdurulup yükün indirilmesine geçilmiştir. Yükün indirilmesi bitene kadar harcanan zamana boşaltma zamanı denilmiştir. Gecikme zamanı ise dinlenme ve iş dışında harcanan zamanı kapsamaktadır. Bu iş sırasında traktör yalnız boş gidiş ve dolu dönüş sırasında çalışmaktadır. Traktör çalışma zamanı ise boş gidiş ve dolu dönüş zamanlarının toplanmasıyla elde edilmiştir. Toplam net zaman ise gecikme zamanı hariç diğer zaman dilimlerinin toplanmasıyla bulunmuştur.

3.2.6.2.3. Yükleme

Odun hammaddesi üretiminde, tomrukların yüklenmesi için tarım traktörüne monte edilmiş kıskaçlı yükleyicilerin çalışmasına ait zaman etüdü yapılmıştır. Kıskaçlı yükleyici ile tomrukların yüklenmesi sürecine ait zaman analizi birbirinden belirgin şekilde ayrılan iş çevrimlerine ayrılmıştır. Bunlar;

- Boş gidiş zamanı
- Yükleme (yükü kavrama ve kaldırma) zamanı
- Dolu dönüş zamanı
- Bırakma zamanı

- Gecikme zamanı
- Toplam net zaman, şeklindedir.

Kısaçalı yükleyici, tarım traktörünün hareket ettiği her türlü zeminde ve manevraya uygun alanlarda rahatça çalışabilmektedir. Çoğunlukla orman yolu, kısmen de traktör/sürütme yolu üzerinde hareket ederek yol boyunca dağınık haldeki ya da rampa yerine yığılanmış haldeki tomrukları kavrayıp kaldırarak taşımaktadır. Bu nedenle çoğunlukla % 5-15 arasındaki eğim sınırlarında çalışıldığından taşıma yönü dikkate alınmamıştır.

Etüt karnelerindeki genel bilgiler kısmına işe başlandığı andaki kronometreden okunan zaman değeri, kullanılan yükleyicinin marka ve modeli, çalışan işçi sayısı, bölme numarası, kronometrenin başlatıldığı andaki saat ve arazi eğimi değerleri işlenmiştir. Kısaçalı yükleyici sefere başlarken tomrukları kıskaçına almak için hareket etmektedir. Tomrukların yanına gelene kadar geçen süreye boş gidiş zamanı denilmiştir. Yükleyici kıskaçı sayesinde tomrukları kavrayıp sıkıştırıncaya kadar ki geçen süreye yükleme zamanı denilmiştir. Bu arada lazer mesafe ölçer yardımıyla yükleyici ile kamyon arasındaki mesafe ölçülmüştür. Yükleyici kıskaçındaki tomruklarla beraber kamyonu doğru hareketine başlamıştır. Bu esnada tomrukların çap ve boy değerleri forma aktarılmıştır. Böylelikle kısaçalı yükleyicinin bir seferde ne kadar taşıma yapabildiği belirlenmiştir. Yükleyici kamyonun yanına gelip durduğu anda dolu dönüş zamanı tamamlanmıştır. Bırakma zamanı yükleyicinin kıskaçındaki tomrukların hepsi indirilinceye kadar geçen zamandır. Gecikme zamanı ise dinlenme ve iş haricindeki zamanları içermektedir. Toplam net zaman gecikme zamanı hariç diğer zaman birimlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir.

3.2.6.2.4. Taşıma

Yükleyici sayesinde gerçekleştirilen yükleme işleminin ardından traktör yolları ve/veya kamyon yolu (B Tipi Tali Orman Yolu) üzerinden başlamak üzere kamyonla yapılan taşıma zamanı ölçülmüştür. Kamyonla tomrukların taşınması

sürecine ait zaman analizi birbirinden belirgin şekilde ayrılan iş çevrimlerine ayrılmıştır. Bunlar;

- Dolu gidiş zamanı
- Boşaltma zamanı
- Boş dönüş zamanı
- Gecikme zamanı
- Kamyon çalışma zamanı
- Toplam net zaman, ölçülmüş ve hesaplanmıştır.

Dolu gidiş ve boş dönüş zamanlarında kamyon çalışmakta; diğer zamanlarda ise durdurulmaktadır. Etüt karnelerinde, diğer karnelerden/formlardan farklı olarak bu formda genel bilgiler kısmına yer verilmemiştir. Kamyon bir seferini 1,5-2 saat sürede tamamlamaktadır. Bu süreyi ölçmek için kronometre kullanıldığında bazen kronometreden veya kullanıcı tarafından kaynaklanan aksaklıklar oluşabilmektedir. Bu sorunu ortadan kaldırabilmek için aynı zamanda saat kavramından yararlanılmıştır. Çünkü kamyonla yapılan taşıma sırasında video kamera ile kayıt yapılmamıştır. Böylelikle oluşabilecek aksaklıklar en aza indirilmeye çalışılmıştır. Kullanılan araç marka ve modeli, çalışan işçi sayısı, araç plakası forma işlenmiştir. Ayrıca yükleme zamanı ölçümü yapılmamıştır. Çünkü bu zaman diliminde kamyon çalışmamaktadır. Ama iş akışının sağlanabilmesi için boşaltma zamanı ölçülmüştür. Dolu gidiş zamanı yüklenen tomrukların yolda giderken düşmesini engellemek için bağlanmasıyla başlar depoya ulaşıncaya kadar geçen zamanı kapsar. Bu aşamada kamyon hareket etmeden önce kilometresine bakılmıştır. Depo yerine gelindiğinde kilometreye tekrar bakılmış ve aradaki farktan mesafe ölçülmüştür. Ayrıca Google Earth görüntülerinden yararlanılarak mesafe ölçümü de yapılmış elde edilen sonuçların birbirini desteklediği görülmüştür. Yükün indirilmesi için geçen zamana ise boşaltma zamanı denilmiştir. Boş dönüş zamanı ise depodan kesim yapılan sahaya kadar olan zamanın ölçülmesiyle bulunmuştur. Gecikme zamanı ise dinlenme ve iş haricindeki zamanları içermektedir. Kamyon çalışma zamanı ise dolu gidiş ve boş dönüş zamanlarının toplamıdır. Toplam net zaman

gecikme zamanı ve kamyon çalışma zamanı hariç diğer zaman birimlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir.

3.2.6.3. Enerji ölçümü - hesaplanması

Odun hammaddesi üretim sürecinde kullanılan enerji tüketim miktarını belirleyebilmek için birkaç yöntem bir arada kullanılmıştır. Üretim sürecinde insan gücü, hayvan gücü ve makine gücü kullanıldığından her birisi için ortak birimde ölçüm yada hesaplama yapılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla insan enerjisinin belirlenmesinde; (1) işçiler üzerinden doğrudan metabolik holter ile enerji tüketim ölçümü ve (2) kullanılan teknolojiye bağlı hesaplama, (3) çalışma zamanına ve iş türüne bağlı hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Doğrudan enerji ölçümü için Armband SenseWear marka metabolik ve fiziksel aktivite ölçer (metabolik holter) cihazından yararlanılmıştır. Bu cihaz, işçinin üst kol bölgesine bağlanmış olup çalışmayı engellemeksizin veri toplamıştır. Cihazın işçiye uygun olarak ayarlanması, takılması, sökülmesi, veri bankasına veri aktarımı ve değerlendirilmesi süreçlerinde SDÜ Tıp Fakültesi öğretim üyelerinden (Tıp Doktoru) arazide destek alınmıştır. Ancak, cihazın aidiyeti, istenildiği zaman arazide kullanılabilirliği, cihaz sayısına bağlı az sayıda işçinin ölçümü vb. nedenlerden dolayı sınırlı ölçekte ölçüm yapılabilmektedir. Her bir süreç de çalışan işçi sayısının farklı olmasına rağmen bir işçi üzerinde enerji ölçümü yapılmıştır.

Bu nedenle kullanılan iş türüne, teknoloji düzeyine (basit, ara, ileri teknoloji) ve çalışma zamanına bağlı olarak işgücü enerjisi literatür destekli olarak hesaplanmış ve/veya tahmin edilmiştir. Bu nedenle, Enerji bütçesinin hesaplanmasında Yıldırım (1989), FAO (1992), Yıldırım (1993), Souza et al. (1995), Engür (1996), Grzywinski (2005), Christie (2008 and 2010), Çalışkan ve Çağlar (2010) tarafından yapılan çalışmalarda kullanılan değerler kullanılarak baltayla ve motorlu testere ile kabuk soyma için ortalama bir değer kullanılmıştır. Literatüre göre, örneğin; motorlu testere ile bir işçinin kabuk soyma işinde ortalama 6,5 kcal/dak enerji harcadığı, elle kabuk soyma işinde ise 8,5 kcal/dak enerji harcadığı kabul edilmiştir (Eker vd. 2011).

Hayvan gücünden yararlanılarak yapılan bölmeden çıkarmada, katırın enerji tüketimi; çalışma zamanına göre beygir gücü esas alınarak (Birim Çevir, 2013), birim çevrim katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre bir beygir gücü saatte 641,18 kcal enerjiye eşdeğer gelmektedir. Bu değer ise dakikada 10,68 kcal enerji miktarına karşılık gelmektedir.

Makine gücünden yararlanılarak yapılan işlerde motorlu testere, traktör ve kamyonların enerji tüketimlerinin hesaplanmasında çalışma zamanı ve bu zamanda tüketilen yakıt miktarı ve türü verisinden yararlanılmıştır. Bunun için ilk etapta makinelerin saatte veya parça başına harcadıkları yakıt miktarı bulunmuştur. Yapılan zaman analizleri sonucu makine çalışma zamanı veya yapılan iş (ürün) miktarı bulunmuştur. Buradan her bir sefer için harcanan yakıt miktarı ve sonuç olarak literatür yardımıyla yakıtların enerji değerleri, eşdeğer birimler kullanılarak hesaplanmıştır.

Öte yandan, tüketilen enerji karşısında elde edilen ürünün içerdiği enerji eşdeğerini bulabilmek için de odun hammaddesinin bünyesindeki depo edilen enerji; ağaç türüne, ürün tipine ve her sefer için elde edilen ürün miktarına bağlı olarak literatürden faydalanılarak bulunmuştur.

Erten ve Önal (1985), Taşkiran (2009), Saraçoğlu (2010), çalışmalarında Kızılçam ağaç türü için nemsiz tabana göre alt ve üst kalori değerlerini; gövde odunu için 5096 – 4781, kabuklu dal odunu için 4531 – 4216 kcal/kg enerji eşdeğerinde olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada, bu değerlerin aritmetik ortalaması kullanılmıştır. Ayrıca yaygın literatür bilgisine bağlı olarak 1 m³ kızılçam odununun eşlenik kuru ağırlığı 0.6 ton geldiği kabul edilmiş ve böylelikle enerji eşdeğerinin hesaplanması gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.4. Yakıt tüketimi ve emisyon ölçümü/hesaplanması

Odun hammaddesi üretiminde; motorlu testere başta olmak üzere, traktör ve kamyonların orman ekosistemi içine girişi, egzoz gazlarının orman ekosistemi

içinde salımına neden olmaktadır. Bu çalışmada egzoz gazları nedeniyle orman içinde oluşan salım/emisyon miktarının belirlenebilmesi için; kullanılan motor gücü özellikleri, tüketilen yakıt türü ve yakıt miktarı üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Açığa çıkan emisyon değeri için yakıttan hareket edilerek; 1 lt motorin (dizel yakıt) için 2.64 kg ve 1 lt benzin için 2.33 kg CO₂ (karbondioksit) açığa çıktığı kabul edilmiştir (Ausstoßes, 2010). Diğer egzoz gazı emisyonlarına yönelik bir hesaplama yapılmamıştır. Emisyon miktarının belirlenmesinde hesaplama yönteminin kullanılma nedeni; kolay ve doğrudan sonucu vermesine bağlanmıştır.

Öte yandan dikili halde yaşayan bir ağacın bağladığı karbon miktarını belirleyebilmek için ise öncelikle dikili ağaç hacmi hesaplanmıştır. Dikili hacim üzerinden fırın kurusu ağırlık hesaplanmıştır. Buna göre; 1 m³ kızılçam tomruğunun fırın kurusu ağırlığı 600 kg gelmektedir (Görücü ve Eker, 2009). Buradan depo edilen karbon miktarı ise bu ağırlığın % 45'idir. Hacim miktarı içindeki karbon yüzdesi belirlendikten sonra; karbondioksit miktarını bulabilmek için ise literatürde (Asan, 1995; Özçelik, 2005; Görücü ve Eker, 2009) verilen 3.66 sabitesi ile çarpma işlemi yapılmıştır (3.5.).

$$CO_2(kg)=((Dikili\ Hacim*600)*0.45)*3.66 \quad (3.5.)$$

3.2.6.5. Gürültü ölçümü

Odun hammaddesi üretim sürecini oluşturan ve makine kullanımını gerektiren işlerde ortam gürültüsü ölçülmüştür. Bu amaçla, motorlu testere başta olmak üzere, bölmeden çıkarma işlerinde kullanılan traktör, yükleme işinde kullanılan traktör tabanlı yükleyici ve taşıma işinde kullanılan kamyonların da gürültü düzeyleri ölçülmüştür.

Kesim sürecinde kullanılan motorlu testerelede gürültü ölçümünde, insan kulağında etki yapacak düzeydeki ses düzeyi değerleri kataloglarda

verildiğinden çoğunlukla ve öncelikle ortam gürültüsü ölçülmüştür. İş bitiminde yada iş aralarında tam gaz yükleme yapılarak maksimum ses düzeyleri ayrıca ve kulak seviyesine yakın (20-50 cm) olacak şekilde ölçülmüştür. Normalde ise gürültü ölçümü yerden 1-1,5 m yükseklikte gürültü kaynağı yönünde 45° açı yapacak şekilde ve gürültü kaynağına 10-20 m mesafeden ölçüm yapılmaya çalışılmıştır. Gürültü dB(A) cinsinden ölçülmüştür. Ölçüm yapılan mesafe, çalışanları rahatsız etmeyecek, araştırmacının ve de cihazların güvenliğini de sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Dolayısıyla, ortamın değişen koşullarına karşılık, her ağaç için yada her sefer için farklı mesafelerden ölçülen gürültü değerleri ortaya çıkmıştır.

Gürültü ölçer çoğunlukla üç ayak (tripod) sehpası üzerine monte edilmiş olup çalışma zamanı ile entegre edilen cihazın tam zamanlı olarak kayıt yapması sağlanmıştır.

3.2.7. Analiz ve değerlendirme

İş ve zaman etüdü yardımıyla elde edilen veriler, ilgili etüt karnelerine kaydedilmiş ve MS Excel programına aktarılarak işlenmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Her bir iş adımı ve kullanılan teknolojiye göre ayrı ayrı tablolara işlenen veriler, 1 m³ odun hammaddesi miktarı ölçeğinde, öncelikle iş – zaman analizine göre incelenerek değerlendirilmiştir. Kesim, sürütme, yükleme ve taşıma alt süreçlerinin içerdiği her bir iş adımı için harcanan zaman, bu iş adımında yapılan işin miktarına göre değerlendirilmiştir. İş miktarının belirlenmesi için; çalışmanın objesi olan odun hammaddesi üzerinden ölçülen çap – boy verileri ile sürütme mesafesi, taşıma mesafesi, vb. kullanılmıştır. Ortaya çıkan iş miktarı başına, kullanılan her bir iş tekniği ve teknoloji için ayrı ayrı analiz yapıldığından; teknoloji seçenekleri için de değerlendirme yapılmasına imkan tanıyan bir altlık elde edilmiştir.

Verilerin analizi ve değerlendirmesinde; genel ve ağırlıklı ortalama oranları kullanılarak; gençleştirme ve bakım bölmelerinde, tomruk üretim metodu uygulanarak, farklı işçi ve motorlu testere kombinasyonlarında, farklı arazi

koşullarında, farklı bölmeden çıkarma teknikleri kullanılarak, farklı yükleme araçları ve farklı nakliyat kamyonları kullanılarak 1 m³ odun hammaddesi elde etmek için ne kadar zaman ve enerji harcandığı, ortalama ne kadar çevresel gürültü ve emisyon değerine yol açtığı değerlendirilmiştir.

İş-zaman analizleri için her bir süreç ve içerdiği her bir iş adımı, iş çevrimine, sefer sayısına ya da ağaç (tomruk) numarası başına göre tasnif edilmiştir. Kesim sürecine ait iş adımları başına harcanan sürelerin hesaplanabilmesi için kümülatif zaman ölçme tekniğine uygun olarak toplanan veri, birbirinden çıkarılmış ve net zamanlar elde edilmiştir. Birim miktar başına ortalama süreyi bulabilmek için de hacme göre aritmetik ve ağırlıklı ortalamalardan yararlanılmıştır. Ağaç başına harcanan zaman belirlenmiş ve buradan insan ve hayvan çalışma zamanları bulunmuştur. İnsan ve hayvan enerjileri çalıştığı zaman üzerinden ölçülmüş/hesaplanmıştır. Motorlu testere için enerji ise çalıştığı süre içerisinde harcamış olduğu yakıttan hesaplanmıştır. Depo edilen enerji ve emisyon ise elde edilen ürün miktarından hesaplanmıştır. Emisyon ise makine ile çalışmanın olduğu durumlarda, sefer başına çalışma zamanı ve buna bağlı harcanan yakıt miktarından belirlenmiştir. Gürültü ölçümü makineli çalışmalarda işçinin gürültüye maruz kaldığı zaman dilimi için yapılmıştır.

Genel olarak yapılan işler alt zaman birimlerine ayrılmıştır. Daha sonra yapılan iş miktarı hacim olarak belirlenmiştir. Buradan ne kadar ürün elde edildiği belirlenmiştir. Bu miktardan hareketle odun içerisinde depo edilen enerji miktarı hesaplanmıştır. 1 m³ kızılçam tomruğu yakıldığı zaman 2963100 kcal enerji ortaya çıkmaktadır (Saraçoğlu, 2010). Harcanan enerji ise makine, hayvan ve insan enerjisi olarak ayrılmaktadır. Makine enerjisini hesaplama yolu ile bulunmuştur. Bunu belirleyebilmek için yakıt miktarlarından yola çıkılmıştır. Makinelerin saatlik veya yapılan iş miktarı başına düşen yakıt miktarları ölçülmüştür. 1 lt motorin(dizel) 9352.04 kcal ve 1 lt benzin 5795.4 kcal enerji vermektedir (Kahyaoğlu, 2003). Hayvanın (katır) harcadığı enerji ise Birim Çevir'e göre (2013), birim çevriminden yararlanılarak hesaplanmıştır. İnsan enerjisi ise literatürden veya doğrudan enerji ölçüm cihazıyla belirlenmiştir.

Birim miktardaki odun hammaddesi üretmek için tüketilen enerji miktarı ile elde edilen ürünün içerdiği potansiyel enerji miktarının kıyaslanabilecek hale getirilmiştir. Böylece enerji bilançosu, enerji dengesi, enerji bütçesi, enerji analizi gibi başlıklar altında toplanacak değerlendirmelere yönelik bir altlık oluşturulmuştur.

Verim; parça başına ve saat başına verim olarak iki şekilde hesaplanmıştır. İki şekilde belirlenmesinde temel sebep ise bazı makinelerin harcamış olduğu yakıt miktarının saat başına ya da parça başına bilinmesidir.

Kabuğu soyulan tomruklar çap kademelerine ve çap sınıflarına göre ayrılarak analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir (Çizelge 3.11.) (Anonim, 2008).

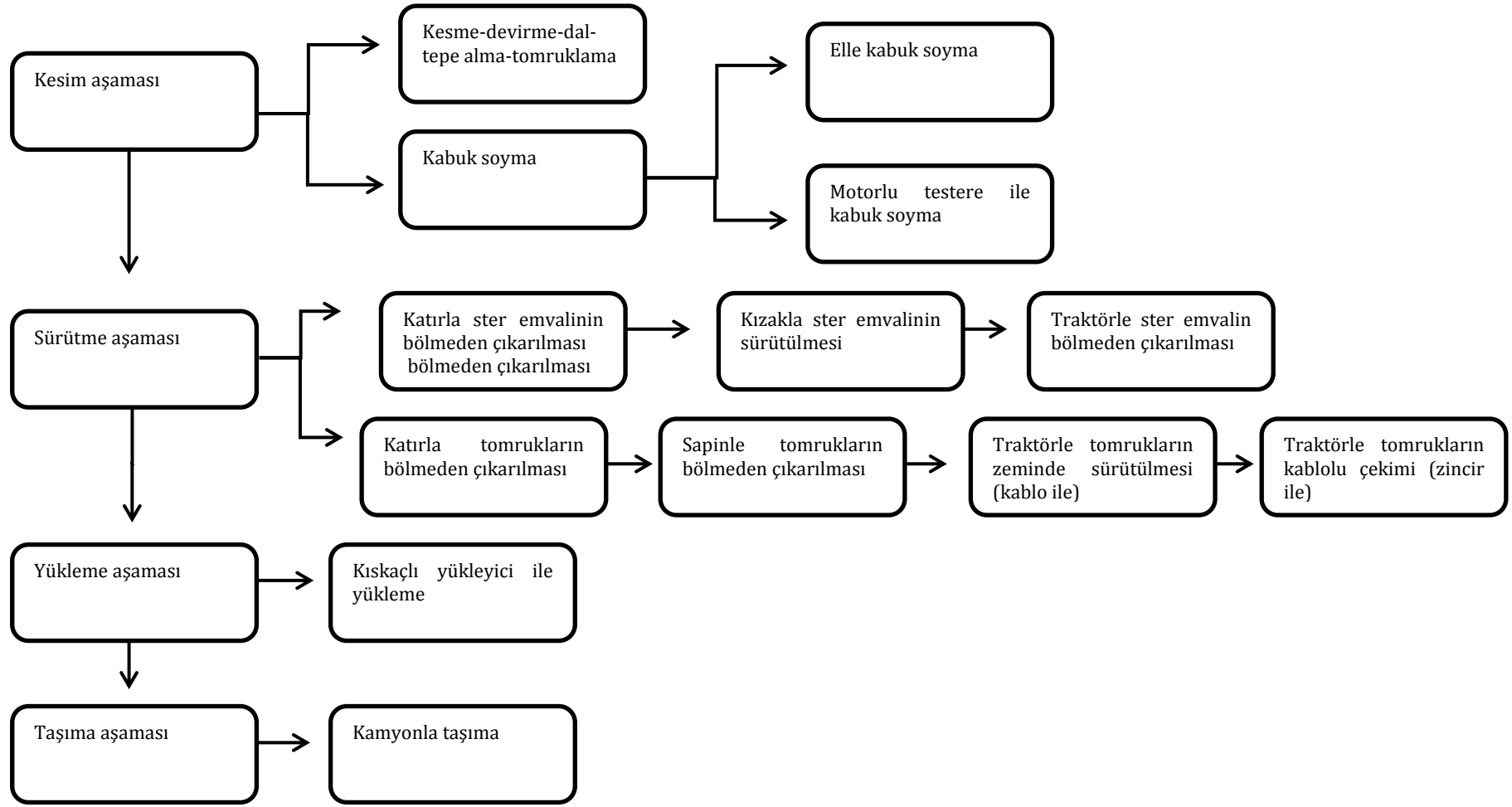
Çizelge 3.11. Kabuğu soyulan tomrukların çap kademeleri ve çap sınıfları (Anonim, 2008).

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| AĞLASUN Orman İşletme Şefliği | Çaplar (cm) | 8-11,9 | 12-15,9 | 16-19,9 | 20-23,9 | 24-27,9 | 28-31,9 | 32-35,9 | 36-39,9 | 40-43,9 | 44-47,9 | 48-51,9 | 52-55,9 | 56-59,9 |
| | Çap kademesi | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | Çap sınıfı | I | | | II | | | III | | | IV | | | |

Verilerin değerlendirilmesine yardımcı olmak amacıyla SPSS 13 istatistiksel paket programı kullanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle tanımlayıcı istatistikler gerçekleştirilmiş, verilerin normal dağılıp dağılmadığı (kolmogorov-smirnov testi) sınanmış, daha sonra gruplandırma (anova testi) ve ayırmaya (t-testi) yönelik istatistiklerle, ilişkisellik analizleri yapılarak ortalama değerler üzerinden yorumlar yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanında, ormancılıkta odun hammaddesi üretiminin; yürürlükteki orman kanunu ve takip eden mevzuata uygun olacak şekilde, periyodik (genellikle 10 yıllık vadeli) olarak hazırlanan fonksiyonel orman amenajman planına ve bu çerçevede tertip edilen detay silvikültür planına göre yürütüldüğü belirlenmiştir. Planların belirttiği bölmelerde planın uygun gördüğü etaya ve müdahale tipine göre üretim yapılmaktadır. Müdahale tipleri itibarıyla, asal ürün olan yuvarlak odun (tomruk) hasadına yönelik olarak gençleştirme (gençleştirme/doğal yada yapay gençleştirme) kesimi ve bakım kesimi şeklinde üretimin yapıldığı tespit edilmiştir. Gençleştirme kesiminde, idare süresini doldurmuş kalın çaplı bireylere Ekim-Aralık ayları arasında müdahale edilmiştir. Bakım kesimlerinde ise daha ince çaplı bireylere Nisan-Haziran ayları arasında müdahale edilmiştir. Üretim tekniği ise 288 sayılı Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait Tebliğ'e göre yapılmaktadır. Üretimin ana iş aşamaları kesim, sürütme, yükleme ve taşıma aşamalarından oluştuğu ve bunun da literatürde tarif edilen iş aşamaları (Bayoğlu, 1985; Erdaş vd. 1986, Karaman 1997, Eker 2004) ile uyum gösterdiği belirlenmiştir. Bu aşamalar birbirinden farklılık gösteren alt aşamalardan oluşmaktadır. Çalışma kapsamında elde edilen üretim aşamaları Şekil 4.1.'de gösterilmiştir. Üretimin ilk aşamalarından olan damgalama gibi işleri bu çalışma kapsamında değerlendirilmemiştir.



Şekil 4.1. Odun hammaddesi üretimi iş akışı

4.1. Odun Hammaddesi Üretiminde İş Tekniğine İlişkin Bulgular

Bu çalışmada, gençleştirme ve bakım müdahaleleri olmak üzere iki farklı üretim etkinliği üzerinde iş etüdü yapılmış; metot etüdü yöntemine göre izlenen iş adımları ve tercih edilen teknoloji belirlenmiştir. Gençleştirme müdahalelerinde, üretim işleri mevzuat çerçevesinde işyerine en yakın orman köylüleri (kooperatifleri), bakım müdahaleleri ise uzun süredir orman işçiliğine emek vermiş ve bu işleri meslek haline getirmiş ailelerden oluşan ve Tahtacılar adıyla anılan işçiler tarafından gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bakım kesimlerinde, mevsim koşulları itibarıyla orman köylülerinin başkaca işleri yapmasından dolayı işgücü bulunmadığı ve bu yüzden başka bölgelerden gelen tahtacıların tercih edildiği belirtilmiştir.

Gençleştirme müdahalesinde; ilk olarak kesme-tomruklama iş adımı izlenmektedir. Kesme-tomruklamayı yapacak olan işçi motorlu testerenin bakımını ve yakıtını tamamladıktan (Şekil 4.2.a, b.) sonra keseceği ağacın yanına yürümeye başlamış giderken etrafını da kontrol ederek ağacın devirme yönünü belirlemiştir. Ağacın yanına geldiğinde eğer gerekiyorsa dip temizliği yapmış ve devirme oyuğunu açmıştır. Ters istikametten devirme kesişini yapmış ve ağacı devirmiştir (Şekil 4.2.c, d.). Dip kısmında oluşan bozukluklar düzeltilmiş ve gövdenin yapısına bakılarak dallanmanın başladığı noktaya kadar ölçülerek tomruklama yapılmıştır. Sonra dal temizliğini (budama) ve tepe alma işini yapmıştır. Bu arada yakacak odun sınıfında olan dalları da 1 m uzunlukta olacak şekilde tecrübesi ve motorlu testere boyundan yararlanarak ayırmıştır. Dal temizliği yapılan gövde parçası, ölçülmüş, piyasa talebi ve ağacın özellikleri dikkate alınarak standartlar çerçevesinde işaretlenmiş ve tomruklama yani gövdenin bölmelemesi yapılmış ve kesme-tomruklama işi bitirilmiştir. Bu arada stere girecek yakacak odunlar yapraklı dalların arasında kaybolmaması için kesme-tomruklama artıkları içinden ayıklanmış, toplanmış ve belirli noktalarda öbek öbek yığılanmıştır.



Şekil 4.2. Kesme-tomruklama, a) Motorlu testereye benzin ikmali, b) Motorlu testereye yağ ikmali, c) Ağaç numarası, d) Devirme kesişi.

Çeşitli amaçlardan dolayı (kabuk böcekleri, hızlı kuruma, vb.), henüz bölmeden çıkarma işlemine başlamadan önce tomruk kabuklarının soyulması işlemine başlanmıştır. Gençleştirme müdahalelerinde genellikle balta ile kabuk soymanın yapıldığı belirlenmiştir. Bakım bölmelerinde ise kalın tomruklar haricinde genellikle motorlu testereye monteli kabuk soyma ekipmanından yararlanılmıştır. Çoğunlukla her bir tomruğu bir işçi soymuş ancak bazı durumlarda iki işçi birlikte de çalışabilmiştir. İnsan gücü yardımıyla, balta tomruk eksenine 10-20° lik bir açıyla tatbik edilmiş, işçinin eğilerek/kıvrılarak itme gücüyle yada vurarak yontma şeklinde kabuklar soyulmuştur. Kabukların soyulması, tomruğun yere temas etmeyen yüzeyinde başlamış daha sonra tomruk kendi eksenini etrafında çevrilerek tekrar soyulmuş ve işlem tamamlanmıştır. Kalın (özellikle) dip tomruklarının çevrilmesi için kabuk soyan işçinin başkaca bir işçiden yardım isteme gereksinimi duyduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3.).

Motorlu testereye monteli kabuk soyma ekipmanı kullanılarak yapılan soyma işleminde, levha (kılıç/pala) yerine ulusal sanayide üretilmiş ve kayışla motor gücünün aktarıldığı çift bıçaklı bir sistem kullanılmaktadır (Eker ve Acar, 2004; Eker vd., 2011).



Şekil 4.3. Balta ile kabuk soyma, a) Balta ile kabukların soyulması, b) Mesaha (boylama) yapılması, c) Tomruğun çevrilmesi.

Gençleştirme müdahaleleri, idare süresini dolduran bloklarda uygulandığından asli ürün üretimi, tomruk olarak gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte bağlı mal olarak nitelendirilen maden direği, sanayi odunu, lif yonga odunu ve yakacak odun üretimi de gerçekleşmektedir. Ancak ürünün ekonomik değeri itibarıyla çoğunlukla tomruk üzerinden değerlendirilmektedir. Nitekim bu yöntem tomruk üretim metodu olarak nitelendirilmektedir (Erdaş, 1987; Acar, 1994; Engür, 1996; Eker, 2004). Bakım bloklarında da müdahalenin şiddetine bağlı olarak çoğunlukla ince çaplı tomruk üretimi yapıldığı belirlenmiştir. Ancak çoğunlukla ster emvali olarak nitelendirilen sanayi, lif-yonga ve yakacak odun üretimi yapıldığı saptanmıştır.

Kesim aşamasının ardından meşcere içinde kütüğü dibinde bir süre bekletilen tomrukların sürütülmesi işlemine başlanmıştır (Şekil 4.4.). İnsan gücüyle zeminde sürütme yönteminde, tomruğa ivme kazandıran güç insan gücü olup eğimli arazide yerçekiminin etkisi, zeminin kaygan oluşu ve tomruğun ağırlığı ile ya eğim yönünde dik olarak itme ya da eğim yönüne paralel olarak yuvarlama şeklinde bölmeden çıkarma işlemi yürütülmüştür. Arazinin durumu, sürütme mesafesi, yolun konumu, sürütme sathındaki engeller (dip kütük, kayalık-taşlık, diğer tomruklar ve kesim artıkları, atamaklar, vb.), meşcere içinde kuru dere yataklarının varlığı gibi faktörlere bağlı olarak ya itme ya da yuvarlama yöntemi tercih edilmiştir. Bu bölmeden çıkarma tekniğinde yardımcı gereç olarak sapın kullanıldığı belirlenmiştir. Tomruklar sapın vasıtasıyla eğime dik ya da paralel olacak şekilde çevrilmekte ve yukarıdan aşağı serbest yuvarlanmaya ya da kaymaya bırakılmaktadır. Bu çalışmada, harekete maruz kalan tomruğun rampa ya da yol kenarında durduğu anda bir sefer tamamlanmış olmaktadır. Ancak, sürütme mesafesi boyunca bir tomruk birkaç defa itme ya da yuvarlama kuvvetine maruz kalmaktadır. Yani tomrukların çoğunlukla tek hareketle ve bir çırpıda yol kenarına getirilemediği tespit edilmiştir.

Tarım traktörleri, birçok yörede, orman köylülerinin satın alma gücünün iyileşmesi ve traktör fiyatlarının düşmesi ile birlikte, ormancılıkta kullanılma oranı artmaktadır (Eker vd., 2011). Bu çalışma alanında da sınırlı da olsa bazı ailelerin kendi paylarına düşen tomrukları tarım traktörünün arkasına doğrudan bağlanan zincirle zeminde sürüterek taşıdıkları belirlenmiştir. Zincirle sürütme, genelde düz veya düze yakın arazide yapılmıştır.

Tomrukların bölmeden çıkarılmasından ya da kuru dere yataklarında sürütmeye hazır hale getirilmesinden sonra sahada kalan lif-yonga ve yakacak odunlar öncelikle elle aşağı ya da yana doğru çapraz istikamette atılarak ster yapılacak olan yerde biriktirilmektedir. Burada bir çeşit ön sürütmenin (Bayoğlu, 1996) yapıldığı belirlenmiştir. Böylelikle, sürütme mesafesi kısaltılmakta ve daha az enerji ve zaman harcanmaktadır.



Şekil 4.4. Tomrukların sürütülmesi, a) Sapınle çekme, b) Yuvarlama, c) Sapınle yerçekimi etkisinden yararlanılarak kaydırma, d) Kablo ile tomrukların sürütülmesi, e) Kablunun çözülmesi, f) Traktöre zincirin bağlanması, g) - h) Zincir ile tomrukların sürütülmesi.

Tarım traktörünün arkasına monte edilen sele ve kızak ile bölmeden çıkarma yapılmaktadır (Şekil 4.5.). Tomrukların yüklenmesi, kısaçlı yükleyici ile yapılmaktadır (Şekil 4.6.). Taşıma ise yükleme bittikten sonra tomruklar

kamyon kasasına halatlarla iyice sabitlenmesinden sonra başlamaktadır (Şekil 4.7.).

İnsan gücü yardımıyla kızakla ster emvalinin bölmeden çıkarılmasında; biriktirmenin yapıldığı noktaya getirilen ster emvali odunlar, kızak üstüne düzgün şekilde yığılmakta daha sonra bağlanıp sabitlenmektedir. İki ya da tek insanın bir ip yardımıyla aşağı çekmesi ile aşağı doğru ster yapılacak noktaya sürütülmektedir. Rampa yerinde, ipler çözülmekte, yük indirilmekte ve kızak tekrar yüklemenin yapılacağı noktaya götürülmektedir. Böylelikle bir sefer tamamlanmaktadır. Bu arada bir işçinin de yükün indirildiği noktadaki odunları ster şeklinde dizmektedir.



Şekil 4.5. Ster ürünlerin bölmeden çıkarılması, a) – b) – c) – d) – e) Kızakla bölmeden çıkarma, f) – g) – h) Traktör ile bölmeden çıkarma.



Şekil 4.6. Kıskaçlı yükleyici, a) Yükleyici boş gidiş, b) Yükleme, c) İndirme, d) Yakıt miktarı ölçümü, e) Bölme içi hareket için hazırlık, f) Tomrukları sıkıştırma.



Şekil 4.7. Kamyon, a) Yükleme yapılan kamyon, b) Dolu kamyon.

Bakım kesimleri, tahtacılar tarafından yapılmaktadır. Buradaki ağaçların çapları gençleştirme kesimindeki çaplara göre oldukça küçüktür. Bunun için işçiler devirme oyuğuna gerek duymadan doğrudan devirme (çapraz) kesimi ile ağacı kesip devirmektedir (Şekil 4.8.). Eğer ağacın özellikleri standartlara uygunsa, kısa boylu ve ince çaplı bir tomruk alınabilecektir, kesilen ağacın dip düzeltmesi yapıp bir adet tomruk alınmakta ve bölümlenme işlemiyle birlikte dal ve tepe temizliği yapılmaktadır. Eğer çap oldukça ince ise doğrudan lif yonga odunu ya da yakacak odun olarak bölümlere ayırma ve dal ve tepe temizliği yapılmaktadır.



Şekil 4.8. Bakım kesimi kesme-tomruklama, a) - b) Devirme kesişi, c) Beklenmedik şekilde ağacın yön değiştirilmesi, d) Dip çap ölçümü.

Bakım müdahalesinde kabuk soymanın iki şekilde yapıldığı belirlenmiştir. Motorlu testereye monte edilen aparat yardımıyla veya balta yardımıyla yapılmaktadır (Şekil 4.9.). Motorlu testere ile kabuklar kısa şeritler halinde yere temas etmeyen yüzeylerinden başlamak üzere soyulmaktadır. İşçi tomruğun bir ucuna gelmekte ve motorlu testereyi ileri geri hareket ettirerek bir şerit halinde kabuğu soymakta daha sonra yan şeride geçmekte ve böylece tomruğun yere temas etmeyen yüzeyini soyup bitirmektedir. İşçi birkaç adım geri giderek aynı işi tekrar yapmaktadır. Tomruğun çevrilmesiyle aynı işlemi kabuk kalmayıncaya kadar tekrarlanmaktadır.

Bakım kesimlerinde tomrukların bölmeden çıkarılmasında, tomruklar traktöre (iple ya da zincirle) bağlanarak zeminde sürütülmekte veya katıra bağlanıp zeminde çekilip sürütülmektedir (Şekil 4.10.).



Şekil 4.9. Kabuk soyma aparatı.



Şekil 4.10. Bakım kesimlerinde tomrukların bölmeden çıkarılması, a) Çekiç ve filise, b) Filiseli tomruk, c) Katır dolu dönüş, e) Traktör ve aparat, f) Traktör dolu dönüş.

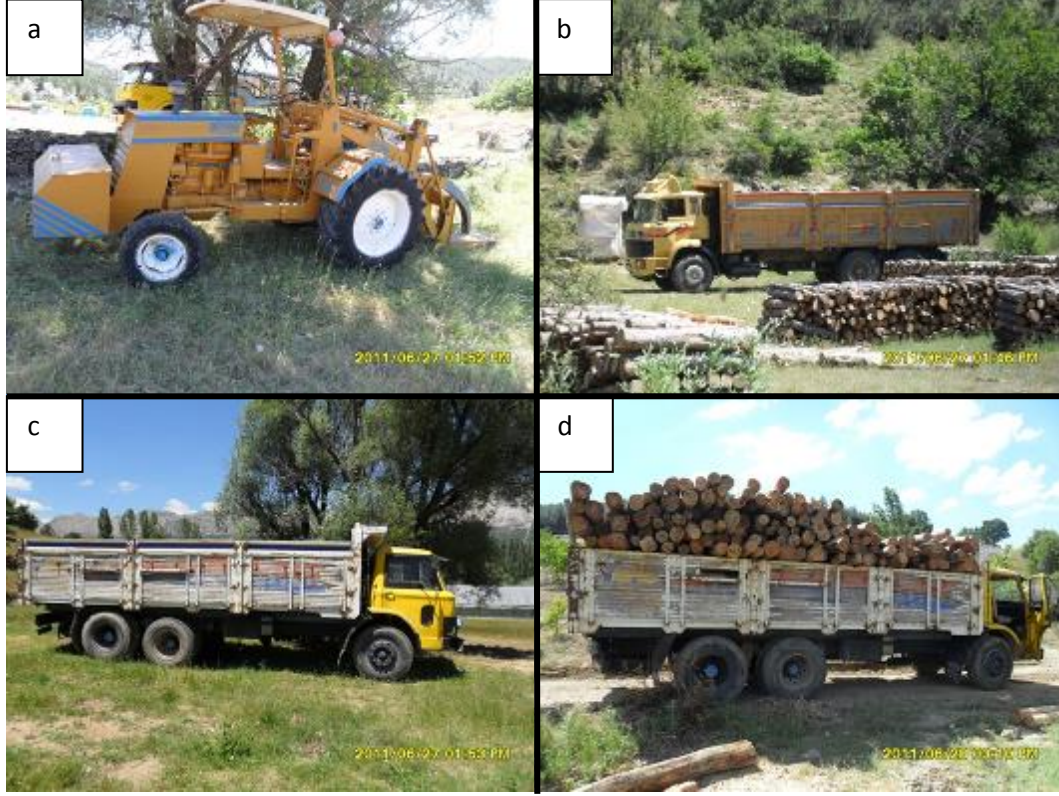
Yakacak ster emvalin taşınması bakım kesimlerinde katır ve traktör ile iki şekilde yapılmıştır (Şekil 4.11.).

Bakım kesimlerinden kısa ve ince çaplı tomruk üretildiğinden bunların kamyon kasasına dizilimi diğer tomruklarda olduğunun aksine şasi eksenine dik olacak vaziyette istif edilmektedir (Şekil 4.12). Ster emvali ürünlerin yüklenmesinde insan gücünden yararlanılmaktadır. Taşıma ise aynı kamyonlarla

gerçekleştirilmektedir. Çalışma süresi içinde yakacak odunların satış işlemleri bitmediğinden yükleme ve taşıma işlerine ait gözlem yapılamamıştır.



Şekil 4.11. Bakım kesimlerinde ster odununun bölmeden çıkarılması, a) Katır boş gidiş, b) Katır dolu dönüş, c) Ster odunların indirilmesi, d) Traktörle ster odunların bölmeden çıkarılması.



Şekil 4.12. Bakım kesimlerinde yükleme ve taşıma, a) Bakım kesimlerinde kullanılan kışkaçlı yükleyici, b) – c) Boş kamyon, d) Dolu kamyon.

Yukarıda bahsedilen iş teknikleri ile Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içindeki 4 bölmede zaman, enerji, emisyon ve gürültü etütleri gerçekleştirilebilmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Çalışma alanı hakkında bölme dosyalarından alınan bilgiler (Anonim, 2011).

| Bölme No | Ortalama Eğim (%) | Müdahale Tipi | Toplam Hacim (m ³) | Ortalama Sürütme mesafesi (m) | Taşıma mesafesi (km) | Kesme-Tomruklama | Sürütme | Taşıma |
|----------|-------------------|---------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | | | | | Birim Fiyat (TL/m ³) | Birim Fiyat (TL/m ³) | Birim Fiyat (TL/m ³) |
| 94 | %40 | Gençleştirme | 1279,07 | 100 | 21,1 | 13,32 | 9,45 | 17,03 |
| 103 | %31 | Gençleştirme | 2853,47 | 130 | 20,7 | 10,96 | 11,14 | 15,4 |
| 119 | %36 | Bakım | 1099,01 | 80 | 1,62 | 30,99 | 7,21 | 7,28 |
| 120 | %37 | Bakım | 964,03 | 55 | 3,66 | 30,98 | 4,96 | 8,57 |

4.2. Analizlere Ait Bulgular ve Tartışılması

Odun hammaddesi üretiminde kesim, bölmeden çıkarma, yükleme ve taşıma süreçleri üzerinden zaman etütleriyle toplanan veriler iş-zaman analiz yöntemiyle incelenmiş ve aşağıdaki bulgulara erişilmiştir. Analizlere ait bulgular süreçlere, kullanılan teknolojiye ve/veya silvikültürel müdahale tipine göre sıralanmıştır.

4.2.1. Kesim süreci

Kesim süreci gençleştirme ve bakım bölmelerinde çap sınıfları, meşcere tipi özellikleri, çalışan işçi özellikleri, çalışma alanı topoğrafik özellikleri, vb. bakımdan farklılık gösterdiği için değerlendirmeler öncelikle her bir müdahale için ayrı ayrı, daha sonra bir arada ele alınmıştır.

Kesme-tomruklama sürecini analiz etmeye yarayacak veriler; Kolmogorov-Smirnov Testine göre normal dağılım göstermektedir (Çizelge 4.2.). Gençleştirme ve bakım bölmeleri arasında kesme-tomruklama aşaması t-testi'ne göre anlamlı fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3.). Gençleştirme müdahalelerinin yapıldığı sahalarda kesme-tomruklama sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.4. elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Kolmogorov-Smirnov testi

| Kolmogorov-Smirnov Testi | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------|------------|-----------------|---------|------------|------------------|--------------|-------|
| | | Çap Sınıfı | Yürüme Mesafesi | Dip Çap | $d_{1,30}$ | Toplam Net Zaman | Toplam Zaman | Hacim |
| Örnek Sayısı | | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 |
| Parametreler (a,b) | Ortalama | 1,77 | 6,58 | 30,41 | 24,85 | 319,69 | 398,36 | 0,38 |
| | Standart Sapma | 0,76 | 3,52 | 12,81 | 10,47 | 373,28 | 475,74 | 0,44 |
| Anlamlılık Düzeyi | | 0,06 | 0,11 | 0,29 | 0,18 | 0,09 | 0,1 | 0,07 |

Çizelge 4.3. Kesme-tomruklama için t-testi

| T- Testi | | | | | | | | | | |
|------------------|--|---|-------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|---------|
| | | Varyansların Eşitliği İçin Levene's Testi | | Ortalamaların Eşitliği İçin t-testi | | | | | | |
| | | F Değeri | Anlamlılık Düzeyi | T Değeri | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık Düzeyi | Ortalamaların Farkı | Standart Hata Farkı | 95% Farklılıktaki Güven Aralığı | |
| | | Alt | Üst | Alt | Üst | Alt | Üst | Alt | Üst | Alt |
| Hacim | Varyansların Eşit Olduğu Varsayıldığında | 137,23 | 0,00 | -12,24 | 177,00 | 0,00 | -0,64 | 0,05 | -0,74 | -0,54 |
| | Varyansların Eşit Olmadığı Varsayıldığında | - | - | -8,58 | 58,11 | 0,00 | -0,64 | 0,07 | -0,79 | -0,49 |
| Toplam Net Zaman | Varyansların Eşit Olduğu Varsayıldığında | 106,89 | 0,00 | -12,98 | 177,00 | 0,00 | -555,47 | 42,79 | -639,91 | -471,03 |
| | Varyansların Eşit Olmadığı Varsayıldığında | - | - | -9,13 | 58,29 | 0,00 | -555,47 | 60,85 | -677,26 | -433,68 |

Çizelge 4.4. Gençleştirme bölmelerinde kesme-tomruklama sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|----------|----------|-----------|----------------|
| Dip Çap (cm) | 58 | 12,00 | 43,59 | 72,00 | 14,25 |
| D _{1,30} (cm) | 58 | 9,80 | 35,48 | 62,00 | 11,82 |
| Çap Sınıfı | 58 | 1,00 | 2 | 4,00 | 0,75 |
| Ortalama Hacim (m ³) | 58 | 0,03 | 0,81 | 2,68 | 0,56 |
| Eğim Grubu (%) | 58 | 3 | 3 | 4 | 0,13 |
| Mot. Tes. Tipi | 58 | 1 | 2 | 3 | 0,78 |
| Parça Adedi | 58 | 2 | 5 | 7,00 | 1,10 |
| Yürüme Mesafesi (m) | 58 | 1,00 | 6,48 | 18,00 | 3,99 |
| Yürüme Zamanı (sn) | 58 | 5,00 | 39,25 | 196,00 | 37,97 |
| Devirme Zamanı (sn) | 58 | 3,00 | 61,84 | 208,00 | 38,11 |
| Tomruklama Zamanı (sn) | 58 | 16,00 | 594,06 | 2043,00 | 421,55 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 58 | 0,00 | 135,63 | 936,00 | 234,17 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 58 | 36,00 | 695,17 | 2271,00 | 460,81 |
| Toplam Zaman (sn) | 58 | 36,00 | 830,81 | 2749,00 | 571,75 |

Çizelge 4.4.'e göre bu çalışma kapsamında gençleştirme bölmelerinde yapılan kesme-tomruklama (kesme, devirme, tomruklama, dal ve uç alma) faaliyeti için 58 örnek ağacın d_{1,30} çapları ortalama 35,5 cm, hacimleri 0,811 m³ ve ortalama parça adedi 4,7 adet olup ortalama toplam net kesme-tomruklama zamanı 11,59 dakika/ağaç olarak belirlenmiştir. Ağaç başına ortalama toplam kesme-tomruklama zamanı (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 13,85 dakika olarak bulunmuştur. Buna göre gençleştirme müdahalesinde odun hammaddesi

üretimi için yalnızca kesme-tomruklama aşamasında (kabuk soyma zamanı hariç) aritmetik ortalamaya göre 14,29 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için harcanan toplam net zaman 19,85 dak/m³, toplam zaman ise 23,68 dak/m³ olarak hesaplanmıştır. Ağırlıklı ortalamaya göre verim 3,75 m³/saat olarak belirlenmiştir.

Bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda kesme-tomruklama sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.5. elde edilmiştir.

Çizelge 4.5. Bakım bölmelerinde kesme-tomruklama sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|----------|----------|-----------|----------------|
| Dip Çap (cm) | 121 | 10,00 | 24,09 | 36,00 | 4,76 |
| D _{1,30} (cm) | 121 | 8,20 | 19,76 | 29,50 | 3,90 |
| Çap Sınıfı | 121 | 1,00 | 1 | 2,00 | 0,50 |
| Ortalama Hacim (m ³) | 121 | 0,03 | 0,17 | 0,45 | 0,08 |
| Eğim Grubu (%) | 121 | 2,00 | 3 | 4,00 | 0,57 |
| Mot. Tes. Tipi | 121 | 4,00 | 4 | 7,00 | 0,70 |
| Parça Adedi | 121 | 1,00 | 5 | 8,00 | 1,36 |
| Yürüme Mesafesi (m) | 121 | 1,00 | 6,62 | 20,00 | 3,29 |
| Yürüme Zamanı (sn) | 121 | 1,00 | 21,95 | 67,00 | 14,32 |
| Devirme Zamanı (sn) | 121 | 3,00 | 14,67 | 85,00 | 13,19 |
| Tomruklama Zamanı (sn) | 121 | 0,00 | 103,08 | 300,00 | 58,82 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 121 | 0,00 | 51,37 | 1271,00 | 193,56 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 121 | 9,00 | 139,70 | 360,00 | 70,76 |
| Toplam Zaman (sn) | 121 | 9,00 | 191,07 | 1438,00 | 216,17 |

Çizelge 4.5.'e göre bu çalışma kapsamında bakım bölmelerinde yapılan kesme-tomruklama (kesme, devirme, tomruklama, dal ve uç alma) faaliyeti için 121 örnek ağacın d_{1,30} çapları ortalama 19,8 cm hacimleri 0,17 m³ ve ortalama parça adedi 5,4 adet olup ortalama toplam net kesme-tomruklama zamanı 2,33 dakika/ağaç olarak belirlenmiştir. Ağaç başına ortalama toplam kesme-tomruklama zamanı (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 3,18 dakika olarak bulunmuştur. Buna göre bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca kesme-tomruklama aşamasında (kabuk soyma zamanı hariç) aritmetik ortalamaya göre 13,7 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı

ortalamaya göre harcanan toplam net zaman 15,86 dak/m³, toplam zaman ise 61,41 dak/m³ olarak hesaplanmıştır. Ağırlıklı ortalama göre verim 4,84 m³/saat olarak belirlenmiştir.

Gençleştirme ve bakım, bölmelerinde Çizelge 4.4. ve 4.5. karşılaştırıldığında genel ağırlıklı ortalama göre gençleştirme bölmelerindeki toplam net zaman 19,85 dak/m³, bakım bölmelerinde ise 15,86 dak/m³ olarak bulunmuştur. Bu farklılık oluşumunda; topoğrafik koşulların, meşcere ve ağaç özelliklerinin ve de operatör özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Öte yandan bu niteliklere bağlı olarak gecikme zamanlarının da farklılaşması ortalama toplam zaman (genel ağırlıklı ortalama göre) farklılıklarını oluşturmaktadır.

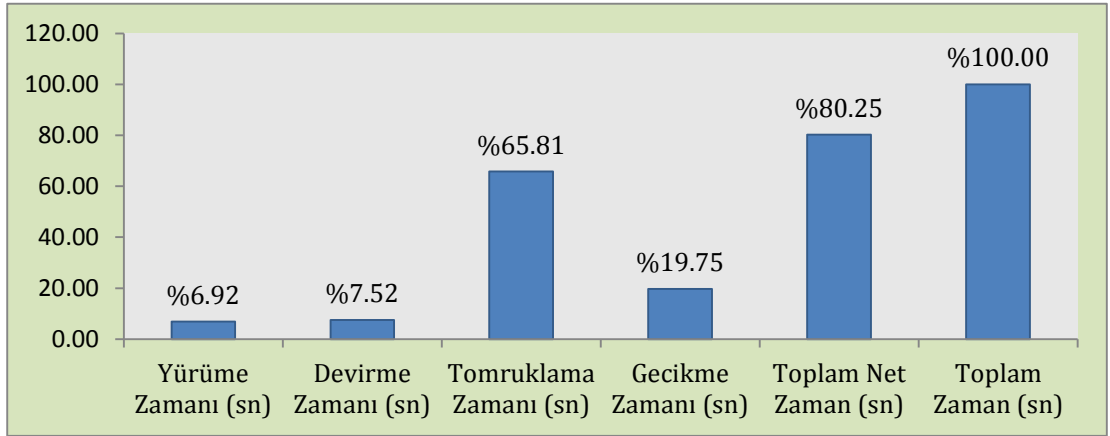
Gençleştirme ve bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda kesme-tomruklama sürecine ait toplanan tüm verilerle yapılan ortak tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.6. elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde kesme-tomruklama sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|--------------------------------------|--------------|----------|------------|------------|----------------|
| Dip Çap (cm) | 179 | 10,00 | 30,41 | 72,00 | 12,81 |
| D _{1,30} (cm) | 179 | 8,20 | 24,85 | 62,00 | 10,47 |
| Çap Sınıfı | 179 | 1,00 | 1,77 | 4,00 | 0,76 |
| Ortalama Hacim (m ³) | 179 | 0,03 | 0,38 | 2,68 | 0,44 |
| Eğim Grubu (%) | 179 | 2,00 | 2,88 | 4,00 | 0,48 |
| Mot. Tes. Tipi | 179 | 1,00 | 3,63 | 7,00 | 1,28 |
| Parça Adedi | 179 | 1,00 | 5,20 | 8,00 | 1,32 |
| Müdahale Tipi | 179 | 1,00 | 1,68 | 2,00 | 0,47 |
| Yürüme Mesafesi (m) | 179 | 1,00 | 6,58 | 20,00 | 3,52 |
| Yürüme Zamanı (sn) | 179 | 1,00 | 27,56 | 196,00 | 25,81 |
| Devirme Zamanı (sn) | 179 | 3,00 | 29,96 | 208,00 | 32,75 |
| Tomruklama Zamanı (sn) | 179 | 0,00 | 262,17 | 2043,00 | 335,17 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 179 | 0,00 | 78,68 | 1271,00 | 210,67 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 179 | 9,00 | 319,69 | 2271,00 | 373,28 |
| Toplam Zaman (sn) | 179 | 9,00 | 398,36 | 2749,00 | 475,74 |
| Verim (m ³ /sa) | 179 | 1,52 | 4,59 | 13,20 | 1,62 |
| Tüketil. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 179 | 1,90 | 33,70 | 350,60 | 40,45 |
| Harcanan Yakıt (lt) | 179 | 0,00 | 0,09 | 0,63 | 0,10 |
| Tüketilen Mot. Test. Enerjisi (kcal) | 179 | 14,49 | 514,64 | 3655,93 | 600,92 |
| Emisyon (karbondioksit) (kg) | 179 | 0,01 | 0,21 | 1,47 | 0,24 |
| Gürültü Ölçülen Mesafe (m) | 179 | 2,00 | 11,46 | 27,00 | 5,07 |
| En Düşük Gürültü (dB) | 179 | 31,50 | 57,30 | 77,30 | 11,13 |
| Ortalama Gürültü (dB) | 179 | 41,34 | 68,92 | 85,60 | 9,09 |
| En Yüksek Gürültü (dB) | 179 | 60,30 | 81,89 | 101,00 | 6,47 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 179 | 97782,30 | 1123875,69 | 7938144,90 | 1311393,39 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 179 | 32,61 | 374,81 | 2647,39 | 437,35 |

Çizelge 4.6.'ya göre bu çalışma kapsamında gençleştirme ve bakım bölmelerinde yapılan kesme-tomruklama (kesme, devirme, tomruklama, dal ve uç alma) faaliyeti için 179 örnek ağacın d_{1,30} çapları ortalama 24,8 cm hacimleri 0,38 m³ ve ortalama parça adedi 5,19 adet olup ortalama toplam net kesme-tomruklama zamanı 5,33 dakika/ağaç olarak belirlenmiştir. Ağaç başına ortalama toplam kesme-tomruklama zamanı (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 11,97 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.13.). Buna göre gençleştirme ve bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca kesme-tomruklama aşamasında (kabuk soyma zamanı hariç) genel aritmetik ortalamaya göre 14.03 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için motorlu testere hiç durdurulmadığı için motorlu çalışma zamanı (MÇZ) ve

insan çalışma zamanı (İÇZ) aynı olmuş ve 31,7 dakika sürmüş, verim ise 4,69 m³/sa olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 6,49 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunurken bunu elde etmek için 1,23 kg CO₂ salımı gerçekleşmiştir. Ortalama 11,46 metreden gürültü değeri ölçülmüş ortalama en yüksek gürültü değeri 81,89 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu iş için motorlu testere 3061,85 kcal; çalışan işçi 198,72 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde edilen odunun enerji içeriği ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.13. Kesme-tomruklama için zaman yüzdeleri

Çap sınıflarının; ortalama kesme-tomruklama zamanı üzerindeki etkisini anlayabilmek için çap sınıflarına göre gruplandırma yapılmıştır. Gençleştirme bölmeleri için çap sınıflarına göre ortalamalar Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Gençleştirme bölmelerinde kesme-tomruklama için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar.

| Çap Sınıfı | Örnek | Ortalama $d_{1,30}$ çap (cm) | Ortalama Hacim (m ³) | Yürüme zamanı (sn) | Devirme zamanı (sn) | Tomruklama zamanı (sn) | Gecikme zamanı (sn) | Toplam net zaman (sn) | Toplam zaman (sn) |
|------------|-------|------------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| I | 6 | 12,02 | 0,06 | 9,67 | 5,67 | 54,5 | 19,67 | 69,84 | 89,5 |
| II | 23 | 30,12 | 0,46 | 42,48 | 59,61 | 425,52 | 103,35 | 527,61 | 630,96 |
| III | 26 | 43,12 | 1,13 | 42,73 | 71,54 | 739,31 | 178,54 | 853,58 | 1032,12 |
| IV | 3 | 57,33 | 2,24 | 43,67 | 107,33 | 1706,67 | 243,33 | 1857,67 | 2101 |

Çizelge 4.7.'den de anlaşılacağı üzere; çalışmada, gözlemsel örnekleme desenine göre veri toplandığından örnek sayılarının eşit olmamasına rağmen çap sınıflarının artmasıyla birlikte tüketilen kesme-tomruklama zamanları da artmaktadır. Çapın artması; ağaçlar arası mesafenin artması ile bağıntılı olup bu artış, beklenen bir olgudur. Çapla birlikte hacim de arttığından kesme-devirme sürecinde harcanan zaman da artar. Öte yandan, çapla ve de yaşla birlikte dallanma oranı ve/veya dal kalınlığı artmakta dolayısıyla dal alma zamanı da artmaktadır. Bu da çap sınıfları arasında toplam kesme-tomruklama zamanının artmasına neden olmaktadır.

Bakım bölmeleri için çap sınıflarına göre ortalamalar Çizelge 4.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Bakım bölmelerinde kesme-tomruklama için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar.

| Çap Sınıfı | Örnek | Ortalama $d_{1,30}$ çap (cm) | Ortalama Hacim (m^3) | Yürüme zamanı (sn) | Devirme zamanı (sn) | Tomruklama zamanı (sn) | Gecikme zamanı (sn) | Toplam net zaman (sn) | Toplam zaman (sn) |
|------------|-------|------------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| I | 67 | 17,02 | 0,12 | 19,16 | 9,6 | 69,98 | 18,72 | 98,75 | 117,46 |
| II | 54 | 23,15 | 0,24 | 25,41 | 20,96 | 144,15 | 91,89 | 190,52 | 282,41 |

Çizelge 4.8.'e göre çap sınıfları arttıkça yürüme zamanının artması ağaçlar arasındaki mesafenin artmasından kaynaklanmaktadır. Diğer zaman birimlerinin artması ise ağaçların hacimlerinin artmasından kaynaklanmaktadır.

Gençleştirme ve bakım bölmelerinde Çizelge 4.4. ve 4.5. karşılaştırıldığında aynı çap sınıfındaki zamanların farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılık oluşumunda; mevsimsel farklılıkların, topoğrafik koşulların, meşcere ve ağaç özelliklerinin ve de operatör özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Gençleştirme ve bakım bölmeleri için çap sınıflarına göre düzenlenen ortak sonuçlar Çizelge 4.9.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde kesme-tomruklama için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar.

| Çap Sınıfı | Örnek | Ortalama $d_{1,30}$ çap (cm) | Ortalama Hacim (m^3) | Yürüme zamanı (sn) | Devirme zamanı (sn) | Tomruklama zamanı (sn) | Gecikme zamanı (sn) | Toplam net zaman (sn) | Toplam zaman (sn) |
|------------|-------|------------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| I | 73 | 16,61 | 0,11 | 18,38 | 9,27 | 68,71 | 18,79 | 96,37 | 115,16 |
| II | 77 | 25,23 | 0,30 | 30,51 | 32,51 | 228,19 | 95,31 | 291,21 | 386,52 |
| III | 26 | 43,12 | 1,13 | 42,73 | 71,54 | 739,31 | 178,54 | 853,58 | 1032,12 |
| IV | 3 | 57,33 | 2,24 | 43,67 | 107,33 | 1706,67 | 243,33 | 1857,67 | 2101 |

Çizelge 4.9.'a göre çap sınıfları arttıkça yürüme zamanının artması ağaçlar arasındaki mesafenin artmasından kaynaklanmaktadır. Diğer zaman birimlerinin artması ise ağaçların hacimlerinin artmasından kaynaklanmaktadır. Dördüncü çap sınıfından gözlemlenen ağaçların sayısının az olması, bu kadar büyük çaptaki bir ağacın kesme-tomruklama işinin uzun süreyi kapsamasından kaynaklanmaktadır.

Çalışma şekline bakıldığında ise bazen kesim işçisi kendine göre bir kesim düzeni oluşturmaktadır. Bu hususta gerektiği zaman kesim anahtarına uyulmadığı da görülmüştür. Araştırmanın yapıldığı sahada kendine düşen ağaçların birkaç tanesini önce kesip devirip sonra dallanmanın başladığı noktaya kadar tomruklanması yapılmaktadır. Aynı zamanda işçilerin kendi hallerine çalışmaları istendiği için belirli bir çalışma düzenine karışılmamıştır. Burada işçilerin normal tempoda çalışmaları önemsenmiştir.

Kesim sürecinde, kesme ve tomruklama işlerine ek olarak kabuk soyma işi de yapılmaktadır. Hem balta hemde motorlu testereye monte edilmiş kabuk soyma ekipmanı ile kabuklar soyulmuştur. Gençleştirme ve bakım bölmeleri arasında balta ile kabuk soyma aşaması için anlamlı bir fark olup/olmadığına t-testi ile incelenmiştir (Çizelge 4.10.). Balta ile kabuk soyma gençleştirme ve bakım kesimlerinde ayrı ayrı, daha sonrada bir arada değerlendirilmiştir. Gençleştirme kesimlerinin yapıldığı sahalarda balta ile kabuk soyma sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.11. elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Gençleştirme ve bakım müdahalesinde balta ile kabukların soyulmasında t-testi

| T- Testi | | | | | | | | | | |
|------------------|--|---|-------------------|---|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|--------|
| | | Varyansların Eşitliği İçin Levene's Testi | | Varyansların Eşitliği İçin Levene's Testi | | | | | | |
| | | F Değeri | Anlamlılık Düzeyi | T Değeri | Serbestlik Derecesi | Anlamlılık Düzeyi | Ortalamaların Farkı | Standart Hata Farkı | 95% Farklılıktaki Güven Aralığı | |
| | | Alt | Üst | Alt | Üst | Alt | Üst | Alt | Üst | Alt |
| Hacim | Varyansların Eşit Olduğu Varsayıldığında | 5,83 | 0,02 | 4,27 | 64,00 | 0,00 | 252,80 | 59,19 | 134,55 | 371,05 |
| | Varyansların Eşit Olmadığı Varsayıldığında | - | - | 5,81 | 61,07 | 0,00 | 252,80 | 43,53 | 165,76 | 339,84 |
| Toplam Net Zaman | Varyansların Eşit Olduğu Varsayıldığında | 8,51 | 0,00 | 3,25 | 64,00 | 0,00 | 0,13 | 0,04 | 0,05 | 0,20 |
| | Varyansların Eşit Olmadığı Varsayıldığında | - | - | 4,52 | 62,95 | 0,00 | 0,13 | 0,03 | 0,07 | 0,18 |

Çizelge 4.11. Gençleştirme bölmelerinde balta ile kabuk soyma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|----------|----------|-----------|----------------|
| Orta Çap (cm) | 48 | 19.00 | 29.99 | 55.00 | 7.91 |
| Çap Sınıfı | 48 | 1.00 | 2.17 | 4.00 | 0.56 |
| Ortalama Hacim (m ³) | 48 | 0.04 | 0.21 | 0.71 | 0.16 |
| Eğim Grubu (%) | 48 | 2.00 | 2.77 | 3.00 | 0.42 |
| Müdahale Tipi | 48 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| Yürüme Mesafesi (m) | 48 | 0.50 | 3.33 | 8.00 | 2.02 |
| Yürüme Zamanı (sn) | 48 | 3.00 | 19.17 | 123.00 | 20.64 |
| Çevirme Zamanı (sn) | 48 | 6.00 | 37.35 | 195.00 | 40.50 |
| Kabuk Soyma Zamanı (sn) | 48 | 104.00 | 403.67 | 1284.00 | 226.34 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 48 | 125.00 | 460.19 | 1343.00 | 240.81 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 48 | 0.00 | 197.08 | 1361.00 | 280.49 |
| Toplam Zaman (sn) | 48 | 174.00 | 657.27 | 1881.00 | 380.90 |

Çizelge 4.11.'e göre bu çalışma kapsamında gençleştirme bölmelerinde yapılan balta ile kabuk soyma faaliyeti için 48 örnek tomruğun çapları ortalama 29,99 cm hacimleri 0,21 m³ ve toplam net kabuk soyma zamanı 7,67 dakika/tomruk olarak belirlenmiştir. Tomruk başına toplam kabuk soyma zamanı (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 10,95 dakika olarak bulunmuştur. Buna göre gençleştirme müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca balta ile kabuk soyma aşamasında genel aritmetik ortalamaya göre 36,57 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre için harcanan toplam

net zaman 45,34 dak/m³, toplam zaman ise 59,98 dak/m³ olarak hesaplanmıştır. Ağırlıklı ortalamaya göre verim 2,04 m³/saat olarak belirlenmiştir

Bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda balta ile kabuk soyma sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.12. elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. Bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|----------|----------|-----------|----------------|
| Orta Çap (cm) | 18 | 17 | 22,33 | 35,5 | 5,02 |
| Çap Sınıfı | 18 | 1 | 1,56 | 2 | 0,51 |
| Ortalama Hacim (m ³) | 18 | 0,03 | 0,09 | 0,3 | 0,07 |
| Eğim Grubu (%) | 18 | 2 | 2,67 | 4 | 0,97 |
| Müdahale Tipi | 18 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| Yürüme Mesafesi (m) | 18 | 1 | 3,61 | 10 | 2,03 |
| Yürüme Zamanı (sn) | 18 | 4 | 23,22 | 161 | 36,24 |
| Çevirme Zamanı (sn) | 18 | 1 | 15,67 | 74 | 17,88 |
| Kabuk Soyma Zamanı (sn) | 18 | 73 | 184,17 | 400 | 100,96 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 18 | 97 | 223,06 | 433 | 106,85 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 18 | 0 | 86,17 | 869 | 216,06 |
| Toplam Zaman (sn) | 18 | 136 | 309,22 | 1205 | 252,82 |

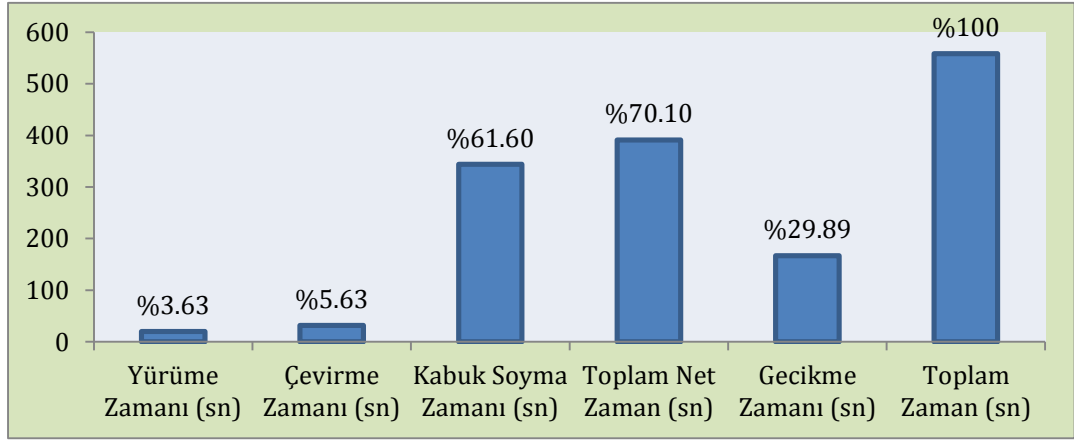
Çizelge 4.12.'ye göre bu çalışma kapsamında bakım bölmelerinde yapılan balta ile kabuk soyma faaliyeti için 18 örnek tomruğun çapları ortalama 22,33 cm hacimleri 0,09 m³ ve toplam net kabuk soyma zamanı 3,72 dakika/tomruk olarak belirlenmiştir. Tomruk başına ortalama toplam kabuk soyma zamanı (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 5,15 dakika olarak bulunmuştur. Buna göre bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca balta ile kabuk soyma aşamasında aritmetik ortalamaya göre 41,31 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre için harcanan toplam net zaman 53,06 dak/m³, toplam zaman ise 74,23 dak/m³ olarak hesaplanmıştır. Ağırlıklı ortalamaya göre verim 1,72 m³/saat olarak belirlenmiştir.

Gençleştirme ve bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda balta ile kabuk soyma sürecine ait toplanan tüm verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.13. elde edilmiştir.

Çizelge 4.13. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|----------|-----------|------------|----------------|
| Orta Çap (cm) | 66 | 17,00 | 27,90 | 55,00 | 7,98 |
| Çap Sınıfı | 66 | 1,00 | 2,00 | 4,00 | 0,61 |
| Ortalama Hacim (m ³) | 66 | 0,03 | 0,18 | 0,71 | 0,15 |
| Eğim Grubu (%) | 66 | 2,00 | 2,74 | 4,00 | 0,62 |
| Müdahale Tipi | 66 | 1,00 | 1,27 | 2,00 | 0,45 |
| Yürüme Mesafesi (m) | 66 | 0,50 | 3,41 | 10,00 | 2,01 |
| Yürüme Zamanı (sn) | 66 | 3,00 | 20,27 | 161,00 | 25,59 |
| Çevirme Zamanı (sn) | 66 | 1,00 | 31,44 | 195,00 | 36,93 |
| Kabuk Soyma Zamanı (sn) | 66 | 73,00 | 343,80 | 1284,00 | 222,29 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 66 | 97,00 | 395,24 | 1343,00 | 237,25 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 66 | 0,00 | 166,83 | 1361,00 | 267,53 |
| Toplam Zaman (sn) | 66 | 136,00 | 562,12 | 1881,00 | 382,29 |
| Verim (m ³ /saat) | 66 | 0,42 | 1,59 | 3,87 | 0,69 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 66 | 12,00 | 53,47 | 190,00 | 31,5 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 66 | 94111,32 | 528328,07 | 2110875,40 | 443555,55 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 66 | 31,39 | 176,20 | 703,98 | 147,93 |

Çizelge 4.13.'e göre bu çalışma kapsamında bakım bölmelerinde yapılan balta ile kabuk soyma faaliyeti için 66 örnek tomruğun çapları ortalama 27,9 cm hacimleri 0,18 m³ ve toplam net kabuk soyma zamanı 6,59 dakika/tomruk olarak belirlenmiştir. Tomruk başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 9,37 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.14.). Buna göre gençleştirme ve bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca balta ile kabuk soyma aşamasında aritmetik ortalamaya göre 36,6 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için insan çalışma zamanı (İÇZ) 50,24 dakika sürmüş, verim ise 2 m³/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 16,59 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunduğu hesaplanmıştır. Bu iş için çalışan işçi 396 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde ettiği odunun enerjisi ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.14. Kabuk soyma için zaman yüzdeleri

Gençleştirme ve bakım bölmelerinin örnek sayıları eşit olmadığı için ortalama toplam kabuk soyma zamanının gençleştirme örneklerine yakın çıkması olağandır. Çünkü bakım bölmelerinde tomruk başına düşen soyma zamanı, gençleştirme bölmelerinden elde edilenden daha düşüktür. Ancak çapların ince olmasından dolayı m³ birimi ile nitelendirmeden dolayı ortalama zaman artmıştır.

Gençleştirme bölmelerinde balta ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre ortalamalar Çizelge 4.14.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Gençleştirme bölmelerinde balta ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar.

| Çap sınıfı | Örnek | Yürüme mesafesi (m) | Ortalama çap (cm) | Hacim (m ³) | Yürüme zamanı (sn) | Çevirme zamanı (sn) | Kabuk soyma zamanı (sn) | Toplam net zaman (sn) | Gecikme zamanı (sn) | Toplam zaman (sn) |
|------------|-------|---------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| I | 3 | 1,83 | 19,33 | 0,06 | 10,33 | 15,33 | 233,67 | 259,33 | 181,33 | 440,67 |
| II | 35 | 3,36 | 27,58 | 0,16 | 17,43 | 35,6 | 351,03 | 404,06 | 189,63 | 593,68 |
| III | 9 | 3,67 | 40,11 | 0,42 | 29 | 55 | 630,22 | 714,22 | 226,56 | 940,78 |
| IV | 1 | 4 | 55 | 0,71 | 18 | 6 | 717 | 741 | 240 | 981 |

Çizelge 4.14.'e göre çap sınıfları arttıkça kabuk soyma zamanının artması hacmin de artmasından kaynaklanmaktadır. Zira hacim artımıyla birlikte

soyulacak kabuk yüzey alanı da artmaktadır. Eker vd. (2011), kabuk soyma yüzeyinin (alanının), hacimle olan korelasyonuna dikkat çekmiştir.

Bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre ortalamalar Çizelge 4.15.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar.

| Çap Sınıfı | Örnek | Yürüme mesafesi (m) | Ortalama çap (cm) | Hacim (m ³) | Yürüme zamanı (sn) | Çevirme zamanı (sn) | Kabuk soyma zamanı (sn) | Toplam net zaman (sn) | Gecikme zamanı (sn) | Toplam zaman (sn) |
|------------|-------|---------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| I | 8 | 4,25 | 18,19 | 0,05 | 39,12 | 6 | 122,63 | 167,75 | 64,62 | 232,38 |
| II | 10 | 3,1 | 25,65 | 0,12 | 10,5 | 23,4 | 233,4 | 267,3 | 103,4 | 370,7 |

Çizelge 4.15.'e göre de çap sınıfları arttıkça kabuk soyma zamanı olağan şekilde artmıştır.

Bakım ve gençleştirme bloklarında, aynı çap sınıflarında farklı zamanlar elde edilmesinin nedeni yöresel ve mevsimsel farklılık, kabuk kalınlıkları, arazi ve operatör farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Gençleştirme ve bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma zamanı için çap sınıflarına göre ortalamalar birlikte değerlendirilmiş ve Çizelge 4.16.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde balta ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar.

| Çap Sınıfı | Örnek | Yürüme mesafesi (m) | Ortalama çap (cm) | Hacim (m ³) | Yürüme zamanı (sn) | Çevirme zamanı (sn) | Kabuk soyma zamanı (sn) | Toplam net zaman (sn) | Gecikme zamanı (sn) | Toplam zaman (sn) |
|------------|-------|---------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| I | 11 | 3,59 | 18,5 | 0,05 | 31,27 | 8,54 | 152,91 | 192,73 | 96,45 | 289,18 |
| II | 45 | 3,3 | 27,15 | 0,15 | 15,89 | 32,89 | 324,89 | 373,33 | 170,47 | 543,8 |
| III | 9 | 3,67 | 40,11 | 0,42 | 29 | 55 | 630,22 | 714,22 | 226,56 | 940,78 |
| IV | 1 | 4 | 55 | 0,71 | 18 | 6 | 717 | 741 | 240 | 981 |

Çizelge 4.16.'ya göre çap sınıfları arttıkça kabuk soyma zamanının artması hacmin de artmasından kaynaklanmaktadır.

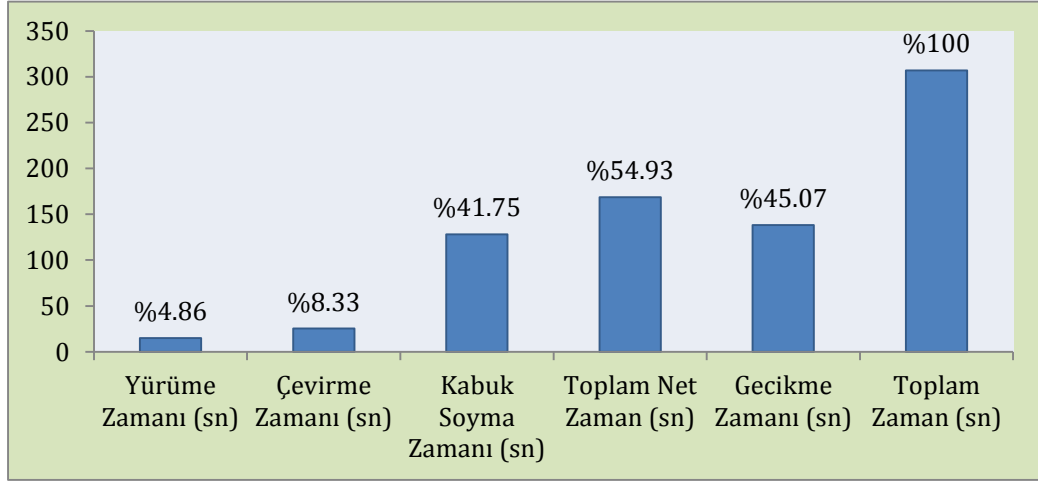
Motorlu testereye monte edilen kabuk soyma ekipmanı ile yalnızca bakım bölmelerinde çalışıldığı tespit edilmiştir. Bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda motorlu testere ile kabuk soyma sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.17. elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. Bakım bölmelerinde motorlu testere ile kabuk soyma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Orta Çap (cm) | 21 | 15,50 | 22,76 | 32,00 | 4,57 |
| Çap Sınıfı | 21 | 1,00 | 1,71 | 2,00 | 0,46 |
| Ortalama Hacim (m ³) | 21 | 0,04 | 0,10 | 0,32 | 0,07 |
| Eğim Grubu (%) | 21 | 2,00 | 2,90 | 3,00 | 0,30 |
| Müdahale Tipi | 21 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 0,00 |
| Yürüme Mesafesi (m) | 21 | 1,00 | 4,43 | 11,00 | 2,62 |
| Yürüme Zamanı (sn) | 21 | 2,00 | 14,91 | 34,00 | 10,44 |
| Çevirme Zamanı (sn) | 21 | 5,00 | 25,57 | 82,00 | 17,88 |
| Kabuk Soyma Zamanı (sn) | 21 | 33,00 | 128,14 | 313,00 | 74,37 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 21 | 50,00 | 168,62 | 358,00 | 83,77 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 21 | 0,00 | 138,33 | 1008,00 | 281,56 |
| Toplam Zaman (sn) | 21 | 50,00 | 306,95 | 1187,00 | 306,80 |
| Verim (m ³ /sa) | 21 | 0,97 | 2,16 | 3,61 | 0,78 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 21 | 6,30 | 17,47 | 40,00 | 9,27 |
| Yakıt (lt) | 21 | 0,01 | 0,05 | 0,10 | 0,02 |
| Tüketilen Makine Enerjisi (kcal) | 21 | 80,49 | 271,45 | 576,32 | 134,85 |
| Emisyon (karbondioksit)(kg) | 21 | 0,03 | 0,11 | 0,23 | 0,05 |
| Gürültü Ölçülen Mesafe (m) | 21 | 3,00 | 9,76 | 20,00 | 4,74 |
| En Düşük Gürültü (dB) | 21 | 43,30 | 59,18 | 75,70 | 8,43 |
| Ortalama Gürültü (dB) | 21 | 48,04 | 71,87 | 84,52 | 9,97 |
| En Yüksek Gürültü (dB) | 21 | 58,30 | 85,53 | 97,30 | 8,59 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 21 | 111765,91 | 292073,66 | 952743,32 | 196840,94 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 21 | 37,27 | 97,41 | 317,74 | 65,65 |

Çizelge 4.17.'ye göre bu çalışma kapsamında bakım bölmelerinde yapılan motorlu testere ile kabuk soyma faaliyeti için 21 örnek tomruğun çapları ortalama 22,76 cm hacimleri 0,1 m³ ve toplam net kabuk soyma zamanı 2,81 dakika/tomruk olarak belirlenmiştir. Tomruk başına ortalama toplam kabuk soyma zamanı (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 5,11 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.15.). Buna göre bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca motorlu testere ile kabuk soyma aşamasında genel aritmetik ortalamaya göre 28,1 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre de, 1 m³ için motorlu testere hiç durdurulmadığı için motorlu çalışma zamanı (MÇZ) ve insan çalışma zamanı (İÇZ) aynı zaman almış ve 35,48 dakika sürmüştür, verim ise 2,39 m³/sa olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 17,93 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂)

bulunurken bunun için 1,38 kg CO₂ salımı gerçekleştirilmiştir. Ortalama 9,76 metreden gürültü değeri ölçülmüş ortalama en yüksek gürültü değeri 85,53 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu iş için motorlu testere 3427,02 kcal, çalışan işçi 222,33 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde edilen odunun enerjisi ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.15. Motorlu testere ile kabuk soyma için zaman yüzdeleri

Bakım bölmelerinde motorlu testere ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre ortalamalar Çizelge 4.18.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Bakım bölmelerinde motorlu testere ile kabuk soyma için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar.

| Çap Sınıfı | Örnek | Yürüme mesafesi (m) | Ortalama çap (cm) | Hacim (m ³) | Yürüme zamanı (sn) | Çevirme zamanı (sn) | Kabuk soyma zamanı (sn) | Toplam net zaman (sn) | Gecikme zamanı (sn) | Toplam zaman (sn) |
|------------|-------|---------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| I | 6 | 4,83 | 17,67 | 0,05 | 15,17 | 22 | 85,83 | 123 | 239,5 | 362,5 |
| II | 15 | 4,27 | 24,8 | 0,12 | 14,8 | 27 | 145,07 | 186,87 | 97,87 | 284,73 |

Çizelge 4.18.'e göre çap sınıfları arttıkça kabuk soyma zamanının artması hacmin de artmasından kaynaklanmaktadır. Çap sınıflarına göre gecikme

zamanının farklılık göstermesinin nedeni işçinin daha çok mola ve iş dışında başka şeylerle ilgilenmesinden kaynaklanmaktadır.

Kabuk soyma işi bakım kesimlerin de yapılmıştır. Fakat bakım kesimlerinde kabuğu soyulan tomruğun gençleştirmeye göre çapı incedir. Burada müdahale tipinin kabuk soyma üzerinde bir etkisinin olmadığı kabul edilmiştir.

Motorlu testere ile kabuk soyma işi küçük çaplı bireylerde hacme göre kıyaslama yapıldığında daha çok zaman almaktadır. Bunun nedeni kabuk soyma yüzey alanıyla alakalıdır. Bunu kanıtlamak için çapı ve boyu büyük olan tomruk ile çapı ve boyu küçük olan tomruğu hacim ve zaman yönünden karşılaştırılması yeterli olabilir.

Eker vd.'nin (2011), yapmış olduğu çalışmaya göre motorlu testere ile kabuk soyma zamanları bu çalışmada yapılandan daha az bulunmuştur. Bunun nedeni yukarıda belirtilen nedenlerden kaynaklanabilir. Ayrıca bu çalışmada, tüketilen enerjinin daha doğru hesaplanabilmesi için tomruklar arasındaki mesafeden kaynaklanan tomruk yanına yürüme zamanı da hesaplamalara eklenmiştir.

Kabuk soyma işi için işçilerin iş düzenine karışılmamıştır. Dolayısıyla işçiler bazen iş kolaylığı olsun diye peşi sıra devam eden tomrukların önce bir yüzünü soyup daha sonra iki tomruğu birden çevirmiştir. Bu da tomruk başına kabuk soyma zamanının tüketiminde ayrıştırarak hesaplama yapılmasına neden olmuştur.

Tomruğun dip kısmında kabuk kalınlığı oldukça fazla olduğu için bu durum kabuk soyma zamanını da etkilemektedir. Ancak bu çalışmada kabuk kalınlığı zaman ölçümlerine dâhil edilmemiştir.

Ağırlıklı ortalamaya göre balta ve motorlu testere ile kabuk soyma zamanları arasında 14,76 dakikalık fark olduğu ve motorlu testere ile kabukların soyulmasının daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca verimler arasında 0,39 m³/saat fark olduğu motorlu çalışmanın daha verimli olduğu belirlenmiştir.

4.2.2. Bölmeden çıkarma süreci

Bölmeden çıkarma süreci lif-yonga veya yakacak odunların ve tomrukların bölmeden çıkarılması olarak ilk etapta ikiye ayrılmıştır. Daha sonra kullanılan tekniğe ve teknolojiye bağlı olarak kendi içlerinde gruplara ayrılmıştır.

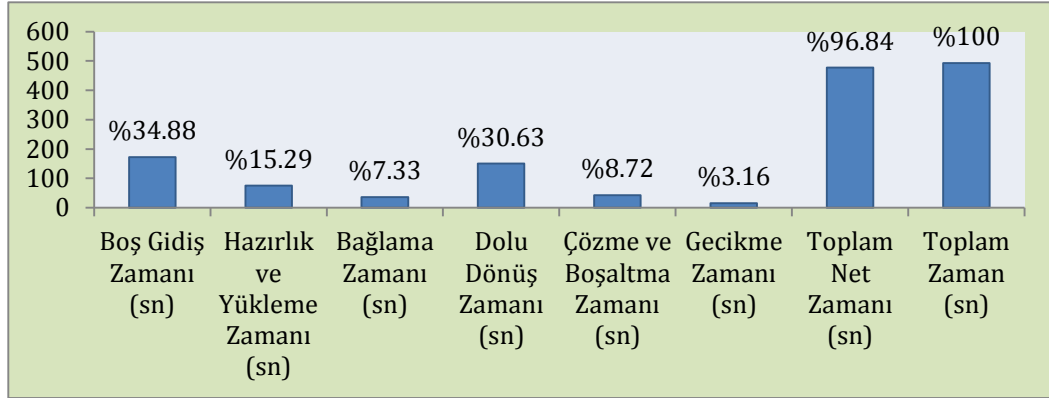
Bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda katırla ster emvalinin bölmeden çıkarılması sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.19. elde edilmiştir.

Çizelge 4.19. Katırla ster emvalinin bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Ortalama Hacim (m ³) | 33 | 0,11 | 0,16 | 0,25 | 0,03 |
| Ster | 33 | 0,17 | 0,25 | 0,38 | 0,05 |
| Eğim Grubu (%) | 33 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 0,00 |
| Müdahale Tipi | 33 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 0,00 |
| Mesafe (m) | 33 | 40,00 | 80,45 | 150,00 | 31,48 |
| Boş Gidiş Zamanı (sn) | 33 | 51,00 | 172,06 | 459,00 | 104,20 |
| Hazırlık ve Yükleme Zamanı (sn) | 33 | 27,00 | 75,42 | 111,00 | 26,99 |
| Bağlama Zamanı (sn) | 33 | 27,00 | 36,15 | 55,00 | 6,46 |
| Dolu Dönüş Zamanı (sn) | 33 | 51,00 | 151,09 | 265,00 | 61,46 |
| Çözme ve Boşaltma Zamanı (sn) | 33 | 27,00 | 43,03 | 70,00 | 11,42 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 33 | 0,00 | 15,58 | 409,00 | 71,20 |
| Toplam Net Zamanı (sn) | 33 | 209,00 | 477,76 | 948,00 | 181,97 |
| Toplam Zaman (sn) | 33 | 209,00 | 493,33 | 956,00 | 188,85 |
| Verim (m ³ /saat) | 33 | 0,52 | 1,36 | 2,34 | 0,48 |
| Verim (ster/saat) | 33 | 0,79 | 2,09 | 3,60 | 0,73 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam)) | 33 | 30,00 | 72,30 | 150,00 | 28,12 |
| Tüketilen Katır Enerjisi (kcal) | 33 | 37,20 | 87,81 | 170,17 | 33,61 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 33 | 291668,72 | 422281,30 | 648152,70 | 90757,60 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 33 | 109,84 | 159,03 | 244,09 | 34,18 |

Çizelge 4.19.'e göre bu çalışma kapsamında bakım bölmelerinde; yapılan katırla lif-yonga ve yakacak odunların bölmeden çıkarılması faaliyeti için 33 örnek seferin ortalama hacimleri 0,16 m³ ve toplam net bölmeden çıkarma zamanı 7,96 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Sefer başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 8,22 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.16.). Buna göre bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca

katırla bölmeden çıkarma aşamasında aritmetik ortalamaya göre 49,75 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Ayrıca bu bulguya göre 1 saatte 2,09 sterin taşınabileceği bulunmuştur. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için hayvan çalışma zamanı (HÇZ) ve insan çalışma zamanı (İÇZ) aynı zaman almış ve 50,2 dakika sürmüştür, verim ise 1,37 m³/sa ve 2,11 ster/sa olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi ve katır bu süreye ek olarak 1,64 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunduğu hesaplanmıştır. Bu iş için katır 553,63 kcal, çalışan işçi 454,61 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde ettiği odunun enerjisi ise 2624100 kcal olarak hesaplanmıştır. Bu iş aşamasında makine kullanılmadığı için gürültü ve emisyon ölçümü/hesaplanması yapılmamıştır.



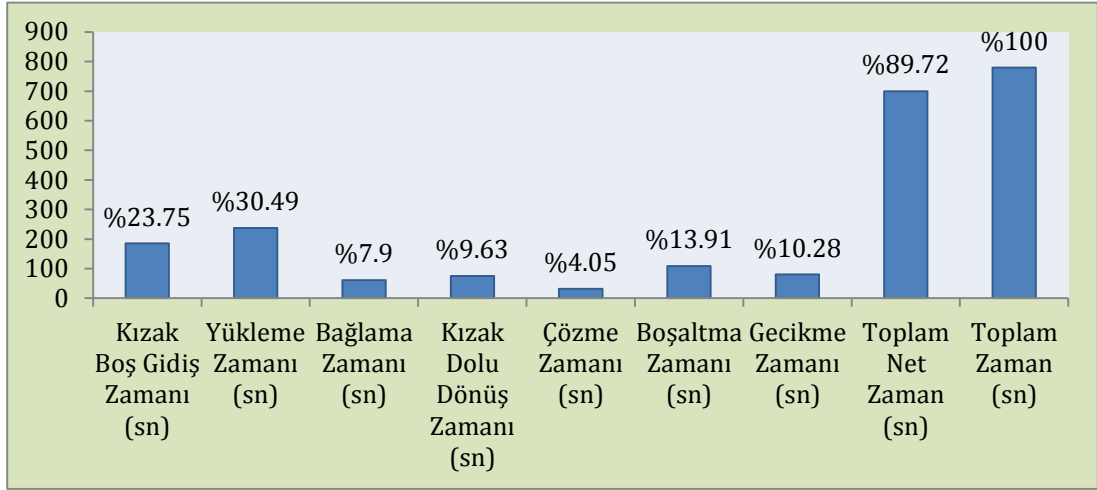
Şekil 4.16. Katır ile lif-yonga ve yakacak odunların taşınması için zaman yüzdeleri

Ster emvali olarak nitelendirilen odunlar, insan gücü ve kızak yardımıyla bölmeden çıkarılmıştır. Gençleştirme kesimlerinin yapıldığı sahalarda kızakla ster emvalin bölmeden çıkarılması sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.20. elde edilmiştir.

Çizelge 4.20. Kızakla bölmeden çıkarma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|------------------------------------|--------------|-----------|------------|------------|----------------|
| Ortalama Hacim (m ³) | 18 | 0,37 | 0,51 | 0,70 | 0,09 |
| Ster | 18 | 0,57 | 0,79 | 1,07 | 0,13 |
| Eğim Grubu (%) | 18 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 0,00 |
| Müdahale Tipi | 18 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
| Mesafe (m) | 18 | 46,00 | 63,67 | 68,00 | 4,86 |
| Kızak Boş Gidiş Zamanı (sn) | 18 | 110,00 | 185,11 | 380,00 | 67,03 |
| Yükleme Zamanı (sn) | 18 | 138,00 | 237,67 | 395,00 | 80,75 |
| Bağlama Zamanı (sn) | 18 | 38,00 | 61,56 | 145,00 | 24,47 |
| Kızak Dolu Dönüş Zamanı (sn) | 18 | 21,00 | 75,06 | 216,00 | 42,90 |
| Çözme Zamanı (sn) | 18 | 11,00 | 31,56 | 44,00 | 9,83 |
| Boşaltma Zamanı (sn) | 18 | 57,00 | 108,44 | 182,00 | 30,32 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 18 | 0,00 | 80,11 | 423,00 | 117,41 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 18 | 462 | 699,39 | 1003 | 148,07 |
| Toplam Zaman (sn) | 18 | 462 | 779,5 | 1218 | 218,45 |
| Verim (m ³ /saat) | 18 | 1,88 | 2,74 | 4,15 | 0,67 |
| Verim (ster/saat) | 18 | 2,9 | 4,22 | 6,38 | 1,03 |
| Çalışan İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 18 | 61,45 | 95,66 | 140,49 | 21,34 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 18 | 975640,38 | 1348527,18 | 1829325,71 | 227379,72 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 18 | 367,41 | 507,84 | 688,90 | 85,63 |

Çizelge 4.20.'ye göre bu çalışma kapsamında bakım bölmelerinde yapılan kızakla ster emvalinin bölmeden çıkarılması faaliyeti için 18 örnek seferin ortalama hacimleri 0,51 m³ ve toplam net ster emvalinin ortalama 63.67 m'den bölmeden çıkarma zamanı 11,66 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Sefer başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 12,99 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.17.). Buna göre gençleştirme müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca kızakla bölmeden çıkarma aşamasında aritmetik ortalamaya göre 22,86 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için insan çalışma zamanı (İÇZ) 22,85 dakika sürmüştür, verim ise 2,79 m³/saat ve 4,3 ster/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 2,82 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunduğu hesaplanmıştır. Bunun için bir işçi 180,9 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde ettiği odunun enerjisi ise 2624100 kcal olarak hesaplanmıştır. Motorlu çalışma sözkonusu olmadığından gürültü ve emisyon ölçümü/hesaplanması yapılmamıştır.



Şekil 4.17. Kızak ile lif-yonga ve yakacak odunların taşınması için zaman yüzdeleri

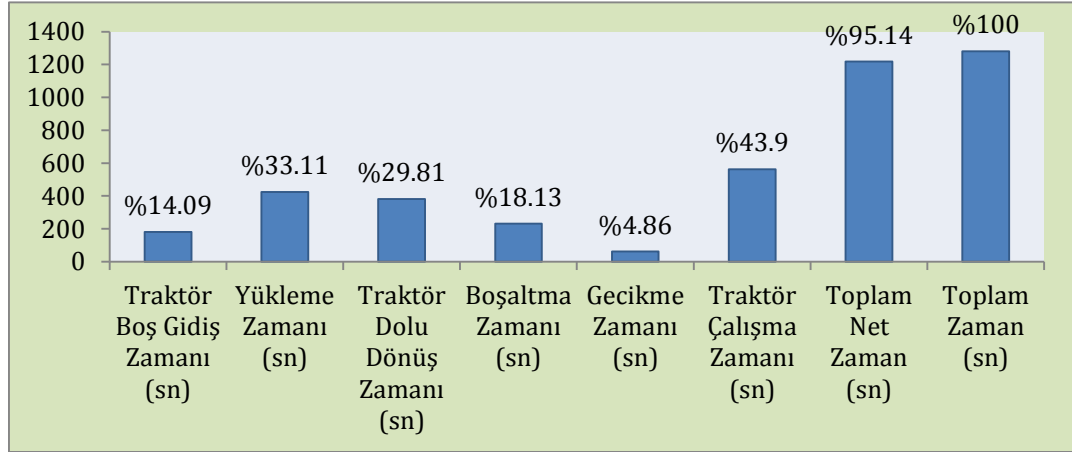
Gençleştirme ve bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda traktörle ster emvalin bölmeden çıkarılması sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.21. elde edilmiştir.

Çizelge 4.21. Gençleştirme ve bakım bölmelerinde traktörle ster emvalin bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart sapma |
|--------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|----------------|
| Ortalama Hacim (m ³) | 8 | 0,51 | 1,13 | 1,58 | 0,31 |
| Ster | 8 | 0,79 | 1,74 | 2,44 | 0,47 |
| Eğim Grubu (%) | 8 | 1,00 | 2,63 | 3,00 | 0,74 |
| Müdahale Tipi | 8 | 1,00 | 1,25 | 2,00 | 0,46 |
| Mesafe (m) | 8 | 12,00 | 124,63 | 225,00 | 58,94 |
| Traktör Boş Gidiş Zamanı (sn) | 8 | 50,00 | 180,50 | 623,00 | 184,16 |
| Yükleme Zamanı (sn) | 8 | 170,00 | 424,00 | 728,00 | 173,82 |
| Traktör Dolu Dönüş Zamanı (sn) | 8 | 105,00 | 381,75 | 781,00 | 208,91 |
| Boşaltma Zamanı (sn) | 8 | 134,00 | 232,25 | 574,00 | 147,28 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 8 | 0,00 | 62,25 | 276,00 | 111,56 |
| Traktör Çalışma Zamanı (sn) | 8 | 155,00 | 562,25 | 1404,00 | 380,09 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 8 | 459,00 | 1218,50 | 2706,00 | 659,14 |
| Toplam Zaman (sn) | 8 | 477,00 | 1280,75 | 2982,00 | 753,09 |
| Traktör Verim (m ³ /saat) | 8 | 4,06 | 8,85 | 14,41 | 3,19 |
| Traktör Verim (ster/saat) | 8 | 6,25 | 13,62 | 22,17 | 4,9 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 8 | 40,00 | 102,00 | 223,00 | 53,74 |
| Harcanan Yakıt (lt) | 8 | 0,17 | 0,52 | 1,56 | 0,44 |
| Tüketilen Traktör Enerjisi (kcal) | 8 | 1610,63 | 4888,06 | 14589,18 | 4108,05 |
| Emisyon (karbondioksit) (kg) | 8 | 0,45 | 1,38 | 4,12 | 1,16 |
| Gürültü Ölçülen Mesafe (m) | 8 | 1,00 | 6,13 | 12,00 | 3,56 |
| En Düşük Gürültü (dB) | 8 | 36,30 | 45,30 | 62,20 | 9,31 |
| Ortalama Gürültü (dB) | 8 | 49,80 | 59,48 | 71,68 | 7,17 |
| En Yüksek Gürültü (dB) | 8 | 82,00 | 86,59 | 98,00 | 5,73 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 8 | 1350886,68 | 2966684,46 | 4155852,77 | 801321,47 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 8 | 508,73 | 1117,21 | 1565,04 | 301,77 |

Çizelge 4.21.'e göre bu çalışma kapsamında gençleştirme ve bakım bölmelerinde yapılan traktörle ster emvalinin bölmeden çıkarılması faaliyeti için 8 örnek seferin ortalama hacimleri 1,13 m³ ve toplam net bölmeden çıkarma zamanı 20,31 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Sefer başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 21,34 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.18.). Buna göre gençleştirme ve bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca traktörle ster emvalinin bölmeden çıkarılması aşamasında aritmetik ortalamaya göre 17,97 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için traktör çalışma zamanı (TÇZ) 9,41 dakika, insan çalışma zamanı (İÇZ) 19,89 dakika sürmüştür, verim ise 8,31 m³/saat ve 12,79 ster/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 1,17 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun

biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunurken bunun için 1,41 kg CO₂ salımı gerçekleştirilmiştir. Ortalama 6,13 metreden gürültü değeri ölçülmüş ortalama en yüksek gürültü değeri 86,59 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu iş için traktör 4983,23 kcal, çalışan işçi 99,67 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde ettiği odunun enerjisi ise 2624100 kcal olarak hesaplanmıştır.



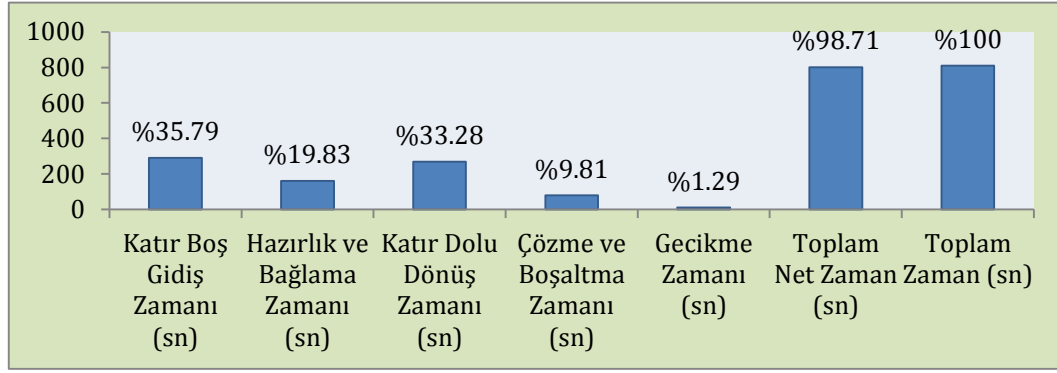
Şekil 4.18. Yakacak ve lif-yonga odunlarının traktör ile taşınması için zaman yüzdeleri

Bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda katırla tomrukların bölmeden çıkarılması sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.22. elde edilmiştir.

Çizelge 4.22. Katırla tomrukların bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|---|--------------|-----------|-----------|------------|----------------|
| Toplam Ortalama Hacim (m ³) | 14 | 0,17 | 0,27 | 0,39 | 0,07 |
| Eğim Grubu (%) | 14 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 0,00 |
| Tomruk Sayısı | 14 | 1,00 | 4,07 | 5,00 | 1,21 |
| Müdahale Tipi | 14 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 0,00 |
| Mesafe (m) | 14 | 10,00 | 157,50 | 358,00 | 91,55 |
| Katır Boş Gidiş Zamanı (sn) | 14 | 48,00 | 290,21 | 537,00 | 150,16 |
| Hazırlık ve Bağlama Zamanı (sn) | 14 | 2,00 | 160,79 | 334,00 | 82,00 |
| Katır Dolu Dönüş Zamanı (sn) | 14 | 13,00 | 269,86 | 592,00 | 170,15 |
| Çözme ve Boşaltma Zamanı (sn) | 14 | 10,00 | 79,57 | 168,00 | 44,77 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 14 | 0,00 | 10,43 | 114,00 | 31,01 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 14 | 73,00 | 800,43 | 1397,00 | 320,05 |
| Toplam Zaman (sn) | 14 | 73,00 | 810,86 | 1511,00 | 337,44 |
| Verim (m ³ /saat) | 14 | 0,60 | 1,88 | 9,77 | 2,32 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 14 | 9,13 | 100,40 | 178,39 | 40,56 |
| Tük. Katır Enerjisi (kcal) | 14 | 12,99 | 144,33 | 268,96 | 60,06 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 14 | 513960,36 | 814380,88 | 1152433,30 | 216532,93 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 14 | 171,41 | 271,60 | 384,34 | 72,21 |

Çizelge 4.22.'ye göre bu çalışma kapsamında bakım bölmelerinde yapılan katırla tomrukların bölmeden çıkarılması faaliyeti için 14 örnek seferde ortalama 4,07 adet tomruk, hacimleri 0,27 m³ ve toplam net tomrukların bölmeden çıkarma zamanı 13,34 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Sefer başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 13,51 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.19.). Buna göre bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca katırla tomrukların bölmeden çıkarılması aşamasında aritmetik ortalamaya göre 49,41 dak/m³ zaman harcandığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için hayvan çalışma zamanı (HÇZ) ve insan çalışma zamanı (İÇZ) aynı zaman almış ve 49,38 dakika sürmüştür, verim ise 1,78 m³/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan katır ve işçi bu süreye ek olarak 0,69 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunduğu hesaplanmıştır. Bu iş için katır 534,71 kcal, çalışan işçi 371,7 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde ettiği odunun enerjisi ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.19. Katır ile tomrukların bölmeden çıkarılması için zaman yüzdeleri

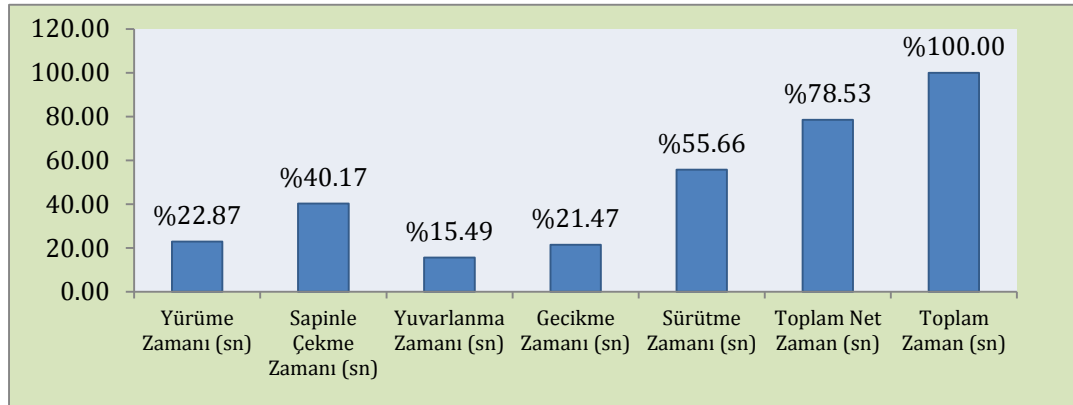
Tomruklar insan gücü ve sapın yardımıyla bölmeden çıkarılmıştır. Sapınle tomrukların bölmeden çıkarılmasında en az iki kişi çalışmıştır. Bu tür kişi sayısının fazla olduğu çalışmalarda esas işi yapan işçinin vücut kütle indeksi ve enerjisi baz alınmıştır.

Gençleştirme kesimlerinin yapıldığı sahalarda sapınle tomrukların bölmeden çıkarılması sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.23. elde edilmiştir.

Çizelge 4.23. Sapınle tomrukların bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En düşük | Ortalama | En yüksek | Standart sapma |
|----------------------------------|--------------|-----------|-----------|------------|----------------|
| Orta Çap (cm) | 241 | 15,00 | 32,10 | 58,00 | 8,08 |
| Çap Sınıfı | 241 | 1,00 | 2,31 | 4,00 | 0,57 |
| Ortalama Hacim (m ³) | 241 | 0,04 | 0,24 | 0,64 | 0,14 |
| Eğim Grubu (%) | 241 | 3,00 | 3,13 | 4,00 | 0,34 |
| Müdahale Tipi | 241 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
| Mesafe (m) | 241 | 2,00 | 17,61 | 50,00 | 10,70 |
| Yürüme Zamanı (sn) | 241 | 1,00 | 11,74 | 49,00 | 9,36 |
| Sapınle Çekme Zamanı (sn) | 241 | 1,00 | 20,62 | 241,00 | 26,29 |
| Yuvarlanma Zamanı (sn) | 241 | 0,00 | 7,95 | 24,00 | 3,76 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 241 | 0,00 | 11,02 | 397,00 | 47,76 |
| Sürütme Zamanı (sn) | 241 | 1,00 | 28,57 | 251,00 | 27,05 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 241 | 2,00 | 40,31 | 265,00 | 31,33 |
| Toplam Zaman (sn) | 241 | 2,00 | 51,33 | 439,00 | 59,19 |
| Verim (m ³ /saat) | 241 | 3,03 | 28,45 | 137,34 | 20,59 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 241 | 0,22 | 4,72 | 28,62 | 3,85 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 241 | 104671,51 | 708228,85 | 1886878,38 | 407627,04 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 241 | 34,91 | 236,2 | 629,28 | 135,94 |

Çizelge 4.23.'e göre bu çalışma kapsamında gençleştirme bölmelerinde yapılan sapinle tomrukların bölmeden çıkarılması faaliyeti için 241 örnek tomruğun çapları ortalama 32,1 cm, hacimleri 0,24 m³ ve toplam net sürütme zamanı 0,67 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Sefer başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 0,85 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.20.). Buna göre gençleştirme müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca sapinle tomrukların bölmeden çıkarılması aşamasında aritmetik ortalamaya göre 2,79 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için insan çalışma zamanı (İÇZ) 3,51 dakika sürmüş, verim ise 31,18 m³/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 0,6 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunduğu hesaplanmıştır. Bu iş için çalışan işçi 23,92 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde edilen odunun enerjisi ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır. Bölmeden çıkarmanın bu kadar kısa zaman almasının nedeni mesafenin kısalığı, hacimlerin yüksek olması ve yerçekimin etkisinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.20. Sapin ile tomrukların bölmeden çıkarılması için zaman yüzdeleri

Gençleştirme bölmelerinde sapinle tomrukların bölmeden çıkarılması için çap sınıflarına göre ortalamalar Çizelge 4.24.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Gençleştirme bölmelerinde sapınle tomrukların bölmeden çıkarılması için çap sınıflarına göre elde edilen ortalamalar.

| Çap Sınıfı | Örnek | Yürüme mesafesi (m) | Ortalama çap (cm) | Hacim (m ³) | Yürüme zamanı (sn) | Sapınle çekim zamanı (sn) | Yuvarlanma zamanı (sn) | Gecikme zamanı (sn) | Sürütme zamanı (sn) | Toplam net zaman (sn) | Toplam zaman (sn) |
|------------|-------|---------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| I | 8 | 13,37 | 17,37 | 0,05 | 12,87 | 9,25 | 6,87 | 54 | 16,12 | 29 | 83 |
| II | 156 | 17,35 | 28,32 | 0,18 | 10,54 | 14,63 | 7,87 | 11,46 | 22,5 | 33,03 | 44,5 |
| III | 72 | 19,01 | 40,42 | 0,36 | 14,05 | 33,9 | 8,12 | 6,04 | 42,02 | 56,08 | 62,12 |
| IV | 5 | 12 | 54 | 0,5 | 14 | 34,6 | 9,4 | 0 | 44 | 58 | 58 |

Çizelge 4.24.'e göre çap sınıfları arttıkça toplam net zamanının artması hacmin artmasından kaynaklanmaktadır.

Tarım traktörünün arkasına monte edilen bir vinç yardımıyla, traktör sabit bir noktada durup kablo ile tomrukları yol kenarına çekmiştir. Çalışma alanı içinde olmamasına rağmen farklı bölmelerde deneme maksatlı birkaç tomruk çekilmiştir. Gövde tomruklara-bölmelere ayrılmadan kablo ile bütün gövde halinde sürütülmüştür.

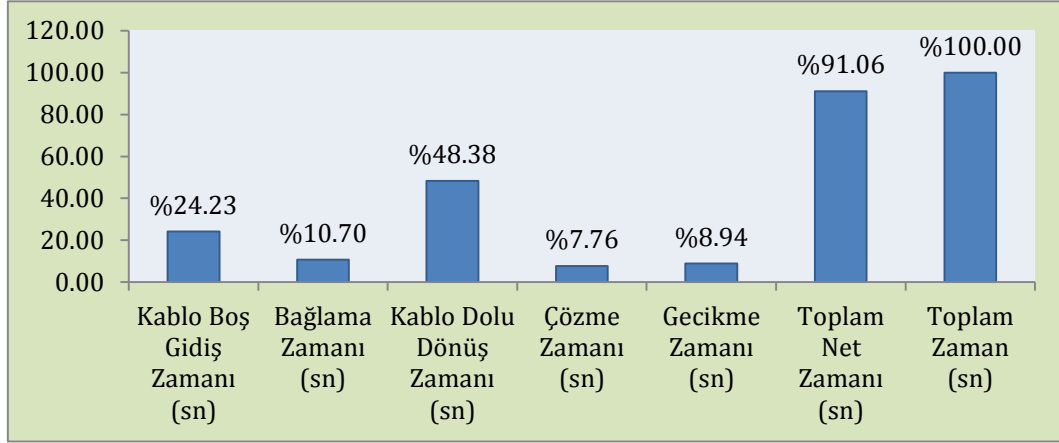
Gençleştirme ve bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda traktörle tomrukların kablo ile bölmeden çıkarılması sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.25. elde edilmiştir.

Çizelge 4.25. Traktörle tomrukların kablo ile bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|------------|------------|------------|----------------|
| Ortalama Hacim (m ³) | 8 | 0,46 | 1,40 | 2,64 | 0,85 |
| Eğim Grubu (%) | 8 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 0,00 |
| Müdahale Tipi | 8 | 1,00 | 1,38 | 2,00 | 0,52 |
| Mesafe (m) | 8 | 24,00 | 61,25 | 88,00 | 19,32 |
| Kablo Boş Gidiş Zamanı (sn) | 8 | 18,00 | 120,63 | 343,00 | 106,46 |
| Bağlama Zamanı (sn) | 8 | 17,00 | 53,25 | 120,00 | 36,98 |
| Kablo Dolu Dönüş Zamanı (sn) | 8 | 42,00 | 240,88 | 461,00 | 137,23 |
| Çözme Zamanı (sn) | 8 | 10,00 | 38,63 | 67,00 | 20,30 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 8 | 13,00 | 44,50 | 174,00 | 53,87 |
| Toplam Net Zamanı (sn) | 8 | 98,00 | 453,38 | 717,00 | 216,06 |
| Toplam Zaman (sn) | 8 | 111,00 | 497,88 | 821,00 | 242,95 |
| Verim (m ³ /saat) | 8 | 3,24 | 16,47 | 43,96 | 15,56 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 8 | 9,35 | 42,73 | 66,44 | 20,45 |
| Harcanan Yakıt (lt) | 8 | 0,14 | 0,63 | 1,00 | 0,30 |
| Tük. Makine Enerjisi (kcal) | 8 | 1272,92 | 5888,86 | 9313,07 | 2806,40 |
| Emisyon (karbondioksit) (kg) | 8 | 0,36 | 1,66 | 2,63 | 0,79 |
| Gürültü Ölçülen Mesafe (m) | 8 | 2,00 | 4,88 | 8,00 | 2,03 |
| En Düşük Gürültü (dB) | 8 | 60,50 | 65,16 | 68,50 | 2,93 |
| Ortalama Gürültü (dB) | 8 | 65,80 | 70,84 | 79,20 | 4,41 |
| En Yüksek Gürültü (dB) | 8 | 70,80 | 75,69 | 81,30 | 3,70 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 8 | 1356542,74 | 4148230,70 | 7832917,81 | 2517415,13 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 8 | 452,41 | 1383,44 | 2612,29 | 839,56 |

Çizelge 4.25.'e göre bu çalışma kapsamında gençleştirme ve bakım bölmelerinde yapılan traktörle tomrukların kablo ile bölmeden çıkarılması faaliyeti için 8 örnek seferin ortalama hacimleri 1,4 m³ ve toplam net tomrukların bölmeden çıkarma zamanı 7,56 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Sefer başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 8,3 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.21.). Buna göre gençleştirme ve bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca traktörle tomrukların kablo ile bölmeden çıkarılması aşamasında aritmetik ortalamaya göre 5,4 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için traktör hiç durdurulmadığı için traktör çalışma zamanı (TÇZ) ve insan çalışma zamanı (İÇZ) aynı zaman almış ve 5,3 dakika sürmüş, verim ise 20,3 m³/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 0,7 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunurken bunun için 1,17 kg CO₂ salımı

gerçekleştirilmiştir. Ortalama 4,88 metreden gürültü değeri ölçülmüş ortalama en yüksek gürültü değeri 75,69 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu iş için traktör 4130,56 kcal, çalışan işçi 30,32 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde edilen odunun enerjisi ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.21. Traktör ile tomrukların sürütülmesi (kablo ile) için zaman yüzdeleri

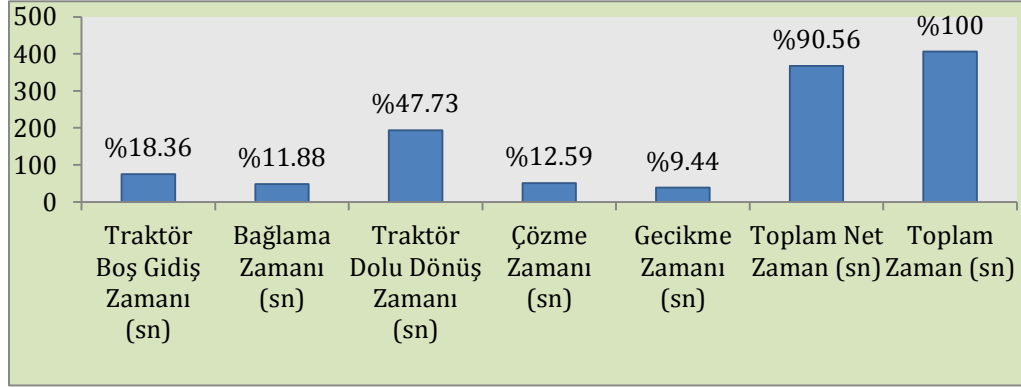
Traktörle zeminde zincirli sürütme tekniğinde; tomruklar traktörün arkasına sabitlenerek meşcere içinde traktörle birlikte hareket ederek sürütülmüştür. Tomruklar traktöre bağlanır ve istenen noktaya traktörle götürülerek bölmeden çıkarılır. Bakım kesimlerinin yapıldığı sahalarda traktörle tomrukların zincir ile zeminde sürütülmesi sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.26. elde edilmiştir.

Çizelge 4.26. Traktörle tomrukların zeminde zincir ile bölmeden çıkarılması sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|-----------|------------|------------|----------------|
| Ortalama Hacim (m ³) | 9 | 0,18 | 0,51 | 1,11 | 0,28 |
| Eğim Grubu (%) | 9 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 0,00 |
| Müdahale Tipi | 9 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 0,00 |
| Mesafe (m) | 9 | 53,00 | 97,67 | 157,00 | 38,67 |
| Traktör Boş Gidiş Zamanı (sn) | 9 | 40,00 | 74,56 | 115,00 | 26,25 |
| Bağlama Zamanı (sn) | 9 | 12,00 | 48,22 | 126,00 | 34,33 |
| Traktör Dolu Dönüş Zamanı (sn) | 9 | 92,00 | 193,78 | 333,00 | 76,33 |
| Çözme Zamanı (sn) | 9 | 7,00 | 51,11 | 211,00 | 61,47 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 9 | 0,00 | 38,33 | 149,00 | 45,26 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 9 | 216,00 | 367,67 | 594,00 | 141,30 |
| Toplam Zaman (sn) | 9 | 250,00 | 406,00 | 743,00 | 178,16 |
| Verim (m ³ /saat) | 9 | 2,11 | 5,38 | 11,27 | 3,26 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 9 | 20,78 | 34,72 | 58,97 | 14,03 |
| Harcanan Yakıt (lt) | 9 | 0,24 | 0,41 | 0,66 | 0,16 |
| Tük. Makine Enerjisi (kcal) | 9 | 2244,49 | 3820,48 | 6172,35 | 1468,23 |
| Emisyon (karbondioksit) (kg) | 9 | 0,63 | 1,08 | 1,74 | 0,41 |
| Gürültü Ölçülen Mesafe (m) | 9 | 3,00 | 7,00 | 11,00 | 2,74 |
| En Düşük Gürültü (dB) | 9 | 66,50 | 71,22 | 76,70 | 4,02 |
| Ortalama Gürültü (dB) | 9 | 73,40 | 79,46 | 83,70 | 3,32 |
| En Yüksek Gürültü (dB) | 9 | 76,60 | 82,18 | 85,40 | 2,85 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 9 | 523357,54 | 1501353,83 | 3282498,48 | 840264,55 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 9 | 174,54 | 500,70 | 1094,72 | 280,23 |

Çizelge 4.26.'ya göre bu çalışma kapsamında bakım bölmelerinde yapılan traktörle tomrukların zincir ile bölmeden çıkarılması faaliyeti için 9 örnek seferin ortalama hacimleri 0,51 m³ ve toplam net tomrukların bölmeden çıkarma zamanı 6,12 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Ağaç başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 6,76 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.22.). Buna göre bakım müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca traktörle tomrukların zincir ile bölmeden çıkarılması aşamasında aritmetik ortalamaya göre 12,24 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için traktör hiç durdurulmadığı için Traktör çalışma zamanı (TÇZ) ve insan çalışma zamanı (İÇZ) aynı zaman almış ve 12,87 dakika sürmüş, verim ise 6,5 m³/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 1,46 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunurken bunun için 2,26 kg CO₂ salımı

gerçekleştirilmiştir. Ortalama 7 metreden gürültü değeri ölçülmüş ortalama en yüksek gürültü değeri 82,18 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu iş için traktör 8021,65 kcal, çalışan işçi 73,14 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde ettiği odunun enerjisi ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.22. Traktör ile tomrukların sürütülmesi (zincir ile) için zaman yüzdeleri

4.2.3. Yükleme

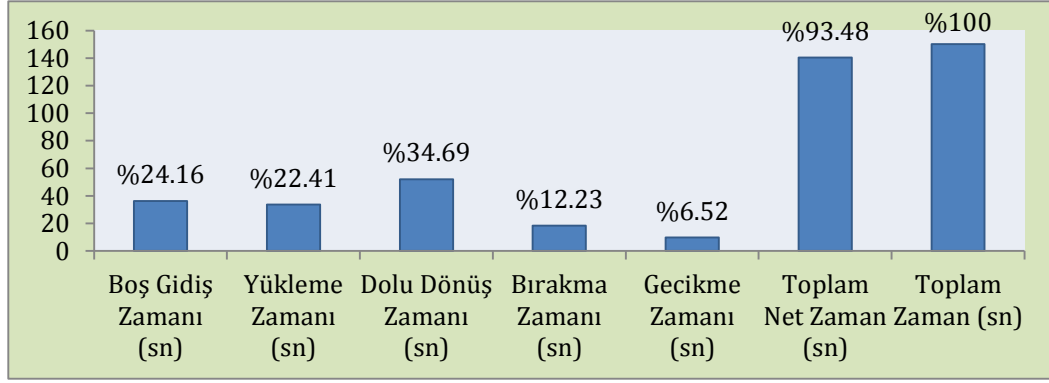
Tomrukların yüklenmesi kısaçallı yükleyici yardımıyla yapılmıştır. Gençleştirme kesimlerinin yapıldığı sahalarda kısaçallı yükleyici ile yükleme sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.27. elde edilmiştir.

Çizelge 4.27. Gençleştirme bölmelerinde kısaçlı yükleyici ile yükleme sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|----------------------------------|--------------|-----------|------------|------------|----------------|
| Toplam Hacim (m ³) | 114 | 0,08 | 0,5604 | 1,55 | 0,2979 |
| Eğim Grubu (%) | 114 | 1 | 1,2544 | 2 | 0,4374 |
| Tomruk Sayısı | 114 | 1 | 3,114 | 9 | 1,8375 |
| Müdahale Tipi | 114 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Mesafe (m) | 114 | 3 | 30,965 | 120 | 26,21 |
| Boş Gidiş Zamanı (sn) | 114 | 0 | 36,272 | 163 | 28,929 |
| Yükleme Zamanı (sn) | 114 | 1 | 33,649 | 346 | 49,568 |
| Dolu Dönüş Zamanı (sn) | 114 | 9 | 52,088 | 217 | 43,117 |
| Bırakma Zamanı (sn) | 114 | 1 | 18,36 | 104 | 21,263 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 114 | 0 | 9,7895 | 599 | 57,503 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 114 | 25 | 140,37 | 599 | 98,967 |
| Toplam Zaman (sn) | 114 | 25 | 150,16 | 734 | 115,35 |
| Verim (m ³ /saat) | 114 | 2,56 | 17,70 | 56,52 | 9,50 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 114 | 1,88 | 10,85 | 44,93 | 7,69 |
| Harcanan Yakıt (lt) | 114 | 0,03 | 0,22 | 0,67 | 0,13 |
| Tük. Makine Enerjisi (kcal) | 114 | 284,28 | 2059,03 | 6298,06 | 1178,81 |
| Emisyon (karbondioksit) (kg) | 114 | 0,08 | 0,58 | 1,78 | 0,33 |
| Gürültü Ölçülen Mesafe (m) | 114 | 4,80 | 9,07 | 14,00 | 2,22 |
| En Düşük Gürültü (dB) | 114 | 31,80 | 56,90 | 67,10 | 7,25 |
| Ortalama Gürültü (dB) | 114 | 49,70 | 65,11 | 72,30 | 5,23 |
| En Yüksek Gürültü (dB) | 114 | 55,00 | 75,79 | 89,49 | 5,08 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 114 | 246094,34 | 1661254,15 | 4597870,42 | 882393,95 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 114 | 82,07 | 554,03 | 1533,40 | 294,28 |

Çizelge 4.27.'ye göre bu çalışma kapsamında gençleştirme bölmelerinde yapılan kısaçlı yükleyici ile yükleme faaliyeti için 114 örnek seferin ortalama hacimleri 0,56 m³ ve toplam net yükleme zamanı 2,34 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Sefer başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 2,5 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.23.). Buna göre gençleştirme müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca kısaçlı yükleyici ile yükleme aşamasında aritmetik ortalamaya göre 4,18 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için yükleyici hiç durdurulmadığı için Yükleyici çalışma zamanı (YÇZ) ve insan çalışma zamanı (İÇZ) aynı zamanı almış ve 5,17 dakika sürmüştür, verim ise 18,43 m³/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 0,34 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunurken bunun için 1,35 kg CO₂ salımı

gerçekleştirilmiştir. Ortalama 9,07 metreden gürültü değeri ölçülmüş ortalama en yüksek gürültü değeri 75,79 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu iş için yükleyici 4764,71 kcal, çalışan bir işçi 23,95 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde edilen odunun enerjisi ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.23. Kısaçlı yükleyici ile tomrukların yüklenmesi için zaman yüzdeleri

4.2.4. Taşıma

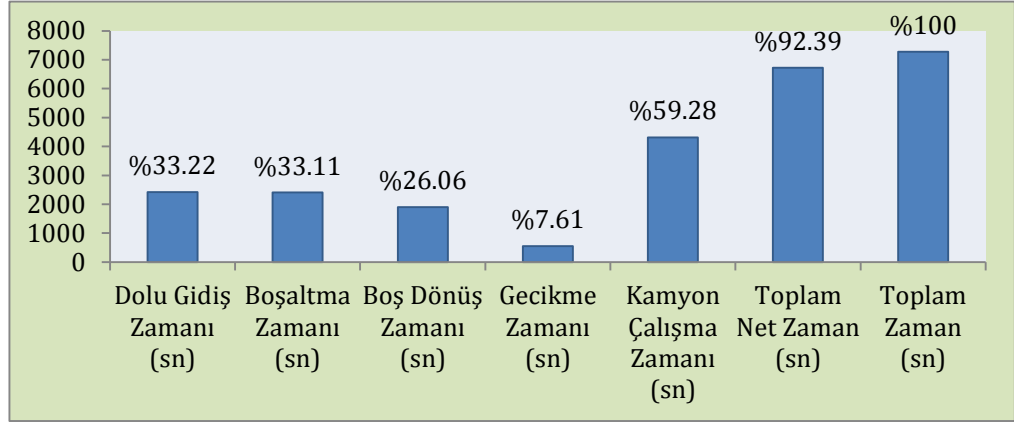
Araştırma alanında, orman ürünleri taşımalarının genellikle üç akslı kamyonlarla gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Gençleştirme kesimlerinin yapıldığı sahalarda kamyonla taşıma sürecine ait toplanan verilerle yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda aşağıdaki Çizelge 4.28. elde edilmiştir. 288 sayılı tebliğde taşıma zamanına yükleme ve boşaltma zamanı da eklenmiştir. Bu çalışmada ise kamyonun çalıştığı süre esas alınmıştır (emisyon ve enerji açısından).

Çizelge 4.28. Gençleştirme bölmelerinde kamyonla taşıma sürecine ait tanımlayıcı istatistikler.

| Değişkenler | Örnek Sayısı | En Düşük | Ortalama | En Yüksek | Standart Sapma |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Toplam Ortalama Hacim (m ³) | 8 | 17,02 | 19,01 | 23,65 | 2,42 |
| Müdahale Tipi | 8 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
| Mesafe (km) | 8 | 52,00 | 57,88 | 64,00 | 4,94 |
| Dolu Gidiş Zamanı (sn) | 8 | 2065,00 | 2419,00 | 2700,00 | 268,70 |
| Boşaltma Zamanı (sn) | 8 | 1313,00 | 2410,50 | 4080,00 | 992,17 |
| Boş Dönüş Zamanı (sn) | 8 | 1617,00 | 1897,38 | 2220,00 | 202,09 |
| Gecikme Zamanı (sn) | 8 | 165,00 | 554,13 | 922,00 | 282,08 |
| Kamyon Çalışma Zamanı (sn) | 8 | 3682,00 | 4316,38 | 4920,00 | 383,60 |
| Toplam Net Zaman (sn) | 8 | 5193,00 | 6726,88 | 8160,00 | 1078,83 |
| Toplam Zaman (sn) | 8 | 5668,00 | 7281,00 | 8453,00 | 994,37 |
| Verim (m ³ /saat) | 8 | 12,78 | 15,98 | 20,87 | 2,57 |
| Tük. İnsan Enerjisi (kcal/adam) | 8 | 405,15 | 522,80 | 619,92 | 77,48 |
| Harcanan Yakıt (lt) | 8 | 17,33 | 19,29 | 21,33 | 1,65 |
| Tük. Makine Enerjisi (kcal) | 8 | 162102,03 | 180416,44 | 199510,19 | 15401,94 |
| Emisyon (karbondioksit) (kg) | 8 | 45,76 | 50,93 | 56,32 | 4,35 |
| Gürültü Ölçülen Mesafe (m) | 8 | 2,00 | 2,38 | 3,00 | 0,52 |
| En Düşük Gürültü (dB) | 8 | 60,90 | 69,53 | 74,30 | 4,87 |
| Ortalama Gürültü (dB) | 8 | 66,61 | 76,52 | 81,19 | 5,37 |
| En Yüksek Gürültü (dB) | 8 | 75,90 | 86,31 | 96,40 | 5,55 |
| Depo Edilen Odun Enerjisi (kcal) | 8 | 50443814,40 | 56338901,85 | 70077315,00 | 7162217,34 |
| Depo Edilen Karbondioksit (kg) | 8 | 16823,12 | 18789,14 | 23370,93 | 2388,61 |

Çizelge 4.28.'e göre bu çalışma kapsamında gençleştirme bölmelerinde yapılan kamyonla taşıma faaliyeti için 8 örnek seferin ortalama hacimleri 19,01 m³ ve toplam net taşıma zamanı 112,11 dakika/sefer olarak belirlenmiştir. Sefer başına ortalama toplam zaman (gecikme zamanları eklenmiş halde) ise 121,35 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4.24.). Buna göre gençleştirme müdahalesinde odun hammaddesi üretimi için yalnızca kamyonla taşıma aşamasında aritmetik ortalamaya göre 5,9 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir. Genel ağırlıklı ortalamaya göre 1 m³ için kamyon çalışma zamanı (KÇZ) 3,78 dakika, insan çalışma zamanı (İÇZ) 5,91 dakika sürmüştür, verim ise 16,22 m³/saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışan işçi bu süreye ek olarak 0,48 dakika yaptığı iş dışında zaman harcamıştır. Elde edilen odun biyokütlesinde 988,2 kg karbondioksit (CO₂) bulunurken bunun için 2,69 kg CO₂ salımı gerçekleştirilmiştir. Ortalama 2,38 metreden gürültü değeri ölçülmüş ortalama en yüksek gürültü değeri 86,31 dB(A) olarak ölçülmüştür. Bu iş için kamyon

9515,82 kcal, çalışan işçi 27,57 kcal enerji harcamış ve bunun sonucunda elde edilen odunun enerjisi ise 2963100 kcal olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.24. Kamyon ile tomrukların taşınması için zaman yüzdeleri

Yukarıda detay bilgisi verilen bulgular itibarıyla 1 m³ odun hammaddesi elde etmek için ağacın kesilmesinden depoya nakline kadar geçen süreçteki iş ve işlemlerin kapsadığı süre (harcanan zaman), tüketilen yakıt ve bunlara bağlı olarak harcanan enerji ve açığa çıkan emisyon (CO₂) miktarı hesaplanabilmiştir. Öte yandan makine kullanımı karşısında ortaya çıkan gürültü de belirlenmiştir. Buna göre tüm süreçlerde 1 çalışan için elde edilen bulgular Çizelge 4.39.'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.29. Tüm süreçlere ait 1 m³ için (ağırlıklı) ortalama bulguları gösteren özet çizelge.

| Süreçler | Hacim (m ³) | Mesafe (m) | İnsan çalışma zamanı (dak) | Hayvan çalışma zamanı (dak) | Makine çalışma zamanı (dak) | Gecikme zamanı (dak) | İnsan enerjisi (kcal/adam) | Hayvan enerjisi (kcal) | Makine enerjisi (kcal) | Depo edilen karbondioksit (kg) | Emisyon (karbondioksit) (kg) | Gürültü ölçülen mesafe (m) | En düşük gürültü (dB(A)) | Ortalama gürültü (dB(A)) | En yüksek gürültü (dB(A)) | Depo edilen enerji (kcal) |
|-------------------------|-------------------------|------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Kesme- tomruklama | 1,00 | 6,58 | 31,70 | - | 31,70 | 6,49 | 198,72 | - | 3061,85 | 988,20 | 1,23 | 11,46 | 57,30 | 68,92 | 81,89 | 2963100,00 |
| Baltayla kabuk soyma | 1,00 | 3,41 | 50,24 | - | - | 16,59 | 396,00 | - | - | 988,20 | - | - | - | - | - | 2963100,00 |
| Motorla kabuk soyma | 1,00 | 4,43 | 35,48 | - | 35,48 | 17,93 | 222,33 | - | 3427,02 | 988,20 | 1,38 | 9,76 | 59,18 | 71,87 | 85,53 | 2963100,00 |
| Katırla sürütme | 1,00 | 157,50 | 49,38 | 49,38 | - | 0,69 | 371,70 | 534,71 | - | 988,20 | - | - | - | - | - | 2963100,00 |
| Sapınle sürütme | 1,00 | 17,61 | 3,51 | - | - | 0,60 | 23,92 | - | - | 988,20 | - | - | - | - | - | 2963100,00 |
| Kablolu sürütme | 1,00 | 61,25 | 5,30 | - | 5,30 | 0,70 | 30,32 | - | 4130,56 | 988,20 | 1,17 | 4,88 | 65,16 | 70,84 | 75,69 | 2963100,00 |
| Zincirli sürütme | 1,00 | 97,67 | 12,87 | - | 12,87 | 1,46 | 73,14 | - | 8021,65 | 988,20 | 2,26 | 7,00 | 71,22 | 79,46 | 82,18 | 2963100,00 |
| Katır ster | 1,00 | 80,45 | 50,20 | 50,20 | - | 1,64 | 454,61 | 553,63 | - | 988,20 | - | - | - | - | - | 2624100,00 |
| Kızak ster | 1,00 | 63,67 | 22,85 | - | - | 2,82 | 180,90 | - | - | 988,20 | - | - | - | - | - | 2624100,00 |
| Traktör ster | 1,00 | 124,63 | 19,89 | - | 9,41 | 1,17 | 99,67 | - | 4983,23 | 988,20 | 1,41 | 6,13 | 45,30 | 59,48 | 86,59 | 2624100,00 |
| Kıskaçlı yükleyici | 1,00 | 30,97 | 5,17 | - | 5,17 | 0,34 | 23,95 | - | 4764,71 | 988,20 | 1,35 | 9,07 | 56,90 | 65,11 | 75,79 | 2963100,00 |
| Taşıma | 1,00 | 57880,00 | 5,91 | - | 3,78 | 0,48 | 27,57 | - | 9515,82 | 988,20 | 2,69 | 2,38 | 69,53 | 76,52 | 86,31 | 2963100,00 |

Çizelge 4.29.'a göre 1 m³ için insanın en fazla çalıştığı iş aşamasının balta ile kabuk soyma aşaması olduğu belirlenmiştir. Bu aşamada insan hem kabuk soyma hem çevirme hemde tomruklar arası gidip gelme işini yaptığından en fazla zaman tüketimi burada gerçekleşmiştir. Makinenin en fazla çalıştığı iş aşamasının ise motorlu testere ile kabuk soyma aşaması olduğu belirlenmiştir. En yüksek gürültü değeri taşıma (nakliye) aşamasında ölçülmüştür. Gürültünün yüksek değerlere ulaşmasında ölçüm yapılan mesafe oldukça önemlidir. Bu açıdan düşünüldüğünde gürültünün yüksek çıkmasının sebebi, ölçüm yapılan mesafeden kaynaklanmaktadır. En fazla CO₂ salımı ve enerji taşıma (nakliye) aşamasında hesaplanmıştır. Burada taşıma yapılan mesafenin artmasıyla emisyon ve enerjinin artması sözkonusudur.

Harcanan yakıt miktarı ve verimler kesim ve bölmeden çıkarma sürecinde Çizelge 4.30. ve Çizelge 4.31.'deki özet çizelgede gösterilmiştir. Buna göre 1 m³ için en fazla yakıt tüketimi bakım kesimlerinde traktörle yakacak ve lif-yonga odunlarının taşınması aşamasında en az yakıt ise bakım kesimlerinde motorlu testere ile kesme-tomruklamadan elde edilmiştir.

Çizelge 4.30. Kesim, bölmeden çıkarma ve yüklemde verim ve yakıt miktarı.

| Operasyon | | | Verimlilik m ³ /sa | Yakıt tüketimi litre/saat | Yakıt tüketimi lt/m ³ |
|---------------------|--|--------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Kesim | Kesme- tomruklama (motor-manuel) | Bakım | 4,84 | 1 | 0.28 |
| | | Gençleştirme | 4,62 | 1 | 0.33 |
| | Kabuk soyma | Bakım | 2,39 | 1 | 0.59 |
| Bölmeden çıkarma | Traktörle ster | Gençleştirme | 9,01 | 3 | 0.36 |
| | | Bakım | 6 | 4 | 1.16 |
| | Traktörle kablo | Gençleştirme | 23,44 | 5 | 0.33 |
| | | Bakım | 5,26 | 5 | 1.06 |
| | Traktörle zincir | Bakım | 6,5 | 4 | 0.86 |
| Yükleme | Kıskaçlı yükleyici | Gençleştirme | 18,43 | 6.98 | 0.51 |

Çizelge 4.31. Taşımada kullanılan kamyonların saatlik verimi ve yakıt tüketimi.

| Mesafe (km) | Verimlilik m ³ /sa | Yakıt tüketimi litre/saat | Yakıt tüketimi lt/m ³ /km |
|-------------|----------------------------------|------------------------------|---|
| 57,87 | 16,22 | 16,13 | 0,02 |

Çizelge 4.30. ve Çizelge 4.31.'e göre 1 saat çalışma karşılığında en az yakıt tüketimi motorlu testere ile yapılan çalışmalarda, en fazla yakıt tüketimi ise taşıma aşamasında ölçülmüştür.

Her bir aşamada 1 m³ odun hammaddesi elde etmek için çalışma zamanları, enerji miktarları, yakıt değerleri, emisyon miktarı ve gürültü değeri güç kaynağına, çalışan sayısına ve yapılan işin niteliğine göre Çizelge 4.32.'de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.32. Her aşamada 1 m³ için elde edilen bulgular.

| Güç kaynağı | İşlem | Nitelik | Zaman (dak) | Yakıt (lt) | Enerji (kcal) | Emisyon (kg) | Gürültü (dB(A)) |
|-----------------|--------------------|----------------------------------|-------------|------------|---------------|--------------|-----------------|
| İnsan (1 kişi) | Kesme - tomruklama | Motorlu testere operatörü | 31,7 | | 198,72 | | |
| İnsan (1 kişi) | Kabuk soyma | Balta kullanıcısı | 50,24 | | 396 | | |
| İnsan (1 kişi) | Kabuk soyma | Motorlu testere operatörü | 35,48 | | 222,33 | | |
| İnsan (1 kişi) | Sürütme | Sapın kullanıcısı | 3,51 | | 23,92 | | |
| İnsan (1 kişi) | Sürütme | Hayvan sürücü | 49,38 | | 371,7 | | |
| İnsan (1 kişi) | Sürütme | Traktör kablo kablo çekim işçisi | 5,3 | | 30,32 | | |
| İnsan (1 kişi) | Sürütme | Traktör zincir çekim işçisi | 12,87 | | 73,14 | | |
| İnsan (1 kişi) | Sürütme | Kızak kullanıcısı ster | 22,85 | | 180,9 | | |
| İnsan (1 kişi) | Sürütme | Hayvan sürücü ster | 50,2 | | 454,61 | | |
| İnsan (1 kişi) | Sürütme | Traktör operatörü ster | 19,89 | | 99,67 | | |
| İnsan (1 kişi) | Yükleme | İstifçi | 5,17 | | 23,95 | | |
| İnsan (1 kişi) | Taşıma | Şoför | 5,91 | | 27,57 | | |
| İnsan (1 kişi) | Tüm işlerde | Yardımcı | 1 | | 4,5 | | |
| Motorlu Testere | Kesme - tomruklama | Orta boy Motorlu Testere | 31,7 | 0,53 | 3061,85 | 1,23 | 81,89 |
| Motorlu Testere | Kabuk soyma | Orta boy Motorlu Testere | 35,48 | 0,59 | 3427,02 | 1,38 | 85,53 |
| Traktör | Kablo | (66-85 Hp) | 5,3 | 0,44 | 4130,56 | 1,17 | 75,69 |
| Traktör | Zincir | (50) Hp) | 12,87 | 0,86 | 8021,65 | 2,26 | 82,18 |
| Traktör | Ster | (45-48 Hp) | 9,41 | 0,53 | 4983,23 | 1,41 | 86,59 |
| Katır | Sürütme | Tomruk sürütme | 49,38 | | 534,71 | | |
| Katır | Ster | Lif -yakacak odunu taşıma | 50,2 | | 553,63 | | |
| Yükleyici | Yükleme | Tarım traktörü | 5,17 | 0,51 | 4764,71 | 1,35 | 75,79 |
| Kamyon | Taşıma | | 3,78 | 1,02 | 9515,82 | 2,69 | 86,31 |

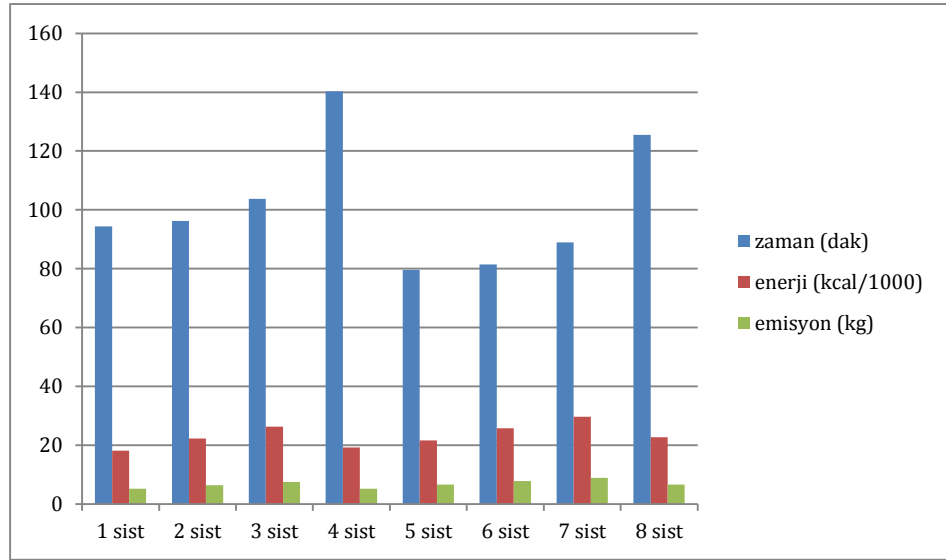
Çizelge 4.32.'ye göre; 1 m³ Kızılcım odununun elde edilmesi sürecine katılan; insan, hayvan ve makine gücüne ait zaman, yakıt, enerji, emisyon ve gürültü değerleri ortaya konulmuştur. Her bir iş aşaması için ne yapılacaksa ortalama çalışma zamanı ve enerjiyi hesaplamaya yarayacak bileşenler belirlenmiştir. Nitekim Çizelge 4.33.'de de bu değerlere bağlı kalınarak alternatif sistem matrisi elde edilebilmiştir.

Çizelge 4.33. Elde edilebilecek tomruk üretim sistemleri ve bu sistemlerin toplam enerji, emisyon ve gürültü değerleri.

| Sistem matrisi | Teknoloji düzeyi | Sistem bileşenleri | | | | | | | | |
|----------------|------------------|--|--|---|---|------------------------------|---------------------------------|---------------|--------------|-----------------|
| | | Kesme süreci | | Sürütme süreci | Yükleme süreci | Taşıma süreci (Tm: 57,88 km) | Ortalama toplam net zaman (dak) | Enerji (kcal) | Emisyon (kg) | Gürültü (dB(A)) |
| | | Kesme-tomruklama | Kabuk | | | | | | | |
| 1 sistem | Temel teknoloji | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Balta | Sapın (1 sapın kullanıcısı, 1 yardımcı) Sm: 17,61 m | Kıskaçlı yükleyici (1 traktör kullanıcısı, 1 istifçi) | Kamyon | 94,40 | 18194,25 | 5,27 | 81,33 |
| 2 sistem | Ara teknoloji | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Balta | Traktör kablo (1 traktör kullanıcısı, 1 kablo çekim işçisi) Sm: 61,25 m | Kıskaçlı yükleyici (1 traktör kullanıcısı, 1 istifçi) | Kamyon | 96,19 | 22339,27 | 6,44 | 79,92 |
| 3 sistem | Ara teknoloji | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Balta | Traktör zincir (1 traktör kullanıcısı, 1 zincir çekim işçisi) Sm: 97,67 m | Kıskaçlı yükleyici (1 traktör kullanıcısı, 1 istifçi) | Kamyon | 103,76 | 26307,24 | 7,53 | 81,54 |
| 4 sistem | Temel teknoloji | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Balta | Katırla sürütme (1 katır kullanıcısı, 1 yardımcı) Sm: 157,50 m | Kıskaçlı yükleyici (1 traktör kullanıcısı, 1 istifçi) | Kamyon | 140,27 | 19283,16 | 5,27 | 81,33 |
| 5 sistem | Ara teknoloji | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Sapın (1 sapın kullanıcısı, 1 yardımcı) Sm: 17,61 m | Kıskaçlı yükleyici (1 traktör kullanıcısı, 1 istifçi) | Kamyon | 79,64 | 21607,26 | 6,65 | 82,38 |
| 6 sistem | Ara teknoloji | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Traktör kablo (1 traktör kullanıcısı, 1 kablo çekim işçisi) Sm: 61,25 m | Kıskaçlı yükleyici (1 traktör kullanıcısı, 1 istifçi) | Kamyon | 81,43 | 25752,28 | 7,82 | 81,04 |
| 7 sistem | Ara teknoloji | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Traktör zincir (1 traktör kullanıcısı, 1 zincir çekim işçisi) Sm: 97,67 m | Kıskaçlı yükleyici (1 traktör kullanıcısı, 1 istifçi) | Kamyon | 89,00 | 29720,25 | 8,91 | 82,34 |
| 8 sistem | Ara teknoloji | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Motorlu testere (1 operatör, 1 yardımcı) | Katırla sürütme (1 katır kullanıcısı, 1 yardımcı) Sm: 157,50 m | Kıskaçlı yükleyici (1 traktör kullanıcısı, 1 istifçi) | Kamyon | 125,51 | 22696,17 | 6,65 | 82,38 |

Sm: Sürütme mesafesi; Tm: Taşıma mesafesi

Çizelge 4.33.'e göre teknoloji düzeyinin (makine kullanımının) artmasına bağlı olarak tüketilen enerjinin ve emisyon salımının arttığı görülmektedir. Öte yandan temel teknoloji kullanımı ile ara teknoloji kullanımı arasında dengesi açısından 0,76 oranına erişilmiş olup, emisyon itibari ile de 0,72 oranı belirlenmiştir (Şekil 4.25.). Buna göre diğer ekonomik, teknik ve çevresel ölçütler haricinde enerji, emisyon ve gürültü bilançosu açısından (motorlu testereden kaynaklı) ara teknolojinin kullanımının uygun olacağı görülmektedir.



Şekil 4.25. Sistem matrislerinin kıyaslama grafiği

4.3. Tartışma

Türkiye' de odun hammaddesi üretimi konusunda (Acar, 1994; Karaman, 1997; Eker, 2004), zaman analizleri (Aykut, 1978; Dingil, 1979; İlter, 1989) ve verimlilik konularında çok sayıda çalışmaya rastlanmasına karşın üretim süreci boyunca kullanılan teknolojiye bağlı olarak harcanan enerji tüketimi konusunda bütünlük bir çalışmaya rastlanmamıştır. Odun hammaddesi üretim faaliyetlerinde çalışanların ve kullanılan araç-makinelerin tükettikleri enerji miktarı ve elde edilen ürünün üretebileceği enerji miktarının kıyaslanması üzerindeki araştırma gereksinimi, bu çalışmanın çıkış noktalarından birisini oluşturmuştur.

Emisyonun ölçülmesinde özel cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazların orman içine götürülmesi ve burada ölçüm yapılması maliyet ve emek gerektirmektedir. Emek gerektirmesi; egzoz ölçüm cihazlarının özel firmalara ait olması ve cihazların sabit istasyonlarda yer alması cihazın mobilitesini engellemektedir. Öte yandan İl Çevre ve Orman Müdürlüğü bünyesinde bulunmakta olan egzoz ölçüm cihazının kiralanması yani orman içine götürülmesi de maliyet ve özel izin gerektirmektedir. Bu bakımdan yakıt tüketimlerinin ölçülerek bu miktar üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Bununla birlikte; karbon ve diğer sera gazları salımının azaltılmasına yönelik Ülke gereklilikleri bağlamında doğrudan odun üretim operasyonlarından kaynaklanan zararlı gazların salımının bu konu kapsamındaki yeri hakkında da, ulusal literatüre rastlanmamıştır. Ancak, odun hammaddesi üretim faaliyetleri sırasında kullanılan araç ve makinelerden kaynaklanan gürültünün çalışanlar üzerindeki etkileri konusunda az sayıda çalışmaya (Tunay ve Melemez, 2003) rastlanmış olmasına rağmen orman ekosistemi üzerinde hangi seviyede gürültü etkisi oluşturulduğu konusunda da bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, belirlenmiş bir üretim ünitesinde, üretim faaliyetleri sırasında işçilerin ve kullanılan makinelerin tükettikleri enerjinin hesaplanmış olması, aynı zamanda kullanılan araç-gereçten kaynaklanan gürültü seviyesinin ölçülmüş olması ve bunlarla birlikte özellikle kullanılan araç ve makinelerden kaynaklanan emisyon (CO₂ ölçeğinde) hesaplanması, yukarıda bahsedilen araştırma konularındaki eksiklikleri giderebilecek nitelikte olduğu kanaatine erişilmiştir.

Bu çalışma, araştırma yöntemi açısından incelendiğinde; literatür analizi, veri toplama, veri analizi ve değerlendirme ve de raporlama aşamalarından ibarettir. Benzer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da izlenen metot, bilimsel araştırma yöntemlerine (Baydar vd., 2009) uygundur. Ancak veri toplama aşamasında, deneysel desen oluşturulmaksızın gözlemsel bir desen (Magagnotti ve Spinelli, 2012) oluşturma yöntemi izlenmiş olup çalışma yılında üretimin yapıldığı bloklar üzerinden veri toplanmıştır. Dolayısıyla herhangi bir deneysel

desen oluşturulmamıştır. Ormancılıkta üretim işlerinde standart ve ortalama çalışma zamanının zamanın hesaplanmasına yönelik yapılan bu tür çalışmalarda (Yıldırım, 1989) ağaç türü, topoğrafik koşullar, çalışma teknolojisi, vb. değişkenlerin her birisinin ayrı ayrı dikkate alındığı tekrarlı örneklem düzleminin oluşturulması güçlüğünden dolayı gözlemsel bir desen tercih edilmiştir.

Çalışmanın objesini oluşturan odun hammaddesi üretim süreci ve bu süreçte izlenen iş adımları ve üretim tekniği; 288 sayılı Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait Tebliğ'e (OGM, 1996) göre oldukça uyum sağlamaktadır. Ancak kabuk soyma ve tomruklamada iş kolaylığı ve pratik olması açısından kabuklar tomruklama işleminden sonra soyulmaktadır.

Bu çalışmada, birim miktardaki odun hammaddesi üretimi için harcanan enerjinin ve açığa çıkan emisyonun belirlenmesinde literatür analizi yardımıyla elde edilen hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla da çalışma zamanı ve yakıt sarfiyatı en önemli hesap değişkeni olarak kullanılmıştır. İşgücü enerjisinin ölçülmesinde portatif metabolik holter cihazı sınırlı ölçekte kullanılabilmiştir. Bu cihaz sayesinde, çalışma sırasında ölçülen değerler (en düşük 1,04 kcal/dak; en yüksek 16,53 kcal/dak; ortalama 8,8 kcal/dak) ile literatür bilgisinden (Yıldırım, 1989; Çalışkan ve Çağlar, 2010; Eker, 2011) çıkarılan değerler kıyaslanmış ve çalışma zamanına göre oranlanarak kullanılmıştır. İşçiye, iş türüne, çalışma ortamına, vb. göre enerji ölçümünün yapılma güçlüğünden dolayı bu hesaplama yöntemi tercih edilmiştir. Makine enerjisinin hesaplanmasında da çalışma zamanı ve yakıt bazlı değerler esas alındığından ortalama çalışma zamanının kestirimi/hesaplanması önem kazanmıştır. Ancak katır tarafından harcanan hayvan gücü enerjisinin hesaplanmasına yönelik literatüre rastlanmadığından 1 beygir gücüne ait enerji eşdeğerinden yararlanılmıştır.

Bu araştırmada elde edilen çalışma zamanları ile 288 sayılı tebliğ esaslarına göre belirlenmiş aktüel çalışma zamanları karşılaştırılarak bundan sonraki çalışmalarda enerji ve emisyon hesaplamaları için standart zamanların ve birim

fiyat kararında kullanılan ağırlıklı ortalama çalışma zamanlarının ölçek alınıp alınamayacağı değerlendirilmiştir (Çizelge 4.34.)

Çizelge 4.34. Ağlasun Orman İşletme Şefliğinden alınan veriler ile elde ettiğimiz bulguların karşılaştırılması.

| | Bölme No | Kesme Tomruklama Standart Zamanı (1m ³ için) | | Sürütme Standart Zamanı (1m ³ için) | | Taşıma Standart Zamanı | |
|-------------|----------|---|------------|--|------------------|------------------------|----------------------------|
| | | MÇZ (dak,) | İÇZ (dak,) | HÇZ 100 m (dak,) | İÇZ 100 m (dak,) | Toplam mesafe (km) | KÇZ (m ³ /dak,) |
| Gerçekleşen | 94 | 23,1 | 74,49 | 62 | 66 | 21,1 | 25,49 |
| Bu Çalışma | | - | - | - | 28,53 | 54 | 3,83 |
| Gerçekleşen | 103 | 21,45 | 66,87 | 80,6 | 85,8 | 20,7 | 25,4 |
| Bu Çalışma | | 19,89 | 65,19 | - | 18,73 | 62 | 3,73 |
| Gerçekleşen | 119 | 52,72 | 188,19 | 49,6 | 52,8 | 1,62 | 11,44 |
| Bu Çalışma | | 16,71 | 68,42 | - | - | - | - |
| Gerçekleşen | 120 | 52,69 | 188,1 | 34,1 | 36,3 | 3,66 | 13,47 |
| Bu Çalışma | | 14,5 | - | 31,35 | 31,35 | - | - |

Çizelge 4.34.'e göre AOİŞ'den alınan standart zaman ile bu çalışmada elde edilen çalışma zamanları birkaç aşamada benzerlik gösterirken diğer aşamalarda oldukça farklılık görülmüştür. Nitekim Çoban (2011), çalışmasında ortalama sürütme mesafesini gerçekleştiren sürütme mesafesinden daha fazla olduğunu belirtmiştir. Alan bazında düşünüldüğünde AOİŞ'den alınan çalışma zamanları kullanılabilir. Ayrıca bu çalışmada arazide o an ki durum ölçülmüştür. Yani o bölme için çalışma zamanlarına bağlı enerji, emisyon ve gürültü belirlenmiştir. 288 sayılı Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait Tebliğ'e göre hazırlanan çalışma zamanları ile birim miktar için belirlenen enerji ve emisyon değeri çarpılarak bulunabilir. Ancak o bölme/bölmecik için enerji ve emisyon değerlerinin belirlenebilmesi için böyle bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur.

Elde edilen bulgular Türkiye'de üretilen ibrelili odun üretimine endekslenmesiyle Çizelge 4.35. elde edilmiştir. Tomruk üretim sistemine göre elde edilen matrislerin aritmetik ortalamalarından faydalanılmıştır. Böylelikle Türkiyede

ibreli tomruk üretiminde (depoya taşınmasına kadar) yıllık toplam yakıt, enerji, emisyon ve gürültü miktarı; girdi, çıktı ve oranı belirlenmiştir. Sonuç olarak enerji ve emisyonda önemsenmeyecek derecede küçük bir oran elde edilmiştir.

Çizelge 4.35. Yapılan çalışmada ve Türkiye ormancılığında üretim için enerji, emisyon ve gürültü.

| | Balans | 1 m ³ için | Türkiye yıllık (10000000 m ³) üretimi için |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| Girdi | Yakıt lt | 2,68 | 26800000 |
| | Enerji kcal | 23237,48 | 232374800000 |
| | Emisyon CO ₂ kg | 6,82 | 68200000 |
| Çıktı | Enerji kcal | 2878350,00 | 28783500000000 |
| | Emisyon CO ₂ kg | 988,20 | 9882000000 |
| | Gürültü | 82,00 | 82 |
| Oran (girdi/çıktı) | Enerji kcal | 0,01 | 0,01 |
| | Emisyon CO ₂ kg | 0,01 | 0,01 |

Bu çalışmada 1 m³ odun hammaddesinin gençleştirme (gençleştirme) kesiminde orman içinde kesilip depoya kadar taşınmasında geçen süreçte 1 m³ odun hammaddesinin elde edimi için tomruk üretimi sistem matrisinin genel ağırlıklı ortalamasına göre 23237,48 kcal (97,29 MJ) enerji gerektiği belirlenmiştir. Berg ve Lindholm (2005) İsveç'te 1 m³ odun hammaddesi üretimi için 147 – 200 MJ enerji gereksinimi olduğunu belirtmişlerdir. İsveç'te yapılan bu çalışmada tüm silvikültür faaliyetleri dikkate alınmıştır.

Gençleştirme kesimlerinde bakım kesimlerine göre daha az enerji kullanımı gerektirmektedir. Bölmeden çıkarma aşamasından örnek verilecek olursa gençleştirmede sapın ile bölmeden çıkarma için 23,92 kcal/m³ (0,1 MJ), bakım sahalarında ise katır ile bölmeden çıkarma için 906,41 kcal/m³ (3,79 MJ) enerji harcandığı belirlenmiştir. Berg ve Lindholm (2005), kesme ve bölmeden çıkarma faaliyetleri için gereken enerjinin toplam üretim operasyonlarının gerektirdiği enerjinin % 30 – 40'ına karşılık geldiğini belirtmiştir. Tamamen makinalı çalışmada gençleştirme kesimleri için kesme ve devirmede 27 – 32 MJ/m³ bakım kesimlerinde 40 – 60 MJ/m³; bölmeden çıkarma faaliyetlerinde gençleştirme kesimleri için 22 – 27 MJ/m³, bakım kesimlerinde 31 – 34 MJ/m³ enerji gereksinimi olduğunu belirtmişlerdir.

Berg ve Karjalainen (2003), İsveç ve Finlandiya'da ormancılık operasyonlarında sera gazlarının etkisini karşılaştırmak için bir çalışma yapmıştır. Kamyonların kilometrede 0,51 – 0,56 lt yakıt harcadıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise ortalama kilometrede 0.33 lt yakıt harcadıkları ve yaklaşık 19 m³ ürün taşıdıkları bulunmuştur. Kamyon tipi, yol durumu gibi etkenler düşünüldüğünde elde edilen sonuçların olağan/normal olduğu kabul edilmiştir.

Berg ve Lindholm (2005), çalışmasında tüm İsveç'te ormancılık operasyonlarında CO₂ eşleniğini 15 kg/m³ olarak belirlemiştir. Bu çalışmada ise sistem matrislerinin ortalaması 6,82 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değer İsveç ormancılığında daha düşük çıkmasının nedeni kullanılan teknoloji düzeyinin farklılığından kaynaklanmaktadır.

Berg ve Karjalainen (2003), kesme devirmede yakıt tüketimini Finlandiya ormancılığında 0,35 kg/m³, İsveç ormancılığında 0,9 kg/m³ olarak bulmuştur. Bu çalışmada ise kesme, devirme, tomruklama ve dal alma işlerinde 0,39-0,41 kg/m³ olarak bulunmuştur. Bu değerlere motorlu testere ile kabuk soyma süreci de eklendiğinde 0,82-0,87 kg/m³ olarak bulunmuştur. Değerlerin ortalama sınırlar içerisinde kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

Berg ve Karjalainen (2003), bölmeden çıkarma için yakıt tüketimini Finlandiya'da 0.61 kg/m³, İsveç'te ise 0,68 kg/m³ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise tarım traktörü ile (kablolu çekim ve zincirle sürütme) bölmeden çıkarma için ortalama 0,54 kg/m³ olarak bulunmuştur. Bölmeden çıkarma ve transport için Finlandiya'da 1,04 kg/m³, İsveç'te ise 1,28 kg/m³ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada bölmeden çıkarma, yükleme ve taşıma için 1.82 kg/m³ olarak bulunmuştur. Bölmeden çıkarma için elde edilen sonuçlar İsveç ve Finlandiya'da elde edilen sonuçlara oransal açıdan benzerdir. Ürünlerin taşınması için elde edilen sonuçların çalışmada yüksek çıkmasının yükleme sürecinin dahil edilmesi ve kullanılan araç farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Berg ve Karjalainen (2003), toplam emisyonu Finlandiya'da 10,6 kg CO₂/m³, İsveç'te ise 9,1 kg CO₂/m³ olarak bulmuştur. Bu çalışmada ise toplam CO₂ 6,82 kg/m³ olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçların düşük çıkmasının nedeni (teknoloji düzeyinin) ara teknoloji kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Almqvist (1985), İsveç ormancılığında odun üretiminde harcanan enerjiyi 1956 yılında 9.65 MJ/m³ ve 1983 yılında 104 MJ/m³ olarak bulmuştur. Bu çalışmada odun üretimi için harcanan enerji 97,29 MJ/m³ olarak bulunmuştur. Bu enerji sistem matrislerinin ortalamasından elde edilmiştir.

Couch (1993), odun üretiminde harcanan enerjinin, odunun enerji değerinin % 1'ine karşılık geldiğini bulmuştur. Bu çalışmada ise balans tablosuna göre % 0,01 oranı bulunmaktadır. Burada gençleştirme ve bakım kesimleri de dahil edilmiştir. Elde edilen değer küçük çıkması nedeni teknoloji farklılıkları, dolayısıyla yakıt ve buna bağlı enerji miktarından kaynaklanmaktadır.

Smith ve Corcoran (1976), kesme ve dal alma için 33000 BTU/kuruTon enerji harcadığını belirlemiştir. Bu çalışmada kesme-tomruklama ve kabuk soymada ise 34942,72 BTU/kuruTon olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada sürütme için 99000 BTU/kuruTon olarak bulunurken, bu çalışmada en fazla enerji harcanan sürütme tipinde 53537,87 BTU/kuruTon enerji harcadığı belirlenmiştir. Yükleme için 47000 BTU/kuruTon enerji harcadığı belirtilirken, bu çalışmada 31671,57 BTU/kuruTon harcadığı belirlenmiştir. Taşıma için ise ürünlerin 50 mil taşınması durumunda 190000 BTU/kuruTon enerji harcadığı bildirilirken, bu çalışmada 50 mil mesafe için 87240,82 BTU/kuruTon olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçların düşük olmasının en önemli nedeni kullanılan teknoloji farklılığından kaynaklanmaktadır. Gün geçtikçe akaryakıtlardan elde edilen enerjinin daha verimli kullanıldığı düşünülmektedir.

Tunay ve Melemez (2003), büyük boy motorlu testerede 111,4 dB(A), orta boy motorlu testerede 104,3 dB(A) gürültü ölçmüştür. Bu çalışmada ise ortalama 11,46 m mesafeden ortalama en yüksek gürültü değeri 81,89 dB(A) olarak

ölçülmüştür. Burada kullanılan motorlu testere tipi, gürültü ölçülen mesafe gibi etmenlerden dolayı oldukça düşük gürültü değerlerine ulaşılmıştır.

Eroğlu ve Özmen (2010), katırlarla ster odununun taşınmasında verimi büyük katır için 5,7 ster/saat, orta katır için 4,43 ster/saat, küçük katır için ise 3,88 ster/saat olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada ise 2,11 ster/saat olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar yöresel farklılıklar, arazinin eğim durumu, taşıma yönü gibi etmenlerden dolayı farklılık göstermiştir. Ayrıca çalışmada esas amaç zamana dayalı enerji ölçümü olduğu için, verim hesabına diğer zaman dilimleri de dâhil edilmiştir.

Acar (1997), 50 m mesafeden kabloyla sürütmede verimi MB Trac 800 için 8,336 m³/saat, MB Trac 900 için 6,328 m³/saat, Steyr 768 için 4,382 m³/saat olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada ise ortalama 60 m mesafeden 20,03 m³/saat olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçların oldukça farklı olması yöresel farklılık, arazi durumu, taşıma yönü, üretim tekniği gibi etmenlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca arazide uzun boylu tomruk (bütün gövde) sürütülmüş ve sürütme yönü eğim aşağı doğru yapıldığından verim oldukça yüksek çıkmıştır.

Acar (1998), 30 km mesafeden iğne yapraklı tomrukların taşınması için 14 m³/sefer olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada ise ortalama 57,87 km mesafeden 19,01 m³/sefer olarak bulunmuştur. Arazinin engebellelik durumu, taşıma yapan kamyonların teknoloji düzeyi ve yol kalitesi gibi durumlar düşünüldüğünde elde edilen sonuçlar olağandır.

İlter ve vd. (1986), ibreli tomruklar için kabuk soyma zamanını 86,4 dak/m³ olarak bulmuştur. Bu çalışmada ise balta ile 50,24 dak/m³ olarak bulunmuştur. Tomruk çaplarının farklı olması hacimi etkilediği dolayısıyla soyma zamanını etkilediği düşünülmektedir.

Eker (2011), motorlu testere ile kabuk soyma için 11,71 dak/m³ zaman harcadığı ve çalışan işçinin bu süre zarfında 152,23 kcal/m³ enerji harcadığını

ayrıca bu işlem sırasında motorlu testerenin ise 1254,77 kcal/m³ enerji harcadığını belirtmiştir. Bu çalışmada ise 35,48 dak/m³ zaman harcadığı ve çalışanın 222,33 kcal/m³ enerji harcadığı ayrıca motorlu testereninde 3427,02 kcal/m³ enerji harcadığı belirlenmiştir. Kabuk soymada kıyaslama hacim üzerinden yapıldığı için kabuğu soyulan tomruğun kalın çaplı olması dolayısıyla hacimin artmasına ve daha kısa zamanda kabuğun soyulduğunu göstermektedir. Kısacası kabuğu soyulan tomrukların çap farklılıkları soyma zamanını etkilemiştir. Dolayısıyla zamanın farklı olması insan enerjisi ve motorlu testere enerjisine de yansımıştır.

Engür (1996), odun üretiminde kullanılan ara teknoloji için elde ettiği enerji ve yakıt miktarları ile bu çalışmadan elde edilen enerji ve yakıt miktarları Çizelge 4.36.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.36. Odun üretiminde kullanılan teknolojinin enerji ve yakıt değerleri.

| Operasyon | Kaynak | Enerji MJ/saat | Yakıt litre/saat |
|-------------------|------------|----------------|------------------|
| Kesme- tomruklama | Engür 1996 | 1,72 | 0,82 |
| | Bu çalışma | 3,36 | 1 |
| Sürütme | Engür 1996 | 1,3 | 10,5 |
| | Bu çalışma | 2,3 | 4,67 |
| Yükleme | Engür 1996 | 1,3 | 10,8 |
| | Bu çalışma | 1,17 | 6,98 |
| Taşıma | Engür 1996 | 1,2 | 21,6 |
| | Bu çalışma | 1,18 | 16,13 |

Elde edilen sonuçlar ile Engür (1996)'ün elde ettiği bulgular birbirine oldukça benzemektedir. Yakıt miktarının farklı olması kullanılan araçların farklı olması, yöresel farklılık gibi etmenler düşünüldüğünde oldukça olağandır.

Yanma sonucu oluşan ürünlerin % 99'unu karbondioksit, su ve azot oluşturur. Küresel ısınmada en önemli rol oynayan gazın CO₂ (karbondioksit) olduğu bilinmektedir. Bu açıdan bakıldığında bu çalışmada sadece CO₂ gazı emisyonu hesaplanmıştır.

Çevre kirliliği konusunda motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyon önemli rol oynamaktadır. Emisyona maruz kalınan zaman düşünöldüğünde bunu azaltmak için temel teknoloji kullanımının avantajlı olması beklenebilir. Ayrıca motorlu testere için kullanılan akaryakıtın ve diğer yağların toprağa zarar verebileceği muhtemeldir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile, Kızılçam ormanlarında olağan şekilde koşullanma olmadan gerçekleştirilen üretim operasyonlarında, normal çalışma zamanı cinsinden; insanla, hayvanla, motorlu testere ile, tarım traktörleri ve kamyonla çalışma zamanları ölçülmüş ve hesaplanarak tez metninde sunulmuştur.

Odun hammaddesi üretim operasyonlarında kullanılan teknolojinin enerji tüketimi, emisyon ve gürültü etkilerinin incelenmesi amacıyla yürütülen bu tez çalışmasında üretimde kullanılan teknoloji seviyesi ve bu teknolojilerle yapılan üretimde 1 m³ için harcanan enerji, salınan emisyon ve ortamda yayılan gürültü miktarları ortaya konulmuştur.

Odun hammaddesi üretiminde 1 m³ ürünün elde edilmesi için (temel ve ara teknoloji itibarıyla) kesim, sürütme, yükleme ve taşıma süreçlerinde ortalama 140,27 – 79,64 dak/m³ zaman harcadığı belirlenmiştir.

Birim miktarda odun hammaddesi üretimi için en azından motorlu testere ölçeğinde, orman içine makinelerin (motorların) girişine neden olunmaktadır. Bu nedenle üretim operasyonları sırasında orman ekosistemi içine egzoz gazı (CO₂) salımı gerçekleşmektedir. Bu çalışmada sınırları belirlenmiş koşullarda 1 m³ odun hammaddesi üretmek için ortalama 6,82 kg/m³ CO₂ salımının gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ormana salınan egzoz gazlarının % 18,19'u kesim aşamasında, % 24,38'i sürütme, % 19,19'u yükleme ve % 38,24'ü taşıma süreçlerinde kullanılan teknolojiden kaynaklanmaktadır.

Odun üretimi için kullanılacak teknolojilerin seçiminde genellikle teknik ve ekonomik ölçütler ön planda olmaktadır. Ancak enerji bilançosu ya da dengesi açısından da bir kıyaslama yapılması gerektiğinde 1 m³ odun üretimi için harcanan enerjinin miktarı bilinmesi gereklidir. Bu çalışma sonucunda 1 m³ odun üretimi için ortalama 23237,48 kcal enerji harcanmaktadır. Bunun % 13,44'ü kesim, % 16,48'i bölmeden çıkarma, % 23,49'u yükleme ve % 46,59'ü taşıma süreçlerinde toplanmaktadır. Öte yandan 1 m³ odun hammaddesi

üretiminde tüketilen ortalama enerjinin % 5,1'i insan gücü, % 2,9'u hayvan gücü, % 92'si makine gücüne (motorlu testere, traktör, kamyon) aittir.

Odun hammaddesi üretiminde; 1 m³ için üretim operasyonlarında kesim sürecinde de 10,61 m mesafeden en yüksek ortalama gürültü değeri 83,71 dB(A) olup çalışan işçi bu gürültüye 67,18 dakika maruz kalmıştır. Sürütme için 6 m mesafeden en yüksek ortalama gürültü değeri 81,48 dB(A) olup çalışan bu gürültüye 9,09 dakika maruz kalmıştır. Yükleme için 9,07 m mesafeden en yüksek ortalama gürültü değeri 75,79 dB(A) olup çalışan bu gürültüye 5,17 dakika maruz kalmıştır. Taşıma için 2,38 m mesafeden en yüksek ortalama gürültü değeri 86,31 dB(A) olup çalışan bu gürültüye 5,91 dakika maruz kalmıştır. Gürültü ölçülen mesafe ve maruz kalınan süre dikkate alındığında çalışanların en çok gürültüye kesim aşamasında maruz kaldıkları belirlenmiştir. Ayrıca bu sonuç gürültü kaynağı ile insan kulağı arasındaki mesafe düşünüldüğünde de geçerlidir.

Odun hammaddesi üretiminin en kısa sürede tamamlanması için makineli çalışma yapılması gerekmektedir. Kesme-tomruklama ve kabuk soyma aşamasında motorlu testere kullanıldığında daha az sürede daha çok iş yapılmaktadır. Sürütme aşamasında eğimli ve engel olmayan arazilerde sapınle tomrukların yerçekimi etkisiyle yuvarlanarak sürütülmesi oldukça kısa zamanda gerçekleşmektedir. Yakacak sınıfındaki ürünlerin bölmeden çıkarılması ise en kısa sürede traktörle odunlarının taşınmasıyla elde edilir. Yükleme ise orman köylülerinde, kooperatiflerinde ve tahtacılar da bulunan kıskaçlı yükleyici ile yapılmaktadır. Diğer yükleyicilere nazaran hidrolik kıskaçlı yükleyiciler yaygın olarak kullanılmaktadır. Taşımada kamyonlar vazgeçilmez bir unsurdur. Buna göre de ihtiyaçlar oranında: Odun hammaddesi üretiminde yöresel koşullar dikkate alınarak hem temel hemde ara teknoloji birarada kullanılmaktadır.

Odun hammaddesi üretiminde emisyon miktarının azaltılabilmesi için kesim aşamasında motorlu testere, kabuk soyma aşamasında balta kullanılması daha az emisyonu neden olmaktadır. Ancak balta ile kabuk soyma işgücü zorluğu ve

uzun zaman almaktadır. Motorlu testere ile kesme-tomruklama yapılırken emisyonun azaltılması için daha verimli kullanım ve bu konuda kesim işçilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir. Emisyon oranı; makinenin çalışma zamanıyla ve yakıt miktarı ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla üretim operasyonlarında ne kadar az makine kullanılırsa o kadar az emisyon açığa çıkmaktadır. Katırla veya sapinle yerçekimi etkisinden yararlanılarak yapılan sürütme aşamasında ise emisyon miktarı oldukça düşüktür. Yakacak sınıfındaki ster odunlarının bölmeden çıkarılmasında ise kızak veya katır kullanılması durumunda çok az emisyon oluşmaktadır.

Yükleme de emisyon miktarını azaltmak için insan gücünden yararlanılarak el ile yükleme yapılabilir. Ancak işgücü ve zaman düşünüldüğünde kısaçlı yükleyici tercih edilmektedir. Kısaçlı yükleyiciden kaynaklanan emisyonu azaltmak için daha verimli kullanım gerekmektedir. Taşıma için emisyonu azaltmak konusunda hayvan gücünden yararlanılabilir. Ancak taşınacak mesafe ve zaman düşünüldüğünde kamyonlar daha avantajlı olmaktadır. Kamyonlardan kaynaklanan emisyonu azaltmak için ise yeni nesil araçlar veya düzenli olarak bakımı yapılan araçlar kullanılmalıdır. Ayrıca araçlardaki motorlar için imalatçı fabrika tarafından önerilen yakıt türü kullanılmalıdır.

Odun hammaddesi üretiminde enerji miktarının azaltılması için daha az makine ve hayvan kullanımı gerektiren aşamalar tercih edilmelidir. Kesme-tomruklama aşamasında motorlu testere, kabuk soyma aşamasında ise balta kullanılması en az enerji harcanarak yapılabilir. Sürütme aşamasında sapinle ve kızak ile yerçekimi etkisinden faydalanılarak yapılan sürütme daha az enerji harcanmasına neden olur. Ancak oldukça yoğun işgücü gerektirmektedir. Yükleme insan gücüyle yapılabilir fakat bu da iş gücü ve zaman gerektirmektedir. Dolayısıyla kısaçlı yükleyici daha çok tercih edilmektedir. Taşıma da hayvan gücü ile yapılabilir ancak zaman ve mesafe düşünüldüğünde kamyonlar tercih edilmektedir.

Odun hammaddesi üretiminde rahatsız edici düzeydeki gürültünün kaynağı makinelerdir. Kesme-tomruklama aşamasında motorlu testerenin, kabuk

soymada ise balta kullanılması ortam ve çalışan işçi açısından gürültüye maruz kalma süresini kısaltabilir. Teknoloji, motorlu testere için emisyon ve titreşim konusunda etki azaltıcı önlemleri arttırsa da; gürültü konusunda elde edilen değerler hala yüksektir. Bu nedenle kesim işçilerinin koruyucu kulaklık takmaları gerekmektedir. Ortam gürültüsü ise gürültü kaynağından uzaklaşmaya bağlı olarak azalmasına rağmen yine de rahatsız edici seviyenin altına düşmemektedir.

Sürütmede ise makine kullanımının olmadığı sürütme yöntemi katır veya sapınle sürütme ve katır veya kızakla ster emvalinin bölmeden çıkarma tekniğidir. Ancak bu aşamaların zaman ve işgücü açısından dezavantajlı olduğu bilinmektedir. Yükleyiciden kaynaklanan gürültü çok yüksek olmamakla birlikte rahatsız edici seviyelerdedir. Taşımada zaman ve mesafe açısından kamyonlar daha avantajlı olmaktadır. Kamyonlarda kabin içerisinde olmaktan dolayı gürültü kaynağına oldukça yakınlık söz konusu olmakta ve yüksek gürültü seviyesine maruz kalınmaktadır. Ancak kamyonlardaki gürültü değeri gürültünün ölçüldüğü mesafe ve gürültü ölçerine ulaştığı en yüksek gürültü değerine bakıldığında, motorlu testere gürültüsü kadar yüksek seviyede değildir.

Sonuç olarak; çalışma bölgesi örneğinden hareketle halihazırda odun hammaddesi üretiminde motorlu testereye bağlı üretim teknolojisinin hakim olduğu; bölmeden çıkarma faaliyetlerinde zeminde sürütme tekniğinin baskın olduğu ve insan gücü ve yerçekimine bağlı yöntemlerin ağırlıklı tercih edildiği; yükleme işlerinde makineli çalışmanın yapıldığı ancak ster emvalinin elle yüklendiği, buna rağmen ara teknolojinin tercih edildiği; taşıma işlerinde de kamyonlara bağımlı tekniklerin izlendiği tespit edilmiştir. Kesim sürecinde, motorlu testere kullanımına bağlı olarak CO₂ gazı salımının gerçekleştiği, buna karşın insan ve makine enerjisinin ortaklaşa kullanılarak (motor-manuel) işlerin kotarılmasının toplam çalışma zamanını ve işgücü enerjisini azalttığı sonucuna erişilmiştir. Bölmeden çıkarma sürecinde ise işgücü enerjisinin yoğun kullanımından dolayı (yerçekimi kuvvetine bağlı olarak) işlemin kısa sürede gerçekleştiği, buna karşın makine kullanılmadığından emisyon oluşmadığı ve

gürültü düzeyinde rahatsız edici olmadığı anlaşılmıştır. Geleneksel olarak elle yükleme işi, özellikle tomruk üretiminde tamamen azalmış olup yükleme kısıkaçlı yükleyici ile gerçekleştirilmektedir. Böylece yükleme zamanı kısaltılmış ve verim arttırılmıştır. Ancak makine çalışmasına bağlı olarak harcanan enerji ve açığa çıkan emisyon miktarı artmıştır. Bununla birlikte üretim sırasında oluşan gürültü düzeyi ve gürültüye maruziyet süresi de artmıştır.

Taşıma işlerinde orman köylülerinin satın alabilecekleri ve orman içinde kullanabilecekleri marka ve modelde kamyonlardan yararlanılmıştır. Orman yollarında taşıma; CO₂ gazının salımına neden olan en önemli unsurlardandır. Bununla birlikte araç seyir hızına bağlı olarak taşıma işleri orman içinde gürültü kaynağı olması açısından belirgin bir faktördür.

Bu sonuçlara bağlı olarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir.

- Bu çalışmada yalnızca çalışma alanı sınırları içerisinde odun üretimi dikkate alınmış olup, odun dışı ürünlerin üretimi dahil edilememiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda odun dışı orman ürünlerinin üretimine yönelik benzer analizler yapılabilir.
- Makine kullanımına bağlı bir miktar yağ toprağa karışmakta olup, bunun çevreye ne kadar zarar verdiği araştırılabilir. Kullanılan makinelerin orman içerisinde emisyon salımı yapmış olduğu belirlenmiş olup, bu emisyonların orman ekosistemine zarar verip vermediği eğer bir zarar sözkonusu ise ne derecede olduğunun belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılabilir.
- Üretim işlerinde çalışan işçilerin iş kazalarına karşı koruyucu önlemler alınabilir. Çalışanların giydikleri kıyafetler yapılan işe daha uygun olabilir. Özellikle kesim işçilerinin koruyucu kıyafet kullanmaları gerekmektedir. Hem tehlikeli hem de gürültülü ortamda çalıştıkları için dikkat etmeleri gerekmektedir. Gürültü miktarının azaltılması için gürültü önleyici kulaklık kullanılmalıdır.

- Ormancılık işleri özellikle de üretim işleri oldukça zor ve uzun süre emek isteyen işler olup, çalışanların iş yükü ve yorgunluğu oldukça fazla olmaktadır. Yorgunluk beraberinde dikkatsizliği ve bunun sonucunda da iş kazalarını meydana getirir. Ormancılık işlerinde iş güvenliği ön plana çıkarılmalı, çalışan işçiler bilgilendirilmeli ve bu bilgiler doğrultusunda alınan önlemler ile çalışmalarını sürdürmelidirler.
- İşgücü enerjisinin azaltılması konusunda makine kullanımı yaygınlaştırılabilir. Bu yakıt miktarına bağlı olarak toplam enerji miktarında artmaya, insan enerjisinde azalmaya neden olur. Bu açıdan bakıldığında üretimde ara ve ileri teknolojinin kullanılması işgücü enerjisi açısından daha avantajlı olabilir. Bunun yanında daha az emisyon, enerji ve gürültü açığa çıkaran üretim teknikleri kullanılabilir.
- Makine ve araçların kullandıkları yakıt türüne göre farklı miktarlarda emisyon salımı gerçekleşmekte olup, emisyon salımının azaltılması gerekmektedir. Emisyon miktarını azaltmak için kullanılan makinelerin bakımları düzenli olarak yapılabilir. Ayrıca operatör kullandığı makine ve araçları daha verimli kullanarak toplamdaki emisyon miktarını azaltabilir.
- Teknolojinin ilerlemesiyle daha az emisyon salımı yapan araçlar üretilmekte olup, emisyon miktarının azaltılması için daha yeni nesil araçlar kullanılabilir.
- Kamyonlarda motorin yerine yağ kullanılmasından dolayı emisyon salınımı artabilir. Emisyon miktarının azaltılması için araç için uygun olan yakıt türü kullanılması gerekir.
- Odun hammaddesi üretiminde; uygun teknolojiyi tercih etmek açısından enerji dengesi, emisyon miktarı, gürültü düzeyi gibi değişkenler/faktörler yanında ekonomi, diğer çevresel etki faktörleri, sosyal durum vb. dikkate alarak değerlendirme yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Acar, H., 1994. Ormancılıkta Transport Planları ve Dağlık Arazide Orman Transport Planlarının Oluşturulması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon, 2004.
- Acar H. H., 1995. Artvin Yöresinde MB Trac 900 Özel Orman Traktörü ile Orman Ürünlerinin Bölmeden Çıkarılması Üzerine İncelemeler, Turkish Journal of Agriculture And Forestry, 19, 45-50s, Tübitak.
- Acar H. H., 1997. Dağlık Arazide Orman Traktörleri ile Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının İncelenmesi, Turkish Journal of Agriculture And Forestry, 21, 299-306s, Tübitak.
- Acar H. H., 1998. Artvin Orman İşletme Müdürlüğünde Kamyonla Nakliyat Giderlerinin Transport Modeli ile Minimize Edilmesi, Turkish Journal of Agriculture And Forestry, 22, 491-497s, Tübitak.
- Acar, H.H., Eker, M., Eroğlu, H., 2003. Orman İşçiliğinde İş Kazaları Üzerine Bir Değerlendirme, 9. Ulusal Ergonomi Kongresi, Bildiriler Kitabı, 1-8s, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Acar, H., Ünver, S., 2004. Odun Hammaddesi Üretiminde Teknik ve Çevresel Açından Zararların Tespiti İle Çözüm Önerileri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Sayı 4-5-6, 165-173s, Trabzon.
- Alkan, H., Eker, M., 2005. Orman Kaynaklarından Faydalanmanın Sürdürülebilirliğine Dar Ölçekli Bir Bakış, Türk Ormancılığında Uluslararası Süreçte Acil Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular, Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları, Orman Mühendisleri Odası Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 423-437s, Antalya.
- Almqvist, A., 1985. Jord- Och Skogsbrukets Samt Tradgardsn Aringensanv Andningav Direkthj Alpenergi win Swedishx, ISBN 13,9789122007531.
- Altın, R., Çetinkaya, S., Yücesu, H.S., 2001. The Potential of Using Vegetable Oil Fuels as Fuel for Diesel Engines, 42, 529-538s, Energy Conserv Manage.
- Altuğ, O., 1989. Maliyet Muhasebesi, Marmara Üniversitesi Yayınları, 466, 159s, İstanbul.
- Anonim, 2004. Türkiye Çevre Atlası, ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı, 4, 457s, Ankara.
- Anonim, 2005. AB Sera Gazları Ticaret Programını Başlattı, Global Enerji Dergisi, 7, 48-50s, İstanbul.

- Anonim, 2008. Ağlasun Orman İşletme Şefliği, Fonksiyonel Orman Amenajman Planı, 459s, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü.
- Anonim, 2009. Dizel Motor Emisyonların İncelenmesi, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Ders Notu, Sakarya.
- Anonim, 2009. Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği, Erişim Tarihi: 04.04.2010.
<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.12956&Mevzuatliski=0&sourceXmlSearch>
- Anonim, 2011. (AOİŞ), Ağlasun Orman İşletme Şefliği, Bölme Dosyaları, Isparta.
- Apud, E., Bostrand, L., Mobbs, I.D., Strehlke, B., 1989. Guidelines on Ergonomic Study in Forestry, ILO, 243 p, Geneva.
- Araç Bilgisi, 2012. Akaryakıtların Kütlesel Ağırlıkları, Erişim Tarihi: 24.09.2012.
<http://www.aracbilgisi.com/sss/1811-bir-litre-yakit-kac-kilogramdir.html>
- Arıkan, Y., 2006. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü (Metinler ve Temel Bilgiler), Bölgesel Çevre Merkezi (REC Türkiye), Ankara.
- Asan Ü., 1995. Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında Karbon Birikimi, İstanbul Üniversitesi, 41, 1-2, Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul.
- Asan, Ü., 1999. Climate Change, Carbon Sinks and the Forests of Turkey, Proceedings of the International Conference on Tropical Forests and Climate Change: Status, Issues and Challenges (TFCC '98), Philippines.
- Asan, Ü., Yeşil, A., Özdemir, İ., Sağlam, S., 2005. Ormanlarda Karbon Birikimi ve Yıllık Değişimin Belirlenmesinde Başvurulan Temel Yaklaşımlar, Türk Ormancılığında, Uluslararası Süreçte Acilen Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular, Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 157-170s, Antalya.
- Athanassiadis, D., Lideslav, G., Wasterlund, I., 1999. Fuel, Hydraulic Oil and Lubricant Consumption in Swedish Mechanized Harvesting Operation, 10, 59-66s, Journal of Forest Engineering.
- Athanassiadis, D., 2000. Energy Consumption and Exhaust Emissions in Mechanised Timber Harvesting Operations in Sweden, 255, 135-143s, Science of The Total Environment.
- Ausstoßes, 2012. Informationen zur Berechnung des CO₂-Ausstoßes, Erişim Tarihi: 13.10.2012.
http://www.spritmonitor.de/de/berechnung_co2_ausstoss.html

- Aykut, T., 1978. Bolu Mıntıkasında Orman Ürünleri Taşımacılığının Süre Bakımından Planlanması, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 2, 49-102s, İstanbul.
- Balcı, N., 2000. Toprak Koruması, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 947/439, 490 s, İstanbul.
- Barlas H., 1996. Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Başsüllü, Ç., 2010. Orman Kaynaklarının Karbon Depolama İşlevi ve Sürdürülebilir Dünya Yaşamı Açısından Önemi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Seminer-I, 49 s., Isparta.
- Baydar, M.L., Gül, H., Akçil, A., 2009. Bilimsel Araştırmanın Temel İlkeleri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, No 79, 270s, Isparta.
- Bayoğlu, S., 1962. Çangal Bölgesinde Orman Nakliyatı ve Yol Sistemi Üzerine Araştırmalar, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 57-99s, İstanbul.
- Bayoğlu, S., 1985. Ormancılıkta Mekanizasyon ve Gelişmesi, Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği 1. Ulusal Sempozyumu, Milli Prodüktivite Merkezi, 65-75s, Bolu.
- Bayoğlu, S., 1996. Orman Nakliyatının Planlanması, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, No 3941, 169s, İstanbul.
- Bayramoğlu M. M., Toksoy D., 2010. Ormanlarda Karbon Birikimi ve Ekonomisi, Orman Mühendisleri Odası Yayın Organı, ISSN 1301-3572, Ankara.
- Berg, S., 1995. The Environmental Load of Fossil Fuels in Swedish Forestry an Inventory for an LCA., No. 8, Hamburg, Germany.
- Berg, S., 1997. Some Aspects of LCA in the Analysis of Forestry Operations, Journal of Cleaner Production, 5, 211-217s, Sweden.
- Berg, S., Karjalainen, T., 2003. Comparison of Greenhouse Gas Emissions From Forest Operations in Finland and Sweden, An International Journal of Forest Research, 76, 271-284s.
- Berg, S., Lindholm, E-L., 2005. Energy use and Environmental Impacts of Forest Operations in Sweden, Journal of Cleaner Production, 13, 240-353s, Forestry Research Institute of Sweden.
- Birim Çevir, 2012. Enerji ve Diğer Birimlerin Çevrilmesi, Erişim Tarihi: 12.06.2012. <http://www.birimcevir.com/enerji-ve-is-birimleri/enerji-ve-is-birimleri.aspx>

- Birim Çevir, 2013. Hayvan Gücü Enerjisinin Hesaplanması, Erişim Tarihi: 02.01.2013. <http://www.birimcevir.com/guc-birimleri/guc-birimleri.aspx>
- Biyoenerji Raporu, 2010. Türkiye’de Odunsu Biokütleden Temiz Enerji Üretimi, Erişim Tarihi: 28.04.2010. <Http://www.ogm.gov.tr/dokumanlar/biyoenerjiraporu0209.pdf>
- BMC, 2012. BMC Araç Katoloğu, Erişim Tarihi: 24.11.2012. <http://www.bmc.com.tr>
- Carus, S., 2002. Bazı Hacim Formüllerinin Seksiyon, Gövde ve Bağlı Uzunluklara Göre Kıyaslanması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 1, 101-114s, Isparta.
- Cole PJ, LeMura LM, Klinger TA, Strohecker K, McConnell TR. 2004. Measuring energy expenditure in cardiac patients using the Body Media Armband *versus* indirect calorimetry. A validation study. The Journal of Sports Medicine Physical Fitness 44, 262–271.
- Conway, S., 1982. Logging Practice, Principles of Timber Harvesting Systems, Miller Freeman Publications, 431s, Oregon.
- Couch, G., 1993. Fuel Pet – World Resources and Utilization, 119 pp, Cool Research, London.
- Çalışkan E., Çağlar S., 2010. An Assessment of Physiological Workload of Forest Workers in Felling Operations. African Journal of Biotechnology, 9, 35s.
- Çandır, M., 1996. Gürültü, Mühendis ve Makine Issn 1300- 3402, 435, Çalışma Güvenliği Özel Sayısı, 29-33s.
- Çetin, C., Erdoğın A., Yolcu M., Baydar M. L., 2008. Metabolik Holter ile Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü Öğrencilerinin Günlük Fiziksel Aktivitesinin Ölçülmesi, 196-201s, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası.
- Çoban, C., 1975. Gökınar ve Çam Tomrukların Uzun Boylu ve Kabuklu Olarak Hasadıyla Uygulanmakta Olan Yöntemin Ekonomik Yönden İrdelenmesi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, 73, Ankara.
- Çoban, H.O., 2011. Calculation of Average Skidding Distance on Sloping Terrain With GIS Tools, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 12, 98-103, Isparta.
- Çolak, İ., Bayındır R., Demirtaş, M., 2008. Türkiye’nin Enerji Geleceği, Gemec-Gazi Elektrik Makineleri ve Enerji Kontrol Grubu, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü, Ankara.

- Demir, M., Hasdemir, M., Şentürk, N., 2005. Ormanların Korunması Açısından Orman Yollarının Değerlendirilmesi, Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 143-146s, Süleyman Demirel Üniversitesi, Kültür Merkezi, Isparta.
- Demir, M., 2007. Odun Üretimi, Sürütme ve Nakliyat Çalışmalarının Orman Ekosistemine Ekolojik Etkileri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Dingil, S., 1979. Çeşitli Alan Koşullarında ve Çeşitli Boyutlarda Kızılçam Yapacak Yuvarlak Odunlarının Sürütülmesinin Birim Sürelerinin Saptanması, Ormanlık Araştırma Enstitüsü, No 97, 27s, Ankara.
- Durgut, M. R., 2001. Farklı Çalışma Koşullarında Traktör Egzoz Emisyonlarının Belirlenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 51s, Tekirdağ.
- Dykstra, D.P., Heinrich, R., 1996. FAO Model Code of Forest Harvesting Practice, FAO Publications, 951-956s, Rome.
- Eker, M., 2004. Ormanlıkta Odun Hammaddesi Üretiminde Operasyonel Planlama Modelinin Geliştirilmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 239s, Trabzon.
- Eker, M., Acar,, H.H., 2005. Orman Yolları ve Üretim Faaliyetlerinde Çevresel Etkilerin Azaltılmasına Yönelik Bazı Uygulama Önlemleri, I. Çevre ve Ormanlık Şurası, Tebliğler Kitabı, 109-125s, Antalya.
- Eker, M., Acar, H., 2006. Odun Hammaddesi Üretiminde Planlama Yöntemi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 128-140s, Isparta.
- Eker, M., 2008. Transport Tekniği ve Tesisleri Dersi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayınlanmamış Ders Notları Sunumu, Isparta.
- Eker, M., Çoban, H. O., 2008. Ormanlık İşlerinde Aktüel Teknoloji Düzeyi ve Ergonomi Klavuzlarının Uygulanabilirliği, 14. Ulusal Ergonomi Kongresi, Bildiriler Kitabı, 382-391s, Trabzon.
- Eker, M., 2010. Ormanlık İş Bilgisi Ders Notları, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayınlanmamış Ders Notları Sunumu, Isparta.
- Eker, M., Çoban, H. O., Acar, H. H., 2011. Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey, African Journal of Agricultural Research, 6(10), 2146-2156.

- Eker, M., Ada, N., 2011. Orman Yolu Kalite Analizine Yönelik Ölçüt ve Gösterge Setinin Oluşturulması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 12, 89-97s, Isparta.
- Engür, M. O., 1996. Orman Ürünlerinin Hasadında Teknoloji Seçimi ve Mekanizasyon Olanakları, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 216 s, İstanbul.
- Erdaş, O., 1986. Odun Hammaddesi Üretimi, Bölmeden Çıkarma ve Taşıma Safhalarında Sistem Seçimi, Karadeniz Üniversitesi, Orman Fakültesi, 91-113.
- Erdaş, O., 1987. Uygulama Açısından Türkiye’de Odun Hammaddesi Üretim ve Orman Yollarında Transport İlişkileri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 51-63.
- Erdaş, O., Acar, H.H., Tunay, M., Karaman, A., 1995. Türkiye’de Orman İşçiliği ve Üretim, Orman Yolları, Orman Ürünleri Transportu, Ormancılıkta Mekanizasyon ve Mülkiyet-Kadastro İle İlgili Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Türkiye Ormancılık Raporu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Ergen, G., 2006. Ön Isıtma Uygulanarak Kullanılan Biyodizel Yakıtının Motor Performans ve Emisyonlarına Etkisinin İncelenmesi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Ergün Ö., Mengi A., 1996. Egzoz Gazlarının Hayvansal Gıdalardaki Kalıntıları ve Sağlığa Zararları, İstanbul Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi, İstanbul.
- Eroğlu, H., Öztürk, A., Öztürk, U.O., Eker, M., 2009. Farklı Bölmeden Çıkarma Teknikleri İle Taşınan Ürünlerde Oluşan Zararların Tespiti ve Zararların Ekonomik Boyutlarına Yönelik Genel Bir Değerlendirme, II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, Bildiriler Kitabı, s 284-293, Isparta
- Eroğlu H., Özmen T., 2010. Hayvan Gücü ile Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Verimlilik Açısından İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 554-563s.
- Erten, P., Önal, S., 1985. Ağaç ve Kabuklarının Enerji Değerlerinin Saptanmasına İlişkin Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 62, 104 – 105, Ankara.
- EXTECH, 2012. EXTECH HD 600 Teknik Özellikler, Erşim Tarihi: 15.09.2012. <http://www.pentaotomasyon.com.tr/sayfalar.asp?LanguageID=1&cid=3&id=1178&b=detay>,
- FAO, 1982. Appropriate Technology in Forestry, FAO Forestry Paper No: 33, Rome.

- FAO, 2010. Harvesting-Publications, FAO, Erişim Tarihi: 28.06.2010. [Http://www.fao.org/forestry/harvesting/en](http://www.fao.org/forestry/harvesting/en)
- Fırat, F., 1973. Dendrometri Kitabı, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 359s, İstanbul.
- Frykman, B., 1982. Aspects of Ergonomics and Safety to be Considered in Choice of Technology in Forestry, FAO Forestry Paper 31, Rome.
- Görücü, Ö., Eker, Ö., 2009. "Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar", Süleyman Demirel Üniversitesi, II. Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, Isparta.
- Gül A. U., Acar H. H., Topalak Ö., 1999. Ormanlıkta Üretim Çalışmalarında Mekanizasyon İhtiyacının Doğrusal Programlama Yoluyla Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 375-382s, Trabzon.
- Gürlevik, N., Karatepe, Y., 2005. İklim Değişikliği ve Ormanlığımız, TMMOB Orman Mühendisleri Odası, Türk Ormanlığında, Uluslararası Süreçte Acil Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular, Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu, 267-279, Antalya.
- Gürtan, H., 1969. Değişik Tipli Balta ve Kabuk Yontma Demirlerinin İş Verimleri, Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Ekonomi ve İşbilgisi Şubesi Müdürü, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 38, Ankara.
- Gürültü Yönetmeliği, TSE 2607 ISO 1999, 1990 Standardı, 4857 Sayılı İş Kanunu, 78. Maddesi, Sayı No 25325.
- Hasdemir, M., 1994. Orman Mühendisliğinin Çevresel Sorunlara Yaklaşımı, Süleyman Demirel Üniversitesi, VIII. Mühendislik Haftası, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Isparta.
- Hasmoglu, C., 2000. Dizel Motorlarında Egzoz Gazları Resirkülasyonunun (EGR) Motor Performansı ve Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Husqvarna, 2012. Husqvarna Marka Motorlu Testerelerin Teknik Özellikleri, Erişim Tarihi: 14.11.2012. www.husqvarna.com
- ILO, 1992. Fitting The Job to The Forest Worker, ILO, 128 p, Geneva.
- ILO, 1998. Safety and Health in Forestry Work – ILO Code of Practice, ILO Publication, 166 Pg, Geneva.

- IPCC, 2000. Land Use, Land Use Change and Forestry: Summary for Policymakers, A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland.
- IPCC, 2007. İklim Değişikliğinin Azaltılması, 3, III. Çalışma Gurubu Raporu.
- İlkılıç C., 1999. Çeşitli Alternatif Yakıtların Dizel Motoru Emisyonlarına Etkilerinin Teorik ve Deneysel İncelenmesi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- İlter, E., 1989. Tabii ve Suni Olarak Yetiştirilmiş ve Sıklık Çağındaki Kızılçam ve Karaçam Meşcerelerinde Yapılacak Sıklık Bakım İşlerine Ait İş-Zaman Analizleri, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, No 207, 64s, Ankara.
- İlter, E., Çakır, M., Yüksel, S., 1986. Determination of the Work Studies and its Unit Costs Related to all Activities From the Harvesting to Selling of Industrial and Fuel Wood at Büyükdüz Research Forest, Compartment. Forestry Research Institute in Ankara.
- İncir G., 2008. Ergonomi, Çalışma Ortamı ve Fiziksel Çevre, Çalışma Ortamı ve Gürültü, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 114s, Ankara.
- Kahyaoğlu, O., 2003, Odider, Otodöğalgaz İstasyonları Derneği, Eğitim Bülteni.
- Kaplan, Ş., 2011. Yetişkinlerde Obstrüktif Uyku Apne Sendromu (Ouas) Şiddeti ile Fiziksel Aktivite Düzeyi ve Vücut Profili Arasındaki İlişki, Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, 54s, Isparta.
- Kapucu, F., 1987. Ormancılık Bilgisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları.
- Karabıyık, Ö., Gürbüz, H., Akçay, İ. H., 2008. Buji Ateşlemeli Hava Soğutmalı Bir Motorda Egzoz Gazları ile Isıtılmış LPG Yakıtının Yakıt Tüketimi ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi, Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksekokulu, Teknik Bilimler Dergisi, 1(9).
- Karaman, A., 1997. Doğu Karadeniz Yöresinde Farklı Çalışma Koşullarında Kesim ve Sürütme İşlerinde İş Güçlüğü Kriterlerinin Araştırılması ve Verim Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 221 sayfa, Trabzon.
- Karbon Bütçeleme, 2010. Karbon Yönetimi, Erişim Tarihi: 28.05.2010. www.ogm.gov.tr/iklim/orman_karbon_yonetimi
- Karjalainen, T., Asikainen, A., 1996. Greenhouse Gas Emissions From the use of Primary Energy in Forest Operations and Long-Distance Transportation of Timber in Finland, An International Journal of Forest Research, 215-228s.

- Klvac, R., Ward, S., Owende, P., Lyons, J., 2003. Energy Audit of Wood Harvesting Systems, *Journal of Forest Science*, 476-482s.
- Lim B., Brown S., Schlamadinger B., 1999. Carbon accounting for forest harvesting and wood products: review and evaluation of different approaches, *Environmental Science & Policy*, 207-216s.
- LULUCF, (Land Use, Land-Use Change And Forestry-Lulucf), 2006. İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormanlık Çalışma Grubu Raporu, Koordinatör Kurum: Çevre ve Orman Bakanlığı, Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı 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 s, Italy.*
- McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L., *Exercise Physiology /Energy, Nutrition and Human Performance. Sixth Edition. Baltimore, USA. Lippincott Williams and Wilkins. 2007. 195-208.*
- Menemencioglu, K., 2006. Ormanlıkta Üretim İşlerinde Çalışma Koşulları ve İş Kazaları Üzerine Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 1-12s, Isparta.
- M.P.M., 1992. Milli Prodüktivite Merkezi, Verimlilik Yönetimi (Çeviri), ILO, Ankara.
- Nilsson, C-A., Lindahl, R., Norström, A., 1987., Occupational Exposure to Chain Saw Exhausts in Logging Operations, National Board of Occupational Safety and Health, Sweden.
- NPC, 2005. Is a Quiet Chainsaw an Oxymoron, Special Report, ISO 15930-1 Summer.
- OGM, 2010. İklim Değişikliği Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormanlık, Orman Genel Müdürlüğü.
- OGM., 1996. Orman Genel Müdürlüğü, Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 sayılı Teblig, Ankara.
- Oğurlu, İ., 2008. Yaban Hayatı Kaynaklarımızın Yönetimi Üzerine, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, ISSN 1302-7085, 35-88 s, Isparta.
- Öncer, M, 1990. "Orman Ürünleri Hasadı Sırasında Meydana Gelen Kayıplar ve Önleme Yolları", Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 369-496s, Ankara.

- Özçamur, M., 1981. Bölmeden Çıkarmada Çeşitli Makinelerin Zaman Verim ve Masraf Yönünden Araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları.
- Özçamur, M., 1988. İş Etüdü ve Ergonomi, Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları.
- Özçelik, R., 2005. Mut Orman İşletmesinde Karaçam, Sedir ve Kızılcım Ağaç Türleri İçin Dip Çap-Göğüs Çapı İlişkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Bölümü, 92-97s, Isparta.
- Öztürk, T., 2002. Orman Ürünlerinin Bölmeden Çıkarılmasında Kullanılan Mekanizasyon Araçları, II. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, Artvin.
- Peterson, J.T., 1987. Harvesting Economics, Handfalling Old-Growth Timber Conventional Versus Selective-bucking techniques, Forest Engineering Research Institute of Canada, 12s, Feric.
- Pitta F., Troosters T., Probst V.S., Spruit M.A., Decramer M., Gosselink R., 2006. KOAH'ta Anketler ve Hareket Sensörleri ile Günlük Yaşamdaki Fiziksel Aktiviteyi Belirleme, CopyrightERS Journals Ltd.
- Potočník, I., Poje, A., 2010. Noise Pollution In Forest Environment Due to Forest Operations, 137-148s, Original Scientific – Izvorni Znanstveni Rad.
- Raev, I., Grozev, O., V. Alexandrov, 1996. Assissment of the Forest GHG Offset Potentid, Vulnerability to Climate Change and Adaptation Measures for Bulgarian Forests, p.60, Sofia.
- REFA, 1961. Arbeitsgestaltung, Refa – Buch, band, 1. 10. Auflage, München.
- Saraçoğlu, N., 2010. Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormanlığı Kitabı, Bartın.
- Seçkin, Ö.B., 1987. Bölmeden Çıkarma, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 157-178.
- SenseWear, 2012. Armband SenseWear Enerji Ölçüm Cihazı Teknik Özellikleri, Erişim Tarihi: 18.10.2012. <http://www.ardsport.com/?uid=46>
- Serin H., Akay A.E., 2008. Tomruklama Sırasında Ortaya Çıkan Gürültü Düzeyinin Analizi, 14. Ulusal Ergonomi Kongresi, 412-416s, Trabzon.
- Smith, N., Corcoran, T.J., 1976. The Energy Analysis of Wood Production for Fuel Applications, University of Maine, Orono, Maine.
- Stihl, 2012. Stihl Marka Motorlu Testerelerin Teknik Özellikleri, Erişim Tarihi: 15.11.2012. www.sadal.com.tr

- SONY, 2012. SONY DCR-SX34E Marka Video Kamera Özellikleri, Erişim Tarihi: 16.09.2012. <http://www.sony.com.tr/product/sdh-standard-definition-on-memory-stick/dcrsx34er.cen>
- Sundberg, U., Silversides, C.R., 1988. Operational Efficiency in Forestry, 388s, Kluwer Academic Publishers.
- Şenyaz, A., 2011. İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi ve Kyoto Protokolünde Ormancılığın Yeri ve Yapılması Gerekenler, 2023'e Doğru 1. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu.
- Şölener, M., 2004. Kızılçam Biyokütlesinde Isıl Değer Belirlenmesi, Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimamırlık Fakültesi Dergisi, Eskişehir.
- Taşkıran, I., 2009. Yenilenebilir Enerjide Orman Biyokütlesinin Durumu ve Orman Genel Müdürlüğü'nde Biyoenerji Konusunda Yapılan Çalışmalar, Orman Genel Müdürlüğü, Kayseri.
- Tavşanoğlu, F., 1964. Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, 368s, İstanbul.
- TDK, 2013. Türk Dil Kurumu, Türkçe Terimler Sözlüğü, Erişim Tarihi: 05.01.2013. <http://www.tdk.gov.tr>
- Terzioğlu, M., Barutçu, B., Dursun, Ş., Yurdakoş, E., Seçkin, B., Bayoğlu, S., Şentürk, N., 1991. Ülkenin Bazı Ormanlık Bölgelerinde Orman Ürünü Tomruğun İnsan Gücüyle Kamyona Yükleme İşleminde Kalori Tüketimi, 3. Ergonomi Kongresi, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, 243-252s, Ankara.
- Tunay, M., , Melemez, K., , 2003. Motorlu Testere ile Çalışmada Gürültü Riski, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, II. İş Sağlığı Ve Güvenliği Kongresi Konferansları, Bartın.
- Uluslar Arası Örgütler, 2010. Küresel İklim Değişimi, Erişim Tarihi: 02.06.2010. <Http://iklim.ogm.gov.tr/>
- Yamık, H., 2002. Dizel Motorlarında Alternatif Yakıt Olarak Yağ Esterlerinin Kullanılma İmkanlarının Araştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 205s, Ankara.
- Yıldırım, M., 1989. Ormancılık İş Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 278 s, İstanbul.
- Zengin, H., Asan, Ü., Destan, S., Özkan, U.Y., 2005. Küresel Isınmanın Önlenmesinde Ormanların Rolü Ve Önemi. Türk Ormancılığında Uluslararası Süreçte, Acil Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular,

Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu,
<http://www.ogm.gov.tr/iklim/dokuman.htm>

EKLER

EK A. Çizelgeler

EK A. Çizelgeler

Çizelge A.1. Elle kabuk soyma için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Tomruk Yanına Yürüme Mesafesi (m) | Tomruk Yanına Yürüme ve Başlama Zamanı (sn) | Kabuk Soyma Zamanı (sn) | Çevirme Zamanı (sn) | Kabuk Soyma Zamanı (sn) | Çevirme Zamanı (sn) | Kabuk Soyma Zamanı (sn) | Çevirme Zamanı (sn) | Bitiş Zamanı (sn) | Gecikmeler | Dip Çap (cm) | Orta Çap (cm) | Uç Çap (cm) | Boy (cm) |
|----------------|--|--------------|-----------------------------------|---|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|------------|--------------|---------------|-------------|----------|
| Başlama | | 1 | 5 | 00:01:40 | 00:07:18 | 00:07:32 | 00:08:44 | 00:09:05 | 00:10:48 | 00:10:48 | 00:10:48 | 00:10:52 | 43 | 38 | 33 | 400 |
| İşçi Sayısı | | 2 | 2 | 00:11:02 | 00:13:48 | 00:14:09 | 00:18:13 | 00:18:13 | 00:18:13 | 00:18:13 | 00:18:13 | 00:19:29 | 33 | 32 | 30 | 400 |
| Arazi Eğimi | | 3 | 1 | 00:19:40 | 00:22:27 | 00:22:44 | 00:23:36 | 00:23:50 | 00:24:51 | 00:24:51 | 00:24:51 | 00:28:14 | 30 | 27 | 25 | 300 |
| Saat | | 4 | 4 | 00:28:24 | 00:35:00 | 00:36:36 | 00:40:25 | 00:40:25 | 00:40:25 | 00:40:25 | 00:40:25 | 00:40:25 | 49 | 46 | 42 | 300 |
| Bölme No | | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| Yaş | | 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| Boy | | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| Kilo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cinsiyet | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Çizelge A.2. Motorlu testere ile kabuk soyma için etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Tomruk Yanına Yürüme Mesafesi (m) | Tomruk Yanına Yürüme ve Başlama Zamanı (sn) | Kabuk Soyma Zamanı (sn) | Çevirme Zamanı (sn) | Kabuk Soyma Zamanı (sn) | Çevirme Zmanı (sn) | Kabuk Soyma Zamanı (sn) | Çevirme Zamanı (sn) | Bitiş Zamanı (sn) | Gecikmeler | Dip Çap (cm) | Orta Çap (cm) | Uç Çap (cm) | Boy (cm) | Gürültü Ölçülen Mesafe (m) |
|----------------|-----------|--------------|-----------------------------------|---|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|------------|--------------|---------------|-------------|----------|----------------------------|
| Başlama | 00:05:05 | 1 | 5 | 00:05:16 | 00:06:09 | 00:06:17 | 00:07:00 | 00:07:07 | 00:07:43 | 00:07:52 | 00:08:19 | 00:08:19 | 34 | 30 | 26 | 250 | 5 |
| İşçi Sayısı | 1 | 2 | 1 | 00:08:21 | 00:08:35 | 00:08:39 | 00:08:50 | 00:08:55 | 00:09:09 | 00:09:12 | 00:09:17 | 00:09:17 | 23 | 20 | 18 | 140 | 7 |
| Mot. Marka | Stihl 361 | 3 | 2 | 00:09:22 | 00:09:39 | 00:09:44 | 00:09:57 | 00:10:01 | 00:10:10 | 00:10:15 | 00:10:28 | 00:10:28 | 23 | 21 | 20 | 140 | 6 |
| Mot. Model | 2011 | 4 | 2 | 00:10:33 | 00:10:42 | 00:10:47 | 00:10:57 | 00:11:01 | 00:11:10 | 00:11:13 | 00:11:18 | 00:11:18 | 16 | 16 | 15 | 200 | 6 |
| Arazi Eğimi | 25 | 5 | 7 | 00:11:49 | 00:12:21 | 00:12:59 | 00:13:40 | 00:12:51 | 00:14:29 | 00:14:51 | 00:15:27 | 00:15:27 | 30 | 28 | 27 | 250 | 10 |
| Saat | 13:50 | 6 | 6 | 00:15:43 | 00:16:37 | 00:16:51 | 00:17:30 | 00:17:40 | 00:18:10 | 00:18:17 | 00:18:26 | 00:35:14 | 20 | 18 | 16 | 300 | 20 |
| Bölme No | 120 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Yaş | 33 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Boy | 165 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kilo | 63 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cinsiyet | Kadın | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | |

Çizelge A.3. Sapın ile sürütme için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Boş Yürüme Zamanı (sn) | Sapınle Çekim Zamanı (sn) | Yuvarlanma Zamanı (sn) | Gecikmeler | Sürütme Mesafesi (m) | Çap (cm) | Boy (cm) |
|----------------|----------|--------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------|----------------------|----------|----------|
| Başlama | 00:00:00 | 1 | 00:00:13 | 00:00:34 | 00:00:43 | 00:03:46 | 5 | 21 | 300 |
| Saat | 10:30 | 2 | 00:04:25 | 00:05:40 | 00:05:46 | 00:05:46 | 8 | 52 | 300 |
| İşçi Sayısı | 2 | 3 | 00:06:05 | 00:06:07 | 00:06:13 | 00:06:13 | 6 | 26 | 300 |
| Arazi Eğimi % | 30 | 4 | 00:06:23 | 00:06:38 | 00:06:42 | 00:06:42 | 8 | 26 | 300 |
| Bölme No | 94 | 5 | 00:06:55 | 00:06:56 | 00:07:00 | 00:07:00 | 5 | 22 | 200 |
| Yaş | 37 | 6 | 00:07:03 | 00:07:05 | 00:07:12 | 00:07:12 | 5 | 31 | 300 |
| Boy | 168 | 7 | 00:07:20 | 00:07:26 | 00:07:31 | 00:07:31 | 8 | 30 | 300 |
| Kilo | 76 | 8 | 00:07:36 | 00:07:41 | 00:07:48 | 00:07:48 | 20 | 32 | 300 |
| Cinsiyet | Erkek | 9 | 00:08:07 | 00:08:10 | 00:08:16 | 00:08:23 | 11 | 29 | 400 |
| Yaş | 35 | 10 | 00:08:27 | 00:08:30 | 00:08:40 | 00:08:40 | 45 | 40 | 200 |
| Boy | 172 | 11 | 00:08:54 | 00:09:06 | 00:09:20 | 00:09:20 | 50 | 34 | 300 |
| Kilo | 71 | 12 | 00:09:23 | 00:09:32 | 00:09:38 | 00:09:38 | 14 | 29 | 400 |
| Cinsiyet | Erkek | 13 | 00:10:25 | 00:11:23 | 00:11:29 | 00:11:29 | 5 | 48 | 300 |

Çizelge A.4. Traktörle kablolu sürütme için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Kablo Boş Gidiş Zamanı (sn) | Bağlama Zamanı (sn) | Kablo Dolu Dönüş Zamanı (sn) | Çözme Zamanı (sn) | Gecikmeler | Sürütme Mesafesi (m) | Çap (cm) | Boy (cm) | Gürültü Ölçülen Mesafe (m) |
|-----------------|--|--------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|------------|----------------------|----------|----------|----------------------------|
| Başlama | | 1 | 00:01:02 | 00:01:21 | 00:05:13 | 00:05:42 | 00:06:35 | 65 | 30 | 1000 | 3 |
| İşçi Sayısı | | 2 | 00:07:44 | 00:08:01 | 00:14:26 | 00:15:03 | 00:15:24 | 50 | 27 | 800 | 4 |
| Arazi Eğimi | | 3 | 00:16:55 | 00:17:27 | 00:25:08 | 00:25:45 | 00:26:06 | 55 | 33 | 900 | 2 |
| Saat | | 4 | | | | | | | | | |
| Bölme No | | 5 | | | | | | | | | |
| Traktör Markası | | 6 | | | | | | | | | |
| Model | | 7 | | | | | | | | | |
| | | 8 | | | | | | | | | |

Çizelge A.5. Traktörle zincirli sürütme için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Traktör Boş Gidiş Zamanı (sn) | Bağlama Zamanı (sn) | Traktör Dolu Dönüş Zamanı (sn) | Çözme Zamanı (sn) | Gecikmeler | Sürütme Mesafesi (m) | Çap (cm) | Boy (cm) | Gürültü Ölçülen Mesafe (m) |
|-----------------|--|--------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------|------------|----------------------|----------|----------|----------------------------|
| Başlama | | 1 | 00:01:00 | 00:03:06 | 00:07:57 | 00:08:45 | 00:09:31 | 53 | 42 | 800 | 4 |
| İşçi Sayısı | | 2 | 00:10:35 | 00:10:56 | 00:12:28 | 00:13:07 | 00:13:41 | 65 | 47 | 390 | 2 |
| Arazi Eğimi | | 3 | 00:15:35 | 00:16:27 | 00:20:04 | 00:23:35 | 00:26:04 | 70 | 34 | 600 | 3 |
| Saat | | 4 | | | | | | | | | |
| Bölme No | | 5 | | | | | | | | | |
| Traktör Markası | | 6 | | | | | | | | | |
| Model | | 7 | | | | | | | | | |
| Zincir Uzunluğu | | 8 | | | | | | | | | |

Çizelge A.6. Katırla tomrukların sürütülmesi için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Katır Boş Gidiş Zamanı (sn) | Katır Hazırlık ve Bağlama Zamanı (sn) | Katır Dolu Dönüş Zamanı (sn) | Katır Çözme ve Boşaltma Zamanı (sn) | Gecikmeler | Mesafe (m) | Tomruk Sayısı | Çap (cm) | Boy (cm) | Çap (cm) | Boy (cm) | Çap (cm) | Boy (cm) | Çap (cm) | Boy (cm) | Çap (cm) | Boy (cm) |
|----------------|----------|--------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------|------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Başlama | 00:02:16 | 1 | 00:05:48 | 00:10:20 | 00:13:29 | 00:14:11 | 00:14:11 | 95 | 4 | 18 | 300 | 17 | 300 | 16 | 300 | 15 | 300 | | |
| İşçi Sayısı | 2 | 2 | 00:17:25 | 00:18:52 | 00:23:03 | 00:24:05 | 00:24:05 | 120 | 3 | 16 | 300 | 24 | 300 | 20 | 300 | | | | |
| Hayvan Sayısı | 1 | 3 | 00:27:08 | 00:29:16 | 00:32:50 | 00:33:11 | 00:33:11 | 100 | 3 | 17 | 300 | 19 | 300 | 18 | 300 | | | | |
| Eğim | 32 | 4 | 00:39:33 | 00:45:07 | 00:45:50 | 00:47:30 | 00:47:30 | 60 | 4 | 17 | 140 | 21 | 140 | 25 | 140 | 18 | 300 | | |
| Saat | 14:15 | 5 | 00:51:05 | 00:54:13 | 00:56:29 | 00:58:41 | 00:58:41 | 105 | 5 | 21 | 300 | 16 | 300 | 22 | 300 | 17 | 300 | 17 | 140 |
| Bölme No | 120 | 6 | 01:03:59 | 01:06:39 | 01:10:33 | 01:12:03 | 01:12:35 | 90 | 4 | 17 | 300 | 16 | 250 | 15 | 140 | 18 | 140 | | |
| 1.Yaş | 37 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Boy | 165 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Kilo | 79 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Cinsiyet | Erkek | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.Yaş | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.Boy | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.Kilo | 68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.Cinsiyet | Kadın | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Katır Ağırlığı | 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Katır Yaşı | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Çizelge A.7. Odunların ster'e dizilmesi için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Bitiş Zamanı (sn) | Gecikmeler | Adet | Ster |
|----------------|----------|--------------|-------------------|------------|------|------|
| Başlama | 00:13:37 | 1 | 00:21:37 | 00:21:52 | 104 | 2 |
| İşçi Sayısı | 1 | 2 | | | | |
| Saat | 16:30 | 3 | | | | |
| Bölme No | 120 | 4 | | | | |
| Yaş | 37 | 5 | | | | |
| Boy | 165 | 6 | | | | |
| Kilo | 79 | 7 | | | | |
| Cinsiyet | Erkek | 8 | | | | |
| | | | | | | |

Çizelge A.8. Kızakla ster odunlarının taşınması için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Kızak Boş Gidiş Zamanı (sn) | Yükleme Zamanı (sn) | Bağlama Zamanı (sn) | Kızak Dolu Dönüş Zamanı (sn) | Çözme Zamanı (sn) | Boşaltma zamanı (sn) | Gecikmeler | Mesafe (m) | Ster Eni (cm) | Ster Boyu (cm) | Ster Yükseklik (cm) |
|----------------|----------|--------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|----------------------|------------|------------|---------------|----------------|---------------------|
| Başlama | 00:04:43 | 1 | 00:05:03 | 00:09:21 | 00:10:01 | 00:11:03 | 00:11:41 | 00:13:06 | 00:13:06 | 67 | 110 | 130 | 55 |
| İşçi Sayısı | 2 | 2 | 00:15:19 | 00:18:02 | 00:18:47 | 00:19:08 | 00:19:19 | 00:20:48 | 00:20:48 | 68 | 110 | 130 | 45 |
| Arazi Eğimi | 30 | 3 | 00:23:19 | 00:26:03 | 00:27:03 | 00:28:33 | 00:29:15 | 00:31:23 | 00:31:23 | 68 | 110 | 130 | 60 |
| Saat | 11:13 | 4 | 00:35:17 | 00:41:22 | 00:43:47 | 00:45:24 | 00:45:51 | 00:48:06 | 00:51:41 | 65 | 110 | 130 | 70 |
| Bölme No | 103 | 5 | | | | | | | | | | | |
| Yaş | 37 | | | | | | | | | | | | |
| Boy | 165 | | | | | | | | | | | | |
| Kilo | 79 | | | | | | | | | | | | |
| Cinsiyet | Erkek | | | | | | | | | | | | |
| Yaş | 33 | | | | | | | | | | | | |
| Boy | 160 | | | | | | | | | | | | |
| Kilo | 56 | | | | | | | | | | | | |
| Cinsiyet | Kadın | | | | | | | | | | | | |
| Kızak Ebatı | 65 X 200 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Çizelge A.9. Katırla ster odunlarının taşınması için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Katır Boş Gidiş Zamanı (sn) | Katır Hazırlık ve Yükleme Zamanı (sn) | Katır Bağlama Zamanı (sn) | Katır Dolu Dönüş Zamanı (sn) | Katır Çözme ve Boşaltma Zamanı (sn) | Gecikmeler | Mesafe (m) | Katır Yüğü (ad) |
|----------------|-------------|--------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------|------------|-----------------|
| Başlama | 00:00:00 | 1 | 00:01:34 | 00:02:53 | 00:03:30 | 00:08:10 | 00:08:32 | 00:09:38 | 40 | 13 |
| İşçi Sayısı | 1 | 2 | 00:10:54 | 00:12:17 | 00:12:52 | 00:17:13 | 00:17:47 | 00:18:52 | 45 | 14 |
| Hayvan Sayısı | 1 | 3 | 00:21:08 | 00:23:16 | 00:23:49 | 00:28:50 | 00:29:29 | 00:30:24 | 55 | 14 |
| Arazi Eğimi | 30 | 4 | 00:32:30 | 00:33:56 | 00:34:32 | 00:39:53 | 00:40:16 | 00:40:46 | 65 | 17 |
| Saat | 14:00 | 5 | | | | | | | | |
| Bölme No | 120 | 6 | | | | | | | | |
| Yaş | 37 | 7 | | | | | | | | |
| Boy | 165 | 8 | | | | | | | | |
| Kilo | 79 | 9 | | | | | | | | |
| Cinsiyet | Erkek | 10 | | | | | | | | |
| Katır Ağırlığı | 250 | | | | | | | | | |
| Katır Yaşı | 18 | | | | | | | | | |
| Taşıma Yönü | Eğim Yukarı | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Çizelge A.10. Traktör ile ster odunlarının taşınması için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Traktör Boş Gidiş Zamanı (sn) | Yükleme Zamanı (sn) | Traktör Dolu Dönüş Zamanı (sn) | Boşaltma zamanı (sn) | Gecikmeler | Mesafe (m) | Ön Ster Eni (cm) | Ön Ster Boyu (cm) | Ön Ster Yükseklik (cm) | Arka Ster Eni (cm) | Arka Ster Boyu (cm) | Arka Ster Yükseklik (cm) | Gürültü Ölçülen Mesafe (m) |
|-----------------|--|--------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|------------|------------|------------------|-------------------|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|
| Başlama | | 1 | 00:06:45 | 00:13:28 | 00:21:18 | 00:24:14 | 00:24:14 | 140 | 130 | 120 | 120 | | | | 7 |
| İşçi Sayısı | | 2 | 00:26:08 | 00:34:23 | 00:39:42 | 00:42:18 | 00:42:18 | 140 | 130 | 120 | 110 | | | | 8 |
| Arazi Eğimi | | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| Saat | | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Bölme No | | 5 | | | | | | | | | | | | | |
| Traktör Markası | | | | | | | | | | | | | | | |
| Model | | | | | | | | | | | | | | | |
| Araç Plakası | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Çizelge A.11. Kısaçalı yükleyici ile tomrukların yüklenmesi için kullanılan etüt karnesi.

| Genel Bilgiler | | Sefer Sayısı | Boş Gidiş Zamanı (sn) | Yükleme Zamanı (sn) | Dolu Dönüş Zamanı (sn) | Bırakma Zamanı (sn) | Gecikmeler | Mesafe (m) | Tomruk Sayısı | Çap (cm) | Boy (cm) | Çap (cm) | Boy (cm) | Gürültü Ölçülen Mesafe (m) |
|---------------------|--|--------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------|------------|---------------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------|
| Başlama | | 1 | 00:00:10 | 00:00:16 | 00:00:29 | 00:00:32 | 00:00:33 | 10 | 1 | 45 | 300 | | | 10 |
| Kullanılan Araç | | 2 | 00:00:50 | 00:01:02 | 00:01:27 | 00:02:26 | 00:02:26 | 12 | 2 | 36 | 300 | 27 | 300 | 8 |
| Çalışan İşçi Sayısı | | 3 | 00:02:49 | 00:03:00 | 00:03:59 | 00:04:15 | 00:04:17 | 12 | 2 | 25 | 300 | 28 | 300 | 11 |
| Bölme No | | 4 | 00:04:35 | 00:04:46 | 00:05:24 | 00:05:43 | 00:05:45 | 12 | 1 | 40 | 300 | | | 12 |
| Saat | | 5 | | | | | | | | | | | | |
| Eğim | | 6 | | | | | | | | | | | | |
| Model | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Çizelge A.12. Kamyonla taşıma için kullanılan etüt karnesi.

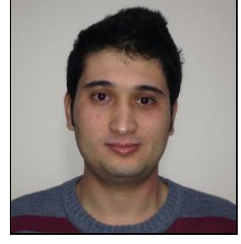
| Sefer Sayısı | Başlama | Kullanılan Araç | Araç Modeli | Çalışan İşçi Sayısı | Araç Plakası | Dolu Gidiş Zamanı (sn) | Boşaltma Zamanı (sn) | Boş Dönüş Zamanı (sn) | Gecikmeler | Mesafe (km) | Gürültü Ölçülen Mesafe (m) |
|--------------|----------|------------------|-------------|---------------------|--------------|------------------------|----------------------|-----------------------|------------|-------------|----------------------------|
| 1 | 00:00:00 | Bmc Fatih 200-26 | 1995 | | 15 EN 212 | 00:45:00 | 01:37:00 | 02:14:00 | 02:20:53 | 52 | 3 |
| 2 | 00:00:00 | Bmc Fatih 200-26 | 1997 | | 15 PH 554 | 00:43:00 | 01:32:00 | 02:00:00 | 02:15:22 | 53 | 2 |
| 3 | 13:53:00 | Bmc Fatih 200-26 | 1998 | | 32 DV 136 | 14:28:38 | 15:17:33 | 15:50:43 | 15:53:28 | 54 | 2 |
| 4 | 00:00:00 | Bmc Fatih 200-26 | 1996 | | 15 PN 186 | 00:35:00 | 01:43:00 | 02:16:00 | 02:20:00 | 55 | 3 |
| 5 | 16:32:24 | Bmc Fatih 200-26 | 1998 | | 32 DV 136 | 17:16:35 | 17:44:46 | 18:18:57 | 18:28:43 | 60 | 3 |

Çizelge A.13. Sayısal verilerin karşılık değerleri

| Çap Sınıfı | Müdahele Tipi | Eğim | Vucut Kütle İndeksi | Taşıma Yönü | Cinsiyet | | | | | | |
|------------|---------------|--------------|---------------------|-------------|----------|---------|---|-------------|---|-------|---|
| 1 | 08 -19.9 | Gençleştirme | 1 | 0 - 10 | 1 | 20-24.9 | 1 | Eğim Aşağı | 1 | Erkek | 1 |
| 2 | 20 -35.9 | Bakım | 2 | 11 - 20 | 2 | 25-29.9 | 2 | Eğim Yukarı | 2 | Kadın | 2 |
| 3 | 36 -51.9 | | | 21 - 30 | 3 | 30-34.9 | 3 | | | | |
| 4 | 52 < | | | 31 - 40 | 4 | | | | | | |
| | | | | 41 - 50 | 5 | | | | | | |

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yunus Emre ÖNAL
Doğum Yeri ve Yılı : Karaman, 1987
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : onalyunusemre@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Bifa Lisesi, 2004
Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği
Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği

Yayınları

Eker, M., Çoban, H.O., Önal, Y.E., 2011. Using of Agricultural Tractors for Harveting Operations in Turkish Forestry, 44th International Symposium on Forestry Mechanization, FORMEC/Austria 2011, 8-13 October, Graz-Austria, Proceedings (CD), 1 pp.