



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**ORMAN YANGININDAN SONRA ÜRETİM
ÇALIŞMALARINDAKİ SORUNLAR VE ÇÖZÜM
OLANAKLARI**

Ebru BİLİCİ

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Orman İnşaatı ve Transportu Programı**

Danışman

Prof.Dr. Mesut HASDEMİR

TEMMUZ, 2014

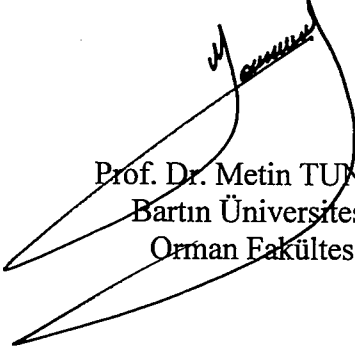
İSTANBUL

Bu çalışma 01/07/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Orman İnşaatı ve Transportu programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

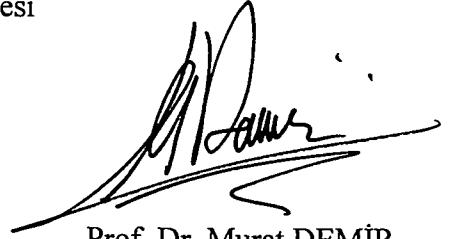
Tez Jürisi:



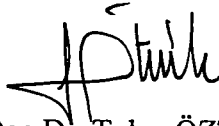
Prof. Dr. Mesut HASDEMİR (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



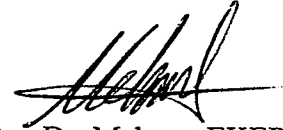
Prof. Dr. Metin TUNAY
Bartın Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Murat DEMİR
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Doç.Dr. Tolga ÖZTÜRK
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Doç.Dr. Mehmet EKER
Süleyman Demirel Üniversitesi
Orman Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 16178 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

“Orman Yangınından Sonra Üretim Çalışmalarındaki Sorunlar ve Çözüm Olanakları” adlı bu çalışmanın yürütülmesi sırasında bana yol gösteren ve lisansüstü öğrenimim süresince desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mesut HASDEMİR’e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında; TÜBİTAK “Yurt İçi Doktora Öğrencileri İçin Burs Programı” kapsamında yürüttüğüm projenin danışmanlığını yapan ve Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi CBS laboratuvar imkanlarını sağlayarak, destek olan hocam Doç.Dr.Mehmet EKER’e minnet ve şükranlarımı sunarım.

Doktora tez çalışmam süresince değerli katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. Metin TUNAY’a teşekkürlerimi bildiririm.

Tez çalışmam ve lisansüstü eğitimim sürecinde desteğini esirgemeyen Prof.Dr.Murat DEMİR, Doç.Dr.Tolga ÖZTÜRK’e ve Yrd.Doç.Dr. Muhittin İNAN’a her aşamadaki desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın çeşitli aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr.Hüseyin E. ÇELİK ve Yrd.Doç.Dr.Necmettin ŞENTÜRK’e ayrıca teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince yardımını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Orm. Yük. Müh.Emek MEMİŞOĞLU, Orm. Yük. Müh.Fulya ÖZEN, Orm. Yük. Müh. Ferah DEVECİ ve S.D.Ü. Orman Fakültesinde çalışmam süresince desteğini esirgemeyen Öğretim Görevlisi Yunus Emre ÖNAL’a teşekkürlerimi borç bilirim.

Lisansüstü eğitimimi destekleyen tez çalışmam süresince desteğini herdaim yanımda hissettiğim başta babam olmak üzere aileme teşekkür ederim.

TEMMUZ, 2014

Ebru BİLİCİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	5
2.1. ORMAN YANGINLARI	5
2.2. DÜNYA’DA VE TÜRKİYE’DE ORMAN YANGINLARI	6
2.3. ORMAN YANGINLARI SONRASINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR	9
2.3.1. Orman Yangınları Sonrasında Dünya’da Yapılan Çalışmalar	9
2.3.2. Orman Yangınları Sonrasında Türkiye’de Yapılan Çalışmalar	11
2.4. ORMANCILIKTA ODUN HAMMADDESİ ÜRETİM SİSTEMİ	15
2.4.1. Ormancılıkta Odun Hammaddesi Üretim Sürecini Etkileyen Faktörler	18
2.4.2. Ormancılıkta Odun Hammaddesi Üretim Çalışmalarının Çevresel Etkileri..	21
2.5. OPERASYONEL PLANLAMA	25
2.6. YÖNEYLEM ARAŞTIRMA TEKNİKLERİ.....	26
2.7. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA	33
3. MALZEME VE YÖNTEM	35
3.1. MALZEME.....	35
3. 2. YÖNTEM	40
3.2.1. Arazi Çalışmaları	40
3.2.2. Ofis Çalışmaları	41
3.2.3. Orman Yangını Sonrası Operasyonel Planlama Modelinin Geliştirilmesi	42
3.2.4. Yangın Hasar Tespit Zamanı	48
3.2.5. Kesim Zamanı	50
3.2.6. Bölmeden Çıkarma Zamanı	51

3.2.7. Taşıma Zamanı.....	53
3.2.8. Yol Yapım Zamanı	53
3.2.9. Çevresel ve Sosyal Değişkenin Bulunmasında Analitik Hiyerarşi Sürecinin Uygulanması.....	53
3.2.10. Yangın Sonrası Eylem Planı (YSEP) için Oluşturulan Modelin Çözümlemesi.....	56
3.2.11. Yangın Sonrası Eylem Planı (YSEP) Modelinin Çözümlemesinde Uygulanan Senaryolar	58
4. BULGULAR	61
4.1. ARAZİ ÇALIŞMALARINDAN ELDE EDİLEN BULGULAR.....	61
4.2. GÖZLEM VE ANKET SONUÇLARINDA ELDE EDİLEN BULGULAR.....	63
4.3. FONKSİYONEL ARAZİ SINIFLANDIRMASI ANALİZLERİNE AİT BULGULAR.....	68
4.4. ÇOK KRİTERLİ ANALİZLERE AİT BULGULAR	69
4.5. ZAMAN ANALİZİ SONUCUNDA ELDE EDİLEN BULGULAR.....	71
4.5.1. Yangın Hasar Tespit Zamanı	71
4.5.2. Kesme Zamanı	74
4.5.3. Bölmeden Çıkarma Zamanı	75
4.5.4. Taşıma Zamanı.....	77
4.5.5.Yol Yapım Zamanı.....	78
4.6. ÇÖZÜMLEME SONUCUNDA ELDE EDİLEN BULGULAR	78
4.6.1. Yoğun Sezon İçin Uygulanan Senaryolar Ait Bulgular.....	79
4.6.1.1. Senaryo 1.....	79
4.6.1.2. Senaryo 2.....	81
4.6.1.3.Senaryo 3.....	82
4.6.2. Seyrek Sezon İçin Uygulanan Senaryolara Ait Bulgular.....	83
4.6.2.1.Senaryo 1.....	83
4.6.2.2.Senaryo 2.....	84
4.6.2.3.Senaryo 3.....	84
4.7. ÇÖZÜMLEME SONUÇLARININ İRDELENMESİ	84
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	90
KAYNAKLAR	96
EKLER.....	111
EK 1. ÜRETİM DOSYASI ÖRNEĞİ	111
ÖZGEÇMİŞ.....	112

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 3. 1: Serik-Taşağıl Yangınında Zarar Gören İşletme Şeflikleri	36
Şekil 3. 2: Serik-Taşağıl Yangını ve Çalışma İçin Seçilen Bölmeler	39
Şekil 3. 3: Yangın Sonrası Üretim Çalışmaları	41
Şekil 3. 4: Yangın Sonrası Yapılan Eylem Planı (YSEP) İş Akışı.....	43
Şekil 3. 5: Zaman katsayılarının oluşturulması.....	55
Şekil 3. 6: Katsayıların Programlama Diline Göre Yazılması (LINDO Programı)	56
Şekil 3. 7: YSEP Modelinin Çözümlemesinde Kullanılan Basamaklar.....	58
Şekil 4. 1: Yangına Müdahale Aşaması	61
Şekil 4. 2: Çalışma Alanından Kokurdanlık Yapıdaki Bazı Kısımlar.....	62
Şekil 4. 3: Kokurdanlık Sahada Yapılan Çalışmalar.....	62
Şekil 4. 4: Taşağıl İşletmesi Yanan Alanda İşletme Şefleri İçin Oluşturulan 4 Bölge	64
Şekil 4. 5: Taşağıl Orman İşletmesinde Yanan Alanın Eğim Haritası.....	68

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2. 1: Avrupa’da Son 13 Yılda (2000-2013) Meydana Gelen Orman Yangınlarının Alan Olarak Dağılımı.....	7
Tablo 2. 2: Türkiye’de Son 13 Yılda (2000-2013) Meydana Gelen Orman Yangınlarının Bölge Müdürlüklerine Göre Alan Olarak Dağılımı.	8
Tablo 2. 3: 2008 Yılından İtibaren Yapılmaya Başlanan YARDOP Projeleri	14
Tablo 2. 4: Dünya’da Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar	27
Tablo 2. 5: Türkiye’de Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar	30
Tablo 3. 1: 1978-2007 Yılları Arasındaki Yangın İstatistikleri.....	35
Tablo 3. 2: İşletme Sınıflarına Göre Orman Varlığı.....	37
Tablo 3. 3: Orman İşletme Şefliği’ne Göre Çap Sınıfları.....	38
Tablo 3. 4: Seçilen Bölmelerin Özellikleri	40
Tablo 3. 5: Yangın Sicil Fişlerinden Elde Edilen Veriler.....	49
Tablo 3. 6: Kesim Zamanının da Kullanılan Teknik Adları	51
Tablo 3. 7: Bölmeden Çıkarma Tekniği	52
Tablo 3. 8: Bölmeden Çıkarma Teknikleri İçin Oluşturulan Sistemler.....	52
Tablo 3. 9: Taşıma İçin Kullanılan Araç Tipi.....	53
Tablo 3. 10: Yol Yapımı İçin Kullanılan Araç Tipi.	53
Tablo 3. 11: Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Kriterler	54
Tablo 3. 12: Analitik Hiyerarşi Sürecinde Karşılaştırma Matrisi.....	54
Tablo 3. 13: Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmesi.....	55
Tablo 3. 14: Senaryo 1’e Ait Matris Boyutu	59
Tablo 3. 15: Senaryo 2’ye Ait Matris Boyutu	59
Tablo 3. 16: Senaryo 3’e Ait Matris Boyutu	60
Tablo 4. 1: İşletme Şeflikleri ve Gruplandırılması	64

Tablo 4. 2: Arazi Sınıflandırmasına Göre Bölmelerin Eğim Değerleri	69
Tablo 4. 3: Kesme Zamanı İçin Etki Katsayısı	69
Tablo 4. 4: Bölmeden Çıkarma Zamanı İçin Etki Katsayısı	70
Tablo 4. 5: Taşıma Zamanı İçin Etki Katsayısı	70
Tablo 4. 6: Yol Yapım Zamanı İçin Etki Katsayısı	70
Tablo 4. 7: Zaman ve Alandan Oluşan İlk Veri Seti	72
Tablo 4. 8: Zaman Bağımlı Değişkeni ile Diğer Etken Faktörlerle Oluşturulan Veri Seti	72
Tablo 4. 9: Hasar Tespit Zamanı Katsayı Değerleri	73
Tablo 4. 10: Kesme Zamanı Katsayı Değerleri	74
Tablo 4. 11: Bölmeden Çıkarma Zamanı Katsayı Değerleri	75
Tablo 4. 12: Taşıma Zamanı Katsayı Değerleri	77
Tablo 4. 13: Yol Yapım Zamanı Katsayı Değerleri	78
Tablo 4. 14: Senaryo 1'e Ait Çözümleme Kümesine Giren Değerler	79
Tablo 4. 15: Senaryo 1'e Ait En Uygun Yöntem ve Değerleri	80
Tablo 4. 16: Senaryo 1'e Ait Bölmeden Çıkarma Zamanı Yöntem Frekansları	81
Tablo 4. 17: Senaryo 2'ye Ait Çözümleme Kümesine Giren Değerler	81
Tablo 4. 18: Senaryo 2'ye Ait Çözümleme Kümesine Giren Değerler	82
Tablo 4. 19: Senaryo 3'e Ait Çözümleme Kümesine Giren Değerler	82
Tablo 4. 20: Senaryo 1'e Ait Çözümleme Kümesine Giren Değer	83
Tablo 4. 21: Senaryo 2'ye Ait Çözümleme Kümesine Giren Değer	84
Tablo 4. 22: Senaryo 3'e Ait Çözümleme Kümesine Giren Değer	84
Tablo 4. 23: Senaryolar Sonucunda Elde Edilen Değerler ve Gün Sayısı	85
Tablo 4. 24: Yoğun Sezon Senaryo Sonuçlarına Göre Herbir Bölmenin Boşaltılma Süreleri	85
Tablo 4. 25: Seyrek Sezon Senaryo Sonuçlarına Göre Herbir Bölmenin Boşaltılma Süreleri	86
Tablo 4.26: Yoğun Sezon Sonuçlarının Kısıtlara Göre Değerlendirmesi	87
Tablo 4. 27: Seyrek Sezon Sonuçlarının Kısıtlara Göre Değerlendirmesi	88
Tablo 4. 28: Üretim Dosyalarına ve Çözümleme Sonuçlarına Göre Herbir Bölmenin Boşaltılma Süreleri	89

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
X_{bst}	: Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda zarara uğrayan ürün miktarı (m^3)
HTZ_{bse}	: Hasar tespit katsayısı (dk/ha) (Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda herhangi bir ekip ile hasar tespit zamanı katsayısı)
KZ_{bst}	: Kesim zaman katsayısı dk/ m^3 (Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda herhangi bir teknikle kesim zamanı katsayısı)
BCZ_{bst}	: Bölmeden çıkarma zaman katsayısı (dk/ m^3), (Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda herhangi bir teknikle bölmeden çıkarma zaman katsayısı)
TZ_{bst}	: Taşıma zamanı katsayısı (dk/ m^3), (Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda herhangi bir teknikle bölmeden çıkarma zaman katsayısı)
U_{bst}	: Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda yapılması gereken yol uzunluğu(m)
TZD_{bst}	: Herbir aşama için oluşturulan zaman karar değişkenleri (dk/ m^3)
A_{bse}	: Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda zarara uğrayan alan miktarı (ha)
$OHETA_{bst}$: Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda herhangi bir üretim tekniğinde olağanüstü hasılat etası (m^3)
$TOHETA_{bst}$: Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda herhangi bir üretim tekniğinde olağanüstü hasılat etası toplamı (m^3)

Kısaltmalar	Açıklama
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process)
ARGIS	: Active Response Geographic Information System
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
DP	: Dinamik Programlama
ETÇAP	: Ekosistem-Tabanlı Çok Amaçlı Planlama Simülasyon Modeli
ETFOP	: Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisation)
FRIS	: Finlandiya Orman Kaynakları Bilgi Sistemi
GP	: Amaç Programlama
GEF-II	: Doğal Kaynak Yönetimi projesi kapsamında
GRASİMOD	: Grafikselsimülasyon Modeli
IMPLAN	: Impact Analysis For Planning
INFORMS	: Integrated Forest Resource Management System
IP	: Saf Tamsayı Programlama Problemi
KASİMOD	: Kademeli Simülasyon Modeli
LMS	: Landscape Management System
LP	: Doğrusal Programlama (Linear Programming)

MIP	: Karışık Tamsayılı Doğrusal Programlama
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OP	: Operasyonel Planlama
ÖBF	: Avusturya Ormancılık Teşkilatı
QUICKBIRD	: Uydu Görüntüsü Kullanarak Modellenmesi
RIL	: Reduced Impact Logging
SARA	: Spreadsheet Assisted Resource Analysis
SESIMOD	: Seçimlik Simülasyon Modeli
SER-TAŞ	: Serik-Taşağıl
SESİMOD	: Seçimlik Simülasyon Modeli
SNAP-III	: Scheduling and Network Analysis Program III
SPA	: En Kısa Yol Algoritması
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
TB	: Tavlama Benzetimi
TEAMS	: Terrestrial Ecosystem Analysis and Modeling System
TOPM	: Tactical Operations Planning Model
TKÇ	: Traktörle Kablo Çekimi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
USDA	: Amerika Birleşik Devletleri Orman Servisi
YA	: Yöneylem Araştırması
YARDOP	: Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dayanıklı Ormanlar Tesisleri Projesi
YASHAT	: Yangın Sonrası Hasat ve Transport Planlama Modeli
YSEP	: Yangın Sonrası Eylem Planı

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ORMAN YANGININDAN SONRA ÜRETİM ÇALIŞMALARINDAKİ SORUNLAR VE ÇÖZÜM OLANAKLARI

Ebru BİLİCİ

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Mesut HASDEMİR

Orman yangınından sonra yangın alanında erozyon, kütle kaybı, su kaynaklarının bozulması, hava kirliliği gibi birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle orman yangınından sonraki süreçte hızlı bir planlama yapılmalı ve alan bir an önce ağaçlandırılmalıdır. Ayrıca orman yangını nedeniyle zarar görmeyen ya da zarar görse de ticari değeri olan orman ürünü, olağan eta alımında olduğu gibi üretim sürecine katılmalıdır. Orman ürününün ticari değeri düşük olsa bile bu ürünü yanan alandan kısa bir zamanda çıkarılması ile maksimum düzeyde faydalanmak mümkündür.

Zamanın kısıtlı olması nedeniyle alanda enkaz kaldırma çalışması sırasında kaos ortamı oluşmaktadır. Plansız ve kontrolsüz eylemlerle hasar görmüş yada görmemiş ürünün değeri düşmektedir. Ürünün kalitesini korumak için olağan üretim planlarından farklı olacak şekilde ürünün kısa zamanda alandan çıkarılmasını gerektiren planlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, çoğunlukla büyük bir yangından sonra arta kalan ürünün hızlı, ekonomik, çevreye duyarlı ve istihdam koşullarına uygun olacak şekilde sahadan çıkarılmasına yönelik operasyonel bir planlama yaklaşımının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Standardize edilerek ve hızlı bir karar verme mekanizması oluşturularak, operasyonel planlama yaklaşımının kullanılabilirliği sınanmıştır. Operasyonel Planlama yöntemi esas alınarak “*Yangın Sonrası Eylem Planlama*” (YSEP) modeli geliştirilmiştir. Yangından sonra alanı boşaltmak için bu model ile en kısa sürede ve en uygun yöntem ile bir plan hazırlanabilir. Yangın Sonrası Eylem Planı (YSEP) ile hızlı ve etkin müdahale yapılarak yangın sonrası oluşan zararlar azaltılabilir.

Çalışma alanı olarak orman yangınlarının yoğun olması ve 2008 yılındaki büyük orman yangını nedeniyle Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Serik-Taşağıl Orman İşletmeleri seçilmiştir. 20 bölmeden oluşan çalışma alanının herhangi birinde çıkabilecek yangından sonraki planlama için çeşitli senaryolar oluşturulmuştur. Seçilen senaryolara bağlı olarak alanın boşaltılmasında kullanılacak en uygun teknikler belirlenmiştir ve uygulanma süreleri hesaplanmıştır. Çalışmada yangının gerçekleştiği tarih göz önünde bulundurularak hazırlanan senaryoya göre en uygun toplam değer (amaç fonksiyon değeri) 2666.410 dk/m^3 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler ile yanan alanda herbir bölmenin en kısa kaç günde boşaltılacağı bulunmuştur.

Çalışma alanına ait üretim dosyalarından elde edilen iş bitirme tarihleri ile YSEP modeli çözümlene sonucu karşılaştırılmıştır. Aktüel çalışma ile YSEP model sonucu karşılaştırılmasına bakıldığında en az 17 gün en fazla 75 gün kadar fark ortaya çıkmıştır. YSEP modeli uygulandığında yapılan çalışmaların daha kısa sürdüğü tespit edilmiştir. Ayrıca yangın sonrası yapılan üretim çalışmalarından önce bu planlamanın yapılması ile ekonomik ve ekolojik değerlerin de korunmasına katkı sağlayacağı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, yangın sonrası yaşanan kriz ortamını en iyi şekilde yönetebilmek ve sürdürülebilirlik ilkesi ile alandan maksimum faydayı sağlamak amacıyla operasyonel planlama yaklaşımıyla YSEP yapılması gereklidir.

TEMMUZ 2014, 125 Sayfa.

Anahtar kelimeler: Orman yangınları, Üretim Çalışmaları, Orman Nakliyat Planları, Operasyonel planlama, Modelleme.

SUMMARY

Ph.D. THESIS

PROBLEMS AND SOLUTION OPTIONS IN THE HARVESTING STUDIES AFTER FOREST FIRE

Ebru BİLİCİ

İstanbul University

Graduate School of Science and Engineering

Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Mesut HASDEMİR

Many problems as erosion, mass loss, degradation of water resources, air pollution are emerging after forest fire in the fire area. Therefore, a planning should be quickly made and the area should be afforested in this process after forest fire. Also the forest product that was undamaged or commercial value with damaged due to forest fire should be participated production process as common eta. From these products maximum benefit can be gotten if the fired area is removed in a short time, even though forest products have a low commercial value.

The chaos causes during work of damaged trees removal due to limited of time in the area. A value of damaged or undamaged forest product decreases with unplanned and uncontrolled actions. The plans of products that require removal from fire area to differ from common product plans are required to protect quality of product.

The aim of the study was to improve approach of an operational planning to remove from area fast, economical, environmentally conscious and under the conditions of employment of the residual product after a great fire. Usability of approach of an operational planning was developed with standards and a fast decision-making mechanism. “*The Action Planning After Fire*” model was created based on operational planning method. A plan was prepared using this model with the most correct method to discharge the area immediately after fire. A loss that results from fire may be decreased with a quick and effective intervention in these plans. Employment opportunity may be provided with discharge of the area after fire.

The study area was selected as the Serik-Taşağıl Antalya Regional Directorate of Forestry due to dense of forest fires and the largest forest fire in 2008 . Various scripts were created for planning after forest fire in the any area consisted of 20-forest

compartments. The ideal techniques were determined as the emptying of the area related to chosen scripts and time of implementation was calculated. The study was prepared considering the time of the fire , the optimal total value (objective function value) 2666.410 min / m³ have been identified. With these values, how early the burned area could emptied was found out.

Working in the field of production files obtained from completion dates and results of analysis YSEP model are compared. In using YSEP model of the work and current study, 15 days up to 75 days notice has emerged. According to YSEP model which depends on the design of the studies it was determined that will take shorter. In addition, before the production work in post fire making the planning of economic and ecological values will also contribute to the protection that has emerged. In conclusion, after the fire of the crisis and the best way to manage the area with the principle of sustainability in order to ensure maximum benefit from the operational planning is required.

JULY 2014, 125 Pages.

Keywords: Forest fire, Timber harvesting, Forest transportation plan, Operational Planning, Modelling.

1. GİRİŞ

Orman kaynaklarının sürekliliği ve faydalanmanın sürdürülebilirliği orman yangınları gibi olumsuz faktörlere bağlı olarak kesintiye ya da değişime uğramaktadır. Doğal ya da insani sebeplerden dolayı çıkan ve serbest yayılma eğiliminde olan orman yangını ormanda yaşama birliğine katılan canlı ve cansız bütün yanabilir varlıkları yakıp yok etmektedir. Küresel ısınma ile birlikte Türkiye’de özellikle Akdeniz ve Ege Bölgesinde orman yangını sıklığı artmaktadır. Orman yangını can kaybının yanı sıra sosyal ve ekonomik olarak birçok kayba neden olmaktadır. Orman yangınından sonra yapılacak işlemlerin kısa bir sürede gerçekleştirilememesi de birçok tehlikeyi ortaya çıkarmaktadır.

Orman yangınının sonucunda oluşan yanık sahalarda, sürdürülebilir ormancılık anlayışı çerçevesinde bir yıl içinde temizlenip, sahanın ilgili yasa gereğince ağaçlandırmaya hazırlanması gerekmektedir. Orman yangının ardından boşaltma işlemi sırasında yanan alanda bulunan tamamen zarar görmüş veya zarar görse de ticari değeri olan ürünlerin işlemleri üretim süresi içerisinde yapılması gerekmektedir. Yanan alandan ürünlerin hızla uzaklaştırılmaması üründe kalite kaybına ve böcek zararlarına neden olmaktadır. Ayrıca yanan orman alanında ağaçlandırmanın gecikmesinden dolayı çıplak toprakta erozyon meydana gelmektedir.

Orman kaynaklarının planlanması ve yönetimi (topluma mal ve hizmet sunumu) çok boyutlu bir yapı göstermektedir ve operasyonel planlama ihtiyacı olarak ortaya çıkmaktadır. Operasyonel planlama; belirli bir alandaki ormancılık operasyonlarını sürdürmek için işgücü, para ve zaman girdilerini kullanarak gerekli olan orman kaynaklarına erişimini, kullanılmasını, yenilenmesini ve korunmasını olanaklı kılan metotlar, programlar ve sorumluluklar bütünü kapsayan bir üretim planlaması yaklaşımı olup hiyerarşik planlama yönteminin son aşamasıdır. Bu metotların kullanımı ile orman kaynakları yönetiminde daha mantıklı kararlar ve çözüm önerileri oluşturulmaktadır. Planlama aşamasında ise bütün etkenler ortaya konularak doğru bir iş akışı yapılmalıdır. Bu aşamada çok boyutlu karar verme yöntemleri

devreye girmekte ve çeşitli analizler aracılığıyla doğru sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Özellikle zarar gören sahanın üzerindeki yararlanılabilir miktarda orman ürününü içeren enkaz alanlarında gençleşme periyodu ve böcek zararı gibi faktörler enkaz temizleme zamanını sınırlandırdığı için acil eylem planlamasının yapılması hayati önem taşımaktadır. Çünkü kısa vadeli kaynakların optimal kullanımına ve dağılımına yönelik, detaylı ve etkin bir karar destek mekanizmasının kısa sürede oluşturulması problemi ile karşılaşılmaktadır. Bu tür problemleri önlemek için operasyonel planlama yaklaşımını, yangından önce hazırlayarak başarılı çözümlerin olması sağlanabilir. Örneğin; 2008 yılında yaşanan ve büyük yangın olarak kabul edilen Serik-Taşağıl orman yangını sonrası yaşanan krizde karşılaşılan problemler; operasyonel bir plana ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, orman yangınlarından sonra yapılacak işlemlerin en doğru bir biçimde ve en kısa sürede bitirilebilmesi için gerekli planlama çalışmalarından bir model oluşturulmuştur. Modelin oluşturulmasında çok boyutlu karar verme analizleri kullanılmıştır. “Yangın Sonrası Eylem Planlama” (YSEP) adı verilen bu model karar destek mekanizması haline getirilebilir ve yangın sonrası kaynak kullanımına ilişkin hızlı ve doğru karar alınmasını sağlayabilir.

Büyük yangınlar sonrası, yanan orman alanlarında zarar gören veya görmeyen ağaçların, bir an önce sahadan çıkarılması ve arazi hazırlığının yapılması gerekmektedir. İşlemlerin hızlı bir şekilde tamamlanmasında birçok faktör etken olmaktadır. Örneğin; makine, iş gücü ve depolama ihtiyacı ve buna bağlı depo sayısı, yeri, kapasitesi, olağan dışı nakliyat (transport) imkanları, yetersiz yol ve arazi yapısına bağlı olarak ortaya çıkabilecek problemler gösterilebilir. Belirtilen problemler nakliyat planlarının karar verme sürecinde optimizasyon ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Literatür bilgisi ve kişisel iletişim yoluyla elde edilen bilgiler ile yangının hemen sonrasında yapılan müdahalelerde yanlış kararların alınmış olduğunu ve yangın sonrası uygulamaların da hatalı kararlar verilerek yapıldığını göstermektedir.

Bu çalışma ile orman yangınlarından sonraki süreçte operasyonel planlama yöntemi kullanılarak ürünlerin mümkün olan en kısa sürede ve alana en az zararı verecek

şekilde taşınmasını sağlamak için üretim yöntem ve tekniklerinin belirlenmesi ve nakliyat planlarının yapılması amaçlanmıştır.

Çalışma ile elde edilen verilerin ve geliştirilen operasyonel planlama yönteminin, yangın sonrası kriz yönetimi, acil eylem planlaması, sürdürülebilirlik ve fonksiyonel ormancılık ilkeleri ile doğru kaynak kullanımı konularına katkı sağlayacağı görülmektedir.

Orman yangınları dışında başka olağanüstü durumlarda sel ve taşkın sonrasında operasyonel planlama ihtiyacı olduğu da gözlemlenmektedir. Bu çalışma, diğer acil ve olağandışı durumlarda yapılan planlamalara da örnek teşkil edebilecektir. Çalışma sonucunun ekolojik, ekonomik ve zaman açısından ülkemize katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Araştırma alanı olarak Antalya ili sınırları içinde 2008 yılında büyük orman yangını olarak nitelendirildiği için Serik-Taşağıl Orman İşletme Şefliği seçilmiştir. Çünkü Akdeniz ve Ege bölgesi yangına duyarlı bölgelerdir. Bu bölgelerde yapılacak yangın sonrası çalışma planlarının ülkemizin tüm bölgelerinde ve hatta benzer özellikler taşıyan ülkelerde de uygulanabileceği düşünülmektedir.

Bu tez beş bölümden oluşmaktadır;

- *Giriş* bölümünde; çalışmanın konusu tanıtılmış, çalışmanın sağlayacağı katkılar belirtilmiş ve tez çalışmasının bölümleri hakkında bilgiler sunulmuştur.
- *Genel kısımlar* bölümünde; ülkemizde ve dünyada olan orman yangınları, yangın sonrası yapılan çalışmalar, üretim çalışmalarının planlama çerçevesi içindeki operasyonel planlama, yöneylem araştırma teknikleri, modelleme ve doğrusal programlama hakkında genel bilgiler ve literatüre verilmiştir.
- *Malzeme ve Yöntem* iki bölümde değerlendirilmiştir. Malzeme bölümünde çalışma alanı olan Taşağıl'a ait bilgiler verilmiştir. Yöntem bölümünde çalışmada kullanılan yöntem, operasyonel planlama, model ve modeli oluşturan karar değişkenleri, kısıtlar ve etkileyen faktörlerin katsayılarının hesaplanması ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

- *Bulgular* bölümünde arazi çalışmaları sonucunda elde edilen, yöneylem teknikleri kullanılarak elde edilen katsayılar ve modelin çözümüne ait bulgular verilmiş ve irdelenmiştir.
- *Tartışma ve Sonuç* bölümünde tüm bulgular sonucunda elde edilen veriler tartışılmakta ve sorunun çözümüne yönelik öneriler bulunmuştur.

2. GENEL KISIMLAR

2.2. ORMAN YANGINLARI

Orman yangını; çevresi açık olması nedeniyle serbest yayılma eğiliminde olan ve ormandaki yanıcı maddeleri, örneğin ot, çalı, ince ve kalın kuru dal, dikili kuru, kütük, yaprak ile belirli oranda canlı ağaçları yakan bir yangındır (Çanakçıoğlu, 1993).

Mol (1989) yangın sınıflandırması ile ilgili yaptığı literatür taramasında Türkiye’de ve yurt dışındaki yangın sınıflamalarını değerlendirmiştir. Buna göre;

- Uslu (1947) tarafından büyük yangın, küçük yangın şeklinde bir kayda rastlanmadığı,
- Pamay (1960)’ın yangınları, yaktıkları alanlara göre sınıflandırdığı,
- Baş (1965) tarafından, 1940-1961 yılları arasında çıkan yangınların yaktıkları alana göre 5 sınıfta toplandığı,
- Acatay (1966)’ın eserinde de yangınların büyüklüklerine göre sınıflandırılmasına ilişkin bir kayıt olmadığı,
- Çanakçıoğlu (1981) “*Geçmişin Büyük Yangınları*” başlığı altında geniş alanlar yakan tarihin büyük orman yangınlarından bahsettiği,
- Küçükosmanoğlu (1985)’nin eserinde 500 hektardan daha geniş alanları yakan yangınları G sınıfı adı altında ve “Büyük Yangınlar” olarak adlandırdığı,
- Çanakçıoğlu (1985), Küçükosmanoğlu’na dayanarak yangınları yaktıkları alana göre sınıflara ayırdığı, belirlenmiştir.

Türkiye’de “Büyük Orman Yangını” olarak nitelendirilen yangınlar 100 hektardan büyük alanda etkili olan yangınlar olup (Küçükosmanoğlu, 1987) bu kavram ülkeden ülkeye değişkenlik göstermekte ve 500 hektara kadar çıkabilmektedir. Ülkemizde hemen her yıl adet ve alanları değişen orman yangınları görülmektedir. Özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgeleri’nde çeşitli nedenlerle çıkan orman yangınları

sadece ormanlık alanların zarar görmesine değil aynı zamanda orman içi ve civarında yaşayan orman köylüleri ve köyler için de bir tehdit unsurudur (Ayberk vd., 2010).

Ülkemizin yangın tarihine bakıldığında 2008 yılı yangın sezonu, birden fazla büyük orman yangının meydana geldiği yoğun bir yangın sezonu olması nedeniyle dikkat çekmektedir. 2008 yılında ülkemiz ormanlarında toplamda 2135 adet yangın sonucunda 29749 hektarlık ormanlık alan orman yangınlarından zarar görmüştür (Bilgili vd., 2010). Yapılan araştırmalar ile Türkiye’de yangın istatistikleri ve sınıflandırması incelendiğinde SER-TAŞ yangının büyük yangınlardan biri olarak ifade edilebileceği ortaya çıkmaktadır.

2.2. DÜNYA’DA VE TÜRKİYE’DE ORMAN YANGINLARI

İklim değişimleri, hızlı bir şekilde artan dünya nüfusu, gelişmiş ve geri kalmış ülkeler arasındaki ekonomik açığın hızla büyümesi gibi olumsuzlukların orman yangınlarının alan ve sayı olarak artmasına neden olacağı düşünülmektedir. Özellikle küresel ısınma ile sera gazlarının atmosfere yayılması, iklim değişikliği felaketinin ana faktörünü oluşturmakta ve ormanları olumsuz bir şekilde etkilemektedir.

Oxford Üniversitesi tarafından hazırlanan raporda, küresel ısınmanın etkisiyle dünyanın gelecek 50 yıl içinde yaklaşık 11°C ısınacağı ortaya konmaktadır. Özellikle dünyanın soğuk bölgelerindeki sıcaklık artışı daha belirgin olarak göze çarpmaktadır (Ertuğrul, 2005).

The Department of Natural Resources istatistikleri incelendiğinde, Kuzey Afrika’da 2012 yılı itibarıyla Cezayir’de 201219.4 ha, Fas Cumhuriyeti’nde 11174.43 ha, Tunus’ta ise 3030.93 ha olmak üzere toplam 215 415 ha alan yanmıştır. Kanada da ise 2012 yılında toplam 225 527.1 ha alan yanmıştır (Anonim, 2014).

Avrupa ve Türkiye’de meydana gelen orman yangınlarına ait veriler Tablo 2.1’de ve Tablo 2.2’de bulunmaktadır. Avrupa ülkelerinde 2010-2012 yılları arasında çıkan orman yangınları incelendiğinde, 1 161 981 ha ile 2011 yılı en çok kaybın olduğu yıl olarak görülmektedir. Tablo 2.1’de görüldüğü üzere Portekiz, İspanya ve İtalya son 13 yılda orman yangınlarından en fazla etkilenen ülkelerdir.

Tablo 2. 1: Avrupa’da Son 13 Yılda (2000-2013) Meydana Gelen Orman Yangınlarının Alan Olarak Dağılımı (JRC, 2013).

Ülke	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Avusturya	-	-	-	-	-	74	75	48		22	37	78	69
Bulgaristan	57406	20152	6513	5000	1137	1456	3540	42999	5289	2271	6526	6883	12730
Hırvatistan	129883	27251	74945	77359	8988	21407	18782	63719	23698	15657	6083	49958	80252
Kıbrıs	8034	4830	2196	2349	1218	1838	1160	4483	2392	885	2000	1599	2531
Çek Cumhuriyeti	375	87	178	1236	335	227	53	-	-	-	-	-	-
Estonya	-	-	2082	207	379	87	2638	292	1280	59	25	19	3
Finlandiya	266	187	590	666	358	495	1617	576	830	576	520	580	86
Makedonya	-	-	-	-	-	-	-	32665	5915	1307	737	17308	10021
Almanya	581	122	122	1315	274	183	482	256	538	757	522	214	269
Macaristan	1595	-	1227	845	247	3531	625	4636	2404	6463	878	805510	13978
Letonya	1341	311	2222	559	486	120	3387	272	364	646	92	115	90
Litvanya	352	113	746	436	253	51	1199	38	112	287	22	293	20
Polanya	7089	3466	5210	28551	3782	5713	5657	2841	3027	4400	2126	2678	7235
Romanya	3607	1001	3536	762	124	162	946	2529	373	974	206	2195	6299
Slovakya	904	305	595	1567	157	524	280	679	118	510	192	403	1683
Slovenya	-	-	161	2100	138	280	1420	128	75	177	121	288	1006
İsveç	1552	1254	2626	4002	1883	1562	5710	1090	6113	1537	540	945	483
İsviçre	68	17	697	640	23	41	108	282	65	43	26	222	26
Türkiye	26353	7394	8514	6644	4876	2821	7762	11664	29749	4679	3317	3612	10455
Portekiz	111850	93297	124411	425726	129539	338262	75510	31450	17244	87416	133090	73813	110231
İspanya	188586	93297	107464	148172	134193	188697	148827	82048	50321	110783	54770	84490	209855
Fransa	24078	20642	30160	73278	13711	22135	7844	8570	6001	17000	10300	9630	8600
İtalya	114648	76427	40791	91805	60176	47575	39946	227729	66329	73355	46537	72004	130814
Yunanistan	145033	18221	6013	3517	10267	6437	12661	225734	29152	35342	8967	29144	59924
TOPLAM	823601	368374	420999	876736	372544	643678	340229	744728	251389	365146	277634	1161981	666660

Tablo 2. 2: Türkiye’de Son 13 Yılda (2000-2013) Meydana Gelen Orman Yangınlarının Bölge Müdürlüklerine Göre Alan Olarak Dağılımı(ha)(OGM, 2014).

Türkiye’de Son 13 Yılda (2000-2013) Meydana Gelen Orman Yangınlarının Bölge Müdürlüklerine Göre Alan Olarak Dağılımı																		
Bölge Müdürlüğü	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	13 Yıllık Toplam	Yıllık Ortalama	Sıra	
	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	%		
Adana	3478	211	109	215	397	94	443	704	415	183	237	222	916	875	8501	654	6.1	5
Adapazarı	358	361	53	176	77	25	170	321	192	358	87	106	99	117	2499	192	1.8	13
Amasya	139	281	97	176	108	32	93	413	46	85	306	158	139	280	2353	181	1.7	14
Ankara	209	290	22	140	173	42	314	80	63	65	43	165	158	177	1941	149	1.4	17
Antalya	3854	183	450	824	509	404	515	2093	17026	469	503	92	653	1312	28887	2222	21	1
Artvin	7	6	62	9	4	9	7	6	34		42	20	7	20	234	18	0.2	27
Balıkesir	6044	615	3655	692	964	267	302	543	1974	328	64	421	658	2350	18877	1452	14	2
Bolu	188	65	26	400	19	18	284	80	29	12	85	83	65	77	1430	110	1	19
Bursa	2732	928	115	161	105	11	159	386	54	452	108	121	343	533	6208	478	4.5	8
Denizli	1687	92	173	55	181	47	61	369	71	88	91	116	235	122	3387	261	2.4	9
Elazığ	204	478	221	197	217	115	104	338	859	210	235	73	20	53	3324	256	2.4	10
Erzurum	263	45	2	9	50	2	65	28	14	0	0	40	66	55	639	49	0.5	24
Eskişehir	73	673	2	50	38	11	66	107	24	70	46	54	105	155	1475	113	1.1	18
Giresun	108	54	26	59	22	18	10	33	51	11	106	27	32	91	648.3	50	0.5	23
Isparta	50	63	32	31	48	10	49	55	61	38	130	127	297	97	1089	84	0.8	21
İstanbul	1649	237	34	207	145	32	67	263	96	90	8	67	107	77	3079	237	2.2	11
İzmir	2952	1020	308	622	976	438	579	963	1790	1603	502	733	474	862	13822	1063	9.9	4
K.Maraş	126	391	165	74	119	93	45	949	710	78	162	204	3669	1579	8364	643	6	6
Kastamonu	262	292	135	246	43	53	166	311	83	26	48	40	205	77	1986	153	1.4	16
Konya	66	189	21	22	39	12	132	42	17	88	106	78	85	182	1080	83	0.8	22
Kütahya	47	84	168	26	251	8	574	581	15	25	11	14	183	71	2059	158	1.5	15
Mersin	97	95	421	112	24	14	29	1053	5080	80	105	114	505	509	8238	634	5.9	7
Muğla	1451	526	2072	1194	258	945	3416	1531	665	260	160	165	242	972	13857	1066	9.9	3
Trabzon	213	95	76	114	73	58	10	40	324	46	61	73	39	166	1387	107	1	20
Zonguldak	95	120	68	836	36	63	101	373	56	14	71	91	1013	57	2993	230	2.1	12
Kayseri												161	51	203	415	32	0.3	26
Şanlıurfa												45	89	387	521	40	0.4	25
TOPLAM	26352	7394	8513	6644	4876	2821	7761	11665	29749	4678	3317	3612	10455	11456	138655	10715	100	

Yanan alanlar; Çanakkale Böl. Müdürlüğünden geriye dönük olarak Balıkesir Böl. Müdürlüğüne, Sinop Bölge Müdürlüğünden Kastamonu Böl. Müdürlüğüne ilave edilmiştir.

Türkiye’de orman yangınlarına ilişkin istatistikler Orman Kanunu’nun kabul edildiği 1937 yılında başlamaktadır. 1937 yılından 2002 yılına kadar geçen sürede toplam 70845 adet yangın çıkmıştır. Bu 65 senelik süreçte 65 647 514 ha toplam alan yanmıştır (OGM, 2008) .

2000 yılından itibaren günümüze kadar çıkan yangın istatistikleri Tablo 2.2’de verilmiştir. Bu tabloda orman yangınlarının bölge müdürlüklerine alan olarak dağılımı verilmiştir. Son 13 yılda toplam 138 655 ha alan yanmıştır. Alan olarak değerlendirildiğinde Antalya Bölge Müdürlüğü 22 887 ha’lık orman yangını ile 1. sırayı almaktadır. En çok kaybın olduğu yıl 17 026 ha ile 2008 yılı olarak tespit edilmiştir.

2.3. ORMAN YANGINLARI SONRASINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yangın sonrası yapılan arazi hazırlığı ve silvikültürel çalışmalarla ilgili olarak çeşitli makaleler bulunmaktadır. Ancak yangın sonrası enkazın alandan uzaklaştırılması için gerekli tekniklerin planlamasını içeren çok fazla literatüre rastlanmamıştır.

2.3.1. Orman Yangınları Sonrasında Dünya’da Yapılan Çalışmalar

2001-2004 yılları arasında yapılan Stodafor adlı projede fırtına sonrası zarar gören orman alanlarında verimli ve güvenli üretim yöntemleri konu edilmiştir (CTBA, 2004).

Proje Merkezi Avrupa Orman Enstitüsü (EFI) olan Phoenix “Yangın Ekolojisi ve Yangın Sonrası Yönetim” adı altında orman yangınlarından etkilenen 5 ülkenin dahil olduğu çalışma incelenmiştir. Bu çalışma Portekiz, İspanya, Fransa, İtalya ve Yunanistan’dan bir grup araştırmacıdan oluşmaktadır. Phoenix Projesi, Avrupa’da yangın ekolojisi ve yangın sonrası araştırmaları ile politikaları incelemeyi amaçlamaktadır. Bu proje;

- Farklı orman tipi ve türü ile ilgili yangın karakteristikleri hakkında bilgi toplama,
- Orman türlerine göre yangın tehlikesi ve esneklik açısından sınıflandırma için bir dizi kriter geliştirme,

- Potansiyeli tanımlama ve çeşitli yangın sonrası yönetim seçeneklerini sınıflandırma,
- Son kullanıcı tarafından uygulama ve araştırma arasında gerekli mekanizasyon transferini geliştirmeye yardımcı olmayı hedeflemektedir.

Phoenix faaliyetleri, kurumsal aktörlerine (orman idaresi, orman araştırma ve eğitim kuruluşları, yayım hizmetleri vb.) ve uygulayıcılarına hitap etmektedir (Moreira vd., 2006).

Drosos vd. (2008) tarafından dijital arazi modeli kullanılarak orman yangınları sonrası kaydedilen verilerin yer bilgi sistemi (geoinformatic) modelleri üzerinden değerlendirilmesi yapılmıştır. Optimize edilmiş bir yol ağının oluşturulmasıyla yangın sonrası üretim faaliyetlerinin organizasyonu konusu tanıtılmıştır.

Karantzidis vd. (2008) tarafından orman yangını sonrasında orman koruma ve üretim çalışmalarının çevreye duyarlılığı incelenmiştir. Önerilen model özellikle yangın sonrasında, sürütme esnasında orman ekosistemlerinde hasarın daha az olduğu, çevre ile daha uyumlu ve açılma yüzdesinin daha iyi olduğu saptanmıştır.

Güney Avrupa’da yangın sonrası orman yönetimi “Post-Fire Forest Management in Southern Europe” adı altında COST projesi yürütülmüştür. 2007 yılında başlayan bu çalışma 2012 yılı itibariyle bitmiştir. Çalışmanın iki ana hedefi bulunmaktadır:

- Birinci hedef, orman ve çevre çalışmaları sırasında yangın sonrası en iyi uygulamalar arasındaki bilgi transferini sağlayarak yaygınlaştırmak;
- İkinci hedef ise yangın sonrası politik önlemlerinin ne olduğu incelemektir.

Projenin sonucunda yangın yönetimi ile ilgili “Güney Avrupa Ormanının Yangın Sonrası Yönetimi ve Restorasyonu” adlı bir kitap, “Güney Avrupa’da Yangın Sonrası Yönetimi” adlı bir e-kitap oluşturulmuştur. Yangın sonrası restorasyon çalışmaları üzerine veritabanı oluşturma projeleri hazırlanmıştır. 22 ülkeden 170 araştırmacı ve katılımcının dahil olduğu bir final konferansı organizasyonu yapılarak bilgi paylaşımı sağlanmıştır (COST, 2014).

2.3.2. Orman Yangınları Sonrasında Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Akay vd. tarafından (2006) yangın sonrası zarar gören veya tamamen yanan odun hammaddesinin bölmeden çıkarılmasında kullanılan helikopter sisteminin verimliliği ve maliyeti hesaplanmıştır.

Eker ve Çoban (2009) tarafından orman yangınlarından sonraki çalışmalar için 2010 yılında hasat ve transport sürecini anlatan Yangın Sonrası Hasat ve Transport (YASHAT) Planlama Modelinin genel çerçevesi ve bu modelin kullanılabilirliğini sağlayacak sistem yapısı tanıtılmıştır.

Çoban ve Eker (2010) tarafından yapılan çalışmada orman yangınları sonrası yeni ve eski yol ağlarının etkinliği değerlendirilmiştir.

Koç (2010) tarafından Antalya Serik-Taşağıl yangınından sonra OGM’nin başlattığı “Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dayanıklı Ormanlar Tesisi Projesi (YARDOP)” irdelenmiş ve yapılan yapılması planlanan çalışmalar Peyzaj Mimarlığı meslek disiplini çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Öztürk vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada, orman yangınlarından sonra yanmış alanlardaki üretim çalışmalarında kullanılabilecek modern üretim makinaları incelenmiştir. Yangın sahalarında modern üretim makinaları kullanılarak mevcut ürünlerin çıkarılması hem çalışma koşullarının iyileştirmesi hem de ekonomiye yardımcı olması bakımından orman köylüsüne daha yararlı olabileceği belirtilmiştir.

Orman Genel Müdürlüğü’nden (OGM) alınan bilgilere göre ise; Türkiye’de yangın sonrası yapılacak işler, “idari ve teknik işler” olmak üzere iki kısım halinde incelenmektedir.

İdari İşler

Orman yangınları kontrol altına alındıktan sonra aynı alanda yeni bir yangın başlama olasılığına karşı yangının çıktığı alanın hava halleri, sahanın büyüklüğü ve yangına karşı hassasiyet derecesi dikkate alınarak, yeterli sayıda yangın söndürme işçisi, orman muhafaza memuru ve teknik eleman kontrolünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir. Ormanlık alana bitişik ve tehlikeli olabilecek açık alan yangınlarında da aynı hassasiyetin gösterilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Anonim, 2012).

Orman yangınının tamamen söndürülmeden ve soğutulmadan özellikle çeşitli sebeplerle tekrarına ve devamına neden olacak faktörler yok edilmeden sorumluların yangın sahasını terk etmemeleri gerektiği belirtilmiştir.

Genel olarak yapılan idari işler:

- a) *Yangının çıkış sebebinin ve şüphelilerinin belirlenmesi,*
- b) *Yangın söndürmede kullanılan malzeme ve gereçlerin toplanması,*
- c) *Yangında çalışırken zarara uğrayanların zarar miktarlarının belirlenmesi,*
- d) *Yangın ile ilgili kayıtları düzenlenmesi:* Meydana gelen yangına ait tüm bilgilerin toplanabilmesi için yangın formları (haber ve bilgi formu), yangın tutanağı, yangın hasarat raporu, yangın sicil fişi, yangın raporu, istatistiki bilgi çizelgeleri ve kayıtlarının oluşturulması gerekmektedir.

Teknik İşler

Yangın sonrası pratikte yapılan çalışmalarda idari işler ile birlikte teknik işler de yürütülmektedir. Teknik işler;

a-Yangına konu alandaki temizleme çalışmaları: En kısa sürede üretim ve boşaltma işlemlerinin tamamlanması,

b-Yanan alanların rehabilitasyonu: Ağaçlandırma, rehabilitasyon gibi teknik işlemlerin bir yıl içinde tamamlanması,

c-Koruma: Yanan alanın etkin olarak her tür tehlikeye karşı korunması için tüm önlemler alınması

olmak üzere 3 şekilde sınıflandırılmaktadır.

Türkiye’de 2008 yılında çıkan Serik-Taşağıl orman yangını sonrasında yanan alanların rehabilitasyonu ve yangına dayanıklı ormanlar tesisi projesi (YARDOP) olarak isimlendirilen bir proje hazırlanmıştır. Bu proje yangın sonrası yangın hassasiyeti yüksek olan yerlerde de uygulanmaya başlanmıştır.

2.3.2.1. Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dayanıklı Ormanların Tesisi Projesi (YARDOP)

Türkiye’de yangın istatistiklerinin tutulmaya başlandığı 1937 yılından günümüze kadar kayıtlara geçen ve yanan alan olarak en büyük yangın olan Serik-Taşağıl orman yangını sonrasında alanda Orman Genel Müdürlüğü tarafından yanan orman alanlarının yeniden ormanlaştırılmasına yönelik projeler hazırlanmıştır. Ülke genelinde ise 2008 yılından itibaren projeler hazırlanmaya başlanmıştır. Bu projelerde, yangından zarar gören alan 50-500 hektar arasındaki yanan ormanlık alanların Orman Bölge Müdürlüğüne, 500 hektardan büyük yanan ormanlık alanların ise Orman Genel Müdürlüğü tarafından yapılacak projelerle yangına dayanıklı bir şekilde tesisi amaçlanmaktadır. Orman yangınları sonrası yapılan bu proje “*Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dayanıklı Ormanlar Tesisi Projesi (YARDOP)*” olarak isimlendirilmektedir.

YARDOP, yangın sonrası doğal ve yapay gençleşme alanlarının seçimi, tür seçimi ve karışık meşcereler tesis etmek, ormanların bakımlı bulundurmak, canlı (yeşil) yangın durdurma zonları oluşturmak, rüzgar perdesi tesisi, dere vejetasyonlarının korunması ve günübürlük kullanım alanlarının tesisi gibi konu başlıkları dikkate alınarak meşcere seviyesinde tasarlanmış bir planlamadır (OGM, 2008). 2008 yılından itibaren çeşitli işletmelerde çalışmalar devam etmektedir (Tablo 2.3).

YARDOP çalışmaları:

- Silvikültürel iş ve işlem,
- Planlama iş ve işlem,
- İnşaat ve ikmal iş ve işlem,
- İşletme ve pazarlama iş ve işlem,
- Koruma yangınla mücadele iş ve işlem

aşamalarından oluşmaktadır.

Tablo 2. 3: 2008 Yılından İtibaren Yapılmaya Başlanan YARDOP Projeleri.

Bölge Müdürlüğü	Proje Adı	Yılı
Adana	Çatalan	2010
	Akdağ, İmamoğlu	2012
Antalya	Serik, Kırbaş	2011
	Kaş-Kasaba	2012
	Manavgat, Yalçıdibi	2011
	Antalya, Düzlerçamı	2011
	Antalya, Kumluca	2011
	Antalya, Asar	2010
	Serik-Taşağıl	2008
Balıkesir	Karşiyaka-Susurluk	2011
	Gürgendağ	2011
	Bigadiç, İskele	2011
	Domuzharmanı	2011
	Savaştepe-Sarıbeyler	2011
Bursa	Demirtaş	2011
Çanakkale	Keşan	2010-2011
	Baharlar 2008	2008
	Çanakkale-İntepe 2008	2008
	Gelibolu-2008	2008
Denizli	Kaklık	2011
	Sarayköy	2011
	Sarayköy	2010
Isparta	Bucak	2011
	Süleymanköy	2011-2012
İzmir	Manisa-Sarıçam	2011
	Akhisar	2011
	Göktepe, Şantiye	2010
	Selçuk, Meryemana	2010
	İzmir-Seferihisar	2009
	Menderes 2008	2008
	Erzin	2011-2012
K.Maraş	Yeşiova	2011-2012
	Antakya	2011
	İskenderun	2011
	Uluçınar	2011
	Yayladağı	2011
	Uluçınar	2010
	Samandağı-Şahlinkaya	2009
	Toldağ	2011
Mersin	Gökcesu	2011
	Zeyne	2011
	Çamdüzü	2011
	Mersin-Gülner-Büyükeceli	2008
Muğla	Gökova	2010-2011

YARDOP çalışma esaslarında yangınlara karşı direnci arttırmak için yanıcı madde miktarını azaltmaya yönelik meşcere bakımlarının yapılması, ısı enerjisini düşürmeye yönelik yangın zayıflatma alanlarının oluşturulması, aktif biyolojik faaliyet gösteren şerit, yol ve hatların (yeşil doku) tesis edilmesi, yangına direnç

gösteren ormanlar (servi, dişbudak, harnup, çınar, sığla, meşe, fıstık çamı vb.) kurulmasının gerektiği belirtilmiştir.

YARDOP tamimi doğrultusunda hazırlanacak olan projeler 200 ha'dan büyük yanık sahalarda, 200 ha'dan küçük sahalarda ise YARDOP prensiplerine göre çalışmalar uygulanmaktadır.

Projeler, sahanın özelliklerine göre bölge müdürlüğü, işletme müdürlüğü veya işletme şefliği tarafından yapılmaktadır. Yanan alanlar, bir yıl içerisinde tekrar ormanlaştırılacağı için projeleri bir yıllık, diğer projeler ise ihtiyaca göre çok yıllık olarak düzenlenmektedir.

Yangına hassas devlet ormanlarının dirençli hale getirilmesi işlemleri:

- Yanan ormanlık alanlarda,
- Yangına hassas olup, dirençli hale getirilecek ormanlık alanlarda,

uygulanacağı belirtilmiştir.

YARDOP daha çok rehabilitasyon çalışmalarını kapsayan aşamalardan oluşmaktadır. Rehabilitasyonun yapılabilmesi için yangının hemen sonrasında enkazın alandan çıkarılmasını gerektiren eylem planı uygulanmalıdır. Yangın eylem planının önemli bir basamağı alandaki üretim çalışmalarıdır. Bu çalışmalar etkin ve kısa zamanda yapılırsa yangın sonrası oluşabilecek zararın azaltılması sağlanabilecektir. Bu amaçla öncelikle üretim çalışmaları incelenmiştir.

2.4. ORMANCILIKTA ODUN HAMMADDESİ ÜRETİM SİSTEMİ

Ormancılıkta üretim denilince, asli orman ürünlerinin üretiminin dile getirildiği anlaşılmaktadır. Asli orman ürünlerinin başında odun hammaddesi gelmektedir (Karaman, 1997).

Türkiye'de uygulamada genel olarak üç tip odun hammaddesi üretim metodu söz konusudur. Bunlar tomruk metodu, bütün gövde metodu ve bütün ağaç metodu olarak söylenebilir (Erdaş, 1987).

Ormancılıkta odun hammaddesi üretiminin; kesme-devirme, dalların budanması, kabukların soyulması, boylara bölünmesi, boyların sınıflandırılması bölmeden

çıkarma, yükleme-taşıma-boşaltma, istifleme çalışmalarından oluştuğu ve sırası, yeri, şekli organizasyona bağlı olarak değişebildiği belirtilmiştir (Özçamur, 1981; Conway, 1982; FAO, 1982; Erdaş, 1986; Dykstra ve Heinrich, 1996; Rummer, 2002; Eker, 2004).

Ormancılıkta odun hammaddesi üretimi, piyasadaki odun hammaddesi talebinin karşılanması ve orman işletmelerince gelir elde edilmesi amacıyla kesim çağına ulaşan dikili ağaçların kesilerek depolara kadar taşınması sürecinde uygulanan faaliyetlerin bütünüdür (Eroğlu, 2007).

Odun hammaddesi üretim planlaması; odun üretiminin nasıl yapılacağını tanımlamanın fonksiyonu ve tüm ormancılık planlama sürecinin bir parçası olup (LIRA, 1987); kesme, bölmeden çıkarma ve orman ağacının bulunduğu yerden depolara kadar taşınması çerçevesinde gelecekteki ardışık olayları tanımlayan ve odun üretiminden beklenen amaçları başarmak için düşünülen süreç ve eylemleri organize eden bir planlama etkinliğidir (Dykstra ve Heinrich, 1996).

Orman ürünleri üretim işlerinin planlanması, orman ürünlerinin üretimi, bölmeden çıkarma ve nakliyat gibi ormancılık çalışmalarının kendi içlerinde ve birbirleri arasında etkin ve uyumlu tasarımı ve uygulamasını gerektiren oldukça karmaşık bir sorundur (Erdaş, 1986). Bu çalışmalar arasında orman ürünlerinin nakliyatı toplam üretim maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Acar ve Eroğlu, 2001).

Orman içerisinde gerçekleşen bölmeden çıkarma faaliyetleri güç ve zaman alıcı olup birbirinden farklı ilkel ve/veya modern yöntemlerle yapılmaktadır. Modern yöntemlerin kullanılması; yüksek teknoloji, taşınacak ürünün fazlalığı, finansman imkanları ve kalifiye işçi istihdamı gibi konularla yakından ilişkilidir (Eker ve Acar, 2005). Bölmeden çıkarma işlemi insan gücü, hayvan gücü ve makine gücü olmak üzere 3 değişik şekilde gerçekleştirilmektedir (Bayoğlu, 2001). Ülkemizde bölmeden çıkarma çalışmaları büyük ölçüde insan ve hayvan gücüyle yapılmaktadır (Acar, 1998). Gelişmiş ülkelerdeki üretim mekanizasyonu oranı ülkemize oranla çok daha yüksektir. Topoğrafik açıdan şartlarımıza benzeyen Avusturya'da makineli üretim %86 iken, ülkemizde ise bu oran yaklaşık %10 civarında kalmaktadır (Acar ve Eroğlu, 2003).

FAO, 1977; Staaf, 1984; LIRA, 1987; Sundberg ve Silversides, 1988; Dykstra ve Heinrich, 1996; Shaffer, 1998, tarafından yapılan çalışmalarda, odun üretim planlaması; planlama ölçeği, içeriği, alansal boyutu, planlama adımları gibi özelliklerine göre farklı biçimlerde ele alınmaktadır. Planlamada etkili olan faktörler açısından odun hammaddesi üretim planlaması, karmaşık bir iş olup arazinin fiziksel özellikleri, meşcere yapısı, iklim, amenajman ve silvikültür planı, ürün, işgücü, üretim araçları ve yöntemlerinden etkilendiği belirtilmiştir (Eker, 2004).

Odun üretim operasyonlarının topoğrafik, teknik ve ekonomik faktörlere göre planlanmasının yanında üretim operasyonlarının çevresel zararları ve bunların azaltılması da planlama yapılırken dikkate alınmaya başlanmıştır. Bu durum doğrusal ve sayısal olmayan değişkenlerin planlamada yer almasına neden olmuş ve kantitatif karar destek mekanizmaları tek başına yetersiz kalmıştır. Bu tür planlama problemi daha çok teknoloji veya sistem seçimi olarak irdelenmiş ve çok kriterli analizlerle çözülmeye çalışılmıştır (Linehan, 1993; Linai, 1994; Varma vd., 2000; Lan, 2001; Eker, 2004).

Orman kaynaklarının planlaması yapılırken diğer özelliklerinin yanında planın uzun bir sürede gerçekleştirilmesi, mekansal karmaşıklığı ve çok sayıda yönetim alternatifi ortaya koyması ile dikkat çekmektedir. Hem bu karmaşıklık ve hem de elde mevcut planlama teknikleri ve karar destek sistemleri nedeniyle orman kaynaklarını planlama problemi çoğunlukla hiyerarşik bir yapıda düzeylere ayrılmaktadır. Bu kapsamda Ok (1999) tarafından stratejik, taktik ve işlemsel (operasyonel) planlama düzeyleri belirtilmiştir (Yılmaz, 2003).

Planlamanın ilk aşaması olan *stratejik planlama aşamasında*; genel olarak orman kaynaklarının toplumsal talepler ve kısıtlar dikkate alınarak hangi işleve tahsis edileceği, hangi amaçla yönetileceği ve bu amaçlara ulaşacak stratejiler belirlenmektedir. *Taktik planlama aşamasında*; stratejik planlama aşamasında belirlenen işlevlerin herbirini kapsayan zaman ve mekan boyutu verilmiş değişik alternatifler geliştirilerek amaçların optimizasyonu ayrıntılı olarak çözüme kavuşturulmaktadır. *Operasyonel planlama aşamasında ise*; her bir işlev açısından sisteme işlerlik kazandıracak kısa dönemlerde daha çok uygulayıcıların aldıkları kararları yansıtan ayrıntılı işler planlanmaktadır (Daşdemir, 2010).

Odun hammadesi üretimi sisteminin aşamalı yapısı ve etken faktör sayısının fazlılığı nedeniyle operasyonel planlamaya gereksinim duyulmaktadır. Odun hammadesi üretim sürecini etkileyen faktörler ve odun hammadesi üretim sisteminin zararları operasyonel planlamanın bileşenlerini oluşturmaktadır.

2.4.1. Ormancılıkta Odun Hammadesi Üretim Sürecini Etkileyen Faktörler

Odun hammadesi üretim sürecini etkileyen faktörler, hedefe ulaşmak için çözüm alternatiflerini engelleyen veya alternatif sayılarını azaltan koşullardır. Böylece düşünülen hedefin kabul edilebilirliği ve uygulanabilirliği sınırlayıcı faktörler tarafından belirlenir. Bu faktörler aşağıda gruplar halinde verilmiştir.

- Yasal düzenlemeler
- Çalışma yerindeki arazi koşulları
- Mevsimler
- Meşçerenin yapısı
- Talepler
- Çevre (Orman Ekosistemi)

Yukarıda sayılan faktörlerin dışında, mevcut yol ağı ve orman içi ağaç işleme merkezleri “sınırlayıcı” olarak nitelendirilmemektedir. Çünkü yol ağı ve işletme merkezleri istenirse yapılabilir özellik taşımaktadır. Halbuki diğerleri işletmenin isteği dışında oluşan ve etki edilemeyen koşullardır (Yıldırım, 1989).

İş ve insan arasındaki ilişkilerin bilimsel olarak ele alan yaklaşım “iş ve zaman etütleridir”. Zaman etütleriyle tespit edilen değerler orman ürünleri taşımacılığının süre bakımından planlanmasında kullanılması ile zaman kayıplarının önlenmesi gerekmektedir (Tunay ve Varol, 1999).

Yıldırım (1989) tarafından yapılan çalışmada; hasat tekniklerinin ve yöntemlerinin uygulanmasında sınırlayıcı faktörler arazi, mekanizasyon hareket kabiliyeti, mevsim, yağış nem sıcaklık hava halleri işçi çalışmalarında zorlaştırması, vejetasyon dönemlerinde ağaç yapısında meydana gelen fizyolojik değişiklikler, sezona bağlı olarak iş gücü kapasitesi, mevsime bağlı olarak gün ışığı kullanım oranı olarak belirtilmiştir.

Odun hammaddesi üretim sistemini etkileyen faktörleri betimleyen çalışmalar işlem ve tarih sırasına göre aşağıda özetlenmiştir;

Yıldırım (1983), kesim çalışmaları süresinin çalışma objesi, işyeri özellikleri ve hava hallerinden önemli oranda etkilendiği belirtmiştir.

Brown (1950), Wackerman (1966), Conway (1973) ve İlter (1983) çalışmalarında, kesim işine ilişkin standart zamanın kesim çapı, meşcere kapalılığı (hektardaki fert sayısı, ad/ha) ve eğim ile doğrusal ilişkili olduğunu bulmuşlardır.

Aykut (1972), geniş yapraklı (GYA) ve iğne yapraklı ağaç (İYA) tomruklarının manda ve öküz ile sürütülmesinde sürütme mesafesi, eğim, arazinin topoğrafyası, yol durumu, tomruğun hacmi, ağaç cinsi ve sürütme metodu faktörlerinin etkili olduğunu bulmuştur.

Çoban (1975) yaptığı araştırmada sürütme süresini tomrukların kabuklu, kabuksuz oluşuna, sürütme yolu eğimine, ortalama mesafeye, tomruk hacmine ve periyotlara göre belirlemiştir.

Dingil (1978) Antalya yöresinde kızılçam ormanlarında 10 ayrı odun öbeğinin işçi ve çekim hayvanı (katır) ile sürütülmesinde harcanan süre, eğim, uzaklık, engellik gibi özellikler yönünden araştırmıştır.

Erdaş (1989) belirttiğine göre Koller K300 orman hava hatları ile orman ürünlerinin bölmeden çıkarılması ile ilgili çalışmalarında gerçek çalışma zamanı etkileyen faktörlerin; bölmeden çıkarma uzaklığı, yandan çekme mesafesi, bir sefer için yüklenen parça adedi, yüklenen hacim, ortalama parça hacmi şeklinde olmaktadır.

Brown (1950), Wackerman (1966), Aykut (1972), Gürtan (1975), Dingil (1978), İlter (1979, 1983) ve Seçkin (1982) çalışmalarında, “sürütme işinde standart zaman”; sürütülen mesafe, eğim, sürütülen ürünün hacmi ve ağırlığı, sürütme gücü ve sürütülen zeminin sürütmeye uygunluğu gibi değişkenlerle ilişkilendirmişler.

Kantola (1954) tarafından iğne yapraklı ağaç tomruklarının kamyonlarla yüklenmesi üzerine yapılan araştırmada yükleme üzerine yükleyici sayısı, yük hacmi ve yüksekliği, tomruk ağırlığı, boyutları ve kabukluluk durumu, tomruğun kamyon

uzaklığı, istiflerin büyüklüğü ve birbirinden olan uzaklığı, istifleme metodu, yükleme metodu ve hava koşullarının etkilerini saptamıştır.

Aykut (1972)'e belirttiğine göre tomrukların kamyonlarla ve traktör treylerlerle naklinde, yolun eğimi ve durumu, nakledilen ağacın cinsi, yükün hacmi dolayısıyla ağırlığı, nakliyat mesafesi ve hızı, yükleme-boşaltma zamanı ve nihayet araç tipinin etkisi olmaktadır.

Seçkin (1982) makine ile yapraklı ağaç tomruklarını kamyonlara yüklemenin elle yüklemeye göre %64 oranında zamandan tasarruf sağlandığını, elle 1 kamyon yükleninceye kadar kreynele yaklaşık 3 kamyonun yüklenebileceği ve ayrıca boşaltmanın makine veya insan gücü ile yapılmasında çok büyük zaman farkının olmadığını ortaya koymuştur.

İlter (1989) yaptığı araştırmada Kantola (1954), Çoban (1963), Aykut (1972), İlter (1979, 1983) ve Seçkin (1982) çalışmalarında, "taşıma işinde standart zamanın"; taşıma yapacak araç tipi, taşıma yapılacak yolun kalitesi, yolun eğimi, taşınacak hacim (ağırlık) ve taşıma mesafesi değişkenleriyle doğrusal ilişkili olduğunu saptadıklarını belirtmiştir.

Karaman (1997) tarafından yapılan çalışmada yürüme yönü etkisini arazi eğimi ve engeli, diri ve ölü örtü durumu, zeminin kuru, nemli, ıslak kaygan olma durumu, hava hali, yürüme mesafesi, ağacın türü, vasfı, çapı, boyu, formu, dallanma, dal yoğunluğu, tomruk sayısı, motorlu testere sınıfları ve çalıştırma zamanının kesim sürecine etkileyen faktörlerini ve etkilerini tespit etmiştir.

Tunay vd (2005) tarafından yapılan üretim çalışmalarında, toplam zaman değerine etki eden en önemli etmenlerin kesilen ağacın bölündüğü parça sayısı ve dikili kabuklu hacmi değerleri olduğu bulunmuştur.

Önal (2013), odun hammaddesi üretim operasyonları sırasında harcanan işgücü ve makine gücünün enerji miktarını, açığa çıkan egzoz gaz salımı miktarlarını ve makine kullanımından kaynaklanan çevresel gürültüyü değerlendirmiştir.

Son olarak günümüzde kullanılan OGM'nün 288 sayılı tebliğine göre, Türkiye'de asli orman ürünlerinin üretimi işlerini düzenlemeye ve uygulanacak birim fiyatlarını belirlemeye yönelik esaslar; iş-zaman ölçümlerinin sonuçları esas alınarak standart

zamanların belirlendiği, üretimde kullanılan araç, gereç ve malzemenin birim maliyetlerinin hesaplanma şekli ve bunlara göre üretim birim fiyatlarının hesaplanma şekli açıklanmıştır. Kesim işinde iki kişilik ekip çalışması ve bir adet motorlu testere ile çalışma esas alınmıştır. Bölmeden çıkarmada bir çift öküzle sürütmenin yapıldığı esas alınmış ve buna ilişkin standart zaman ve maliyet hesaplama şekilleri üzerinde durulmuştur. Standart zamanlar, iş dilimleri için ve dakika/m³, birim maliyetleri ise TL/saat olarak verilmiştir.

Kesme ve tomruklamada,

- Geniş yapraklı ağaçlar ve iğne yapraklı ağaçların ayrımı yapılmış,
- Arazi eğimi 4 gruba ayrılmış (%0-30, %31-60, %61-100 ve %100'den fazla),
- 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)

ve bu değişkenlere göre çalışma zamanı ve motorlu testere çalışma zamanı belirlenmiştir.

Sürütmede ise ağaç türü ve çap kademesi ayrımı yapılmamış, aynı eğim gruplarında yukarıdan aşağı sürütme işlemi, farklı sürütme mesafeleri ve kot farkları için işçi çalışma zamanı tablolaştırılmıştır.

Yapılan tez çalışmasında da, odun hammaddesi üretim sistemlerinin zamanlarını etkileyen faktörler yukarıda belirtilen literatür ve OGM'nin 288 sayılı tebliği kullanılarak tespit edilmiş ve model etki katsayıları hesaplanmıştır.

2.4.2. Ormancılıkta Odun Hammaddesi Üretim Çalışmalarının Çevresel Etkileri

Türkiye'de inşaa, hayvan ve kısmen de makine gücüne dayalı tekniklerin kullanılmasıyla gerçekleştirilen odun hammaddesi üretimi faaliyetleri, üretilen ürün, orman toprağı, dikili ağaçlar ve fidanlar üzerinde çeşitli şekil ve düzeylerde zararlar ortaya çıkarmaktadır (Erdaş, 1986).

Menemencioğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada;

- Dykstra ve Heinrich (1996), planlama yapılmadan gerçekleştirilen orman üretim işlemleri sonucunda iş güvenliği ve üretim yüzdesinin azalmasına karşılık, sigorta, tazminat ve taşıma giderlerinin arttığı, tomrukta hacim ve değer kayıplarının artmasının yanında, orman toprağında, kalan meşcerede ve akarsularda daha fazla zarar meydana geldiği ve su kalitesinin düştüğünü,
- Pereira vd. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel yöntemle yapılan üretim çalışmaları sırasında orman örtüsü ve orman toprağında meydana gelen tahribatın hasat zararlarını azaltıcı planlamasına göre yaklaşık iki kat daha fazla olduğu tespit edildiğini,

belirtilmiştir.

Görecelioğlu (1993), odun üretiminin ağaç kesimi, sürütme ve bölmeden çıkarma faaliyetlerini kapsadığını, kesilen ağaçların evapotranspirasyonu ve intersepsiyonu azaltıp toprağı daha nemli hale getirdiğini, kesimden sonra toprakta kalan köklerin bir müddet daha toprağı stabilize ettiğini, ancak zamanla dayanıklılığını yitirdiğini ifade etmiştir. Bu kök dayanıklılığının kaybolmasının toprak hareketine yol açtığını ve taşınan toprağın akarsularda asılı sediment konsantrasyonunda artışa neden olduğunu belirtmiştir.

Whitman vd. (1997), üretim faaliyetleri sırasında meydana gelen zararlar ile ilgili olarak; sürütme yolları, kesim alanları, toprak sıkışması, kapalılık değişimi, gençliğe ve kalan ağaçlara olan zarar, tohumların yaşaması ve gelişmesi gibi faktörleri değerlendirmişler ve kapalılığın eskiye oranla %2 azaldığını, gençliğin %15 ve kalan ağaçların %50'sinin zarar gördüğünü, tohumların gelişmesinin toprak sıkışmasına bağlı olarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Pinard vd. (2000), yaptıkları bir araştırmada; üretim metodunu değerlendirerek meşceredeki gövdelere verilen zararın %50'den %28'e, toprağı verilen zararın ise %13'ten %9'a düştüğünü ortaya koymuştur.

Acar ve Eroğlu (2003), ülkemizde %95'i ilkel yöntemlerle yapılan bölmeden çıkarma çalışmaları sonucu taşınan ürünlerde kalite ve miktar kayıpları ile çalışmanın yapıldığı alandaki gençlik ve dikili ağaçlar üzerinde çeşitli hasarlar oluşturduğunu, yapılan işin işçiler açısından ağır olduğunu ve zaman zaman ölümlere sebebiyet veren iş kazalarının ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Acar ve Ünver (2004) tarafından yapılan çalışmada, ormancılıkta odun hammaddesi üretim sistemi zararlarını meşcerede kalan ağaç ve fidanlara verilen zararı ve orman toprağı üzerine zararı şeklinde iki basamakta incelenmişlerdir.

Üretim çalışmalarında yol yapım işlemi için; Tunay vd. (2004) tarafından dozer ile yapılan çalışmada yol inşaat alanının aşağısındaki ağaçlarda daha fazla hasar olduğu tespit edilmiştir. Ağaçların yaralanması sonucu oluşan hasarlar, böcek ve mantar vb. zararların ekskavatör kullanımı ile önlendiğı belirtilmiştir.

Ares vd. (2005), ormancılık üretim faaliyetlerinden zemin üzerinde sürütmenin toprağın fiziksel özellikleri üzerine ve Douglas Göknarı'nın gelişimine olan etkilerini tespit etmek için yaptıkları çalışmada ağır ekipmanların toprak özelliklerini ve dolayısıyla ormanın üretkenliğini etkileyebileceğini ancak bunun kullanılan ekipmanlar ve alanın koşulları ile ilgili olarak çok çeşitlilik gösterebileceğini ifade etmişlerdir.

Menemencioğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada, hasat zararlarını azaltıcı transport planlamasının önemi vurgulanmıştır. Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalarda planlı yapılan üretim çalışmaları ile plansız yapılan üretim çalışmaları kıyaslanmış, %50'ye varan oranlarda fark olduğu belirlenmiştir.

Grace vd. (2006), ormancılık operasyonlarının toprağın fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda bu faaliyetlerin toprağın fiziksel özelliklerini (sıkışma, porozite, hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı) olumsuz yönde etkilediğı ve kontrollü bir çalışmayla bu zararların azaltılabileceğini ifade etmişlerdir.

Forshed vd. (2006), hasat zararlarını azaltıcı üretim yönteminde daha sağlıklı bir ortamın oluştuğunu ve daha az ağacın zarar gördüğünü tespit etmiştir.

Demir vd. (2007) tarafından yapılan araştırmada; üretim çalışmalarında insan, hayvan ve makine gücü kullanımının sürütme yollarına etkisi incelenmiştir. Üretim çalışmaları nedeniyle toprakta sıkışma meydana geldiğı ve karşılaştırmalar sonucunda hacim ağırlığı, ince toprak ağırlığı, toplam porozite ve nem eşdeğeri arasında çok önemli farklılıklar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İnsan gücü, hayvan gücü ve traktörlerle zemin üstünde yapılan sürütmelerde söz konusu zararlar, dikili ağaçlara çarpmalar sonucu ağaç gövdelerinde meydana gelen yaralanmalar, gençlik bulunan sahalarda gençliklerin sökülmesi veya orman toprağının humus tabakasının bozulması, yine toprak üst yüzeyinin yırtılması ve erozyona zemin hazırlanması vb şekilde kendini göstermektedir (Eroğlu, 2007).

Ünver (2008), odun hammaddesinin insan gücüyle sürütülmesi sırasında ortaya çıkan ürün kayıpları ve çevresel zararların belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada; sürütülen odun hammaddesinde zararın kırılma, yaralanma ve saçaklanma olarak meydana geldiğini ve üretim mevsimine göre %30 ile %50 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Wolf vd. (2008) kış ve yaz üretimi olarak iki safhada yaptıkları çalışmada, yaz üretimine oranla kış üretiminin bitki türleri üzerinde daha az zarar meydana getirdiğini saptamışlardır.

Eroğlu vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, dünyadaki üretim çalışmalarının olumsuz etkilerinin saptandığı, geleneksel tekniklerle yapılan bölmeden çıkarma çalışmaları ile olumsuz etkileri azaltılmış bölmeden çıkarma teknikleri (RIL- Reduced Impact Logging) kıyaslandığı ve zararların en aza indirilmesine yönelik çeşitli önerilerin geliştirildiğini belirtilmişlerdir (Costa ve Tay, 1996; Johns vd., 1997; Bertault ve Sist, 1997; FAO, 1997; Sist vd., 2002).

Eroğlu vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada üç farklı bölmeden çıkarma tekniğinin (insan gücü, traktör ve hava hattı) Doğu Ladini orman topraklarının bazı fiziksel özellikleri üzerinde etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada; hava hatlarının olumsuz bir etkiye sahip olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Spinelli vd. (2010), yaptıkları çalışmada üretim faaliyetlerinden sonra oluşan kalan meşcereye ve toprağa olan zararı incelemiş geleneksel yöntemle; kalan meşcereye %12-14 oranlarında zarar verildiğini ve bu zararın makineli çalışmayla %20'ye kadar yükseldiğini, toprak yüzeyinde ise zararın %42 olduğunu tespit etmişler ve kablolu çekimi önermişlerdir.

Buğday (2011), hasat zararlarını azaltıcı planlama ile ilgili diğer ülkelerde yapılan çalışmalara bakıldığında kalan meşcereye, orman toprağında ve ekosisteminde

oluşan zararların geleneksel yöntemle göre yaklaşık %50'ye varan oranda azaltılabildiği görülmektedir.

Özçelik ve Eker (2013), odun hammaddesinin üretimi sırasında yönetsel ve operasyonel süreçlerde çevresel etkilerini betimlemeye ve ölçmeye yarayacak ölçüt ve göstergeler listesi oluşturmuşlardır.

Literatür araştırmaları sonucunda üretim zararlarını azaltıcı yöntem ve planlamaların etkisi operasyonel planlamanın önemini ortaya çıkarmaktadır. Operasyonel planlama yapılırken yöneylem araştırma teknikleri kullanılarak kapsamlı bir çalışma ortaya çıkarılmaktadır.

2.5. OPERASYONEL PLANLAMA

Operasyonel planlama (OP); belirli alanlardaki ormancılık operasyonları sürdürmek için gerekli olan kaynaklara erişimi, üretimi, yenilenmesini ve korunmasını olanaklı kılan metotlar, programlar ve sorumluluklar bütünüdür (Branney ve Dutson, 2003).

OP, odun tahsislendirme süreci ve aktüel odun üretimini gerçekleştirmek ve gereken aktivitelerin planlanması için bir referans teşkil eder. OP'nin amacı, planlamanın belirli bir periyodu boyunca takip edilecek üretim programını tanımlamaktır. Taktiksel plandan elde edilen kesim bütçelerine dayandırılarak yıllık ve sezonluk talepleri karşılayabilecek şekilde operasyon sonuçlarını veren daha hassas ve tahsislendirici bir planlama evresidir.

OP, talep piyasası için gereken üretimin yapılabileceği meşçerenin alanını veya sırasını belirten programları içerir. Operasyonel planlar her sezonun sonunda yeniden revize edilebilir (Laroze ve Greber, 1991).

OP yöntemi; veri tabanı tasarımı, zaman analizi, teknik analiz, operasyonel kararların modellenmesi, sentez ve operasyonel plan taslağının oluşturulması aşamalarından meydana gelmektedir (Eker, 2004). OP, yapılırken yöneylem tekniklerinden faydalanılmaktadır.

2.6. YÖNEYLEM ARAŞTIRMA TEKNİKLERİ

Yöneylem araştırması (YA) problemlerin; matematik, grafik ve sezgisel modellerle ifade edilerek, bu modellerin çeşitli yöntemlerle çözülmesi ve en iyi (optimal) çözüme ulaşılmasını sağlayan bilimsel yöntemlerle uğraşır.

Model, herhangi bir gerçek nesneyi, olayı ya da süreci sistem olarak ele alıp, sözkonusu sistemin elemanlarını ve aralarındaki ilişkilerini belirli bir düzende kelimeler, şekiller, işaretler yahut matematik sembollerle temsil etmektedir (Başkent, 2004).

Yöneylem araştırmasının temelini, model ve modelleme oluşturur. Bir sistem bileşenlerinin simgelerle tanımlanıp bileşenler arası ilişkilerin fonksiyonlarla gösterimine “Matematiksel Model” denir. Sistemin yöneticisinin kontrolü altında olup karar değişkeni olarak isimlendirilen değişkenlere, hangi değerlerin verilmesi gerektiğini belirlemek amacıyla kullanılan matematiksel modellere “Karar Modeli” denir. Genel olarak modelleme süreci; problemin tanımlanması, bilgi toplanması, gözlemlerin yapılması, nitel yada nicel modelin oluşturulması, veri toplanması, modelin çözülmesi, çözüm analizi, çözümün uygulanması ve çıktıdan ibarettir (Eker, 2004).

Çalışma sırasında modelleme üzerine yapılan yurt içi ve yurt dışı literatürler araştırmacı tarafından derlenmiş ve Tablo 2.4/2.5’de verilmiştir.

Tablo 2. 4: Dünya’da Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar.

Çalışma Yapan Kişiler	Tarih	Yapılan Çalışma
Schnelle	1980	Orman ürünlerinin nakliyatinin planlaması için Prorate” algoritması ile MINCOST yazılımını geliştirmiştir
LeDoux ve Buttler	1981	THIN (genç meşcerelerde kablolu aralamanın verim ve masrafını hesaplamada kullanılan bilgisayar benzetim modeli) tanıtmıştır.
Gardner	1982	Dağlık bölgede üretim ekipmanlarının verimi ve işletme masraflarının hesaplanmasında sistemlerin benzetim tekniği ile birleştirilebileceğini belirtmiştir.
Weintraub ve Dreyfus	1985	En kısa mesafenin bulunması yaklaşımına dayalı NETCOST yazılımını geliştirmiştir
Meng	1984	Üretim makinelerinin verimliliğini belirlemek için model araştırmasında, alışılmış metodlar olarak ortalama, aritmetik formüller ve regresyon eşitlikleri gibi üç metoddan olduğundan bahsetmektedir.
LeDoux	1984	THIN denilen benzetim modeli kullanılarak, kablolu hatlarla taşımada fayda maliyet analizleri yapmıştır
Robak	1984	OP-PLAN adıyla operasyonel planların hazırlanması, düzenlenmesi, analiz ve geliştirilmesi için karar destek sistemini sağlayabilen bir operasyonel planlama aracı geliştirmiştir.
Pulkki	1984	Meşcereden depoya taşıma operasyonlarının planlanması için CBS ve sezgisel programlamayı bir arada kullanmıştır.
Sessions	1985	“Prorate” algoritmasına benzer bir metot kullanarak NETWORK yazılımını geliştirmiştir.
Blinn vd.	1986	Beş farklı üretim sistem verimliliği, maliyeti ve iş etkinliği açısından HSS isimli bilgisayar programı ile hesaplanmış, makine verimliliği ise Fortran dilinde geliştirilmiş; GENMAC isimli benzetim modeli ile belirlenmiştir.
Koger ve Webster	1986	Sürütmeye dayalı üretim sistemlerinde karın maksimum yapılması için doğrusal programlama modelleri kullanılmıştır.
Johnson vd.	1987	Doğrusal programlama tabanlı FORPLAN yazılımını geliştirerek fonksiyonel planlama ile arazi kullanım planlamasını bir arada gerçekleştirmeyi amaçlamışlardır.
Douglas ve Henderson	1987	Yol yapım ve transport maliyetlerini dikkate alarak orman yolu ağı planlamak için bir model geliştirmiştir.
Frieker ve Thieme	1988	Orman nakliyatinin planlanmasında bilgi tabanlı uzman sistemlerden (KBES) yararlanma imkanları tartışılmıştır.
LeDoux	1988	Engelibeli arazide genç yapraklı meşcerelerde; üretim tekniği, transport ağı ve transport araçlarının meşcere işletmesi üzerindeki etkileri MANAGE denilen benzetim modeliyle açıklanmaya çalışılmıştır.
Mendoza ve Sprouse	1989	Bir orman kaynakları planlama problemine yaban hayatı habitat kalitesinin dahil edilmesi ile ilgili yönetim alternatiflerinin belirlenmesinde bulanık yaklaşımları kullanmışlardır.
Davis ve Raisinger	1990	Üretim ekipmanı seçiminde arazinin değerlendirilmesine yönelik çalışmada, büyük miktarlardaki endüstriyel odun üretimi faaliyetlerinin planlanmasında coğrafi bilgi sistemim kullanan arazi modeli geliştirmiştir.
Howard ve Tanz	1990	Tomruk üretim faaliyetlerinde adil fiyat sözleşmesinin belirlenmesi ile ilgili çalışmada, üretim sonuçları ile meşcere özellikleri benzetim modelinde birleştirilmiş, elde edilen sonuçlar anlaşma fiyatları ile karşılaştırılmıştır.
Laroze ve Greber	1991	Çok amaçlı bir odun üretim planlama modeli geliştirilmiştir
Burger ve Jarnick	1991	Doğrusal programlama modeline bağlı odun üretimi ve dağıtım modeli kullanılmıştır.

Tablo 2. 4 (devam): Dünyada Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar.

Çalışma Yapan Kişiler	Tarih	Yapılan Çalışma
Sessions ve Sessions	1993	Orman ürünlerinin zamana bağlı üretiminin düzenlenmesinde ve nakliyat planının geliştirilmesinde SNAP yazılımını geliştirmiştir.
Howard ve Nelson	1993	Amaç fonksiyonunda net bugünkü değer maksimizasyonu bulunmakta iken odun hammaddesi ve nakit para akışının kısıtları oluşturduğu bir durum, farklı kriterlerden meydana gelen odun hammaddesi üretim amaçlı bir probleme örnek olarak verilebileceğini belirtmiştir.
Sarbini	1993	Endonezya’da Coğrafi Bilgi Sistemi tekniğini kullanarak orman kaynaklarının işlevsel haritalamasına yönelik modeller geliştirmiştir.
Weintraub vd	1994	Hiyerarşik planlama probleminin çözümüne yönelik sezgisel (heuristic) metotlar geliştirilmiştir.
Tarp ve Helles	1995	Çok kriterli karar verme tekniklerinden Doğrusal Programlama, Karışık Tam Sayılı Programlama, Dinamik Programlama, Alternatifler Üretmeye Yönelik Modelleme ve Amaç Programlama tekniklerinin ormancılık alanındaki uygulamalarının bir kısmını incelemiştir.
Oborn	1996	TOPM (Tactical Operations Planning Model) adında çok yıllık (5 yıl) operasyonel planlama modelini geliştirmiştir.
Ichihara vd.	1996	Yol yapım maliyetini en aza indiren optimum düzey güzergahı tespit etmek için “sezgisel” yöntemler kullanarak bir optimizasyon modeli geliştirmiştir.
Zhan	1997	En kısa yol algoritmasında, bir ağdaki linklere uzaklık, maliyet ve zaman gibi değişik parametreler atanabileceği, her bir linkin ağırlıklı değerinin toplamını en aza indiren yol linklerinin bulunması ile en kısa yol güzergahı araştırılabileceği belirtmiştir.
Clark	1998	Potansiyel üretim bölmelerinin değerlendirilmesinde kullanılan üretim operasyon maliyetleri için bir model geliştirmiştir.
Suzuki ve ark.	1998	Bazı rekreasyon değerleri göz önünde tutarak GA yardımı ile optimum orman yolu planlaması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.
USDA	1998	Doğrusal programlama tabanlı SPECTRUM yazılımı geliştirilmiştir
Epstein vd.	1999	Transport maliyetlerinin teşkil ettiğini ve kısa vadeli planlama araçları olan YA tekniklerinden LP, MIP ve simülasyonu kullanılarak, bu aşamadaki maliyetlerin azaltıldığı belirtilmiştir.
Gallis	2000	Tarama tabanlı bir orman ürünleri lojistiği simülasyon modeli geliştirilmiştir.
Weintraub ve ark.	2000	Yönetim modelleri ve ormancılıkta kombinasyonel algoritmalar içeren bir araştırma ortaya koymuştur.
Chung ve Sessions	2000	DOS işletim sistemine uyumlu geliştirilen NETWORK II yazılımının modern versiyonu olan NETWORK 2000 yazılımı, Microsoft Windows işletim sistemine uyumlu olarak geliştirilmiştir.
Hof ve Bevers	2000	Alt birimlere ayrılmış bir havzayı, sediment kontrolü amacı ve odun üretimi kısıtı altında doğrusal programlama tekniği ile planlamıştır.
Chung ve Sessions	2001	NETWORK 2001, Sessions ve ark. (2001) tarafından geliştirilen yeni bir algoritmayı temel alarak geliştirilmiştir.
Ollson	2001	Yuvarlak odun taşınmasını ve yol yatırımlarını optimize etmek için bir doğrusal programlama kullanılmıştır.
Roise	2001	Taşıma koridorlarının konumlandırılması, düzenlenmesi ve seçimi ile hareket (yaban hayvanları göç yolu) alanlarının düzenlenmesi dair problemin çözümünün optimizasyonu için nonlinear tamsayı program kullanılmıştır.
Jensen	2002	Odun taşıma maliyetlerinin tahmine ve yakacak odun maliyetleri ile diğer alternatif yakıt kaynaklarının maliyetlerinin tahmini, karşılaştırılmasında WTRANS model programını kullanmıştır.
Chung	2003	Network programlama tekniği olan “Network Heuristic Algoritmasını” kullanan çözüm metodolojisini geliştirmiştir.

Tablo 2. 4 (devam): Dünyada Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar.

Çalışma Yapan Kişiler	Tarih	Yapılan Çalışma
Murphy	2003	Yuvarlak odun transportunun toplam maliyetini en aza indiren bir model formülasyonunu ortaya koymuştur.
Palmgren vd.	2003	Transport problemini hesaplamak için transportta taktiksel ve operasyonel planlama model formülasyonunu ortaya koymuştur.
Anderson ve Nelson	2004	Orman yolu ağları üreten bilgisayar destekli bir sistem geliştirmek için En Kısa Yol algoritmasını kullanmıştır.
Palmgren vd.	2004	Kamyonla tomruk taşımacılığında toplama ve taşıma gibi planlama problemlerini çözmek için model geliştirmişlerdir.
Olsson ve Lohmander	2005	Yuvarlak odun transportu ve stabilize yol yatırımlarını optimize eden bir model geliştirmiştir.
Eberhardinger ve von Bodelschwingh	2005	Almanya’da yapılmış yuvarlak odun transportunda iki alan çalışmasını analiz etmiştir.
Aruga vd.	2005	Orman yollarında optimum düzey güzergahın belirlenmesi çalışmalarında iki ayrı “sezgisel” yöntemin (GA ve Tabu Search) performanslarını karşılaştırmışlardır.
Akay ve Sessions	2005	Modern optimizasyon yöntemlerini ve CBS tekniklerini kullanarak, toplam yol maliyeti en düşük olan orman yolu güzergahının belirlenmesinde yardımcı olmak üzere bir orman yolu planlama modeli (TRACER) geliştirmişlerdir.
Broman vd.	2006	İsveç’te 2005 yılında meydana gelen kasırga sonrası etkilenen 70 milyon m ³ odun hammaddesinin taşınmasını incelemiştir.
Calgren vd.	2006	Tomrukların ormanda daha homojen ve özel kalitede elde edilebilmesi için düzenli bir şekilde depolanmasının önemini vurgulamışlardır. Bu çalışmada istif ve çalışma planlamasını dikkate alarak bir tamsayı programlama modeli geliştirilmiştir.
Hirsch	2009	Odun hammaddesi taşımada kullanılacak güzergahı saptamak amacıyla iki model geliştirmiştir. Metasezgisel yöntem kullanmıştır.

Tablo 2. 5: Türkiye'de Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar.

Çalışma yapan kişiler	Tarih	Yapılan çalışma
OGM	1972	Akdeniz Orman Kullanım Projesi kapsamında geliştirilen ve makineli üretime dayalı simülasyon sistemidir.
Soykan	1978	Doğrusal programlama tabanlı "Transport Modeli"ni ilk kez kullanmıştır.
Geray	1978	Doğrusal Programlama tekniğini kullanarak aktivite alanlarının önem sıraları ile en uygun idare süresi ve toprak tasarruf edici yeni tekniklerin yayılma sırasını hesaplamıştır.
Geray	1978	Tarife bedelinin belirlenmesi için yaptığı çalışmada, aktivite alanları başına üretim ve transport maliyetlerinin hesaplanması ve uzun dönemli planlaması için LP'yi (Linear programming = Doğrusal programlama) kullanmıştır.
Soykan	1979	Eşit yaşlı ormanlarda idare sürelerinin optimizasyonunda doğrusal programlama yöntemi, optimal kuruluşların belirlenmesinde de simülasyon yöntemi, Yararlanmanın düzenlenmesinde Kademeli Simülasyon Modeli (KASİMOD), Seçimlik Simülasyon Modeli (SESİMOD) ve Grafıksel Simülasyon Modeli (GRASİMOD) adı verilen üç adet simülasyon modeli geliştirilmiştir.
İlter	1979	Türkiye genelinde orman işletmelerinde tomruğun fiziksel dağıtımının optimizasyonu konusu çalışılmıştır.
Akalp	1983	Değişik yaşlı meşcerelerde artım ve büyümenin simülasyonu için bir model geliştirmiş ve modeli doğu ladini meşcerelerinden alınmış deneme alanlarına ilişkin verilerle sınamıştır.
Sun	1983	Bir kızılçam ağacının çap ve boy gelişimine ilişkin özellikleri inceleyerek, yaş, yetiştirme yeri ve taç etkileşim endekslerine dayalı olarak kurduğu modele göre, tek ağacın büyümesini simülasyon tekniği ile incelemiştir.
Köse	1986	Trabzon Meryemana Araştırma Ormanında MERAPMO 1 (Meryemana Araştırma Ormanı Planlama Modeli 1) ve MERAPMO 2 (Meryemana Araştırma Ormanı Planlama Modeli 2) iki adet planlama modeli amaç programlama yöntemine göre geliştirilmiştir.
Çağlar	1986	Devlet orman işletmelerinde etkin bir stok yönetimi (Envanter Modeli) düzeninin kurulmasına yönelik bir model geliştirilmiştir.
Türker	1986	ELECTRE tekniği ülkemizde ağaçlandırma alanlarının öncelik sırasının tespitinde kullanıldığı belirtilmiştir.
Gül	1995	Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü Amenajman planını hazırlamak amacıyla 436 adet doğrusal programlama modeli gerçekleştirilmiştir.
Engür	1996	Türkiye ormancılığında ilk defa odun hammaddesi hasadında makro düzeyde (ülke genelinde) teknoloji seçimi ve mekanizasyon seviyesinin belirlenmesi için ekonomi, ekoloji, topografya, ergonomi ve sosyo-ekonomik kriterleri dikkate alarak AHP 'yi kullanmıştır.
Hasdemir ve Demir	1997	Orman yollarının planlanmasında CBS'den yararlanma olanaklarını incelemiştir.
OGM	1998	Orman Kaynakları Bilgi Sistemi (FRIS) projesidir
Tan	1999	Bilgisayar destekli bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistem, transport ve yol yapım maliyetleri en az olan en iyi alternatifi seçmek için "En Kısa Yol" algoritmasını (Shortest Path) ve CBS tekniklerini kullanmaktadır.
Gül vd.	2000	Üretim çalışmalarında mekanizasyon ihtiyacının belirlenebilmesi için LP'yi kullanmıştır ve yedi farklı model geliştirilerek çözümlenmiştir.
Acar vd.,	2000	Doğrusal programlama yönteminin kullanılmasıyla bölmeden çıkarma çalışmalarında toplam maliyetin minimize edilmesi amaçlanmıştır.
Erdaş ve Gümüş	2000	Orman yollarının CBS'nin kullanılma olanaklarını sunmuştur.
Tunay	2000	Optimum orman yolu ağının geliştirilmesinde CBS'nin kullanılma olanaklarını sunmuştur.

Tablo 2. 5 (devam): Türkiyede Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar.

Çalışma yapan kişiler	Tarih	Yapılan çalışma
Mısır	2001	Ormanların, odun üretimi, su üretimi ve toprak koruma fonksiyonlarını esas almış ve bu fonksiyonların optimizasyonu amaç programlama tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir.
Hasdemir ve Demir, Aykut vd., Demir ve Öztürk Eker	1998, 2000, 2004	Ülkemiz ormancılığında orman yollarının bilgisayar destekli planlanmasına yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.
Yılmaz	2004	Odun hammaddesi üretim faaliyetlerinin operasyonel düzeyde planlanması için operasyonel planlama yöntemini geliştirmiş ve matematiksel modeli, doğrusal ve karma tamsayılı programlama tekniğiyle çözerek karar destek mekanizması oluşturmuştur.
Daşdemir ve Güngör Yolasığmaz	2003	Amaç Programlama tekniği ile GIS bir arada kullanılarak peyzaj ve ekolojik açıdan çekici olan mekansal arazi kullanım düzenlemeleri oluşturulmuştur
Yılmaz vd.	2004	Türkiye'deki diğer ormancılık konularında kullanılan çok boyutlu karar verme teknikleri ise tarafından incelenmiştir
Yılmaz,	2004, 2004, 2005	Artvin planlama birimi ormanlarını ekosistem amenajmanı planlama yaklaşımı ile doğrusal programlama tekniği kullanarak plan senaryoları geliştirmiştir.
Keleş vd.	2004	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) isimli yöneylem araştırma tekniği, karmaşık ve çok ölçütlü bir karar verme işini gerektiren ekoturizm etkinlik seçimi probleminde kullanılmak üzere, seçilmiş ve uygulanmıştır.
Mısır Akay vd.	2004, 2005	Orman Kaynaklarının İşlevsel Bölümlemesine İlişkin Çözümler, Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Katılımcı Doğal Kaynak Planlaması, en uygun arazi tahsisi alternatifi seçilmiş ve orman arazisinin farklı işlevlere tahsisi gerçekleştirilmiştir
İnan	2005	Doğrusal Programlama tekniği kullanılarak çözümlenmiş ve alternatif arazi tahsis şekilleri elde edilmiştir.
	2005	Ormanların su ve sediment üretimi fonksiyonları odun üretimi ile birlikte bir planda bütünleştirilmiştir. Planlamada farklı plan seçenekleri geliştirilmiş ve tamsayılı programlama tekniği ile çözülmüştür.
	2007	Çok amaçlı planlamanın kavramsal yapısı oluşturulmaya çalışılmış ve planlama süreci bir örnek üzerinde açıklanmıştır
	2007	Orman ürünlerinin nakliyatının planlanmasında yaygın olarak kullanılan ağ modeli tanıtılmış ve ağ modeli tabanlı network 2001 yazılımının kullanıldığı basit bir uygulama ile modelin çözüm kapasitesi sunulmuştur.
	2007	Orman kaynaklarının spektral bazlı modellenmesi ile nakliyat planlanmasında ve üretim çalışmalarında çok faydalı olabileceği belirtilmiştir.

Tablo 2. 5 (devam): Türkiye'de Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar.

Çalışma yapan kişiler	Tarih	Yapılan çalışma
Çalışkan	2008	Tarafından yapılan çalışmada, orman yol ağı üzerinde odun hammaddesi taşıma modeli ve çözüm yöntemi geliştirilmiştir. Modelin çözümü için meta-sezgisel teknikler arasında yer alan Tavlama Benzetimi (TB) algoritması ve Ağ Analizi kullanılmıştır.
Arıcak vd.	2008	QUICKBIRD Uydu Görüntüsü Kullanarak Modellenmesi Kastamonu Üni., yolun geçeceği araziye ait bilgilerin uzaktan algılama verileri ile elde edilip, oluşturulacak CBS veritabanında sorgulanarak, yol inşaatından olumsuz etkilenecek alanları önceden belirlemek ve buna göre doğaya dost orman yol planlamasını gerçekleştirebilmek amaçlanmıştır.
Eker vd.	2009	Orman yangınlarından sonraki çalışmalar için 2010 yılında hasat ve transport sürecini betimleyebilecek bir modelin (Yangın Sonrası Hasat ve Transport (YASHAT) Planlama Modeli) genel çerçevesi ve bu modelin kullanılabilirliğini sağlayacak sistem yapısı tanıtılmıştır.
Akay vd.	2009	Mekanik ormancılık araçlarının birim maliyetlerini hesaplayan Microsoft Excel tabanlı bir program (Maliyet Analizi 1.5) geliştirilmiş ve ülkemizde ormancılık çalışmalarında yaygın olarak kullanılan mekanik araçlardan bazılarının verimlilik ve planlanmış kullanma saatlerine göre birim maliyetleri hesaplanmıştır
Çalışkan vd.	2009	Odun hammaddesi taşımalarının önemi ve ülkemizdeki durumu, odun hammaddesi taşımalarının sınıflandırılması, bilgisayar destekli sezgisel ve meta-sezgisel yöntemler ve bu yöntemlerin odun hammaddesi taşımalarında kullanım olanakları üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.
Başkent vd.	2008	ETÇAP adında ve ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama anlayışı dayalı bir KDS geliştirilmiştir.
Keleş	2008	
Kadıoğulları	2009	
Akay vd.	2010	Ağ analizi tabanlı NETWORK 2001 yazılımı kullanılarak tek ağaç düzeyinde optimum boylama yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada, belirtilen amaçların Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama (ETFOP) çerçevesinde gerçekleştirilmesine yönelik bir yaklaşım sunulmuştur.
Başkent vd.	2011	Prototip ETÇAP (ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama) modelinin bir örnek planlama biriminde uygulaması sonuçları değerlendirilmiştir. En yüksek odun hasılatı, alan kontrol metodu ve klasik plan senaryosu olmak üzere üç planlama senaryosu tasarlanmış ve ETÇAP Similasyon ile ETÇAP Optimizasyon modelleriyle çözülmüştür.
Çalışkan ve Çağlar	2011	Karınca Kolonisi Optimizasyonu gerçek karıncalardan ilham alınarak geliştirilmiş bir meta sezgiseldir

Literatürde görüldüğü üzere odun hammaddesi üretim çalışmaları konusunda birçok model geliştirilmiş ve yöneylem teknikleri kullanılmıştır. Yöneylem araştırma tekniklerinde karar süreci; problemi belirleme, seçenekleri türetme ve en iyi seçeneği bulma adımlarından oluşur. Bir problem olup olmadığı, problemin çözümü için birden fazla seçeneğin olması durumunda ortaya çıkar. Öte yandan çoğu durumda seçenekleri belirlemek de oldukça zordur. Böyle durumlarda problemin gereklilikleri ve değişkenlerarası ilişkilerin matematiksel fonksiyonlarla ifade edildiği; bulunan çözümlerden hangisinin seçileceği kararının ise bir başka fonksiyonda yine bu seçenek çözümlerin aldığı değerler ile belirlendiği, bütünleşik bir yapı oluşturulur. Bu yapıda değişkenlerarası ilişkilerin gösterildiği fonksiyonlara kısıt, kısıtları sağlayan çözümlerin eniyisinin seçimi için kullanıldığı belirtilen fonksiyona ise amaç fonksiyonu denir. Kısıtlar ve amaç fonksiyonundan oluşan bu tür yapılara karar modeli denir. Karar modelleri doğrusal veya doğrusal olmayan özelliklerde olabilirler (Sağır vd., 2013).

Temelde planlayıcının tecrübelerine dayalı olan geleneksel yöntemler en uygun nakliyat planının geliştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden, orman ürünlerinin nakliyatının planlanmasında bilgisayar destekli modeller geliştirilerek, zaman ve ekonomik yönden önemli tasarruflar yapılması amaçlanmıştır. 1980'lerin sonlarında, bilgisayar teknolojisinde ve modern matematiksel algoritmalarda meydana gelen gelişmeler, en düşük maliyetli mesafenin bulunmasını gerektiren nakliyat problemlerinin çözümünde cazip alternatif metotların geliştirilmesine yardımcı olmuştur (Sessions vd., 2001).

Karar modellerinin matematiksel yapısının çözümünde, çoğunlukla doğrusal programlama, (Karma) tamsayılı programlama, amaç programlama ve sezgisel yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada yangın sonrası uygulanan işlemlerin planlanması için modelleme yapılmış ve doğrusal programlama kullanılmıştır.

2.7. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Gerçek hayatta karşılaşılan çoğu karar problemi için, en azından uygun kabullerle, doğrusal karar modeli geliştirmek mümkündür. Bir problem için karar modeli geliştirmek ve kurmak gerçek sistemi matematiksel olarak ifade etmek demektir. Bu işlem yapılırken bilgi kaybı kaçınılmazdır. Önemli olan en az bilgi kaybı ile dönüşümü gerçekleştirebilmektir (Kara, 1991).

Yöneylem araştırmasının en gelişmiş ve yaygın uygulama alanını oluşturan doğrusal programlama, doğrusal karar problemleriyle ilgili kavram ve teknikler topluluğudur.

Doğrusal programlamada “doğrusal” sözcüğü, fonksiyonların doğrusallığını, “programlama” ise planlama işlemini ifade etmektedir. Doğrusal programlama (LP-Linear Programing), tüm uygun seçenekler arasından optimum (en iyi) sonucun elde edilmesini sağlayan planlama faaliyetlerini içermektedir. Doğal olarak böyle bir programlama sürecinde, önce gerekli veriler toplanır, problem modellenir ve daha sonra modelin çözümü araştırılır. Doğrusal programlama modeli kurulurken amacın, değişkenler arasında ilişkilerin ve kullanılacak kıt kaynakların tanımlanması gerekir (Sağır vd., 2013).

Orman ürünlerinin nakliyatı problemlerine, doğrusal programlama tabanlı yazılımlarla oldukça başarılı çözümler üretilmiştir. Doğrusal programlama, Amerika Birleşik Devletleri’nde geliştirilen stratejik ormancılık planlamalarında, 1970’lerin başından günümüze kadar yaygın olarak kullanılan tekniktir. Bu tekniğin temel avantajı, problemlere kesin sonuç üretmesi ve bir amaç fonksiyonunun yanında birden çok kısıtlayıcıyı sınavabilmesidir (Nelson vd., 1991).

LP, hesaplamalardaki yüksek verimliliği ile tamsayılı, doğrusal olmayan ve stokastik programlama gibi başka tip yöneylem araştırması modellerinin çözüm algoritmalarının geliştirilmesinin de temelini oluşturur (Taha, 2000).

LP’nin koşulları;

- Doğrusallık ve oranlılık/bölünebilirlik (LP bir sistemin birçok temel fonksiyonlara bölünebileceğini kabul eder. LP bu özelliği itibarıyla rasyonel ve tam sayı değerleri alabilir),
- Negatif olmama koşulu (çözümde yer alan değişkenler eksi değer alamaz),
- Toplanabilirlik koşulu (sistemin toplam çıktısı, sistemin elemanlarının her birinin toplamına eşit olmalıdır),
- Amaç fonksiyonunun doğrusal olduğu varsayımı.

OP düzeyinde potansiyel işlem birimleri (kesim bloğu, patch, üretim ünitesi, bölme, bölmecik) belirgin konumsal bir topolojik içerik ile tanımlıdır. Bu yüzden operasyonel düzeydeki planlamalar için tamsayı çözümler gereklidir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

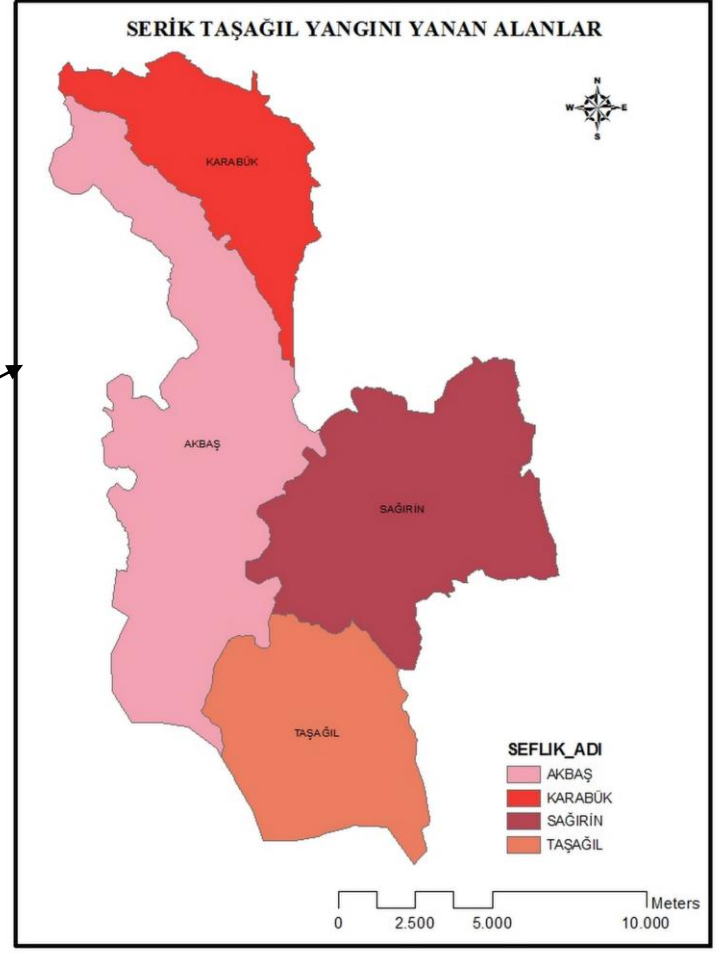
Çalışma alanının seçiminde öncelikle büyük yangınlar taranmış, bu yangınlardan biri olarak sınıflandırılan Antalya ilinde gerçekleşen Serik-Taşağıl (Serik, Taşağıl Orman İşletmeleri arazisinde; bundan sonra metin içerisinde SER-TAŞ olarak anılacaktır.) yangını incelenmiştir. Serik-Taşağıl yangını 4 orman işletme şefliğinin ormanlık alanında etkili olmuştur (Şekil 3.1). Verilere ulaşılabilme imkanı daha çok olduğundan çalışma alanı olarak Taşağıl Orman İşletmesine ait bölmeler seçilmiştir.

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nde 68 adet orman işletme şefliği, 8 adet Doğa Koruma ve Milli Park şefliği ve 2 adet Araştırma Ormanı şefliği bulunmaktadır. Antalya bölgesinde yangın kayıtlarının düzenli bir şekilde tutulmaya başlandığı 1978-2007 yılları arasında çıkan orman yangınları incelendiğinde, toplam 6090 adet orman yangınının çıktığı, bu yangınlarda 42008 ha orman alanının yandığı ve ortalama yangın büyüklüğünün ise 6.9 ha olduğu belirlenmiştir. Yangınının çıktığı Karabük-Akbaş-Sağırın-Taşağıl (Ağustos-2008) bölgelerinde ise 1978-2007 yılları arasındaki yangın durumu aşağıda belirtilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3. 1: 1978-2007 Yılları Arasındaki Yangın İstatistikleri.

Şeflik	Yangın Sayısı	Yanan Alan ha	Ortalama Yanan Alan ha	Yangın Sayısı Açısından Antalya Bölgesindeki Sırası	Yanan Alan Açısından Antalya Bölgesindeki Sırası
Karabük	68	1331	19.6	32	8
Akbaş	206	3634	17.6	9	1
Sağırın	43	1249	29.5	45	10
Taşağıl	216	2851	13.2	6	3
Toplam	533	9065	17.0		

Bölgede ortalama yangın büyüklüğünün Antalya ortalamasının 2.5 kat üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Son 30 yıl içerisinde 100 ha ve üzeri orman alanının yandığı yangınlara bakıldığında, Antalya genelinde 60 adet yangının 15'inin (%25) anılan bölgede gerçekleştiği, 500 ha ve üzeri yangınlar dikkate alındığında Antalya'daki 12 yangının 5'inin (%41.6) yine bu bölgede çıktığı belirlenmiştir (OGM, 2008)



Şekil 3. 1: Serik-Taşagil Yangınında Zarar Gören İşletme Şeflikleri.

Serik-Taşağıl orman yangını 31 Temmuz 2008 tarihinde saat 12.00'de başlamıştır. İlk ekibin 17 dakikada yangın yerine ulaştığı ifade edilmiştir. Nisbi nemin 45-80, rüzgar hızınının 40-60 km, sıcaklığın 33°C olduğu belirtilmiştir. Arazi kokurdanlık, taşlık ve kayalıktan oluşmaktadır, tabanda 30-50 cm ayrışmamış ölü örtü mevcuttur. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü ve civar bölge müdürlüklerinden gelen hava araçları, arozöz, teknik eleman ve orman işçilerinin 5 gün devam eden aralıksız çalışmaları ile orman yangınının 5 Ağustos 2008 günü kontrol altına alındığı belirtilmiştir. Yangına 227 teknik eleman, 45 memur, 1200 söndürme işçisi, 1125 mükellef, 15 mahalli yönetim, 50 jandarma olmak üzere toplam 2662 kişi katılmıştır. Yangında 37 dozer, 165 arazöz, 3 greyder, 30 treyler, 7 uçak, 9 helikopter çalıştığı belirtilmiştir. Yangın sonucunda 10299.5 hektar ormanlık alan zarar görmüştür. Bu alanın 8497 hektarının verimli, 1803.5 hektarının bozuk orman alanından oluşmaktadır.

Taşağıl Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Karabük, Sağırın ve Taşağıl İşletme Şeflikleri ile Serik Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Akbaş Orman İşletme Şefliğinin sınırları içerisinde toplam 4 işletme şefliğinde 12401 ha verimli kuru, 3394 ha bozuk kuru (15795 ha ormanlık), 4757.5 ha ormansız alan olmak üzere toplam 20552.5 ha'lık alan mevcuttur (Tablo 3.2).

Tablo 3. 2: İşletme Sınıflarına Göre Orman Varlığı.

İşletme Sınıflarına Göre	Kuru			Ormansız			Genel Toplam
	Verimli	Bozuk	Toplam	OT	Diğer	Toplam	
Kızılçam İşletme Sınıfı	3840	413.5	4253.5	11.5	2146.5	2158	6411.5
Muhafaza Karakterli İşletme Sınıfı	64	1178	1242				1242
AKBAŞ Orman İşletme Şefliği	3904	1591.5	5495.5	11.5	2146.5	2158	7653.5
Kızılçam İşletme Sınıfı	2580	580	3160	6.5	28	34.5	3194.5
Muhafaza Karakterli İşletme Sınıfı	11.5	2	13.5	7		7	20.5
KARABÜK Orman İşletme Şefliği	2591.5	582	3173.5	13.5	28	41.5	3215
Kızılçam İşletme Sınıfı	4003.5	480.5	4484		1273	1273	5757
SAĞIRIN Orman İşletme Şefliği	4003.5	480.5	4484		1273	1273	5757
Kızılçam İşletme Sınıfı	1902	740	2642	3.5	1281.5	1285	3927
TAŞAĞIL Orman İşletme Şefliği	1902	740	2642	3.5	1281.5	1285	3927
Genel Toplam	12401	3394	15795	28.5	4729	4757.5	20552.5

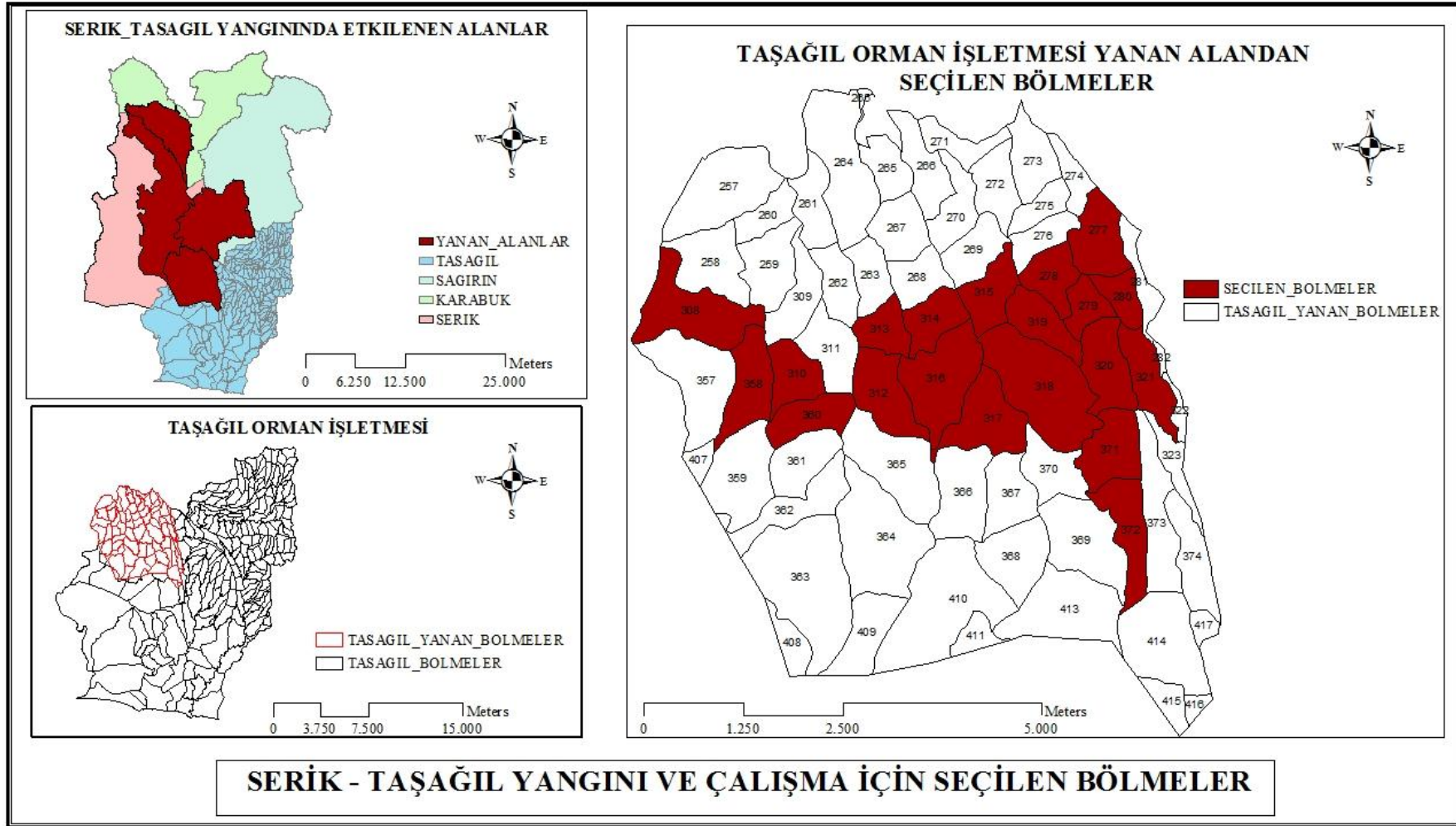
Tablo 3. 3: Orman İşletme Şefliği'ne Göre Çap Sınıfları.

Orman İşletme Şefliği	Ağaç Türü	Çap Sınıfları						Toplam Servet
		1	2	3	4	Verimli	Bozuk	
Akbaş	Cz	35498	137173	199018	121571	493260	6060	499320
		35498	137173	199018	121571	493260	6060	499320
Karabük	Cz	28947	156973	197437	115332	498689	4802	503491
	M						258	258
Sağırın	Cz	28947	156973	197437	115332	498689	5060	503749
	Çn	61076	161469	156110	97822	476477	3432	479909
Taşağıl	Cz						309	309
		61076	161469	156110	97822	476477	3432	480218
		27543	41526	35439	21629	126137	5180	131317
						94	94	
		27543	41526	35439	21629	126137	5274	131411
Genel Toplam		153064	497141	588004	356354	1594563	20135	1614698

Orman işletme şefliklerine göre çap sınıfları dağılışı incelendiğinde 2. çap sınıfının (ince ağaçlık) %31, 3. çap sınıfının (orta ağaçlık) %37 olduğu Tablo 3.3'de görülmektedir.

Çalışma alanı olan Taşağıl orman işletmesinin güncel orman amanejman planında belirtilen işletme şefliğinin genel sahası 25822.6 hektardır. Bunun 9159.8 hektarı verimli, 581 ha bozuk orman ve 16081.8 ha ise ormansız alandır.

SER-TAŞ yangını sonrası yapılan çalışmaları incelemek için yanan alan büyüklüğüne, arazi ve ofis çalışmalarına göre Taşağıl işletmesinin 20 bölmesi seçilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2: Serik-Taşagil Yangını ve Çalışma İçin Seçilen Bölmeler.

Bölmelerin seçimi yapılırken arazi çalışmalarından toplanan veriler değerlendirilmiştir. Üretim dosyalarında mükerrer kayıtları veya eksik bilgileri bulunan bölmeler çıkarılmıştır. Çalışmada üretim dosyası kayıtları eksiksiz olan 20 bölme kullanılmıştır. Bu bölmelere ait veriler Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3. 4: Seçilen Bölmelerin Özellikleri.

Sıra	Bölme No	Alan	Servet	Meşçere Tipi	Ortalama Eğim
1	277	47.5	2121.245	Çzb3-2-y	44
2	278	41	1877.226	Çzb3-y	52
3	279	21	961.506	Çzb3-y	48
4	280	25	1144.65	Çzb3-y	42
5	308	63.5	3224.229	Çzcd3-y	45
6	310	41	5706.533	Çzc3-y	55
7	312	53	4005.659	Çzbc3-y	60
8	313	33	2914,26	Çzc3-y	60
9	314	41	2824	Çzbc3-y	50
10	315	46	3247.876	Çzbc3-y	38
11	316	65	1818.643	Çzab3-y	46
12	317	71	2292.214	Çzb3-y	40
13	318	71	2954.926	Çzbc3-y	42
14	319	44	1995.956	Çzb3-y	48
15	320	35	1522.962	Çzab3-y	34
16	321	34	1556.724	Çzb3-y	36
17	358	69.5	2826.478	Çzcd3-y	40
18	360	48	1156.793	Çzbc2-y	35
19	371	34	1373.58	Çzb3-y	48
20	372	35.5	1634.62	Çzb3-y	48

Seçilen bölmelerdeki meşçere tipleri, orman yangını sonrasında hazırlanan olağanüstü hasılat etası tablosundan alınmıştır. Çalışmada yapılacak hesaplamalar için her bölmede ağırlıklı olan meşçere tipi kullanılmıştır.

3. 2. YÖNTEM

3.2.1. Arazi Çalışmaları

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü’nde çalışmanın duyurulması ve bu bölgede yapılacak arazi çalışmaları için izin almak amacıyla Bölge Müdürü ve Şube Müdürleri ile görüşülmüştür. SER-TAŞ yangını sırasında ve sonrasında yangın mahallinde bulunan yetkililere ulaşılmaya çalışılmış, yüz yüze görüşmeler yapılarak konu hakkındaki bilgileri alınmıştır. Gerekli bilgileri almak için hazırlanan bazı anahtar sorular yapılandırılmamış biçimde röportaj usulü ile görüşme yapılan kişilere yöneltilmiştir. Arazi çalışmaları yapılarak alanda incelemeler gerçekleştirilmiş ve görsel kayıtlar alınmıştır.



Şekil 3. 3: Yangın Sonrası Üretim Çalışmaları (Foto: E. BİLİCİ, 2010).

Ayrıca yangın ve yangın sonrası çalışmalara ilişkin dökümantasyona erişebilmek için yetkililerden gerekli izinler alınarak evrak tarama ve dökümantasyon analizi işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanında orman işletme şefleri, orman muhafaza memurları, köylüler ve orman işçileri ile kişisel iletişim metodu kullanılarak yangın sonrası çalışmalara ilişkin genel bilgiler edinilmeye çalışılmıştır. Yangın sonrası yapılan planlamalar, kullanılan teknikler ve işgücü hakkında bilgiler edinilmiştir. Araştırma alanı ile ilgili olarak yapılan “*Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dayanıklı Ormanlar Tesisi Projesi*” (YARDOP) çalışmaları yerinde incelenmiştir. Orman idarelerinin yaptığı çalışmaların sonuç raporları elde edilmeye çalışılarak araştırma konusu destekleyici bilgi altlığı oluşturulmuştur.

3.2.2. Ofis Çalışmaları

Literatür çalışması kapsamında ulusal ve uluslararası kaynaklardan taramalar yapılmıştır. İstanbul Üniversitesi ve Süleyman Demirel Üniversitesi kütüphanelerinde süreli ve süresiz yayınlarla üye olunan elektronik veri

tabanlarından faydalanılmıştır. Yurt dışında bu konuda yapılan çalışmalarla ilgili araştırmalar (projeler) dikkatle takip edilmiştir.

Çalışma alanına ait olağanüstü hasılat raporları ve üretim dosyalarından alınan bazı veriler MS Excel programı yardımıyla tasnif edilerek kullanılabilir hale dönüştürülmüştür. YSEP Modeli oluşturacak veriler hazırlanmıştır. Çalışma sırasında kullanılan üretim dosyalarına örnek ekte verilmiştir (EK-1). Bu dosyalar üzerinden üretimin hangi bölmede ne zaman başlayıp ve bittiği, ne kadar üretimin (m^3) yapıldığı, kesme, sürütme ve taşıma birim fiyatlarının nasıl hesaplandığı tespit edilmiş ve oluşturulan tablolara aktarılmıştır. Modele veri girişi sağlayacak dosyaların herhangi bir matris çözücüsünde (LINDO, MATLAB, WINQSB, CPLEX vb.) sorunsuzca koşturulması için veri tasnifi yapılmıştır.

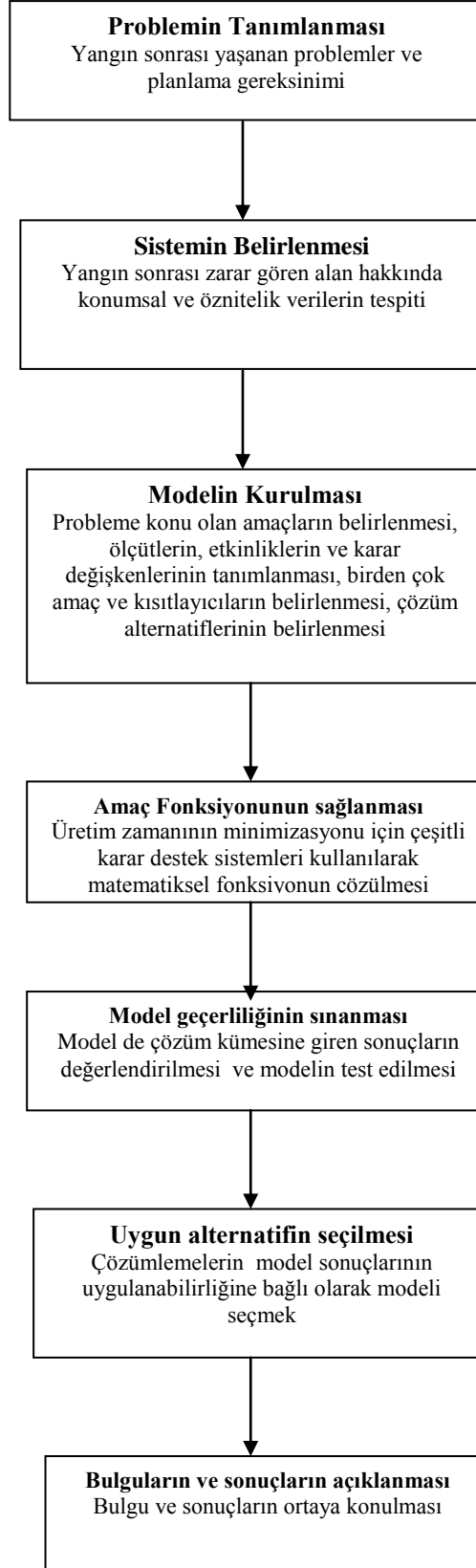
İÜ Orman Fakültesi CBS laboratuvarı ve SDÜ Orman Fakültesi CBS laboratuvarında ofis çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında elde edilen çeşitli harita ve sayısal veriler ArcGIS kullanılarak işlenmiş ve arazi sınıflandırması için gerekli topografik analizler yapılmıştır.

Çalışmalar sırasında SDÜ Orman Fakültesi Transport ve Geomatik laboratuvarında bulunan bireysel lisanslı matematiksel matris çözücüsü (LINDO programı) kullanılmıştır.

3.2.3. Orman Yangını Sonrası Operasyonel Planlama Modelinin Geliştirilmesi

Literatür aşamasında belirtildiği gibi odun hammaddesi üretim sistemi karmaşık bir yapı oluşturmaktadır.

Yangın sonrası yapılan çalışmalarda kaos ortamını uzaklaştırıp zamanla oluşabilecek zararı en aza indirmek için hazırlanan planlama yaklaşımında operasyonel planlama yöntemi benimsenmiştir. Bu amaçla operasyonel planlama modeli geliştirilmiştir. Öncelikle yangın sonrası üretim faaliyetlerini içeren sistemin kavramsal çerçevesi çizilmiştir. Yangın sonrası çalışmaların planlanması için Şekil 3.4’de görüldüğü gibi iş akışı izlenmiştir.



Şekil 3. 4: Yangın Sonrası Yapılan Eylem Planı (YSEP) İş Akışı.

1.Problemin Tanımlanması: Orman yangınları sonrası yanan orman alanlarının hızla boşaltılarak rehabilitasyon (tesis/ıslah) çalışmalarının yapılması, alanın ağaçlandırmaya bir an önce hazırlanması için en kısa sürede boşaltma (bölmeden çıkarma) ve temizlik işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Yangın sonrası ortaya çıkan planlama problemi; yanan alandaki enkaz büyüklüğünü/miktarını, yararlanılabilir ürün miktarını, ürün çeşidini ve mekansal dağılımını en kısa süre içerisinde belirlemek; yararlanılabilir miktardaki ürünün elde edilmesi için en uygun üretim zamanını, üretim sistemini, yükleme ve taşıma sistemini, satış yöntemini, en kısa sürede, en az maliyetle, en düşük çevresel zararlar/riskle gerçekleştirilebilmesi için nasıl bir operasyonel üretim planlamasının yapılacağıdır.

2.Sistemin Belirlenmesi: Problem; ait olduğu tüm bileşenler ile ortaya konulmaya çalışılmış ve sınırlar tespit edilmiştir. Sistemin zamansal sınırı, mekansal sınırı (alan), ürün özellikleri (orman varlığı, alınabilir eta, ağaç türü, ürün tipi (tomruk, lif yonga, yakacak vb.)), iş gücü potansiyeli, mevcut alt yapı imkanları vb. incelenmiştir. Yangın sonrası zarar gören alan hakkında sayısal ve sözel veriler toplanmıştır. Sözel veriler ve parametreler arasındaki ilişkiler sayısallaştırılmıştır.

3.Modelin Kurulması: Yangın sonrası yapılan çalışmaların planlaması için gerekli ölçütler, karar değişkenleri tanımlanmıştır. Amaç fonksiyonu ile birlikte kısıtlayıcılar ve karar değişkenleri için kullanılan çözüm teknikleri belirlenmiştir.

4.Amaç Fonksiyonu: Yangın sonrasında yapılan çalışmaların minimizasyonu için, hasar tespit zamanı, üretim zamanı (kesim, bölmeden çıkarma ve taşıma), ihtiyaca bağlı olarak yol yapım zamanı minimizasyonu ve çevresel zararların minimizasyonu amaçlanmıştır. Yangın sonrası yapılan çalışmaları oluşturan bileşenlerin minimizasyonuna dayalı bir optimizasyon denklemi oluşturulacağından tüm faaliyetlere yönelik her bir alt süreç ayrı ayrı ele alınmıştır.

Amaç fonksiyonu;

“Hasar tespit, kesim, bölmeden çıkarma, taşıma zamanı ve yol yapım zamanı minimizasyonu”

şeklinde tanımlanmıştır. Yangın sonrasında arazinin yeniden ormanlaştırılması ve rehabilite edilerek sürdürülebilirliğin kesintiye uğratılmaması amaçlandığı için bu amaca yönelik fonksiyon da toplam üretim zamanının minimizasyonuna dayalı, doğrusal bir matematiksel denklem şeklinde oluşturulmuştur.

Kısıtlayıcılar, karar değişkenleri ve indis değerleri kavramsal çerçeve içerisinde belirlenmiştir. Yangın sonrası odun hammaddesi üretim operasyonlarının planlanmasında göz önünde bulundurulacak amaç fonksiyonu;

Zmin= *Hasar Tespit Zamanı (HTZ)*+ *Kesim zamanı (KZ)* + *Bölmeden çıkarma*

zamanı (BCZ) + *Taşıma zamanı (TZ)* + *Yol Yapım Zamanı (YZ)*

$$\mathbf{Zmin} = (\mathbf{HTZ}) + (\mathbf{KZ}) + (\mathbf{BCZ}) + (\mathbf{TZ}) + (\mathbf{YZ}) \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilmiştir.

Oluşturulan bu matematiksel model; problem bileşenlerinin ve bunlara ait amaç fonksiyonunun doğrusal ilişki göstermesinden dolayı, doğrusal programlamaya uygun olarak geliştirilmiştir. Planlama probleminin modellenmesi ve çözüm yönteminde, Eker (2004) tarafından oluşturulan operasyonel planlama yönteminden yararlanılmıştır.

Yangın sonrası yapılan çalışmalar için geçen süreyi hesaplarken literatür çalışmasında belirttiğimiz üzere birçok faktör etken olmaktadır. Bu nedenle YSEP'in farklı yerlerde uygulanabilir olması için tüm etkiler değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla bölme katsayısı ve arazi zorluk katsayısı oluşturulmuştur.

Bölme katsayısı 288'nolu tebliğe göre meşçere tipi ve eğim özelliklerinden alınarak oluşturulmuştur. Çalışma alanındaki bölmelerin ağaç türü kızılçam, gelişim çağları için ise 4 ana çağ üzerinden değerlendirmeler yapılarak katsayılar hesaplanmıştır.

Arazi zorluk katsayısı arazinin topografik yapısına göre hazırlanmıştır. Katsayı, toprak özellikleri, eğim ve taşlılık değerine bağlı olarak hesaplanmıştır.

Yangın sonrası yapılan çalışmaları etkileyen bir diğer faktör ise; işlemlerin yapıldığı zaman dilimidir. Üretim çalışmaları yapılırken yaz ve kış sezonu farklı işçi çalışma

zamanı ve makine çalışma zamanı hesaplanmaktadır. Kış döneminde yapılan çalışmalarda şartlar daha zor olduğundan çalışmaların süresi uzamaktadır. Bu nedenle yangın hareket merkezinden alınan son 12 yıla ait orman yangınları incelenmiş ve iki sezon olduğu görülerek yoğun ve seyrek sezon olarak isimlendirilmiştir.

Yangın sonrası yapılan işlerin modelini oluşturan karar değişkenleri yoğun ve seyrek sezona göre hesaplanmıştır. Bulunan değerler karar değişkenlerine eklenmiştir. Böylece sezon etkisi hesaplamalara katılmıştır.

Kısıtlayıcılar:

Kısıtlayıcılar; olağanüstü hasılat etası, böcek gelme zamanı, dikili satışla üretim (kesim, sürütme, taşıma) süresi şeklinde belirlenmiştir.

- Olağanüstü hasılat etası (ürün kapasitesi; ağaç türü, ürün bileşenleri (tomruk, direk, lif yonga, sanayi, yakacak vb.), meşçere tipi (çağ sınıfları) gibi değişkenlere bağlı olarak) yangın sonrası herhangi bölmede, üretim sonucu elde edilecek eta o bölmenin olağanüstü hasılat etası ile sınırlandırılmıştır. Bu şekilde herbir bölmede üretim yapılacak miktar tespit edilmiştir.
- Böcek gelme zamanı, yangın sonrası herhangi bölmede alana etkide bulunacak böceklerin ortaya çıkmaya başladığı süredir. Ürün kalitesinin ekonomik açıdan düşmesine ve ekolojik açıdan zararlara neden olmaktadır. Bu sebeple literatür çalışmalarına göre kaç günde böcek ortaya çıktığı tespit edilmiş ve böcek gelme zamanı kısıtlayıcı olarak kullanılmıştır.
- Dikili satışla üretim (kesim, sürütme, taşıma) süresi çalışma alanı teslimine müteakip azami geçen süre kısıtlayıcı olarak belirlenmiştir.

Kısıtlayıcılar problemin yapısına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Karar Değişkenleri:

Karar değişkenleri oluşturulurken literatür taraması ve arazi çalışmalarından elde edilen bilgiler kullanılmıştır. Karar değişkenlerinin ve katsayılarının hesaplanması excell programında gerçekleştirilmiştir. Daha önce belirtildiği üzere üretim çalışmalarında işlem zamanını etkileyen faktörler katsayı olarak eklenmiştir. Herbir

bölmenin topografik özellikleri (bölme ve arazi zorluk katsayısı) literatür çalışmaları ve arazi yapısına göre oluşturulmuştur.

Hasar tespit zamanı için: Yangına maruz kalmış herhangi bir bölme veya blokta (b), herhangi bir zamanda (sezon) (s), herhangi bir ekip ile (e), herhangi bir arazi zorluğunda hasarı tespit etmek için geçen süre katsayısı (dk/ha), HTZ_{bse} şeklinde belirlenmiştir.

Kesme zamanı için: Yangına maruz kalmış herhangi bir bölme veya blokta (b), herhangi bir zamanda (sezon) (s), herhangi bir hasat tekniğiyle (t), herhangi bir arazi zorluğunda, zarara uğrayan ürün kesim zamanı katsayısı (dk/m^3) için $KZ_{(bst)}$ olarak ifade edilmiştir.

Bölmeden çıkarma zamanı için: Yangına maruz kalmış herhangi bir bölmeden/bloktan (b), herhangi bir zamanda (sezon) (s), herhangi bir bölmeden çıkarma tekniği ile (t), herhangi bir arazi zorluğunda, bölmeden çıkarma zamanı katsayısı (dk/m^3) $BCZ_{(bst)}$ olarak ifade edilmiştir.

Taşıma zamanı için: Yangına maruz kalmış herhangi bir bölmeden/bloktan (b), herhangi bir zamanda (sezon) (s), herhangi bir araç tipiyle (t), herhangi bir arazi zorluğunda, taşıma zamanı katsayısı (dk/m^3) $TZ_{(bst)}$ olarak tanımlanmıştır.

Yol yapım zamanı için: Yangına maruz kalmış herhangi bir bölmede/blokta (b), herhangi bir arazi zorluğunda, herhangi bir zamanda (sezon) (s), herhangi bir araç tipiyle (yt) yangın sonrası ihtiyaca bağlı olarak yapılan yol uzunluk katsayısı (dk/m), $YZ_{(bst)}$ olarak ifade edilmiştir.

İndis Değerleri:

- Bölme-blok sayısı,
- Yangın sezonu sayısı,
- Hasar tespitini yürütebilecek ekip/işgücü sayısı,
- Kesme yöntemi sayısı,
- Bölmeden çıkarma yöntemlerinin sayısı,
- Taşıma yöntem sayısı,
- Üretim yöntemi sayısı,
- Alternatif araç tipi sayısı,

- Yol yapım yöntem sayısı

olarak ifade edilir.

5.Modelin test aşamasının sağlanması: Modelin test edilmesi için 5 bölme seçilmiştir. Yangın sonrası yapılan çalışmalar için tek kaynak kısıtı olan olağanüstü eta değeri kullanılarak modelin çalışılabilirliği sınanmıştır.

6.Uygun alternatifin seçilmesi: Modele tüm veriler ve bilgiler girildikten sonra 20 bölme üzerinden yangın sonrası boşaltma işleminin gerçekleşmesi için en kısa süre ve en uygun yöntem seçilmiştir.

7.Bulguların ve sonuçların açıklanması: Çalışma alanının özellikleri ve doğru veri imkanlarına bağlı olarak seçilen 20 bölmenin herhangi birinde herhangi bir sezonda herhangi bir bölme özelliği ve arazi zorluğunda en kısa süre ve en uygun yöntem tespit edilmiştir.

Modeli oluşturan karar değişkenleri hesaplanırken çevresel, ekonomik ve sosyal etkiler dikkate alınmıştır. Yangın sonrası yapılan çalışmalarda bu etki değerleri de sürdürülebilirlik ilkesi göz önünde bulundurularak hesaba katılmıştır. Amaç fonksiyonunu oluşturan; yangın hasar tespit zamanı, kesim zamanı, bölmeden çıkarma zamanı, taşıma zamanı, yol yapım zamanı hesaplamaları aşağıda verilmiştir.

3.2.4. Yangın Hasar Tespit Zamanı

Yangın hasar tespit zamanını etkileyen faktörlerle ilgili yapılan literatür taramasında herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu konuyla ilgili bilgiler kişisel iletişim yoluyla ve dökümantasyon analizi ile elde edilmiştir. Yangın hasar tespit zamanını etkileyen faktörler yanan alanın büyüklüğü, yanan meşçere tipi, arazi yapısı, personel kapasitesi olarak tespit edilmiştir. Yangın hasar tespit zamanının bulunmasında, yangın hareket merkezinden alınan 2012 yılı yangın verileri değerlendirilmiştir. 18 yangının 100 ha'dan büyük alanda çıktığı tespit edilmiştir. Bu yangınlara ilişkin 16 yangın sicil fişi incelenmiştir. Yangın fişlerinden temin edilen veriler; yangın başlangıç tarihi, kontrol altına alınış tarihi, söndürülme tarihi, yanan alan miktarı, meşçere tipi, eğim, bakı ve yükseklik bilgilerinden oluşmaktadır (Tablo 3.5).

Tablo 3. 5: Yangın Sicil Fişlerinden Elde Edilen Veriler.

No	Bölge Müdürlüğü	İşletmesi	Şefliği	Çıkış Tarihi	Yangın Kontrolü Tarihi	Sönüş Tarihi	Mescere Tipi	Yanan Alan	Eğim	Bakı	Yükseklik	İşe Başlama Tarihi	Gün Sayısı
1	Adana	Kozan	İmamoğlu	10.08.2012	11.08.2012	23.08.2012	Çzc3	134.000				Ulaşılamadı	-
2	Adana	Kozan	Kozan	20.08.2012	23.08.2012	27.08.2012	Bml-OT	130.000				Ulaşılamadı	-
3	Adana	Kadirli	Taşköprü	22.08.2012	25.08.2012	31.08.2012	Çzb3	187.100	30	D.	250	22.10.2012	39
4	Adana	Osmaniye	Haruniye	03.07.2012	04.07.2012	09.07.2012	Çzçk	267.000	70	K.	270	31.08.2012	38
5	Antalya	Serik	Akbaş	29.08.2012	31.08.2012	06.09.2012	Çzb3, Çzcd	148.000	33	G.	60	25.09.2012	16
6	Antalya	Alanya	Güzelbağ	29.08.2012	04.09.2012	19.09.2012	Çz	250.000	80	K.	600	07.10.2012	22
7	Balıkesir	Edremit	Çınarlıhan- Edremit	10.09.2012	11.09.2012	17.09.2012	Çzb-Bçz	418.000	50	G-GB	300	01.11.2012	33
8	Bursa	Bilecik	Osmaneli	06.08.2012		12.08.2012	Çzc3	198.000				Ulaşılamadı	-
9	K.Maraş	Antakya	Samandağ	05.08.2012	09.08.2012	16.08.2012	Çzbc2	988.000	40	G-K	500	Ulaşılamadı	-
10	K.Maraş	Antakya	Yayladağı	21.08.2012	24.08.2012	31.08.2012	Çzcd3	314.000	10-30	G	500	19.10.2012	38
11	K.Maraş	Antakya	Yayladağı	28.09.2012	02.10.2012	06.10.2012	Çzdy	350.000	30	GD	400	30.10.2012	16
12	K.Maraş	Antakya	Yayladağı	28.09.2012	02.10.2012	06.10.2012	Çzdy	875.000	30	GD	400	30.10.2012	16
13	K.Maraş	Antakya	Yayladağı	28.09.2012	02.10.2012	06.10.2012	Çzv	199.500	30	GD	400	12.11.2012	25
14	Kastamonu	Taşköprü	Bayam	26.08.2012	26.08.2012	06.09.2012	Çkc2	100.000	30-40	K-G/D- B	1050	05.10.2012	28
15	Kütahya	Tavşanlı	Yaylacık	26.08.2012	27.08.2012	02.09.2012	Çkc (Bçk, Çkc1, Çkc2, Çkc3, Çkbc2, Çkcd3)	159.500	20-40	G-D-B	1350-1400	18.09.2012	14
16	Mersin	Gülнар	Büyükeceli	22.08.2012	24.08.2012	01.09.2012	Çz-Sr	196	55	G-GB- GD	450	06.11.2012	47
17	Mersin	Gülнар	Aydıncık	02.09.2012	03.09.2012	04.09.2012	Çz	171	50	G-GB- D	100	25.09.2012	14
18	Zonguldak	Safranbolu	Soğanlıçay	18.04.2012	19.04.2012	02.05.2012	Çkc3, Çkbc2, Çzbc1	835.000	30-60	G	450	27.04.2012	4

Yangın hasar tespit zamanını etkileyen faktörler ile 2012 yılında yangın verileri değerlendirilerek tablolar oluşturulup analiz için kullanılabilir hale getirilmiştir. Hasar tespit zamanı yanan alanın topografik özellikleri, yangın türü, yanan alanının büyüklüğü ve meşçere tipi özelliklerine göre oluşturulmuştur. Çalışma verilerinin analizinde ki-kare testi ve regresyon analizi kullanılmıştır.

Ki-kare bağımsızlık testi; iki veya daha fazla sınıflı ölçekle ölçülmüş değişkenler arasında bağımlılık olup olmadığını tespit etmek için kullanılmıştır. Değişkenlerin bağımlı veya bağımsız olması dikkate alınmaksızın aralarındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek amacıyla da korelasyon analizi kullanılmıştır.

Hasar tespit zamanı için yapılan analizler ile birlikte son 12 yılda çıkan yangın verilerine göre sezon ve hasar tespit ekibi kapasitesi karar değişkenlerini etkileyen faktörler olarak tespit edilmiştir.

Yangın hasar tespit zamanı hesaplanmasında yangının kontrol altına alındığı tarih ile enkaz temizleme işleminin başlangıç tarihi arasındaki iş günleri esas alınmıştır. Yangın fişleri incelendiğinde bazı yanan alanlarda boşaltma işlemlerinin resmi tatillere denk geldiği görülmüştür. İhale usulüyle yapılan satışlarda ise ürünlerin satılamadığından ihalelerin iptal edilip yenilenmesi gecikmeye neden olmuştur. Bu sebepler yangın hasar tespit zamanını etkilemiştir.

Yangın sonrası üretim çalışmalarına ait standart çalışma zamanlarını içeren diğer zaman basamaklarının hesaplanması için literatürden ve 288 Sayılı tebliğde belirtilen standart hesaplama yöntemlerinden yararlanılmıştır.

3.2.5. Kesim Zamanı

Çalışma alanı özellikleri, 2008 yılındaki mekanizasyon durumu ve Eker (2004) tarafından yapılan odun hammaddesi üretiminde yıllık operasyonel planlama modeli kullanılarak iki kesim tekniği belirlenmiştir. Üçüncü kesim tekniği harvester, 2008 yılında Türkiye’de kullanılmamasına rağmen alternatif olarak değerlendirmeye alınmıştır (Tablo 3.6).

Tablo 3. 6: Kesim Zamanının da Kullanılan Teknik Adları.

Teknik Adı	Kesme	Budama ve tomruklama	Kabuk soyma
Motormanuel	Motorlu Testere	Motorlu Testere	Balta (Nacak)
Motormotor	Motorlu Testere	Motorlu Testere	Motorlu Testere
Harvester	Harvester	Harvester	Harvester

Kesim zamanı katsayısının belirlenmesinde motorlu testere, insan gücüyle çalışma (standart) zamanları OGM (1996) tarafından belirtilen yöntemlere göre hesaplanmıştır. Hesaplama birim alanındaki ağaç sayıları ve bunların çap kademelerine dağılımı dikili ağaç ölçü tutanaklarından alınmıştır. Arazi eğim değerleri ArcGIS programından yararlanılarak bulunmuştur. Alternatif üretim sistemlerine göre üretim operasyonu zamanı katsayıları tespit edilmiştir.

Kesim sürecindeki değişkenlerin belirlenmesinde Karaman (1997) tarafından hazırlanan doktora tezi, planlama faktörlerinin belirlenmesinde ise Acar (1994) tarafından geliştirilen transport planlaması yöntem bileşenleri dikkate alınmıştır.

Önal (2013), Eker ve Önal (2013) tarafından yapılan kızılçam ormanlarında ve farklı gelişim çağlarındaki zaman dağılımı ile ilgili çalışmalarından elde edilen veriler incelenmiştir. Kesme zamanı gelişim çağlarına göre karşılaştırılmış ve kesim zamanını etkileyen yöntem katsayısı tespit edilmiştir.

Enez ve Arıca (2011) tarafından çalışmada 288 sayılı tebliğe göre (OGM, 1996) hesaplanan kesme çalışma zamanları ile harvester çalışma zamanı karşılaştırılmış ve %37 zaman tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir. Bu bilgiye göre harvester kesim zamanı katsayısı hesaplanmıştır.

3.2.6. Bölmeden Çıkarma Zamanı

Yangın sonrası yapılan çalışmalarda kullanılan bölmeden çıkarma teknikleri 288 sayılı tebliğe (OGM, 1996) ve literatüre göre belirlenmiştir (Tablo 3.7). Bu tekniklerden her bir bölmede kullanılabilir sistemler oluşturulmuştur. Bölmeden çıkarma teknikleri için oluşturulan sistemler, farklı bölmeden çıkarma teknikleri, arazi yapısı ve ürün miktarına göre değerlendirilerek oluşturulmuştur (Tablo 3.8).

Tablo 3. 7: Bölmeden Çıkarma Tekniği.

Teknik Adı	Bölmeden Çıkarma Tekniğinin İçeriği
İnsan gücü	Yerçekimi yardımı ile kaydırma, sapınle sürütme, atma, yuvarlama
Hayvan gücü	Koşum takımıyla tomruğun yerde sürütülmesi, kısmen kablo çekim
Tarım Traktörü	Yolda sürütme, kablolu çekim, kısmen zeminde sürütme
Orman Traktörü	Yolda sürütme, kablolu çekim, kısmen zeminde sürütme
Oluk Sistemi	Polietilen veya fiberglass oluk yardımıyla kaydırma
Hava Hattı	Kısa ve orta mesafede askıda taşıma

Tablo 3. 8: Bölmeden Çıkarma Teknikleri İçin Oluşturulan Sistemler.

Sistem	Teknik Adı
1	İnsan gücü+ Hayvan gücü
2	İnsan gücü+Tarım Traktörü
3	İnsan gücü+Orman Traktörü
4	İnsan gücü+Hava Hattı
5	İnsan gücü+ Hayvan gücü+ Hava Hattı
6	İnsan gücü+Oluk Sistemi

Bölmeden çıkarma tekniklerinin zaman katsayıları hesaplanmıştır. Bu işlemde insan gücüyle bölmeden çıkarma zamanı için 288 sayılı tebliğde (OGM, 1996) belirtilen yöntem kullanılmıştır. Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma zaman katsayısı ise, bir katır ve bir işçi dikkate alınarak tespit edilmiştir.

Orman traktörü ile bölmeden çıkarmada MB Trac 800 tipindeki orman traktörünün kullanılacağı kabul edilmiştir. Traktörle kablo çekimi (TKÇ) süresinin hesaplanmasında her seferde 0.7 m³ kızılçam tomruğunun çekildiği kabul edilerek TKÇ için toplam çalışma süresi (Acar, 1994) hesaplanmıştır.

Oluk sistemi ile bölmeden çıkarma işlemi için Acar ve Ünver (2012) tarafından 5.93 m³/saat ve 7.28 m³/saat olarak hesaplanan verim değerleri kullanılmıştır. Bu değerlere bağlı olarak zaman katsayıları hesaplanmıştır.

Hava hattı ile bölmeden çıkarma zaman katsayısının hesaplanmasında ise Öztürk vd. (2007) tarafından yapılan çalışmadaki verim ve maliyet değerlerinden yararlanılmıştır.

Tarım traktörleriyle kablo çekim için gerekli olan kablo çekim sürelerinin bulunmasında Acar (1994) tarafından gerçekleştirilen regresyon denklemi kullanılmıştır.

3.2.7. Taşıma Zamanı

Ürünün alandan uzaklaştırılması için taşıma yönteminde iki tip araç kullanıldığı varsayılmış ve buna göre hesaplamalar yapılmıştır (Tablo 3.9).

Tablo 3. 9: Taşıma İçin Kullanılan Araç Tipi.

Sistem	Teknik Adı
1	Kamyon
2	Traktör-treyler

Taşıma yöntemi için Aykut (1972) tarafından hesaplanan iğne yapraklı ve yapraklı ağaç tomruklarının kamyonlarla nakliyatı, traktör-treyler nakliyatına ait verim değerleri kullanılmıştır. Bu bilgilere göre taşıma zamanı katsayıları hesaplanmıştır.

Taşıma zamanı katsayısının içerisine 288 no'lu tebliğe göre 1 m³ ibreli yapacak odun için yükleme zamanı eklenmiştir.

3.2.8. Yol Yapım Zamanı

Yol yapım çalışması için Acar ve Eker (2003) tarafından yapılan çalışmaya göre ekskavatör ve buldozer ile yapım yöntemi değerlendirilmiştir. Öztürk vd. (2010), tarafından yapılan çalışmadaki verim değerlerine göre ise yöntem katsayısı ve yol yapım zamanı katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 3.10).

Tablo 3. 10: Yol Yapımı İçin Kullanılan Araç Tipi.

Sistem	Teknik Adı
1	Ekskavatör
2	Buldozer

3.2.9. Çevresel ve Sosyal Değişkenin Bulunmasında Analitik Hiyerarşi Sürecinin Uygulanması

Modellemede kullanılan her bir sistemin ekolojik, ekonomik ve sosyal kriterler açısından kıyaslanması için analitik hiyerarşi süreci kullanılmıştır. Üç ana kriter esas alınmıştır (Tablo 3.11).

Tablo 3. 11: Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Kriterler.

Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Kriterler	
Ekoloji	Toprak Zararı Meşçere Zararı
Ekonomi	Verimlilik Maliyet
Sosyal	Elde Edilebilirlik Yöresel Kalkınmaya Uygunluk İşçi Sağlığı ve Güvenliği Kolay Kullanım

Kriterler arasında hangisinin önemli üstünlüğe sahip olduğu 1 ile 5 arasındaki sıralama değerleri ile temsil edilmiştir. Derecelendirmede 5'lik ölçek kullanılmıştır. Ölçekte referans değerleri daha az önemli (1), az önemli (2), önemli (3), çok önemli (4), en önemli (5) olarak tanımlanmıştır.

Kriterlerin değerlerinin verilmesinde planlama amaçları, yöresel uygunluk, sistemlere ait genel bilgilerden ve yapılan zaman analizlerinden yararlanılmıştır. Herbir sistem için göstergelere göre tekil ağırlıklı değerleri bulunmuş ve karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Elde edilebilirlik göstergesi için karşılaştırma matrisi Tablo 3.12'de gösterilmiştir. Karşılaştırma matrisi sonucunda elde edilen değerler normalize edilmiş ve göreceli önlemler vektörleri elde edilmiştir (Tablo 3.13). Bu değerler üzerinden katsayılar oluşturulmuştur.

Herbir göstergeye göre bütün sistemlerin katsayıları oluşturulmuştur. Gösterge katsayıları toplanarak herbir ölçütün katsayısı elde edilmiştir.

Tablo 3. 12: Analitik Hiyerarşi Sürecinde Karşılaştırma Matrisi.

Elde Edilebilirlik	TKA	İ+H 5	İ+TT 4	İ+OT 4	İ+HH 2	İ+HH+H 2	İ+OS 3
İnsan + Hayvan	5	1	1.25	1.25	2.5	2.5	1.67
İnsan+Tarım Traktörü	4	0.8	1	1	2	2	1.33
İnsan+Orman Traktörü	4	0.8	1	1	2	2	1.33
İnsan+Hava Hattı	2	0.4	0.5	0.5	1	1	0.67
İnsan+Hava Hattı+ Hayvan	2	0.4	0.5	0.5	1	1	0.67
İnsan+Oluk Sistemi	3	0.6	0.75	0.75	1.5	1.5	1

Tablo 3. 13: Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmesi.

	1	2	3	4	5	6	Toplam	Görelî Önemler
1-İnsan + Hayvan	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.5	0.25
2-İnsan + Tarım Traktörü	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.2	0.2
3-İnsan + Orman Traktörü	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.2	0.2
4-İnsan+Hava Hattı	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1
5-İnsan+Hava Hattı+ Hayvan	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1
6-İnsan+Oluk Sistemi	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.9	0.15

Zaman hesaplamalarından elde edilen matris katsayıları ile toplam sayı çarpılmış ve sistemlerin çok ölçütlü karar matrisine göre uygunluk katsayıları elde edilmiştir. Bu bilgilere ve çalışma alanı özelliklerine göre MS Excel programı kullanılarak analitik hiyerarşi süreci uygulanmış, çevresel ve sosyal değişken katsayıları tespit edilmiştir.

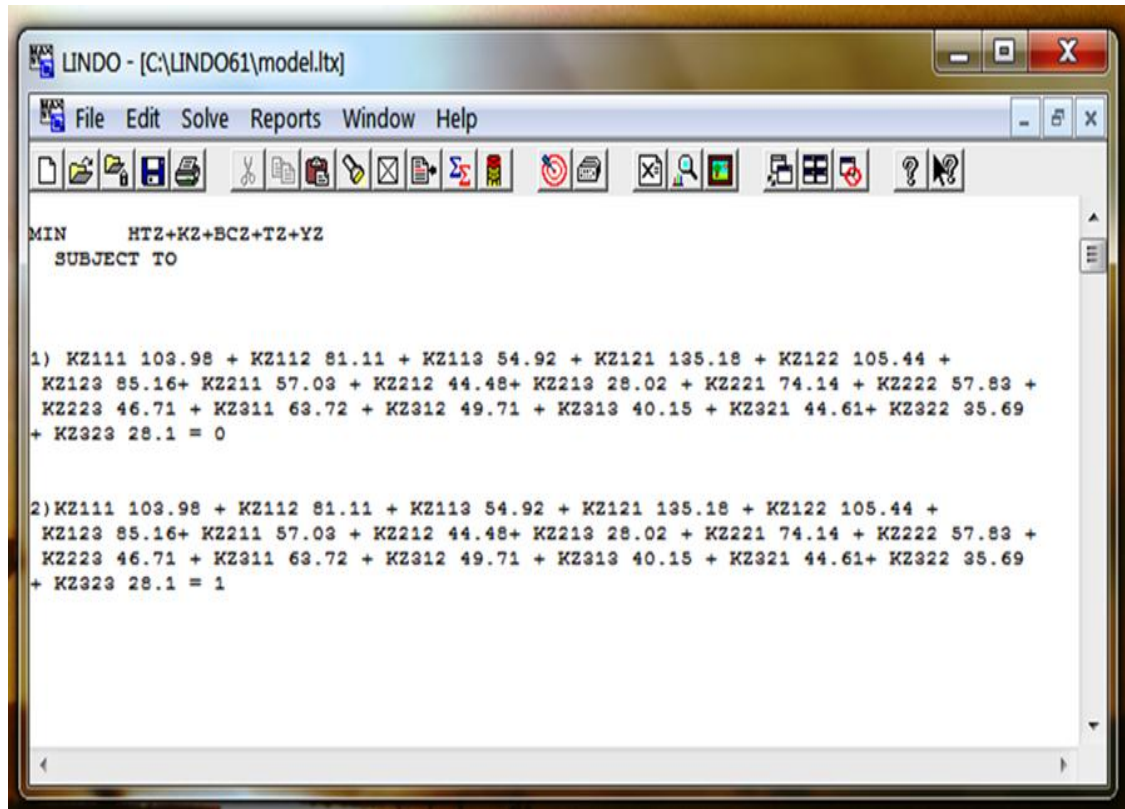
MS Excel programı kullanılarak elde edilen veriler zaman analizlerinin yapılması için aynı formata çevrilmiştir. Analizler sonucu elde edilen katsayılar (MS Excel programındaki matris işlemleri kullanılarak) (LINDO) programlama diline hazır formata dönüştürülmüştür (Şekil 3.5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
28	KZ113	54.92		+ KZ113 54.92		KZ213	41333,00	41333,00	+ KZ213 28.02		KZ313	40.15		+ KZ313 40.15		KZ413
29	KZ121	135.18		+ KZ121 135.18		KZ221	74.14		+ KZ221 74.14		KZ321	44.61		+ KZ321 44.61		KZ421
30	KZ122	105.44		+ KZ122 105.44		KZ222	57.83		+ KZ222 57.83		KZ322	35.69		+ KZ322 35.69		KZ422
31	KZ123	85.16		+ KZ123 85.16		KZ223	46.71		+ KZ223 46.71		KZ323	41302,00		+ KZ323 28.1		KZ423
32																
33																
34	BCZ111	192.00		+ BCZ111 192		BCZ211	101.85		+ BCZ211 66.2		BCZ311	43.52		+ BCZ311 28.29		BCZ411
35	BCZ121	249.6		+ BCZ121 249.6		BCZ221	132.41		+ BCZ221 86.07		BCZ321	56.58		+ BCZ321 36.77		BCZ421
36	BCZ112	61.63		+ BCZ112 61.63		BCZ212	46.31		+ BCZ212 30.1		BCZ312	20.68		+ BCZ312 13.44		BCZ412
37	BCZ122	80.12		+ BCZ122 80.12		BCZ222	60.2		+ BCZ222 39.13		BCZ322	26.88		+ BCZ322 17.47		BCZ422
38	BCZ113	57.16		+ BCZ113 57.16		BCZ213	67.28		+ BCZ213 43.73							BCZ413
39	BCZ123	74.31		+ BCZ123 74.31		BCZ214	87.46		+ BCZ214 56.85							BCZ423
40	BCZ114	39.39		+ BCZ114 39.39												
41	BCZ124	51.21		+ BCZ124 51.21												
42																
43																
44	TZ111	43.49		+ TZ111 43.49		TZ211	40.45		+ TZ211 40.45		TZ311	37.78		+ TZ311 37.78		TZ411
45	TZ121	50.60		+ TZ121 50.6		TZ221	46.65		+ TZ221 46.65		TZ321	43.17		+ TZ321 43.17		TZ421
46	TZ112	44.49		+ TZ112 44.49		TZ212	54.70		+ TZ212 54.7		TZ312	28.79		+ TZ312 28.79		TZ412
47	TZ122	35.20		+ TZ122 35.2		TZ222	65.17		+ TZ222 65.17		TZ322	31.48		+ TZ322 31.48		TZ422
48																
49																
50																

Şekil 3. 5: Zaman katsayılarının oluşturulması.

3.2.10. Yangın Sonrası Eylem Planı (YSEP) için Oluşturulan Modelin Çözülmesi

Yanan sahanın en kısa zamanda boşaltılması için bölme, sezon ve üretim sistemlerinin özelliklerine göre çoklu matris modelleme diliyle kodlanmış ve uygun bilgisayar programlarıyla çözümlenmiştir. Öncelikle amaç fonksiyon oluşturulmuş ve programlama diliyle yazımı gerçekleştirilmiştir. Daha sonra karar değişkenleri, kısıtlar ve katsayılar LINDO programına doğrudan veri girişi yöntemiyle girilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3. 6: Katsayıların Programlama Diline Göre Yazılması (LINDO Programı).

Amaç programı ve kısıtlayıcılara ait bilgiler aşağıdaki şekilde programlama diliyle hazırlanmıştır. Amaç fonksiyonu;

$$Z_{min} = (HTZ) + (KZ) + (BCZ) + (TZ) + (YZ)$$

$$Z_{min} = \sum_b^B \sum_s^S \sum_e^E HTZ_{bse} * A_{bse} + \sum_b^B \sum_s^S \sum_t^T KZ_{bst} * X_{bst} + \sum_b^B \sum_s^S \sum_t^T BCZ_{bst} * X_{bst} + \sum_b^B \sum_s^S \sum_t^T TZ_{bst} * X_{bst} + \sum_b^B \sum_s^S \sum_t^T YZ_{bst} * U_{bst}$$

((3.2)

HTZ_{bse}	=	Hasar tespit zamanı katsayısı (dk/ha)
A_{bse}	=	Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda zarara uğrayan alan miktarı (ha)
KZ_{bst}	=	Kesim zamanı katsayısı (dk/m ³)
X_{bst}	=	Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda zarara uğrayan ürün miktarı(m ³)
BCZ_{bst}	=	Bölmeden çıkarma zamanı katsayısı (dk/m ³)
TZ_{bst}	=	Taşıma zamanı katsayısı (dk/m ³)
YZ_{bst}	=	Yol yapım zamanı katsayısı (dk/m)
U_{bst}	=	Herhangi bir bölmede herhangi bir sezonda ihtiyaca bağlı yol yapılan yol uzunluğu (m)

Kısıtlayıcılar;

- Her bir bölmede üretilecek odun hammaddesi miktarı, bölmenin olağanüstü hasılat etası ile sınırlıdır.

$$\sum_s^2 \sum_t^{72} X_{bst} * OHETA_{bst} - BOHETA_{bst} = 0 \quad (3.3)$$

- Yangın sonrası üretilecek odun hammaddesi miktarı toplam olağanüstü hasılat etası kadardır.

$$\sum_{b=1}^{20} X_{bst} * OHETA_{bst} - TOHETA_{bst} = 0 \quad (3.4)$$

- Hasar görmüş her bir bölme yangın sonrası, herhangi bir sezonda üretime açılmak zorundadır,

$$\sum_s^2 \sum_t^{72} X_{bst} * OHETA_b = 1 \quad (3.5)$$

- Her bir bölmeden her bir sezonda satış dikili satış işlemi gerçekleştikten sonra 60 günde (28800 dk) üretim işlemi gerçekleşmelidir.

$$\sum_s^2 \sum_y^{72} X_{bst} * OHETA_{bst} \leq 28800 \quad (3.6)$$

- Her bir bölmeden her bir sezonda yangın sonrası böcek gelme süresi olan 17 günde (8160 dk) üretim yapılmış olmalıdır.

$$\sum_s^2 \sum_y^{72} X_{bst} * OHETA_{bst} \leq 8160 \quad (3.7)$$

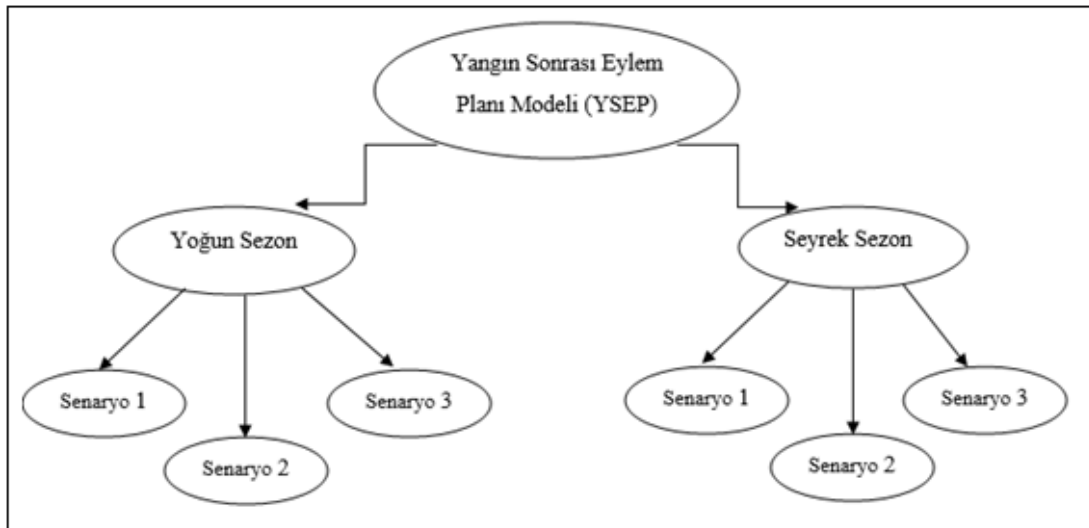
$OHETA_{bst}$ = Olağanüstü hasılat etası (m^3)

$BOHETA_{bst}$ Bölme olağanüstü hasılat etası (m^3)

$TOHETA_{bst}$ = Toplam olağanüstü hasılat etası (m^3)

3.2.11. Yangın Sonrası Eylem Planı (YSEP) Modelinin Çözümlemesinde Uygulanan Senaryolar

Sezonlar, yangın hareket merkezinden alınan yangın istatistikleri incelenerek ve yangın çıkma sıklığına bağlı olarak oluşturulmuştur. Yoğun ve seyrek olarak iki sezona göre çözümleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3. 7: YSEP Modelinin Çözümlemesinde Kullanılan Basamaklar.

Alan verilerine ve varsayımlara göre modelin çözümünde her bir sezon için 3 adet senaryo oluşturulmuş ve sınanmıştır. Bu senaryolar;

Senaryo 1, yangın sonrası alanın en kısa sürede boşaltılması için yoğun sezonda herhangi bir bölmede gerekli zamanı bulmaktır. Bu senaryoda 3 yöntemle hesaplanan hasar tespit zamanı, 3 farklı yöntemle tespit edilen kesme zamanı, 6 farklı yöntemle tespit edilen bölmeden çıkarma zamanı, 2 farklı yöntemle seçilen taşıma zamanı ve 2 farklı yöntemle hesaplanan yol yapım zamanı değerleri arasından en uygun zaman hesaplanmıştır.

Hesaplanan zaman değerlerine bölme özelliğine bağlı oluşturulan katsayı, arazi zorluğundan dolayı hesaplanan faktör katsayıları ve uygulanan teknik ve yöntemlerin ekonomik-ekolojik-sosyal etki katsayıları da eklenmiştir. Belirlenen kısıtlar olağanüstü hasılat etası, böcek gelme zamanı ve enkaz boşaltma için belirlenen işlem süresi dahilinde çözümlenmeler gerçekleştirilmiştir. Taşağıl orman işletmesinden alınan aktüel verilere göre yol yoğunluğu az olan 6 bölmede üretim çalışması için yol yapımı gerçekleştirilmiştir. 11 bölmede rampadan satış işlemi gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu bilgilere göre karar değişkenleri olan hasar tespit zamanı, kesim zamanı, bölmeden çıkarma zamanı ve taşıma zamanı bulunmuştur.

Alanın boşaltılması için gereken en kısa zaman optimizasyonu 4320 matris boyutlu olan karar değişkenleri arasından seçilmiştir (Tablo 3.14).

Tablo 3. 14: Senaryo 1'e Ait Matris Boyutu.

Bölme Sayısı	HTZ	KZ	BCZ	TZ	YZ	Değişken Sayısı
20	3	3	6	2	2	4320

Senaryo 2; Arazi çalışmalarından alınan verilere bağlı olarak bazı bölmelerde rampadan satış gerçekleştiği tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak senaryo 2'de tüm bölmelerde satışın rampadan gerçekleştirildiği varsayılmış ve alanı en kısa sürede boşaltmak için gerekli zaman tespit edilmiştir. Model için amaç fonksiyonundaki taşıma ve yol yapım zamanı olmadan formüle edilmiş ve çözümlenmiştir.

Tablo 3. 15: Senaryo 2'ye Ait Matris Boyutu.

Bölme Sayısı	HTZ	KZ	BCZ	Değişken Sayısı
20	3	3	6	1080

Yangın sonrası alanın en kısa sürede boşaltılması için gerekli süre 1080 matris boyutlu karar değişkeni arasından hesaplanmıştır (Tablo 3.15).

Senaryo 3; Çalışmadaki 20 bölmenin 6 bölümünde yol yoğunluğu değerlendirilmiş ve yol ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durum incelendiğinde ise bölmelerin sadece 2'sinde taşıma işlemi gerçekleştirildiği görülmüştür. Diğer bölmelerde rampadan satış yapıldığı arazi çalışmaları sırasında tespit edilmiştir. Bu bilgilere bağlı olarak senaryo 3'de yol ihtiyacı olan bölmeler seçilerek en kısa süre hesaplanmıştır.

Tablo 3. 16: Senaryo 3'e Ait Matris Boyutu.

Bölme Sayısı	HTZ	KZ	BCZ	TZ	YZ	Değişken Sayısı
6	3	3	6	2	2	1296

Alanın boşaltılması için gerekli zaman dilimleri 1296 karar değişkeni arasından hesaplanmıştır. Böylelikle yol yapım zamanının enkazı boşaltma zamanına etkisi araştırılmıştır (Tablo 3.16).

4. BULGULAR

4.1. ARAZİ ÇALIŞMALARINDAN ELDE EDİLEN BULGULAR

Arazi çalışmalarında 2008 yılında çıkan SER-TAŞ yangını sonrası alandaki güncel durum incelenmiştir. Taşağıl ve Serik orman işletme şefleri, orman muhafaza memurları ile belirli aralıklarla arazi çalışması yapılmıştır. Yangın sonrası oluşan kaos ortamı nedeniyle çalışma alanında ekolojik, sosyal ve ekonomik problemler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yangın sonrası üretim çalışmalarında kullanılan teknikler incelenmiş ve alternatif teknik imkanları sınanmıştır. Modelde kullanılacak alternatif teknikler bulunmuştur.



Şekil 4. 1: Yangına Müdahale Aşaması (Foto: M. EKER).

Arazi çalışması sonucunda, yangın sahasının Akdeniz vejetasyon katına ait kazmofitlerce zengin kayalık alanlardan oluştuğu görülmüştür. Yangın sonrası transport modelini oluşturmada kullanılacak arazi zorluk katsayısı bu bilgiye göre türetilmiştir. Yangına ve yangın sonrasına ilişkin fotoğraf arşivleri incelenmiştir. Araştırma probleminin tanımlanmasına katkı sağlayacak bilgi edinilmiştir (Şekil 4.1, 4.2, 4.3).



Şekil 4. 2: Çalışma Alanından Kokurdanlık Yapıdaki Bazı Kısımlar.

Üretim çalışmalarının bir basamağı da ihtiyaca bağlı olarak yapılan yol yapım aşamasıdır. Yol planlama ve yapımında doğaya uygunluk, emniyetli ve ekonomik olma koşullarının arazi yapısı ve zaman kısıdı nedeniyle sağlanmadığı tespit edilmiştir. Şekil 4.3’de görüldüğü üzere yangın sonrası yapılan çalışmalarda hem işgücü hemde makine gücü kullanımını zorlaştıracak şartlar mevcuttur. Bu nedenle kokurdanlık bir yapıya sahip olan bazı bölmelerde makine gücü kullanılırken zincir veya hidrolik yapılarında vb. problemler yaşandığı tespit edilmiştir.



Şekil 4. 3: Kokurdanlık Sahada Yapılan Çalışmalar.

Serik-Taşığıl yangını sonrasında yapılan işlerin iş etüdüleri eş zamanlı olarak değerlendirilemediğinden Isparta Orman Bölge Müdürlüğü Çamlık İşletmesinde çıkan orman yangını ve sonrası arazi çalışmaları ayrıca incelenmiştir. Yangın sonrası yapılan çalışmalar sırasında, üst toprağın yanması sonucunda zeminin kaygan olması ve kül yoğunluğu nedenleriyle problemler yaşandığı belirlenmiştir. Bu durumun çalışma zamanını etkilediği tespit edilmiştir. Elde edilen bilgiler YSEP modelinde zorluk katsayılarının tespit edilebilmesi için kullanılmıştır.

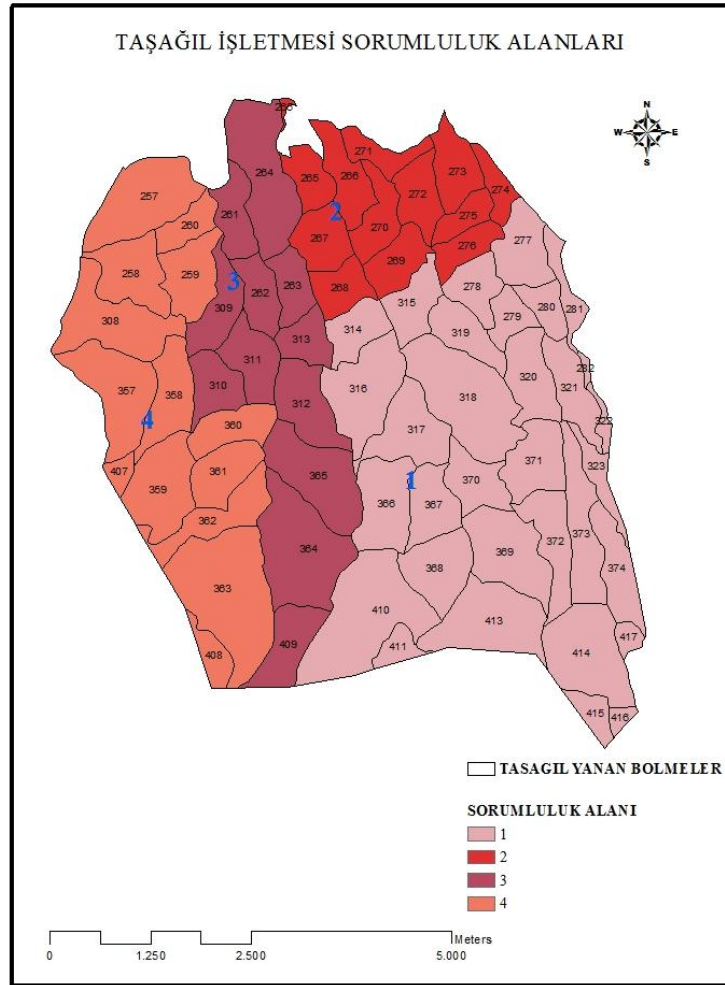
4.2. GÖZLEM VE ANKET SONUÇLARINDA ELDE EDİLEN BULGULAR

Arazi çalışmaları sırasında yangın esnasında ve sonrasında sahada görev yapmış yetkililerden kişisel iletişim yoluyla bazı görüş ve bilgiler alınmıştır. Buna göre yangın sonrasında yaşanan problemlerin şu şekilde olduğu belirlenmiştir:

- Yangın sonrası alan büyüklüğüne bağlı olarak iyi yapılmış bir planlama sürecinin olmadığı ve kaynak tahsislenmesine yönelik uygun kararların verilemediği,
- Yangın sonrası hasar tespit aşamasında, yanan alanın büyük olmasına bağlı olarak çalışmanın zaman, emek gerektirici olduğu ve bu konuda (hasar tespitini yersel olarak yapacak) kalifiye işgücü sıkıntısının yaşandığı,
- Hasar tespiti için oluşturulan saha ekiplerinin, olağan çalışmalardan (küçük alanlardaki yangın sonrası çalışmalardan) farklı olarak az elemanlı küçük gruplara bölünerek çok sayıdaki ekiple bu işlemlerin sürdürülebildiği,
- Dağınık halde ve değişen topoğrafyada değişen yangın zararı şiddeti karşısında oluşan enkazın kaldırılması ve sahanın geri kazanılması aşamasını da kapsayan süreçte bazı yönetsel ve operasyonel kargaşanın yaşandığı ve kontrol eksikliğinin olduğu,
- Yönetim ve denetim sorunlarının azaltılması için yanan sahadaki işletme şefliklerinin kendi içinde bölümlendirildiği ve işlemlerin hızlandırılması, saha çalışmalarının kontrolü için bu yeni yapılandırılmış şefliklere yeni işletme şeflerinin atandığı (Tablo 4.1),

Tablo 4. 1: İşletme Şeflikleri ve Gruplandırılması.

İşletme Şefliği	Kodu	DKGH (m ³)	İşletme Şefliği	Kodu	DKGH (m ³)
Taşağıl	1	35450	Akbaş	1	35718
	2	37191		2	35043
	3	42026		3	46165
	4	31160		4	48606
Sağırın	1	159782	5	21560	
	2	48918	6	61865	
	3	32960	7	17296	
	4	6162	8	23926	
	5	39278	1	241212	
	6	58343	2	111804	
	7	26241	3	151931	
	8	63521			

**Şekil 4. 4:** Taşağıl İşletmesi Yanan Alanda İşletme Şefleri İçin Oluşturulan 4 Bölge.

- Çalışma alanı olan Taşağıl İşletmesi 4 bölgeye ayrılmış ve bu bölgelerin herbirine farklı bölgelerden gelen 4 işletme şefinin görev aldığı (Şekil 4.4),

- Yanan alanda üretim işleri işletmeler tarafından yaptırıldığından işgücü ve makine gücü temini, yönlendirilmesi, çalıştırılması ve kontrolü açısından yetersiz kaldığı ve bunlara bağlı problemlerle karşılaştığı (önce hangi işletme, hangi bölme, ne kadar işçi, kaç motorlu testere, kaç kamyon gerektiği soruların açıklığa kavuşturulmadan şeflikler ölçeğinde değerlendirme yapıldığı),
- Dikili satış yöntemi ile yapılan üretim faaliyetlerinde ihaleyi alan bazı firmaların iflas etmesi veya işleri gecikmeli yapması nedeniyle beklemekten dolayı üründe (yangından kaynaklanan haricinde) kalite kaybının söz konusu olduğu (olağan üretim periyodunda, Kızılcam ağaç türünün kesilip kabuğunun soyulması ve kullanım yeri yada depolara nakledilmesi böcek zararları açısından önem arzederken; yangın gibi yıkıcı bir etkiye maruz kalan meşcerenin bir de teknik ve mevzuat yönüyle beklemesinden dolayı kayıpların yaşandığı),
- Yangın sonrası, (Büyük SER-TAŞ yangınından da elde edilen tecrübeler gereği) YARDOP çalışmaları ile planlama probleminin çözülmeye çalışıldığı (veya çözüm beklendiği),
- Alan büyüklüğü nedeniyle yangın sonrası sahanın en kısa sürede boşaltılması ve üretimin yapılması için yanmış alana yakın olan şefliklerden ve merkezden, işletme şefleri ve orman mühendislerinin görevlendirildiği; bundan dolayı da gerek kişisel tecrübeler gerekse de bölgeye hakimiyet hususu dikkate alındığında, bütüncül bir plan yada eylem birlikteliği ve eşgüdümü olmaksızın davranıldığı, bunun da zaman, işgücü ve para kaynaklarının paylaşımını zorlaştırdığı; yapılandırılmamış ya da kötü yapılandırılmış enkaz boşaltma çalışmaları ile düzensiz ürün akışına neden olduğu,
- Yeni yol planlama ve yapım ihtiyacının ortaya çıktığı, yapılan yeni yolların standartlara uygun şekilde yapılmadığı, yol ihtiyacının fazla olması ve zaman kısıtlamasından dolayı kontrollerde problemlerin yaşandığı,
- Yangın sonrası olağanüstü üretim yapılmasından dolayı plan çerçevesinde henüz müdahale edilmeyecek sahalarda yol yoğunluğunun aktüelde düşük

olmasına bağılı olarak enkaz kaldırma çalışmalarının geciktiğı ve/veya zorlaştırdığı,

- Yangın sonrası alanın yol yoğunluğunun ortalama 9.93 m/ha olduğı ancak olağanüstü üretim miktarının olağanın ötesinde çok fazla olmasına bağılı olarak yol yoğunluğunun ortalama 23.42 m/ha'a çıkarıldığı

tespit edilmiştir. Baz alınan SER-TAŞ yangınına ait bu bulgular; YSEP model bileşenlerinin oluşturulması ve yorumlanmasında klavuz olarak kullanılmıştır.

Yangın sonrası üretim çalışmalarının organizasyonu ve planlamanın optimizasyonu için gerekli olan kısıtlayıcılardan biri "zaman" kısıtıdır. Enkaz kaldırma çalışmalarında ne kadar zamana ihtiyaç olacağı ağaçlandırma ve böcek zararları açısından dikkate alınmıştır. Yangından zarar gören orman ağaçlarının böcek zararlarına uğraması hakkında kişisel iletişim yolu ile yapılan görüşmelerde bazı bilgiler elde edilmiştir.

Akdeniz bölgesinde alçak yükseltilerde çıkan orman yangın alanlarında 2008 ve 2009'da periyodik olarak yapılan gözlemlerde değışik böcek türlerine rastlandığı bilgisine erişilmiştir. Bu kapsamda değışik familyalara ait kabuk böcekleri ve odun zararlıları tespit edilmiştir. Tespit çalışmaları, alana asılan feromon tuzaklarıyla birlikte dikili ya da üretime başlanan odun ve tomruklar üzerinde bizzat yapılan gözlemler sonucu toplanan böcekler tanımlanmıştır. Tespit edilen türler *Orthotomicus erosus*, *Tomicus destruens*, *Ips sexdentatus*, *Hylurgus sp.*, *Crypturgus mediterraneus*, *Pityogenes pennides* gibi kabuk böcekleri ile *Acanthocinusaedilis*, *Melanophila acuminata* ve odun arıları gibi teknik zararlı böceklerdir. Buna karşılık faydalı (yırıcı) böceklerden *Corticinus linealis*, *Auloniumrufficorne*, *Promalus parallelepipedus*, *Temnochila coerulea*, *Calydium elongatum*, *Nemasoma sp.* türleri tespit edilmiştir. Türlerin 2008 yılı 31 Temmuz'da Taşğıl-Serik ve aynı tarihte Kumluca-Adrasan'da çıkan orman yangın alanlarında yangın sonrası çalışmalara başlandığı tarihte görülmüştür. Tespitlerde böcek türleri ve yoğun oldukları dönemler tarihsel olarak kaydedilmiştir. Bölgede kışların ılık geçmesi nedeniyle 18 Ocak ve 05 Şubat 2009 tarihinde istiflenen ve üretim alanındaki gövde odunlarında *O.erosus* ve *Ips sexdentatus* larvaların görüldüğü bilgisine ulaşılmıştır. Yine aşırı yanıklarda daha fazla olmak üzere *Buprestidae*, *Cerambycidae* ve *Siricidae*

familyalarına ait teknik zararlı böcekler yangından bir ay sonra görülmeye başlanmıştır. Kerestelik tomruklarda derine giden larva yolları nedeniyle değer kaybı ileriki sürelerde daha fazla önem kazandığı saptanmıştır. Nitekim alanda bir ay sonraki dönemde başlayarak artan oranda *Melanophila acuminata* ergini ve larvası tespit edilmiştir (Sarıbaşak, 2012). Bu bilgiler sonucunda alanın en kısa sürede boşaltılmasına yönelik çalışmaların önemli olduğu bulgusu ortaya çıkmıştır.

Kişisel iletişim ve dokümantasyon analizi yoluyla elde edilen yukarıdaki veri ve bilgiler problemlerin tanımlanması, modelin kavramsal çerçevesinin oluşturulması için sayısal ortamda depolanmıştır.

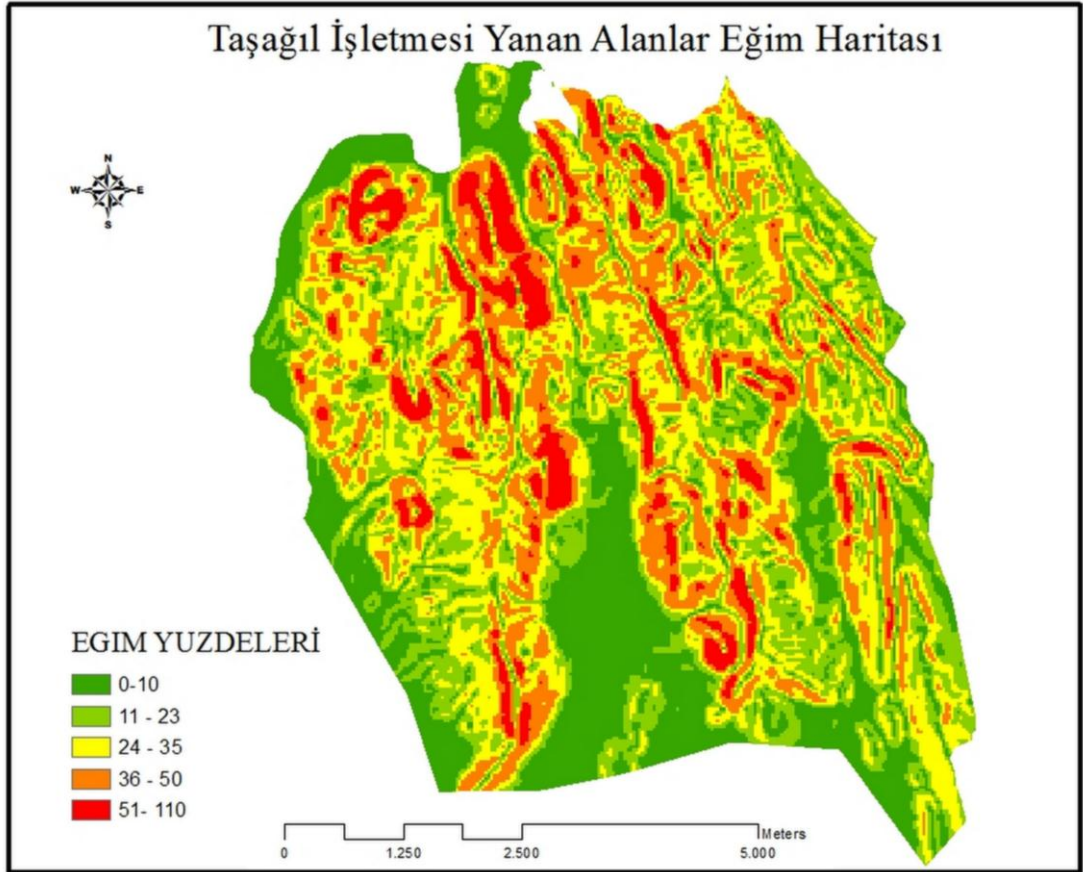
Daha önce belirtilen problemlerin ortadan kaldırılabilmesinde bir uygulama planına ihtiyaç duyulduğu ve planlamada kaynakların kullanımına yönelik optimal kararların en doğru şekilde alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Buna bağlı olarak; planlama aşamasında bütün etkenlerin ortaya konulduğu doğru bir iş akışının oluşturulması gerektiği belirlenmiştir. Bu nedenle yangın sonrası eylem planı hazırlanması amacıyla *Yangın Sonrası Eylem Planı (YSEP)* adıyla karar verme sürecini destekleyecek bir karar modeli oluşturulmuştur.

Orman kaynaklarının planlanması ve yönetimi (topluma mal ve hizmet sunumu) çok boyutlu bir yapı göstermektedir. Çok boyutlu karar verme metodları kullanımı ile orman kaynakları yönetiminde daha mantıklı kararlar ve çözüm önerileri oluşturulabilmektedir. Orman yangınları gibi olağanüstü durumlarda amenajman planının ve kaynakların sürdürülebilirliğinin kesintiye uğratılmaması gerekmektedir. Bunun yanısıra süre kısıtlamasının da olması çeşitli problemleri ortaya çıkarmaktadır.

Yukarıda kısaca değinilen ve çeşitli aşamalarla kaydedilen bulgulara/gerekelere dayanılarak yangın sonrası üretim faaliyetlerini içeren sistemin kavramsal çerçevesi geliştirilmiştir. Bunun sonucunda; optimal yada optimale yakın çözümlerin veya çözüm alternatiflerinin bulunmasıyla orman yangınları sonrası yaşanan karmaşa ortamında kaynakların en doğru şekilde dağıtımını ve sistemin yönetiminin sağlanacağı düşünülmüştür.

4.3. FONKSİYONEL ARAZİ SINIFLANDIRMASI ANALİZLERİNE AİT BULGULAR

Fonksiyonel arazi sınıflandırması bölmenin topografik yapısına göre hangi üretim sisteminin tercih edilebileceğini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Bu nedenle üretim dosyalarından alınan ve ArcGIS ortamında oluşturulan eğim haritaları kullanılmıştır. Oluşturulan harita Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4. 5: Taşagıl Orman İşletmesinde Yanan Alanın Eğim Haritası.

Çalışma alanı olarak seçilen 20 bölme için fonksiyonel arazi sınıflandırması yapılmış ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4. 2: Arazi Sınıflandırmasına Göre Bölmelerin Eğim Değerleri.

Sıra	Bölme No	Alan (ha)	Servet (m ³)	Eğim (%)	Arazi Sınıfı
1	277	47.5	2121.245	44	Dik arazi
2	278	41	1877.226	52	Çok dik arazi
3	279	21	961.506	48	Dik arazi
4	280	25	1144.65	42	Dik arazi
5	308	63.5	3224.229	45	Dik arazi
6	310	41	5706.533	55	Çok dik arazi
7	312	53	4005.659	60	Çok dik arazi
8	313	33	2914.26	60	Çok dik arazi
9	314	41	2824	50	Dik arazi
10	315	46	3247.876	38	Dik arazi
11	316	65	1818.643	46	Dik arazi
12	317	71	2292.214	40	Dik arazi
13	318	71	2954.926	42	Dik arazi
14	319	44	1995.956	48	Dik arazi
15	320	35	1522.962	34	Dik arazi
16	321	34	1556.724	36	Dik arazi
17	358	69.5	2826.478	40	Dik arazi
18	360	48	1156.793	35	Dik arazi
19	371	34	1373.58	48	Dik arazi
20	372	35.5	1634.62	48	Dik arazi

Odun hammaddesi üretim sistemleri için hangi yöntemlerin uygun olduğu; mevcut yol durumu, topografik analizlere bağlı olarak değerlendirilmiş ve hesaplanmıştır.

4.4. ÇOK KRİTERLİ ANALİZLERE AİT BULGULAR

Odun hammaddesi üretim sisteminin her aşaması çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Kesme zamanı, bölmeden çıkarma zamanı, taşıma zamanı, yol yapım zamanı için ekonomik, ekolojik ve sosyal kriterlerden herbirinin 8 gösterge faktörü çok kriterli analizler yapılarak göreceli önemlilik dereceleri bulunmuştur. Bu bilgiye göre harvester için 0.30, motor-manuel sistemi için 0.37, motor-motor sistemi için 0.33 katsayı değerleri elde edilmiştir.

Tablo 4. 3: Kesme Zamanı İçin Etki Katsayısı.

Kesme Sistemi	Çevresel ve Sosyal Değişkenler			Katsayı
	Ekolojik	Ekonomik	Sosyal	
Harvester	0.22	0.50	0.18	0.30
Motor-manuel	0.44	0.20	0.46	0.37
Motor-motor	0.33	0.30	0.36	0.33

Kesim zamanında kullanılan harvester yönteminin ekonomik olarak daha pahalı, motor-manuel yönteminin daha ekolojik olduğu ve motor-motor yönteminin ise sosyal açıdan daha uygun olduğu bulunmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4. 4: Bölmeden Çıkarma Zamanı İçin Etki Katsayısı.

Bölmeden Çıkarma Sistemi	Çevresel ve Sosyal Değişkenler			Katsayı
	Ekolojik	Ekonomik	Sosyal	
İnsan + Hayvan	0.24	0.18	0.28	0.24
İnsan+Tarım Traktörü	0.20	0.15	0.22	0.19
İnsan+Orman Traktörü	0.22	0.17	0.17	0.18
İnsan+Hava Hattı	0.10	0.15	0.09	0.11
İnsan+Hava Hattı+ Hayvan	0.15	0.15	0.15	0.15
İnsan+Oluk Sistemi	0.10	0.2	0.09	0.13

Bölmeden çıkarma zamanı için yapılan değerlendirmede insan+hayvan gücü sisteminin kullanımı çalışma süresini uzatırken, insan+hava hattı sisteminin kullanımı süreyi kısalttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Taşıma zamanı etki katsayısı ise Tablo 4.5’de görülmektedir.

Tablo 4. 5: Taşıma Zamanı İçin Etki Katsayısı.

Taşıma	Çevresel ve Sosyal Değişkenler			Katsayı
	Ekolojik	Ekonomik	Sosyal	
Kamyon	0.37	0.44	0.56	0.46
Treyler	0.63	0.56	0.44	0.54

Yol yapım zamanı etki katsayılarına bakıldığında ekskavatör yöntemi 0.45 ve dozer yönteminin kullanım katsayısı 0.55 olarak bulunmuştur (Tablo 4.6).

Tablo 4. 6: Yol Yapım Zamanı İçin Etki Katsayısı.

Yol Yapım zamanı	Çevresel ve Sosyal Değişkenler			Katsayı
	Ekolojik	Ekonomik	Sosyal	
Ekskavatör	0.6	0.37	0.37	0.45
Buldozer	0.4	0.63	0.63	0.55

4.5. ZAMAN ANALİZİ SONUCUNDA ELDE EDİLEN BULGULAR

4.5.1. Yangın Hasar Tespit Zamanı İçin Elde Edilen Bulgular

Yangın hasar tespit zamanını etkileyen faktörler; alan büyüklüğü, meşçere tipi, arazi zorluk katsayısı (arazi yapısı, eğim ve engebe), sezon, iş gücü ve mekanizasyon imkanları olarak belirlenmiştir.

Yangın hareket merkezinden alınan bilgilere göre alan büyüklüğü, meşçere tipi, sezon, eğim, bakı, yükseklik vb. bilgilerle birlikte yangının çıkış, kontrol ve söndürülme tarihleri elde edilmiş ve bunlar üzerinden de yangın hasar tespit zamanı bulunmuştur.

Yangın hasar tespiti için görevlendirilen personel sayısı ve çalışılan iş günü sayısı esas alınarak işgücü sayısı belirlenmiştir. 100 ha'dan küçük yangınlarda yanan alandaki hasar tespitinin işletme şefi ve bir orman muhafaza memuru ile yapıldığı belirlenmiştir.

Büyük yangınlardaki hasar tespitinde ise bölge müdürlüğündeki yetkililerin kontrolünde gerçekleştiği belirlenmiştir. Yangın hasar tespitinde kullanılan işgücü sayısı alan büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir.

Hasar tespit ekibinin arazide yapacağı envanter (doğrudan gözlem, ölçüm vb.) çalışmalarının yürütülmesi sırasında topoğrafyanın etkisi yangın hareket merkezinden alınan verilere göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda eğim ve yükseklik verisinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Yangın hareket merkezinden alınan veriler ile ki-kare testi yapılmıştır. Ki-kare testi için iki veri seti oluşturulmuştur. İlk veri setinde sadece zaman ve alan ilişkisi değerlendirilmiştir. Analiz 14 örnekten oluşmaktadır. Tablo 4.7'de görüldüğü üzere, örneğin Antakya Yayladağı (12 nolu) işletmesinde çıkan orman yangınının 875 ha'lık alanı etkilediği tespit edilmiştir. Bu alanın yangın hasar tespit zamanı 16 gün olarak hesaplanmıştır. Gülnar Büyükeceli (16 nolu) işletmesinde çıkan orman yangınının hasar tespit zamanı resmi tatillere denk gelmesi ve ihalelerin ertelenmesi gibi sebeplerden dolayı 47 gün olarak bulunmuştur.

Tablo 4. 7: Zaman ve Alandan Oluşan İlk Veri Seti.

Yangın çıkan işletme	Zaman (Y)	Alan (X ₁)
3	39	187.1
4	38	267
5	16	148
6	22	250
7	33	418
10	38	314
11	16	350
12	16	875
13	25	199.5
14	28	100
15	14	159.5
16	47	196
17	14	171
18	4	835

İkinci veri seti, yangın fişlerinden elde edilen tüm faktörlerin katıldığı 9 örnekten oluşmaktadır. Yapılan analizde Antakya Yayladağı (12 nolu) işletmesi 875 ha, Edremit Çınarlıhan-Edremit orman işletmesi (7 nolu) %50 eğim, Tavşanlı Yaylacık orman işletmesi (15 nolu) 1375 m gibi farklı alan özelliklerine sahip 9 örnek kullanılmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4. 8: Zaman Bağımlı Değişkeni ile Diğer Etken Faktörlerle Oluşturulan Veri Seti.

No	Y Zaman (gün)	X ₁ Alan (ha)	X ₂ Çap Sınıfı (d _{1,30})	X ₃ Eğim(%)	X ₄ Yükseklik(m)
3	39	187.1	14	30	250
5	16	148	14	33	60
7	33	418	14	50	300
10	38	314	28	20	500
11	16	350	44	30	400
12	16	875	44	30	400
14	28	100	28	35	1050
15	14	159.5	28	30	1375
18	4	835	28	45	450

Ki-kare analizlerinin sonucunda iki veri setinde de anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Aynı zamanda iki veri setine korelasyon analizi uygulanmıştır. Korelasyon analizleri sonucunda çap sınıfı-zaman ile yükseklik-zaman arasında düşük anlamlılık düzeyinde ve ters yönlü; alan-zaman ile eğim-zaman arasında da oldukça düşük oranda ve ters yönlü ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Tüm analizlerin ve arazi çalışmalarının sonucunda elde edilen bilgilere göre 10 ha alan için yangın hasar

tespit zamanı 1.2 gün olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanı, bölme özellikleri ve ürün miktarına göre yangın hasar tespit katsayısı tespit edilmiştir. Katsayı değeri, 20 bölmenin ekip ve sezon katsayıları göz önünde bulundurularak hasar tespit zaman değerleri hesaplanmıştır (Tablo.4.9).

Tablo 4. 9: Hasar Tespit Zamanı Katsayı Değerleri.

Bölme No	Servet (m ³)	Yöntem	Alan (ha)	1. sezon (dk)	2. sezon (dk)	Bölme No	Alan (ha)	Servet (m ³)	1. sezon (dk)	2. sezon (dk)
277	2121.245	1	47.5	58.18	75.456	316	65	1818.643	59.33	75.456
		2		43.78	61.056				44.93	61.056
		3		29.38	46.656				30.53	46.656
278	1877.226	1	41	58.18	75.456	317	71	2292.214	58.18	75.456
		2		43.78	61.056				43.78	61.056
		3		29.38	46.656				29.38	46.656
279	961.506	1	21	58.18	75.456	318	71	2954.926	58.18	75.456
		2		43.78	61.056				43.78	61.056
		3		29.38	46.656				29.38	46.656
280	1144.65	1	25	58.18	75.456	319	44	1995.956	58.18	76.608
		2		43.78	61.056				43.78	62.208
		3		29.38	46.656				29.38	47.808
308	3224.229	1	63.5	77.76	95.04	320	35	1522.962	59.33	75.456
		2		63.36	80.64				44.93	61.056
		3		48.96	66.24				30.53	46.656
310	5706.533	1	41	72.00	89.28	321	34	1556.724	58.18	83.52
		2		57.60	74.88				43.78	69.12
		3		43.20	60.48				29.38	54.72
312	4005.659	1	53	58.18	75.456	358	69.5	2826.478	66.24	81.216
		2		43.78	61.056				51.84	66.816
		3		29.38	46.656				37.44	52.416
313	2914.26	1	33	66.24	83.52	360	48	1156.793	63.94	75.456
		2		51.84	69.12				49.54	61.056
		3		37.44	54.72				35.14	46.656
314	2824	1	41	66.24	83.52	371	34	1373.58	58.18	75.456
		2		80.64	69.12				43.78	61.056
		3		95.04	54.72				29.38	46.656
315	3247.876	1	46	58.18	75.456	372	35.5	1634.62	58.18	75.456
		2		43.78	61.056				43.78	61.056
		3		29.38	46.656				29.38	46.656

Tablo 4.9’da görüldüğü üzere üç ekip grubu üzerinden üç farklı hasar tespit zamanı hesaplanmıştır. Hesaplamalar 1. sezona (yoğun) ve 2. sezona (seyrek) göre yapılmıştır.

4.5.2. Kesme Zamanı

Kesme zamanının hesaplanmasında da 3 yöntem sınanmıştır. Hesaplamalar motor-manuel, motor-motor ve harvester yöntemlerine göre mevcut durum ve alternatifler arasından yapılmıştır. Tablo 4.10'da iki sezona ait değerler gösterilmektedir.

Tablo 4. 10: Kesme Zamanı Katsayı Değerleri.

Bölme No	Servet (m ³)	Yöntem	1.sezon (dk/m ³)	2.sezon (dk/m ³)	Bölme No	Servet (m ³)	1.sezon (dk/m ³)	2.sezon (dk/m ³)
277	2121.245	1	107.31	139.50	316	1818.643	112.05	145.67
		2	81.05	105.37			84.69	110.09
		3	49.54	64.41			51.80	67.33
278	1877.226	1	89.59	116.47	317	2292.214	110.01	143.01
		2	67.67	87.97			83.09	108.02
		3	41.36	53.77			50.79	66.03
279	961.506	1	107.47	139.71	318	2954.926	106.03	137.84
		2	81.17	105.53			80.09	104.11
		3	49.62	64.50			48.95	63.64
280	1144.65	1	107.47	139.71	319	1995.956	106.72	138.73
		2	81.17	105.53			80.60	104.79
		3	49.62	64.50			49.27	64.05
308	3224.229	1	113.30	147.29	320	1522.962	112.76	146.59
		2	86.25	112.13			85.22	110.79
		3	53.12	69.06			52.12	67.76
310	5706.533	1	102.55	133.32	321	1556.724	107.47	139.71
		2	77.92	101.30			81.17	105.53
		3	47.90	62.27			49.62	64.50
312	4005.659	1	86.17	112.02	358	2826.478	98.55	128.11
		2	65.08	84.61			74.72	97.13
		3	39.78	51.72			45.84	59.59
313	2914.26	1	108.61	141.19	360	1156.793	94.86	123.32
		2	82.34	107.05			71.85	93.41
		3	50.52	65.67			44.04	57.25
314	2824	1	103.01	133.91	371	1373.58	107.47	139.71
		2	77.81	101.15			81.17	105.53
		3	47.56	61.83			49.62	64.50
315	3247.876	1	103.01	133.91	372	1634.62	96.38	125.29
		2	77.81	101.15			72.80	94.63
		3	47.56	61.83			44.50	57.85

Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında harvester kullanımının en kısa süreyi verdiği tespit edilmiştir. Kesme zamanı için kullanılan harvester yönteminde 20 bölmenin ortalaması 48.15 dk/m³ olarak hesaplanmıştır.

4.5.3. Bölmeden Çıkarma Zamanı

Bölmeden çıkarma zamanı arazi sınıfı ve bölme etalarına göre 6 sistemin uygulanabilirliği göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 11: Bölmeden Çıkarma Zamanı Katsayı Değerleri.

Bölme No	Servet (m ³)	Yöntem	1.sezon (dk/m ³)	Yöntem	2. sezon (dk/m ³)
277	2121.245	BZ111	127.56	BZ121	165.82
		BZ112	71.13	BZ122	92.46
		BZ113	56.66	BZ123	73.65
		BZ114	36.62	BZ124	47.60
278	1877.226	BZ211	111.61	BZ221	145.09
		BZ212	86.17	BZ222	112.02
		BZ214	29.44	BZ224	38.27
279	961.506	BZ311	111.61	BZ321	145.09
		BZ312	91.88	BZ322	119.44
		BZ313	73.19	BZ323	95.14
		BZ314	29.58	BZ324	38.45
280	1144.65	BZ411	116.39	BZ421	151.31
		BZ413	67.91	BZ423	88.28
		BZ414	30.64	BZ424	39.84
		BZ415	33.75	BZ425	43.87
308	3224.229	BZ511	162.37	BZ521	211.08
		BZ513	94.45	BZ523	122.78
		BZ514	43.10	BZ524	56.04
		BZ515	56.68	BZ525	73.68
		BZ516	46.55	BZ526	60.51
310	5706.533	BZ611	285.25	BZ621	370.82
		BZ613	169.11	BZ623	219.85
		BZ614	58.93	BZ624	76.61
		BZ615	83.90	BZ625	109.08
312	4005.659	BZ711	226.41	BZ721	294.33
		BZ713	137.12	BZ723	178.25
		BZ714	56.04	BZ724	72.86
		BZ715	76.10	BZ725	98.93
		BZ716	59.17	BZ726	76.91
313	2914.26	BZ811	248.31	BZ821	322.80
		BZ812	189.62	BZ822	246.51
		BZ813	151.11	BZ823	196.45
		BZ814	62.23	BZ824	80.89
		BZ815	84.15	BZ825	109.40
314	2824	BZ911	223.22	BZ921	290.19
		BZ913	124.56	BZ923	161.92
		BZ914	55.33	BZ924	71.93
		BZ1011	199.31	BZ1021	259.10

Tablo 4. 11 (devamı): Bölmeden Çıkarma Zamanı Katsayı Değerleri.

Bölme No	Servet (m ³)	Yöntem	1.Sezon (dk/m ³)	Yöntem	2.Sezon (dk/m ³)
315	3247.876	BZ1013	101.01	BZ1023	131.31
		BZ1014	49.54	BZ1024	64.40
		BZ1015	67.25	BZ1025	87.43
316	1818.643	BZ1111	145.80	BZ1121	189.55
		BZ1112	98.89	BZ1122	128.55
		BZ1113	78.77	BZ1123	102.41
317	2292.214	BZ1211	108.42	BZ1221	140.95
		BZ1212	77.55	BZ1222	100.81
318	2954.926	BZ1311	124.37	BZ1321	161.68
		BZ1313	70.65	BZ1323	91.84
		BZ1314	32.35	BZ1324	42.06
319	1995.956	BZ1411	111.61	BZ1421	145.09
		BZ1413	66.02	BZ1423	85.82
		BZ1414	29.43	BZ1424	38.26
		BZ1415	38.63	BZ1425	50.22
320	1522.962	BZ1511	116.64	BZ1521	151.64
		BZ1512	80.08	BZ1522	104.10
		BZ1513	63.79	BZ1523	82.93
		BZ1514	30.75	BZ1524	39.98
		BZ1515	40.39	BZ1525	52.50
321	1556.724	BZ1611	114.80	BZ1621	149.24
		BZ1613	63.46	BZ1623	82.49
358	2826.478	BZ1711	168.50	BZ1721	219.05
		BZ1713	93.82	BZ1723	121.96
360	1156.793	BZ1811	155.02	BZ1821	201.53
		BZ1812	105.52	BZ1822	137.18
		BZ1813	84.08	BZ1823	109.31
		BZ1814	40.23	BZ1824	52.30
		BZ1815	53.35	BZ1825	69.36
371	1373.58	BZ1911	114.80	BZ1921	149.24
		BZ1913	67.76	BZ1923	88.09
		BZ1914	30.23	BZ1924	39.30
		BZ1915	39.71	BZ1925	51.62
372	1634.62	BZ2011	151.47	BZ2021	196.91
		BZ2013	87.76	BZ2023	114.09
		BZ2014	38.73	BZ2024	50.34
		BZ2015	51.68	BZ2025	67.18

Tablo 4.11’de bölmeden çıkarma katsayı değerleri gösterilmektedir. Bölmeden çıkarma zamanı katsayı değerleri 2 sezon için hesaplanmıştır. Arazi yapısına ve yöntem özelliklerine göre seçilen sistemler ile bölmeden çıkarma zaman katsayısı

hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken bölmeden çıkarma sistemlerinden çoğunlukla insangücü+hayvangücü, insangücü+tarım traktörü, insangücü+orman traktörü, insangücü+hava hattı kullanılmıştır. Bölmeler arasından 5706.533 m³ ile en yüksek olağanüstü hasılat etasına sahip olan ve BZ611 olarak isimlendirilen altıncı bölmenin (310 nolu) 1. sezonda 1. sistem (insangücü+hayvangücü) ile hesaplanması sonucunda bölmeden çıkarma katsayı değeri 285.25 dk/m³, BZ614 olarak isimlendirilen yöntemle ise 4. sistemle (insangücü+havahattı) hesaplanması sonucunda katsayı değeri 58.93 dk/m³ olarak bulunmuştur.

4.5.4. Taşıma Zamanı

Taşıma zamanı için kamyon ve traktör-treyler yöntemleri kullanılmıştır. Hesaplamalar 9 bölme için 2 sezonda da yapılmıştır. 11 bölmede ise rampadan satış olduğu tespit edilmiş taşıma zamanları hesaplanamamıştır. Mevcut veriler üzerinden yapılan hesaplama sonuçlarına ilişkin değerler Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4. 12: Taşıma Zamanı Katsayı Değerleri.

Bölme No	Servet (m ³)	Yöntem	1. Sezon TZ (dk/m ³)	2. Sezon TZ (dk/m ³)
310	5706.53	Kamyon	29.61	36.72
		Traktör-Treyler	16.78	20.33
312	4005.66	Kamyon	20.76	26.92
		Traktör-Treyler	12.09	15.17
313	2914.26	Kamyon	22.49	28.36
		Traktör-Treyler	12.88	15.81
316	1818.64	Kamyon	18.51	23.91
		Traktör-Treyler	10.76	13.45
318	2954.93	Kamyon	18.24	23.66
		Traktör-Treyler	10.62	13.33
358	2826.48	Kamyon	25.16	31.72
		Traktör-Treyler	14.40	17.68
360	1156.79	Kamyon	23.78	30.21
		Traktör-Treyler	13.68	16.89
371	1373.58	Kamyon	20.57	26.68
		Traktör-Treyler	11.98	15.04
372	1634.62	Kamyon	19.25	24.97
		Traktör-Treyler	11.21	14.07

310 nolu bölmede taşıma zamanı katsayısı hesaplanırken kamyon kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda katsayı değeri 29.61 dk/m³, traktör-treyler yöntemi katsayı değeri ise 16.78 dk/m³ olarak bulunmuştur.

4.5.5.Yol Yapım Zamanı

Arazi ve ofis çalışmaları ile elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda 279, 280, 308, 315, 371, 372 nolu bölmelerde yol ihtiyacının olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bölmelerin yol ihtiyaçlarına bağlı olarak yol yapım zaman katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 4.13).

Tablo 4. 13: Yol Yapım Zamanı Katsayı Değerleri.

Bölme No	Servet (m ³)	Planlanan Yol Miktarı	Yöntemler	1. Sezon YZ (dk/m)	2. Sezon YZ (dk/m)
279	961.506	420	Ekskavatör	3.31	4.30
		420	Buldozer	1.94	2.52
308	3224.229	270	Ekskavatör	0.85	1.10
		270	Buldozer	0.49	0.63
310	5706.533	170	Ekskavatör	0.28	0.36
		170	Buldozer	0.16	0.21
315	3247.876	520	Ekskavatör	1.21	1.58
		520	Buldozer	0.71	0.92
371	1373.58	680	Ekskavatör	3.75	4.88
		680	Buldozer	2.20	2.86
372	1634.62	720	Ekskavatör	3.34	4.34
		720	Buldozer	1.96	2.54

371 nolu bölmenin 680 m yol ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Ekskavatör kullanılarak yol yapım zamanı katsayı değeri 3.75 dk/m, buldozer kullanılan yöntem ile ise 2.20 dk/m olarak hesaplanmıştır.

4.6. ÇÖZÜMLEME SONUCUNDA ELDE EDİLEN BULGULAR

Çözümlede orman yangını sonrası yapılan çalışmalar yoğun ve seyrek sezon olmak üzere iki sezon üzerinden değerlendirilmiştir. Herbir sezon için 3 senaryo uygulanmıştır. Bu senaryolara göre en uygun zaman dilimleri ve yöntemler tespit edilmiştir.

4.6.1. Yoğun Sezon İçin Uygulanan Senaryolar Ait Bulgular

4.6.1.1. Senaryo 1

SER-TAŞ yangın alanındaki bölmelerden herhangi birinde herhangi bir yöntemle herhangi bir arazi zorluğunda ve bölme katsayısında yapılan işlemlerin zaman değerleri Senaryo 1'e göre hesaplanmıştır. Senaryo 1'in sonucunda 20 bölme için en uygun toplam değer 2666.410 dk olarak tespit edilmiştir. Bu değer yoğun sezonda 20 bölmenin herhangi birinde çıkacak yangın sonrası yapılan çalışma için en uygun zaman olarak bulunmuştur.

Yangın sonrası yapılan çalışmaların herbir aşamasına ait zaman değerleri Tablo 4.14'de verilmiştir. Bölmeden çıkarma zamanı 966.77 dk/m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu işlemin yangın sonrası yapılan işlemler arasında en uzun süren çalışma olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. 14: Senaryo 1'e Ait Çözümleme Kümesine Giren Değerler.

Zaman kodları	Çözüm Kümesine Giren Değerler
HTZ1	614.650024
KZ1	963.130005
BCZ1	966.770020
TZ1	114.400032
YZ1	7.460000
Toplam	2666.410

Çözümleme ile herbir bölmede enkazı en kısa sürede boşaltmak için uygulanacak yöntem model tarafından bulunmuştur. Yöntemlere ilişkin değerler Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4. 15: Senaryo 1'e Ait En Uygun Yöntem ve Değerleri.

Bölme No	HTZ Yöntem	Kat.	KZ Yöntem	Kats.	BCZ Yöntem	Kat.	TZ Yöntem	Kat.	YZ Yöntem	Kat.
277	HTZ113	29.38	KZ113	49.54	BCZ114	36.62				
278	HTZ213	29.38	KZ213	41.36	BCZ214	29.44				
279	HTZ313	29.38	KZ313	49.62	BCZ314	29.58			YZ312	1.94
280	HTZ413	29.38	KZ413	49.62	BCZ414	30.64			YZ412	0.49
308	HTZ513	48.96	KZ513	53.12	BCZ514	43.1			YZ512	0.16
310	HTZ613	43.2	KZ613	47.90	BCZ614	58.93	TZ612	16.78		
312	HTZ713	29.38	KZ713	39.78	BCZ714	56.04	TZ712	12.09		
313	HTZ813	37.44	KZ813	50.52	BCZ814	62.23	TZ812	12.88		
314	HTZ913	29.38	KZ913	47.56	BCZ914	55.33				
315	HTZ1013	29.38	KZ1013	47.56	BCZ1014	49.54			YZ1012	0.71
316	HTZ1113	30.53	KZ1113	51.80	BCZ1113	78.77	TZ1112	10.76		
317	HTZ1213	29.38	KZ1213	50.79	BCZ1212	77.55				
318	HTZ1313	29.38	KZ1313	48.95	BCZ1314	32.35	TZ1312	10.62		
319	HTZ1413	29.38	KZ1413	49.27	BCZ1414	29.43				
320	HTZ1513	30.53	KZ1513	52.12	BCZ1514	30.75				
321	HTZ1613	29.38	KZ1613	49.62	BCZ1613	63.46				
358	HTZ1713	37.44	KZ1713	45.84	BCZ1713	93.82	TZ1712	14.40		
360	HTZ1813	35.14	KZ1813	44.04	BCZ1814	40.23	TZ1812	13.68		
371	HTZ1913	29.38	KZ1913	49.62	BCZ1914	30.23	TZ1912	11.98	YZ1912	2.20
372	HTZ2013	29.38	KZ2013	44.50	BCZ2015	51.68	TZ2012	11.21	YZ2012	1.96

Çözümlemede hasar tespit zamanı için 3. yöntem (hasar tespit ekip sayısının en yüksek olduğu yöntem) seçilmiştir. HTZ513 olarak isimlendirilen 5. bölme (308 nolu) 3. yöntemin hasar tespit zamanı 48.96 dk/m³ bulunmuştur. Bu değer bölmeler arasında en uzun süren hasar tespit zamanıdır. Kesme zamanı için 3. yöntem (Harvester) kullanılarak en kısa süre hesaplanmıştır (Tablo 4.15).

Bölmeden çıkarma zamanı için çözümlemede elde edilen yöntemlerin frekansı Tablo 4.16'de gösterilmiştir. İnsan gücü+hava hattı sistemi en fazla kullanılan bir sistem olarak saptanmıştır. İşlem süresi uzun olan insan gücü+hayvan gücü sistemi ile insan gücü+oluk sistemi çözümlenmeye girmedikleri için yöntem frekansı 0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4. 16: Senaryo 1'e Ait Bölmeden Çıkarma Zamanı Yöntem Frekansları.

Yöntem	Bölmeden çıkarma yöntem içeriği	Yöntem Frekansı
1	İnsan gücü+ Hayvan gücü	0
2	İnsan gücü+Tarım Traktörü	1
3	İnsan gücü+Orman Traktörü	3
4	İnsan gücü+Hava Hattı	15
5	İnsan gücü+ Hayvan gücü+ Hava Hattı	1
6	İnsan gücü+Oluk Sistemi	0

Taşıma zamanı 9 bölme için hesaplanmıştır. Çözüm kümesine giren ve amaç fonksiyonu minimize eden en uygun taşıma yönteminin traktör-treyler olduğu tespit edilmiştir.

Yol yapım zamanı için ise, buldozer kullanılarak yapılan çalışmaların daha kısa sürede gerçekleştiği bulunmuştur (Tablo 4.16).

4.6.1.2. Senaryo 2

Senaryo 2'de 20 bölmede rampadan satış gerçekleştiği varsayıldığı için taşıma ve yol yapım zamanı çözümlenmeye katılmamıştır. Hasar tespit zamanı, kesme zamanı ve bölmeden çıkarma zamanları hesaplanmıştır. Bu senaryo sonucunda amaç fonksiyonunun değeri 2544.550 dk/m³ bulunmuştur.

Tablo 4. 17: Senaryo 2'ye Ait Çözümleme Kümesine Giren Değerler.

Zaman Kodları	Çözüm Kümesine Giren Değerler
HTZ1	614.650024
KZ1	963.130005
BCZ1	966.770020
Toplam	2544.550

Hasar tespit, kesim ve bölmeden çıkarma zamanından oluşan senaryo 2'ye ait çözüm kümesi değerleri Tablo 4.17'de gösterilmiştir. Bu senaryo sonucuna göre rampadan satış şeklinde yapılan işlemlerin daha kısa sürede yapıldığı hesaplanmıştır.

Senaryo 2 sonucunda herbir bölmede enkazı en kısa sürede boşaltmak için uygulanacak yöntem, model tarafından seçilmiştir. Yöntemlere ilişkin çözümleme kümesine giren değerler Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4. 18: Senaryo 2'ye Ait Çözümleme Kümesine Giren Değerler.

Bölme No	HTZ Yöntem	Katsayı dk/m ³	KZ Yöntem	Katsayı dk/m ³	BCZ Yöntem	Katsayı dk/m ³
277	HTZ113	29.38	KZ113	49.54	BCZ114	36.62
278	HTZ213	29.38	KZ213	41.36	BCZ214	29.44
279	HTZ313	29.38	KZ313	49.62	BCZ314	29.58
280	HTZ413	29.38	KZ413	49.62	BCZ414	30.64
308	HTZ513	48.96	KZ513	53.12	BCZ514	43.1
310	HTZ613	43.2	KZ613	47.90	BCZ614	58.93
312	HTZ713	29.38	KZ713	39.78	BCZ714	56.04
313	HTZ813	37.44	KZ813	50.52	BCZ814	62.23
314	HTZ913	29.38	KZ913	47.56	BCZ914	55.33
315	HTZ1013	29.38	KZ1013	47.56	BCZ1014	49.54
316	HTZ1113	30.53	KZ1113	51.80	BCZ1113	78.77
317	HTZ1213	29.38	KZ1213	50.79	BCZ1212	77.55
318	HTZ1313	29.38	KZ1313	48.95	BCZ1314	32.35
319	HTZ1413	29.38	KZ1413	49.27	BCZ1414	29.43
320	HTZ1513	30.53	KZ1513	52.12	BCZ1514	30.75
321	HTZ1613	29.38	KZ1613	49.62	BCZ1613	63.46
358	HTZ1713	37.44	KZ1713	45.84	BCZ1713	93.82
360	HTZ1813	35.14	KZ1813	44.04	BCZ1814	40.23
371	HTZ1913	29.38	KZ1913	49.62	BCZ1914	30.23
372	HTZ2013	29.38	KZ2013	44.50	BCZ2015	51.68

4.6.1.3.Senaryo 3

Yangın sonrası yapılan çalışmalar incelendiğinde 6 bölmede yol yapımının gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bilgiye göre çözümleme 6 bölmenin yangın sonrası yapılan çalışma zamanları hesaplanmıştır. Çözümleme kümesine giren değer 742.3700 dk/m³ olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.19).

Tablo 4. 19: Senaryo 3'e Ait Çözümleme Kümesine Giren Değerler.

Zaman kodları	Çözümleme Kümesine Giren Değerler
HTZ1	195.860001
KZ1	294.040009
BCZ1	221.820007
TZ1	23.190001
YZ1	7.460000
Toplam	742.3700

4.6.2. Seyrek Sezon İçin Uygulanan Senaryolara Ait Bulgular

Yangının seyrek sezon içinde herhangi bir zamanda çıktığı varsayılmış ve buna bağlı olarak alanı boşaltmak için yapılan çalışmaların zamanları bulunmuştur. Karar değişkenlerine seyrek sezonun katsayıları eklenerek zamanlar hesaplanmıştır.

4.6.2.1. Senaryo 1

Senaryo 1’de SER-TAŞ yangınından etkilenen bölmelerin herhangi birinde çıkacak olan yangından sonra yapılması gereken çalışmalar için en uygun zaman 3603.280 dk/m³ olarak hesaplanmıştır. Yangın sonrasında yapılan işlemler için çözümleme kümesine giren değerler Tablo 4. 20’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 20: Senaryo 1’e Ait Çözümleme Kümesine Giren Değer.

Zaman kodları	Çözümleme kümesine giren değer
HTZ2	942.969971
KZ2	1252.060059
BCZ2	1256.800049
TZ2	141.770035
YZ2	9.680000
Toplam	3603.280

Senaryo 1’e ait hesaplamalar sonucunda kesim zamanı ile bölmeden çıkarma zamanı sürelerinin arasında 4.74 dk/m³’lük bir fark olduğu hesaplanmıştır. Kesim ve bölmeden çıkarma çalışma zamanlarının arasındaki farka bakılarak seyrek sezon ile yoğun sezondaki kesim çalışmaları karşılaştırıldığında, yoğun sezondaki kesim işlemlerinin daha uzun sürdüğü tespit edilmiştir.

Yoğun sezondaki gibi seyrek sezonda da hasar tespit zamanı için model tarafından seçilen 3. yöntemin değerlerinin çözüm kümesinde olduğu saptanmıştır. Kesim çalışmaları için harvester kullanılan yöntemin seçildiği ve bu yöntemin zaman değerlerinin çözüm kümesinde olduğu görülmüştür. Bölmeden çıkarma çalışmalarında ise insan gücü+hava hattı sisteminin ağırlıklı olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Taşıma zamanı için çözümleme kümesine bakıldığında en uygun değer 141.77 dk/m³ olarak bulunmuştur. Yol yapım zamanına bakıldığında ise 9.68 dk/m³ ile süre tuttuğu görülmüştür.

4.6.2.2.Senaryo 2

Senaryo 2’de seyrek sezonda 20 bölmede rampadan satış gerçekleştiği varsayılmış ve çözümleme yapılmıştır. Senaryo sonucunda en uygun değer olarak 3451.830 dk/m³ bulunmuştur. Senaryo 2’ye çözümleme kümesine giren değerler Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4. 21: Senaryo 2’ye Ait Çözümleme Kümesine Giren Değer.

Zaman kodları	Çözümleme Kümesine Giren Değer
HTZ2	942.969971
KZ2	1252.060059
BCZ2	1256.800049
Toplam	3451.830

4.6.2.3.Senaryo 3

Yol ihtiyacına bağlı olarak oluşturulan senaryo 3 için 6 bölmede değerlendirilmiştir. Seyrek sezon için en uygun zaman değeri ve yöntemler bulunmuştur.

Tablo 4. 22: Senaryo 3’e Ait Çözümleme Kümesine Giren Değer.

Zaman kodları	Çözümleme Kümesine Giren Değer
HTZ2	252.880005
KZ2	382.239990
BCZ2	288.369995
TZ2	29.110001
YZ2	9.680000
Toplam	962.2800

Senaryo sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.22’de gösterilmiştir. Çözümleme kümesine giren değer 962.2800 dk/m³ olarak hesaplanmıştır.

4.7. ÇÖZÜMLEME SONUÇLARININ İRDELENMESİ

Yoğun sezondaki senaryolar ile seyrek sezondaki senaryolar karşılaştırıldığında; hasar tespitinde daha çok işgücü kullanımı olduğu, kesim ve bölmeden çıkarma çalışmalarında mekanizasyonun daha çok kullanıldığı, taşıma zamanında traktör-treyler sistemiyle daha çok çalışıldığı ve yol yapım zamanında ise dozer ile yapıldığı yöntemler saptanmıştır. Senaryolara ait en uygun değerler Tablo 4.23’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 23: Senaryolar Sonucunda Elde Edilen Değerler.

Sezonlar	Senaryolar	En Uygun Değerler (dk/m ³)
Yoğun Sezon	Senaryo 1	2666.410
	Senaryo 2	2544.550
	Senaryo 3	742.3700
Seyrek Sezon	Senaryo 1	3603.280
	Senaryo 2	3451.830
	Senaryo 3	962.2800

20 bölme için yapılan hesaplamalar sonucunda yangın sonrası yapılan hasar tespit, kesim, bölmeden çıkarma, taşıma ve yol yapım zaman katsayıları toplanmıştır. Herbir bölmede enkazın boşaltılması için gereken süre hesaplanmıştır.

Taşağı işletmesinden alınan ve literatür çalışması sonucunda elde edilen bilgilere göre hasar tespit zamanı için 3, kesim zamanı için 3, bölmeden çıkarma zamanı için 4, taşıma zamanı için 3, yol yapım zamanı için 2 olmak üzere toplamda 15 personelin çalıştığı tespit edilmiştir.

Hesaplamalar senaryo özelliklerine göre kullanılan işgücü kapasitesi ve bir iş gününün 480 dk olduğu göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Yoğun sezon senaryolarından alınan çözüm değerlerine göre herbir bölmenin kaç günde boşaltılacağı bulunmuştur (Tablo 4.24).

Tablo 4. 24: Yoğun Sezon Senaryo Sonuçlarına Göre Herbir Bölmenin Boşaltılma Süreleri.

Bölme No	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 1 Toplam Zaman (dk)	Senaryo 2 Toplam Zaman (dk)	Senaryo 3 Toplam Zaman (dk)	Senaryo 1 (gün)	Senaryo 2 (gün)	Senaryo 3 (gün)
277	2666.41	2544.55	742.37	18853.70	26988.07	5249.16	32.38	42.95	31.93
278	2666.41	2544.55	742.37	16684.85	23883.48	4645.32	28.65	38.00	28.25
279	2666.41	2544.55	742.37	8545.90	12233.00	2379.31	14.75	19.46	14.56
280	2666.41	2544.55	742.37	10173.69	14563.10	2832.51	17.47	23.17	17.23
308	2666.41	2544.55	742.37	28657.05	41021.06	7978.57	49.22	65.22	48.54
310	2666.41	2544.55	742.37	50719.86	72602.79	14121.20	86.76	114.98	85.45
312	2666.41	2544.55	742.37	35602.43	50963.00	9912.27	60.98	80.87	62.78
313	2666.41	2544.55	742.37	25902.04	37077.40	7211.53	44.34	58.80	45.64
314	2666.41	2544.55	742.37	25099.81	35929.05	6988.18	43.01	57.03	44.28
315	2666.41	2544.55	742.37	28867.23	41321.91	8037.09	49.55	65.59	48.85
316	2666.41	2544.55	742.37	16164.16	23138.14	4500.35	27.86	36.98	28.73
317	2666.41	2544.55	742.37	20373.27	29163.27	5672.24	35.07	46.54	34.62
318	2666.41	2544.55	742.37	26263.48	37594.78	7312.16	45.12	59.86	46.49
319	2666.41	2544.55	742.37	17740.12	25394.05	4939.13	30.46	40.41	30.04
320	2666.41	2544.55	742.37	13536.14	19376.26	3768.67	23.25	30.84	22.93
321	2666.41	2544.55	742.37	13836.21	19805.81	3852.22	23.76	31.51	23.43
358	2666.41	2544.55	742.37	25121.83	35960.57	6994.31	43.17	57.27	44.48
360	2666.41	2544.55	742.37	10281.61	14717.59	2862.56	17.75	23.56	18.32
371	2666.41	2544.55	742.37	12208.42	17475.71	3399.02	21.10	27.83	21.76
372	2666.41	2544.55	742.37	14528.56	20796.86	4044.98	25.07	33.09	25.85

Sonuçlara göre en fazla çalışma zamanı 86.76 gün olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç böcek gelme zamanı ve satış süresini aşmaktadır. Senaryo 2’de taşıma ve yol yapım zamanı olmadığı için değerler 10 işçiye göre hesaplanmıştır. Senaryo 2’ye göre alanın boşaltılması için geçen süre en fazla 114.98 gün olarak bulunmuştur.

Seyrek sezona ait senaryo sonuçlarına göre herbir bölmenin boşaltılma süreleri Tablo 4.25’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 25: Seyrek Sezon Senaryo Sonuçlarına Göre Herbir Bölmenin Boşaltılma Süreleri.

Bölme No	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 1 Toplam Zaman (dk)	Senaryo 2 Toplam Zaman (dk)	Senaryo 3 Toplam Zaman (dk)	Senaryo 1 (gün)	Senaryo 2 (gün)	Senaryo 3 (gün)
277	3603.28	3451.83	962.28	25478.13	36610.89	6804.11	41.91	55.90	41.51
278	3603.28	3451.83	962.28	22547.24	32399.33	6021.39	37.08	49.46	36.73
279	3603.28	3451.83	962.28	11548.58	16594.78	3084.13	19.09	25.33	18.93
280	3603.28	3451.83	962.28	13748.31	19755.69	3671.58	22.61	30.16	22.39
308	3603.28	3451.83	962.28	38726.00	55647.45	10342.04	63.70	84.89	63.10
310	3603.28	3451.83	962.28	68540.79	98489.91	18304.28	112.21	149.54	111.08
312	3603.28	3451.83	962.28	48111.70	69134.27	12848.55	78.90	105.20	81.49
313	3603.28	3451.83	962.28	35002.98	50297.65	9347.78	57.37	76.49	59.25
314	3603.28	3451.83	962.28	33918.88	48739.84	9058.26	55.65	74.21	57.48
315	3603.28	3451.83	962.28	39010.02	56055.58	10417.89	64.11	85.33	63.50
316	3603.28	3451.83	962.28	21843.60	31388.23	5833.48	36.09	48.17	37.30
317	3603.28	3451.83	962.28	27531.63	39561.67	7352.51	45.42	60.60	45.00
318	3603.28	3451.83	962.28	35491.42	50999.51	9478.22	58.41	77.92	60.35
319	3603.28	3451.83	962.28	23973.29	34448.50	6402.23	39.43	52.59	39.05
320	3603.28	3451.83	962.28	18292.20	26285.03	4885.05	30.10	40.14	29.81
321	3603.28	3451.83	962.28	18697.71	26867.73	4993.35	30.75	41.02	30.46
358	3603.28	3451.83	962.28	33948.64	48782.61	9066.21	55.88	74.55	57.73
360	3603.28	3451.83	962.28	13894.16	19965.26	3710.53	23.00	30.70	23.77
371	3603.28	3451.83	962.28	16497.98	23706.82	4405.90	27.31	36.23	28.25
372	3603.28	3451.83	962.28	19633.31	28212.15	5243.21	32.45	43.07	33.56

Hesaplamalar sonucunda yangının çıktığı sezona göre en kısa süre ve en uygun yöntemle kaç günde alanın boşaltılacağı bulunmuştur. Seyrek sezon sonuçlarına göre tüm bölmeler arasından 112.21 gün ile 6.bölme en uzun sürede boşaltılan bölme olarak bulunmuştur. Senaryo 2’ye göre alanın boşaltılması için geçen süre en fazla 149.54 gün olarak hesaplanmıştır.

Çözüm sonuçlarının duyarlılık analizi manuel olarak yapılmıştır. Duyarlılık analizleri optimal çözüm elde etmek için böcek gelme ve iş bitirme zamanları için ayrıca değerlendirilmiştir.

Süreler hesaplanırken aynı anda 15 işçinin çalışabileceği kabul edilmiştir. Ancak işgücü kapasitesinde meydana getirilecek değişikliklerin, yani işgücünün artırılması yada azaltılması halinde, toplam üretim zamanının kısaltılabileceği veya kısıt değerlerinin değiştirilmesiyle çözüm sonucunun değişebileceği ve böylece matematiksel denklemin bu değişimlere duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

20 bölmelik bir yanar alan kütesinde, 15 kişilik bir işçi ekibiyle matematiksel karar denklemini uygulanarak ve bu kısıtlayıcı koşullarla 11 bölmenin 30 işgününden daha uzun bir sürede, 16 bölmenin ise 45 günü aşan bir sürede boşaltılabileceği 2 bölmenin 60 işgününden daha fazla sürede boşaltılabileceği bulunmuştur(Tablo 4.26).

Tablo 4. 26: Yoğun Sezon Sonuçlarının Kısıtlara Göre Değerlendirmesi.

Kısıtlara Göre	30 Günü Geçen Bölmeler	45 Günü Geçen Bölmeler	60 Günü Geçen Bölmeler
	277	308	310
	308	310	312
	310	312	
	312	315	
	313	318	
	314		
	315		
	317		
	318		
	319		
	358		
Toplam	11 bölme	5 Bölme	2 Bölme

Yoğun sezon senaryo 1'e göre hazırlanan Tablo 4.26'da görüldüğü üzere 45 günü geçen bölme sayısını 5, 30 günü geçen bölme sayısını ise 11 olarak bulunmuştur. Değerlendirme daha önce literatürde verilen böcek gelme zamanı ve iş bitirme zamanı gün kısıtlarına göre yapılmıştır. İşgücü değeri işletme mevcut durumu üzerinden alınmıştır. Bu değerle değişmesiyle senaryolar ile elde edilen en uygun değerler kullanılarak daha kısa sürede boşaltma işlemi gerçekleştirilecektir.

Seyrek sezonda senaryo 1'e ait değerlendirmede çalışmaların gerçekleştiği zamanlarda koşulların zorlaşmasından dolayı çalışma surelerinin arttığı grlmuştur. Seyrek sezon senaryo 1'de 60 günü 5 bölme, 45 günü 9 bölme ve 30 günü 16 bölmenin geçtiği tespit edilmiştir (Tablo 4.27).

Tablo 4. 27: Seyrek Sezon Sonuçlarının Kısıtlara Göre Değerlendirmesi.

Kısıtlara Göre	30 Günü Geçen Bölmeler	45 Günü Geçen Bölmeler	60 Günü Geçen Bölmeler
	277	308	308
	278	310	310
	308	312	312
	310	313	315
	312	314	318
	313	315	
	314	317	
	315	318	
	316	358	
	317		
	318		
	319		
	320		
	358		
	371		
	372		
Toplam	16 Bölme	9 Bölme	5 Bölme

Değerlendirmeler sonucunda işletme işgücü ve mekanizasyon kapasitesi değiştirilerek enkazın alandan uzaklaştırma suresi değiştirilebileceği ve azaltılabileceği ortaya çıkmıştır. YSEP modeli kullanılarak planlamanın yapılması; işgücü ihtiyacı ve kullanılacak yöntemlerin belirlenmesi ile kaos ortamına ve gecikmelere karşı önlem alma imkanı sağlayacaktır.

Üretim dosyasından elde edilen herbir bölmenin iş bitirme tarihlerine ve modelleme sonucunda en uygun değerlere göre karşılaştırma yapılmıştır (Tablo 4.28). Bu şekilde üretim çalışması öncesinde yapılacak bir planlamanın hem ekonomik hemde ekolojik katkısı ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. 28: Üretim Dosyalarına ve Çözümleme Sonuçlarına Göre Herbir Bölmenin Boşaltılma Süreleri.

Bölme No	Üretim dosyalarından alınan toplam iş bitiş süreleri(gün)	Modelleme sonucunda elde edilen iş bitiş süresi (gün)	Reel ve modelleme arasındaki farkı (gün)
277	90	32.38	57.62
278	90	28.65	61.35
279	90	14.75	75.25
280	90	17.47	72.53
308	90	49.22	40.78
310	106	86.76	19.24
312	106	60.98	45.02
313	106	44.34	61.66
314	61	43.01	17.99
315	90	49.55	40.45
316	90	27.86	62.14
317	90	35.07	54.93
318	90	45.12	44.88
319	90	30.46	59.54
320	90	23.25	66.75
321	90	23.76	66.24
358	90	43.17	46.83
360	90	17.75	72.25
371	90	21.1	68.9
372	90	25.07	64.93
Toplam	1819	719.72	1099.28

Tablo 4.28 de görüldüğü üzere karşılaştırma sonucunda YSEP modeli kullanılan çalışma ile aktüel çalışma arasında 17 günden 75 güne kadar fark ortaya çıkmıştır. Aktüel durumda yapılan çalışmalar için 20 bölmenin boşaltılması için toplamda 1819 güne ihtiyaç duyulduğu üretim dosyalarından tespit edilmiştir. YSEP modeline göre yapılan çalışmalarda ise 719 günde boşaltma işlemi gerçekleştirilebileceği bulunmuştur. 1099 günlük fark ortaya çıkmıştır. Bu değer hem ekonomik açıdan hemde ekolojik açıdan alanın boşaltılması için YSEP modelinin kullanımının önemini ortaya çıkarmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Orman yangınları sonucunda ülke ekonomisindeki maddi kayıplarla birlikte çevreye, havaya ve ekosisteme verdiği zararların da büyük oranda olduğu ortadadır. Bununla birlikte, orman yangınlarının ardından erozyon, kütle kaybı, su kaynaklarının bozulması, hava kirliliği gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Orman yangınlarından sonraki süreçte hızlı planlama yapılmalı ve alanın bir an önce ağaçlandırılması gerekmektedir. Bu aşamada “zaman ve doğru planlama” önem kazanmaktadır. Planlama yapılırken zaman başta olmak üzere çeşitli kısıtlayıcılar bulunmakta ve bu durum çok boyutlu karar verme tekniği kullanım ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Yangın sonrası yaşanan kriz ortamını en iyi şekilde yönetebilmek ve sürdürülebilirlik ilkesi ile alandan maksimum faydayı sağlamak amacıyla operasyonel planlamanın yapılmasının isabetli olacağı sonucuna erişilmiştir.

Bu çalışma ile orman yangınlarının ardından operasyonel planlama felsefesi (Eker, 2004) kullanılarak ürünlerin üretimi ve mümkün olan en kısa sürede, alana en az zararı verecek şekilde taşınmasını sağlayacak kaynakların tahsislendirilmesi yöntem ve tekniklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yangın sonrası yapılan çalışmaların planlama gereksinimi nedeniyle *Yangın sonrası eylem planı* (YSEP) modeli oluşturulmuştur. Literatür araştırması sonucu elde edilen bilimsel bilgi çalışmanın yürütülmesinde metodolojik olarak kullanılmıştır. Gözlem, ölçme, analiz ve değerlendirme yöntemleri için literatürde tercih edilen ve geçerliliği ispatlanmış yöntemlerden yararlanılmıştır. Modelin test edilmesi ve oluşturulması için, gereken katsayıların türetilmesinde çalışmanın başlangıcında hazırlanan veritabanından yararlanılmıştır.

Büyük orman yangınları sonrası yanan orman alanlarında zarar gören veya görmeyen ağaçların bir an önce sahadan çıkarılması ve arazi hazırlığının yapılması gerekmektedir. İşlemlerin hızlı şekilde tamamlanmasında birçok faktörün etkili olduğu belirlenmiştir. Bu faktörlere örnek olarak; makine, iş gücü, depolama ihtiyacı ve buna bağlı depo sayısı, yeri, kapasitesi, olağan dışı nakliyat (transport) imkanları, yetersiz yol ve arazi yapısına bağlı olarak ortaya çıkabilecek problemler

gösterilebilir. Belirtilen problemler üretim planlarının, henüz karar verme sürecindeyken optimizasyonunun yapılması ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

Eker ve Çoban (2009) tarafından, yangın sonrası enkaz kaldırma çalışmalarını planlamak için Yangın Sonrası Hasat ve Transport Planlama Modeli (YASHAT) planlama yaklaşımının matematiksel modelini geliştirilmiş, ancak test edilmemiştir. Bu çalışmada ise, matematiksel model daha kapsamlı olarak ve gerçek verilerle test edilmiştir.

Yangın sonrası yaşanan bütün aşamalar incelenmiş ve etkinliği değerlendirilerek model basamakları oluşturulmuştur. Model basamakları; yangın hasar tespit zamanı, kesme zamanı, bölmeden çıkarma zamanı, taşıma zamanı ve yol yapım zamanı olarak sınıflandırılmıştır.

Modelin ilk basamağı olan yangın hasar tespit zamanının tanımı araştırılmış ve ancak destekleyici bir bilgiye rastlanamamıştır. Araştırma kapsamında Orman Genel Müdürlüğü'nden konu hakkında mülakat yardımıyla bilgi elde edilmiştir. Literatür taramalarına ve kişisel iletişim yoluyla elde edilen bilgilere göre yangın hasar tespit zamanı (YHTZ); “Yangının kontrol altına alındığı tarihten, alanda enkaz temizliğinin başladığı (sahanın ihale veya diğer usullerle üretime verildiği ve/veya başladığı) tarihe kadar geçen süre” olarak tanımlanmıştır.

Orman Genel Müdürlüğü'ne bağlı Yangın Hareket Merkezinden güncel yangın verileri alınmıştır. Orman yangını sonrası ortaya çıkan hasarın tespit edilmesi için gereken sürenin belirlenmesinde etkili olan yangının (alansal) büyüklüğü, meşcere tipi (özellikle meşcere gelişim çağı), topoğrafya (eğim ve yükselti) faktörlerine göre tahmin edilmesinin yeterli olabileceği sonucuna erişilmiştir. Bu veriler kullanılarak yangın hasar tespit zamanı hesaplanmıştır. Verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesinden sonra karar değişkenlerinin katsayıları oluşturulmuştur.

Yangın hasar tespit zamanı için alınan veriler SPSS programında değerlendirilmiş etken faktörler arasındaki ilişki ortaya çıkarılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, çap sınıfı-zaman ve yükseklik-zaman arasında düşük anlamlılık düzeyinde ve ters yönlü ilişki bulunduğu, alan-zaman ve eğim-zaman arasında ise oldukça düşük oranda ve ters yönlü ilişki bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Analizlerin sonucuna ve arazi çalışmaları sırasında elde edilen bilgilere göre yangın hasar tespit zamanı 10 ha için 1.2 gün olarak tespit edilmiştir. Bu bilgiye dayanarak çalışma alanı bölme özellikleri ve ürün miktarına göre yangın hasar tespit katsayısı tespit edilmiştir.

Çalışma alanı olan Taşağıl işletmesinden üretim dosyaları ve arazi çalışmalarına göre 20 bölme seçilmiştir. Bölmeler arazi yapısı, bölme özellikleri ve verilerin eksiksiz olmasına göre tespit edilmiştir. Yangın sonrası yapılan çalışma zamanları literatürde ve pratikte kullanılan yöntemlere göre seçilmiş ve hesaplanmıştır. Modelin karar değişkenlerini oluşturan zaman katsayılarının hesaplanmasında ise ekonomik-ekolojik ve sosyal etki değeri analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır. Hesaplanan katsayı değerleri zaman değerlerine eklenerek çözülemeye hazır hale getirilmiştir.

Çalışma iş akışı, veri temini, verinin işlenmesi, matematiksel model için katsayıların hazırlanması, üretim sistemleri ve alternatifleri ile bu alternatiflerin her birinin zaman değerlerinin tespit edildiği süreçlerden oluşmaktadır. Bu tür matematiksel modellere ait matrislerin çözümünde çeşitli yazılımlar (Matlab, WinQSB, CPLEX, vb.) kullanılabilir. Ancak kullanım imkanları, veri girişi ve sonuçların değerlendirilebilirliği açısından bu çalışmada LINDO programı tercih edilmiştir. Hazırlanan YSEP modeli ilk olarak 5 bölmede test edilmiştir. Modelin çalışabildiği ve belirlenen kısıtlara uygun esnek çözümler sunabildiği ortaya konulmuştur.

Modelin sunduğu çözüm kümesi içinde yer alan katsayılar, kaynak değerleri ile işlenerek ihtiyaç duyulan işgücü ve makine gücü miktarlarını tespit imkanı sağlamaktadır. Öte yandan, modelin çözümüne göre duyarlılık analizleri manuel olarak yapılmıştır. Model işlemleri bilgisayar ekranında açıkken sağ taraf değerleri, kaynak kısıtları yada karar değişkenlerinin katsayıları değiştirilerek modelin farklı sonuçlar verip vermediği sınıanmıştır. Modelin yapısını (katsayıları, yarı sürekli değişken sayılarla (0 ile 1 arasındaki kesirli sayılar) yada sürekli değişken sayılarla değiştirmek) değiştirmek mümkündür. Eker (2004) tarafından yapılan odun hammaddesi üretiminde yıllık operasyonel planlama modelinde de modelin duyarlılığı bu şekilde sınıanmıştır.

Modelin test edilmesinden sonra modele sezon etkisi katılarak senaryolar oluşturulmuştur. Sezon etkisi yangın çıkma yoğunluna bağlı olarak işgücü ve

makine gücü çalışma şartları incelenerek değerlendirilmiştir. Yoğun ve seyrek sezon olarak sınıflandırılmıştır. Katsayılar bu bilgilere göre oluşturulmuştur. Üç çeşit senaryo kullanılmıştır. Birinci senaryo da seçilen 20 bölmeden herhangi birinde herhangi bir yöntemle herhangi bir arazi zorluğunda ve bölme katsayısında en kısa sürede çıkarmak için gerekli yöntem ve değerler bulunmuştur. Yoğun sezonda en uygun toplam değer 2666.410 dk, seyrek sezonda 3603.280 dk olarak bulunmuştur. Oluşturulan model, hasar tespit zamanı için hasar tespit ekip sayısının en fazla olduğu yöntem olan 3. yöntem, kesim zamanında harvesterin kullanıldığı yöntem, bölmeden çıkarma zamanında ise çoğunlukla insan gücü+hava hattı kullanıldığı yöntem olarak tespit edilmiştir. Taşıma zamanında traktör-treyler yöntemi, yol yapım zamanında ise buldozer kullanılan yöntem en uygun zamanı vermektedir.

Sezonlara göre karşılaştırmada yapıldığında çalışma yöntemlerinin aynı olduğu, en uygun zaman değerlerinin ise farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Yoğun sezondaki 2. senaryonun çözümünde en uygun değer 2544.550 dk, seyrek sezonda ise 3451.830 dk olarak hesaplanmıştır. Yoğun sezondaki 3. senaryoda en uygun değer 742.3700 dk, seyrek sezon için ise 962.2800 dk olarak tespit edilmiştir.

Yoğun sezon sonuçlarına göre en fazla çalışma zamanı 86.76 gün olarak tespit edilmiştir. Senaryo 2'ye göre alanın boşaltılması en fazla 114.98 gün olarak bulunmuştur.

Seyrek sezon sonuçlarına göre 112.21 gün ile 6.bölme tüm bölmeler arasından en uzun sürede boşaltılan bölme olarak bulunmuştur. Senaryo 2'ye göre alanın boşaltılması en fazla 149.54 gün olarak hesaplanmıştır. İşletme işgücü ve mekanizasyon kapasitesi değiştirilerek enkazın alandan uzaklaştırma süresinin değiştirilebileceği tespit edilmiştir.

Yangın sonrası çalışmalarda kaos ortamı nedeniyle işgücü kapasitesinde problemler yaşandığı tespit edilmiştir. Süreler hesaplanırken aynı anda 15 işçinin çalışabileceği kabul edilmiştir. Senaryolar sonucunda elde edilen değerler ile işgücü imkanları değerlendirilmiştir. Bunun sonucunda işgücünün artırılması yada azaltılması halinde, toplam üretim zamanı değiştirilebileceği görülmüştür.

YSEP modeli sonucunda elde edilen değerler ile herbir bölmenin kaç günde boşaltılabileceği tespit edilmiştir. YSEP modeline göre yapılan çalışmalar ile üretim dosyalarından elde edilen çalışma süreleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda YSEP modeli kullanılan çalışma ile aktüel çalışma arasında 17 günden 75 güne kadar fark ortaya çıkmıştır. Bu değer hem ekonomik hemde ekolojik açıdan alanın boşaltılması için YSEP modelinin kullanımının önemini ortaya çıkarmıştır.

Modelleme sonucunda elde edilen bilgiler ve herhangi bir alanda yangın çıktığında alana ait veriler kullanılarak yangın sonrası yapılacak çalışmalar için en uygun yöntem ile en kısa süreyi tespit etme imkanı sunmaktadır. Bu durum planlamayı kolaylaştıracak, zaman kaybını önleyecek ve yöntemler sırasında oluşabilecek zararları azaltmayı sağlayacaktır. YSEP ile yangın sonrası yaşanan planlama problemlerin çözülmesi sağlanabilir.

Yangın sonrası yaşanan kriz ortamını en iyi şekilde yönetebilmek ve sürdürülebilirlik ilkesi ile alandan maksimum faydayı sağlamak amacıyla operasyonel planlama yaklaşımıyla YSEP yapılması gereklidir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre;

- YSEP modelinin çözümleme sonuçlarına göre yangın hasar tespit zamanını azaltmak için ekipteki kişi sayısı fazla tutulmalıdır.
- Kesim çalışmaları mekanizasyon ağırlıklı olacak şekilde yapılmalıdır.
- Bölmeden çıkarma zamanı için arazi yapısı uygun alanlarda hava hattı yönteminin kullanım imkanları artırılmalıdır.
- Olağanüstü durumlarda kullanılacak yol ihtiyacı alan özelliklerine, yol yoğunluğuna göre daha önceden tespit edilmeli, planlanmalı ve yapılmalıdır. Çünkü kaos ortamında yanlış planlama ile yol yapılmasını önleyebilmek için yol ihtiyacının çıkarılması ve transport planlarının önceden yapılması gerekmektedir.
- Güncel veri tabanı oluşturulmalı, olağanüstü hallerde alan özelliklerine göre uygulanabilecek üretim teknikleri değerlendirilmelidir.

- Yangın sonrası üretim çalışmalarında görevli personel için çalışma koşulları incelenmeli ve iş güvenliği artırılmalıdır.

Tüm bu bilgilere bağlı olarak oluşturulan YSEP modeli birçok ihtiyacın bir arada düşünülmesini ve planlanmasını sağlayacağından yangına hassas bölgelerde kullanımı birçok konuda kazanç sağlayacaktır. Herhangi bir zamanda çıkan yangın sonrasında YSEP modelinin kullanılması ile daha hızlı ve etkin bir planlama yapılabilecektir.

YSEP modelinin geliştirilmesi ile birlikte; yangın dışında da oluşan afet durumlarında ihtiyaç duyulan işgücü, ekonomik ihtiyaçlar operasyonel planlanma yapılarak önceden tespit edilebilir ve planlamayı kolaylaştırılabilir. Böylece kısıtlı kaynakla, kısıtlı zamanda doğru planlama yapılarak ülke ekonomisine ve dünya ekonomisine katkı sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Acar. H.H.. 1994, *Ormancılıkta Transport Planları ve Dağlık Arazide Orman Transport Planlarının Oluşturulması*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 150s., Trabzon.
- Acar, H.H., 1998, Transport Tekniği ve Tesisleri Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Teksirleri Serisi: 56, 240 S., Trabzon.
- Acar, H.H., Gül, A.U., Gümüş, S., 2000, Bölmeden Çıkarma Çalışmalarında Toplam Maliyetin Minimizasyonu için Doğrusal Programlama Kullanımı, *TÜBİTAK Doğa Dergisi*, 24 (2000), 383-391.
- Acar, H.H., Eroğlu. H., 2001, Orman Yolları Üzerinde Odun Hammaddesi Nakliyatının Planlanması, Kafkas Üniversitesi, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2001): 61-66.
- Acar, H.H., Eroğlu, H. 2003, Dağlık Arazide Üretilen İnce Çaplı Odunların Fiberglass Yöntemi ile Bölmeden Çıkarılması İmkanları Üzerine Bir Araştırma, KTÜ Araştırma Fonu, Proje No: 22.113.001-2.
- Acar, H.H., Eker, M., 2003, Traditional Logging Methods in Turkish Forestry and Technological Trends, *Proceedings of the 2th International Scientific Conference FORTECHENVI*, 26-30 May 2003, Bruno, pp. 9-19.
- Acar, H.H., Ünver, S., 2004, Odun Hammaddesi Üretiminde Teknik Ve Çevresel Açından Zararların Tespiti İle Çözüm Önerileri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2002-2003-2004 Volume I-II, 165-173, Bartın.
- Acar, H.H., Ünver, S., 2012, Tomrukların bölmeden çıkarılmasında TOKK-M sisteminin uygulanması, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13: 103-106.
- Acatay, G., 1966, *Orman Koruması*, Fakülteler Matbaası-İstanbul, XI+308 s.
- Akalp, T., 1983, Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Büyümenin Simülasyonu, İ.Ü.O.F Yayın No: 327, 170s, İstanbul.
- Akay, A., Sessions, J., 2005, Applying the Decision Support System, TRACER, to Forest Road Design, *Western Journal of Applied Forestry*, 20 (3): 184-191.
- Akay, A.E., Sessions, J., Bettinger, P., Toupin, R., Eklund A., 2006, Evaluating the Salvage Value of Fire-killed Timber by Helicopter-Effects of Time since Fire and Yarding Distance, *Western Journal of Applied Forestry*, 21(2): 102-107.
- Akay, A.E., Erdaş, O., Yüksel, A., Bozali, N., Gündoğan, R., Öztürk T., 2007, Bilgisayar Destekli Orman Yolu Planlama Model TMMOB Harita ve Kadastro

Mühendisleri Odası, *Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.

- Akay, A.E., Erdaş, O., 2007, Orman Ürünlerinin Nakliyatının Planlanmasında Ağ (Network) Modeli Yaklaşımı, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A-Serisi, 57(2): 1-20.
- Akay, A.E., Yenilmez, N., Büyüksakallı, H., Şakar, D., 2009, Mekanik Ormancılık Araçlarının Birim Maliyetlerinin Microsoft Excel Tabanlı Program ile Hesaplanması, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 2009(1):59-71.
- Akay, A.E., Serin, H., Pak, M., Yenilmez, N., 2010, Tomruk Üretiminde Bilgisayar Destekli Optimum Boylama Yönteminin Kullanılması, *III. Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs, Artvin Cilt: II sayfa: 598-607
- Anderson, A.E., Nelson, J.D., 2004, Projecting Vector Based Road Networks With A Shortest Pathalgorithm, *Can. J. For. Res.* 34(7), 1444-1457.
- Anonim, 2012, Yangın Sonrası Yapılan Çalışmalar, Çanakkale Orman Yangınları ile Mücadele Başmühendisi Vehbi Tutmaz'a Ait Yayınlanmamış Çalışma Notları.
- Anonim, 2014, www.nr.gov.nl.ca/nr/forestry/statistics/2011_fire_stats.pdf, Ziyaret Tarihi: [19 Nisan 2014].
- Arıçak, B., Acar H.H., 2008, Kastamonu Üni., *Orman Fakültesi Dergisi*, 2008, 8(2), 144-156.
- Ares, A., Terry, A.T., Miller, E.R., Anderson, W.H., Flaming, L.B. 2005, Ground-Based Forest Harvesting Effects on Soil Physical Properties and Douglas-Fir Growth, USDA, California, 1822-1832.
- Aruga, K., Sessions, J., Akay, A.E., 2005, Heuristic Techniques Applied To Forest Road Profile, The Japanese Forest Society, *J. For. Res.* 10 (2): 83-92
- Ayberk, H., Kucukosmanoglu, A., Cebeccioğlu, H., 2010, The Sructure and Lmportance of Fire Suppressing Organizations in Turkey, *Scientific Research and Essays* 5(5):4 56-460.
- Aykut, T., 1972, Bolu Mıntıkasında Yapılan Araştırmalara Göre Kamyonlarla ve Traktör-Treylerlerle Nakliyatta Çesitli İş Safhalarına Ait Standart Süreler, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A*, Cilt: 22, Sayı: 2.
- Aykut, T., Demir, M., Acar, H., 2000, Designing Forest Road Network and Transportation Plans in Computer, *Forest and Wood Technology Environment, International Scientific Conference*, Page 35-42, ISBN 80-7157-471-6, November 20-22nd 2000, Brno. Czech Republic.
- Baş, R., 1965, Türkiye'de Orman Yangınları Problemi ve Bazı Klimatik Faktörlerin Yangınlara Etkileri Üzerine Araştırmalar, TC Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından Seri No: 20, 97 s.

- Başkent, E. Z., 2004, *Yöneylem Araştırması*, Modelleme ve Doğal Kaynak Uygulamaları, KTÜ Orman Fakültesi, Genel yayın No: 218, Fakülte yayın No: 36, KTÜ Matbaası, 480 s., Trabzon.
- Başkent, E.Z., Keleş, S., Kadioğulları, A.İ., 2008, Orman amenajman planlarının hazırlanmasına yönelik karar destek sisteminin geliştirilmesi, Tübitak Projesi, TOVAG 104O355.
- Başkent, E.Z., Keleş, S., Değirmencioğlu, A.S., Akgül, C., 2011, Cide-Kızılcasu Planlama Birimi Orman Amenajman Planının ETÇAP Karar Destek Sistemleri (Modelleme) ile Hazırlanması, *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş.
- Bayoğlu, S., 2001, Orman Transport Tesis ve Taşıtları, İÜ Orman Fakültesi, Yayın no: 765, İstanbul.
- Bertault, J.G., Sist, P., 1997, An Experimental Comparison of Different Harvesting Intensities with Reduced-Impact and Conventional Logging in East Kalimantan, Indonesia, *Forest Ecology and Management*, Volume 94, p. 209-218.
- Bilgili, E., Baysal, İ., Dinç Durmaz, B., Sağlam B., Küçük Ö., 2010, Türkiye’de 2008 Yılında Çıkan Büyük Orman Yangınlarının Değerlendirilmesi, *III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi* 20-22 Mayıs 2010 Cilt: III Sayfa: 1270-1279.
- Blinn, C.R., Sinclair, S.A., Hassler, C.C., Mattson, J.A., 1986, Comparison of Productivity Capital and Labor Efficiency of Five Timber Harvesting Systems For Northern Hardwoods, *Forest Product Journal*, Vol. 36. No. 10. 63-69 p..
- Branney, P., Dutson, T., 2003, Operational Planning-Forest Management Planning Code of Bhutan, Working Draft-Forest Resource Development Divison, Ministry of Agriculture, Thimphu-Bhutan, 44 p.
- Broman, H., Frisk, M., Rönnqvist, M., 2006, Supply chain planning of harvest operations and transportation After the storm gudrun, Discussion papers, department of finance and management science, Norwegian school of economics and business Administration, no:16, 18 pp.
- Brown, N., 1950, *Logging* John Wiley and Sons Ine, Newyork 418 S.
- Buğday, E., 2011, *Ormanlık Üretim Çalışmalarının Çevresel Zararları Üzerine Araştırmalar*, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64 sy.
- Burger, D.H., Jamnick, M.S., 1991, Analysis of Wood Procurement Strategies Supplying Multiple Mills from Multiple Sources, Proceedings of the 1991 Symposium on Systems Analysis in Forest Resources, Ed. By Buford, M.A., March 3-6 Charleston, p.17-23.
- Chung, W., Sessions, J., 2000, Network 2000: A, Program for Optimizing Large Fixed and Variable Cost Transportation Systems, Proc, of the Eighth

Symposium on Systems Analysis in Forest Resources, Arthaud, G.J. (ed.), Sept 28-30, Aspen, Colorado.

Chung, W., Sessions, J., 2001, Network 2001: Transportation Planning Under Multiple Objectives in: Proceedings, The International Mountain Logging And The 11th Pacific Northwest Skyline Symposium, December 10-12 Seattle, WA. USA.

Chung, W., 2003, *Optimization of Cable Logging Layout Using a Heuristic Algorithm for Network Programming*, PhD Thesis, Oregon State University, 223p.

Clark, M.M., 1998, *The Forest Harvesting Problem: Integrating Operational and Tactical Planning*, PhD Dissertation, Industrial and System Engineering, Auburn University, 296p.

Conway, S., 1973, *Timber Cutting Practices* Miller Freeman Publ. Inc. S. Franeiseo 192 s.

Conway, S., 1982, *Logging Practice*, Oregon.

Costa, P.M., Tay, J., 1996, Reduced-Impact Logging in Sabah, Malaysia, *IUFRO World Forestry Conference*, Finland.

COST, 2014, Post-Fire Forest Management in Southern Europe, *FPS COST Action FP0701*, http://www.cost.eu/domains_actions/fps/Actions/FP0701. Ziyaret Tarihi, [20 Mayıs 2014].

CTBA, 2004, Technical Guide on Harvesting and Conservation of Storm Damaged Timber, by the team of experts from the Concerted Action QLK5-CT2001-00645, Technical Centre for Wood Technology and Furniture Manufacture, France.

Çağlar, Y., 1986, Kimi Ormancılık Yatırımlarına İlişkin Bölgesel Önceliklerin Belirlenmesi, MPM Yayın No:288, Ankara.

Çalışkan, E., 2008, *Orman Yolların Odun Hammaddesi Taşımalarının Tavlama Benzetimi Yöntemi İle Optimizasyonu*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

Çalışkan, E., Acar, H.H., Akay, A.E., 2009, Odun Hammaddesi Taşımacılığında Meta-Sezgisel Yöntemlerin Kullanımı, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 10 (1): 19-28, ISSN: 1300-6053.

Çalışkan, E., Çağlar, S., 2011, Odun Hammaddesi Taşımada Karınca Kolonisi Optimizasyonunun Kullanılması, *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, cilt 1. s.699-708, 26-28 Ekim, 2011, Kahramanmaraş.

Çanakçıoğlu, H., 1981, Orman Koruması, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Yayın no:2838, O. F. Yayın No: 295, XV +295 s.

- Çanakçıoğlu, H., 1985, Orman Koruma, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Yayın no: 3315. O. F. Yayın No: 376, VII+486 s.
- Çanakçıoğlu, H., 1993, *Orman Koruma*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No,411, syf: 633, İstanbul.
- Çoban, C., 1963, Gökmar ve Çam Tomruklanm Uzun Boylu ve Kabuklu Olarak Hasadıyla Uygulanmakta Olan Yönetim Ekonomik Yönden İrdelenmesi, OAE Tek. Bül. Serisi No: 73, 97 s., Ankara.
- Çoban, C., 1975, Gökmar ve Çam Tomruklanm Uzun Boylu ve Kabuklu Olarak Hasadıyla Uygulanmakta Olan Yönetim Ekonomik Yönden İrdelenmesi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, TB-73.
- Çoban, H.O., Eker, M., 2010, Analysis of Forest Road Network Conditions Before and After Forest Fire, FORMEC 2010 Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment, July 11-14, 2010, Padova-Italy.
- Daşdemir, İ., Güngör, E., 2004, Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormancılıkta Uygulama Alanları, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Yıl 2002-2203-2004, Cilt 4-5-6, s.1-19, Bartın.
- Daşdemir, İ., Güngör, E., 2010, Çok Kriterli ve Katılımcı Yaklaşımla Orman Kaynaklarının İşlevsel Önceliklerinin belirlenmesi: Ulus Devlet Orman İşletmesi Örneği, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 2010, Cilt: 12, Sayı: 17, 11-25, ISSN: 1302-0943, EISSN: 1308-5875.
- Davis, C.J., Resinger, T.V., 1990, Evaluating Terrain for Harvesting Equipment Selection, *Journal of Forest Engineering*, Vol. 2, No.1, July.
- Demir, M., Öztürk, T., 2004, A Research on Forest Road Planning and Projecting by Inroads Software in Bolu Region of Turkey, *American Journal of Applied Sciences* 1(4): 295-301, 2004, ISSN 1546-9239, New York, USA.
- Demir, M., Makineci, E., Yılmaz E., 2007, Harvesting Impacts on Herbaceous Understory, Forest Floor and Top Soil Properties on Skid Road in A Beech (*Fagus Orientalis* Lipsky), *Stand Journal of Environmental Biology*, vol.28, pp.427-432.
- Dingil, S., 1978, Çeşitli Alan Koşullarında ve Çeşitli Boyutlarda Kızılçam Yapacak Yuvarlak Oduzlarm Sürütülmesinin Birim Sürelerinm Saptanması OAE Tek, Bül. Serisi, No: 97, 23 sy., Ankara.
- Drosos, V.C., Farmakis, D.E., Kalogeropoulo, C.P., 2008, Digital Terrain Model-Geoinformatic Model-Harvesting Operations After Fires, FORMEC 08-KWF, June 2th-5th, Schmallerberg-Germany.
- Douglas, R.A., Henderson, B.S., 1987, Computer assisted forest road route location, *HighTechnology in Forest Engineering, Proceedings of the Council of Forest Engineering*, 10th Annual Meeting, Syracuse, New York, pp. 201-217.

- Dykstra, D.P., Heinrich, R., 1996, Forest Harvesting And Transport: Old Problems, New Solutions, XI World Forestry Congress 13-22 October 1997, Volume 3, Topic 14, Antalya, Turkey.
- Eker, M., 2004, *Odun Hammaddesi Üretiminde Yıllık Operasyonel Planlama Modelinin Geliştirilmesi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 239 s.
- Eker, M., Acar, H.H., 2005, Orman Yolları ve Üretim Faaliyetlerinde Çevresel Etkilerin Azaltılmasına Yönelik Bazı Uygulama Önlemleri, *I. Çevre ve Ormancılık Şurası*, 21-24 Mart 2005, Antalya, Tebliğler Kitabı II. Cilt, s. 381-389.
- Eker, M., Çoban, H.O., 2009, Yangın sonrası hasat ve transport planlama modeli, *I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu*, 07-10 Ocak 2009, Antalya, Tebliğler Kitabı, s.395-403.
- Eker, M., Önal, Y., 2013, Odun Hammaddesi Üretim Operasyonlarında Kullanılan Teknolojinin Enerji Tüketimi, Emisyon ve Gürültü Etkilerinin İncelenmesi, SDÜ, BAP Projesi SDÜ/BAP Projesi: 2369-YL-10.
- Enez, K., Arıçak, B., 2011, Ağaç Hasat Makinesine Ait Teknik ve Çalışma Koşullarının Değerlendirilmesi, *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş, *KSÜ Mühendislik Bil. Der.*, Özel sayı, 108 s.
- Engür, O.M., 1996, *Orman Ürünlerinin Hasadında Teknoloji Seçimi ve Mekanizasyon Olanakları*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, 216 s.
- Erdaş, O., 1986, Odun Hammaddesi Üretimi, Bölmeden Çıkarma ve Taşıma Safhalarında Sistem Seçimi, *KTÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 10 (1-2), 91-113.
- Erdaş, O., 1987, Uygulama Açısından Türkiye’de Odun Hammaddesi Üretim ve Orman Yollarında Transport İlişkileri, *KTÜ Orman Fak. Dergisi* 10, (1-2), 51-63
- Erdaş, O., 1989, Orman Hava Hatları ve Özellikle Koller K 300 Kısa Mesafeli Orman Hava Hatları ile Orman Ürünlerinin Bölmeden Çıkarılması Üzerine Araştırmalar, *TÜBİTAK Doğa Dergisi*, 13, 2, 216-217.
- Erdaş, O., Gümüş, S., 2000, Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma imkanları Üzerine Bir Araştırma, *Turk J. Agric, For.* 24:611-619.
- Eroğlu, H., 2007, A Theoretical Approach for Determining Environmental Hazards Caused by Technical Forestry Operations, Proc. International Symposium, The 150th Anniversary of Forestry Education in Turkey: Bottlenecks, Solution, and Priorities in the context of Functions of Forest Resources, p.374-383, Istanbul, Turkey.

- Eroğlu, H., Öztürk, A., Öztürk, U.O., Eker, M., 2009, Farklı Bölmeden Çıkarma Teknikleri ile Taşınan Ürünlerde Oluşan Zararların Tespiti ve Zararların Ekonomik Boyutlarına Yönelik Genel Bir Değerlendirme, II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2009, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Bildiriler Kitabı s.284-293
- Eroğlu, H., Sarıyıldız, T., Küçük, M., Sancal, E., 2010, Doğu Ladini Meşcerelerinde Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Orman Toprağının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri, A-1, 30-42.
- Ertuğrul, M., 2005, Orman Yangınlarının Dünyadaki ve Türkiye'deki Durumu, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(7), 43-50.
- Epstein, R., Morales, P., Seron, J., Weintraub, A., 1999, Use of OR Systems in the Chilean Forest Industries, *Interfaces* 29 (1), 7-28.
- FAO, 1977, Planning Forest Roads and Harvesting, FAO Forestry Paper No: 2, Rome.
- FAO, 1982, Basic Technology in Forest Operations, FAO Forestry Paper No: 31, Rome.
- FAO, 1997, Reduced Impact Timber Harvesting in the Tropical Natural Forest in Indonesia, Forest Harvesting Case-Study 11, Rome.
- Frieker, J.D., Thieme R.H., 1988, Expert Systems in The Design of Forest Transportation Systems, IMACS, 1988, Holland.
- Forshed, O., Udarbe, T., Karlsson, A., Falck, J., 2006, Initial Impact of Supervised Logging and Pre-Logging Climber Cutting Compared with Conventional Logging in A Dipterocarp Rainforest in Sabah, Malaysia, 221, 233-240.
- Gallis, C., 2000, Export Logistics of Newsprint Paper Reels -on Activity- Based Holistic Simulation Study, Logistics in the Forest Sector Optimal Dynamic Decisions in the Forest Sector at EURO 2001, *The European Operational Research Conference*, July 9-11, Expo&Conference Center, Erasmus University-Rotterdam.
- Gardner, R.B., 1982, Estimating Production Rates and Operating Costof Timber Harvesting Equipment in The Northern Rockies, USDA Forest Service, GTR INT 118, 23p., 1982.
- Geray, U., 1978, Ormancılıkta Gerçek Tarife Bedeli ve Bunun İşletmenin Entansitesini Tayin Hususunda Bir Kriter Olarak Kullanılması Üzerine Araştırmalar, İÜ Orman Fakültesi Yayınları No: 2409/255, İstanbul, 157 s.
- Görecelioğlu, E., 1993, Ormancılık Etkinliklerinin Su kalitesi Üzerine Etkileri, 42:1-2.
- Grace, J.M., Skaggs, R.W. ve Cassel, D.K., 2006, Soil Physical Changes Associated With Forest Harvesting Operations on An Organic Soil. USDA, California, 503-509.

- Gül, A.U., 1995, *Orman Amenajmanında Uzun Süreli Eta Kestiriminin Doğrusal Programlama ile Gerçekleştirilmesi*, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1995.
- Gül, A.U., Acar, H.H., Topalak, Ö., 2000, Ormancılıkta Üretim Çalışmalarında Mekanizasyon İhtiyacının Doğrusal Programlama Yoluyla Belirlenmesi, *TUBİTAK Doğa Dergisi* 23, 375-382.
- Gürtan, H., 1975, Dağlık ve Sarp Arazili Ormanlarda Kesim ve Bölmeden Çıkarma İşlerinde Uğranılan Kayıpların Saptanması ve Bu İşlerin Rasyonalizasyonu Üzerine Araştırmalar, TUBİTAK Yayın No: 250, TOAG Seri No: 38, Ankara.
- Hasdemir, M., Demir, M., 1997, Orman Yollarının Planlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (GIS) Yararlanma Olanakları, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 44, Sayı 3-4, syf: 89-102, ISSN 0535-8418, İstanbul.
- Hasdemir, M., Demir, M., 1998, Orman Yollarının Planlanmasında Bilgisayar Programlarından Yararlanma İmkanları, Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, İÜ Orman Fakültesi Yayın No:4187/458, Syf: 461-468, 21-23 Ekim 1998, Askeri Müze ve Kültür Sitesi, Harbiye, İstanbul. Türkiye.
- Hirsch, P., 2009, *Optimization in Round Timber Transport*, Lignovisionen, 22.; ISSN 1681-2808, pp:107.
- Hof, J., Bevers, M., 2000, Optimal timber harvest scheduling with spatially defined sediment objectives, *Canadian Journal of Forest Research*, Vol, 30, Issue 9. 1494-1500.
- Howard, A.F., Tanz, J.S., 1990, Establishing Equitable Contract Rates For Timber Harvesting Operations Using Deterministic Simulation, University of B.C., Vancouver.
- Howard, A. F., Nelson, J.D., 1993, Area-Based Harvest Scheduling and Allocation of Forest Land Using Methods for Multiple-Criteria Decision Making, *Canadian Journal of Forest Research*, Volume: 23, pp: 151-158.
- İlter, E., 1979, *Orman İşletmelerinde Dağıtımın Optimizasyonu ve Ana Orman Ürünlerinden Tomruğa İlişkin Türkiye Düzeyinde Uygulaması*, İ.Ü. Fak. Doktora Tezi, OGM Yay, No:652117 Ankara, 231 S.
- İlter, E., 1983, Büyükdüz Araştırma Orman Serisinde Yapacak Ve Yakacak Odun Üretiminin Satışına Değın Gereklı Tüm Süreçlere İlişkin İş Analizlerinin Ve Bunlara Dayalı Birim Maliyetlerin Saptanması, O.A. E. Tek. Bül. Serisi No: 158 (*Doğa Bilim Dergisi*, Seri D 2 Cilt: 9 Sayt: 21985) Ankara, 72S.
- Ichihara, K., Tanaka, T., Sawaguchi, I., Umeda, S., Toyokawa, K., 1996, The Method for Designing the Profile of Forest Roads Supported by Genetic Algorithm, The Jap, Forestry Society, *Journal of Forest Research*, 1: 45-49.

- İnan, M., 2007, Spectral Based Modeling Of Forest Resources and Its Potential Use in Harvesting, International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, pp: 141-148, 1-6 April 2007 Corvallis, Oregon, USA.
- Jensen, K., Menard, J., English, B., Park, W., Wilson, B., 2002, The Wood Transportation and Resource Analysis System (WTRANS): An Analysis Tool to Assist Wood Residue Producers and Users, *Forest Products Journal* 2002 Vol, 52 No, 5 pp, 27-33 ISSN0015-7473.
- Johnson, K.N., Stuart, T.W., Crim, S. A., 1987, FORPLAN Version 2: Mathematical Programers Guide. USDA Forest Service. 124 pp.
- Johns, J.S., Barreto, P., Uhl. C.. 1996. Logging Damage During Planned and Unplanned Logging Operations in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, Volume 89. p.59-77.
- JRC, 2013, Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2012, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, ISBN 978-92-79-32327-0.
- Kadioğulları, A.İ., 2009, *Orman Amenajman Planlarının Hazırlanmasında Konumsal Yapının Kombine Optimizasyon Teknikleri ile Kontrolü: Konumsal Planlama*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, 174 s.
- Kantola, M., 1954, The Loading of Coniferous Sawlogs on Trucks, FAO (EFC/LOG/20), Geneva, 183 s.
- Kara, İ., 1991, *Doğrusal Programlama*, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir, s.13-14
- Karaman, A., 1997, *Doğu Karadeniz Yöresinde Farklı Çalışma Koşullarında Kesim ve Sürütme İşlerinde İşgüçlüğü Kriterlerinin Araştırılması ve Verim Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon, 221 s.
- Karantzidis, N., Mpasianas, G., Doukas, K., 2008, Forest Constructions for Protection and Harvesting Operations Before and After Forest Fires in Greece, FORMEC 08-KWF: June 2th-5th, Schmalleberg-Germany.
- Keleş, S., Kadioğulları, A.İ., Başkent, E.Z., 2005, Tamsayılı Programlama Tekniği ile Ormanların Çok Amaçlı Planlanması, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1-2), 223-234.
- Keleş, S., 2008, *Orman Amenajman Planlarının Hazırlanmasına Yönelik Karar Destek Sisteminin Tasarımı ve Prototip Modelinin Geliştirilmesi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, 211 s.
- Koç, S.N., 2010, *Orman Yangınları Sonrası Yapılan Yenileme Çalışmalarının Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi, Antalya Serik-Taşağıl Bölgesi Örneği*, Yüksek Lisans, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 146 syf.

- Koger, J.L., Webster, D. S., 1986, Maximizing Profits of Ground-Based Harvesting, *Forest Products Journal*, 36: 25-31.
- Köse, S., 1986, *Orman İşletmelerinin Planlanmasında Yöneylem Araştırması Yöntemlerinden Yararlanma Olanakları*, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 123 sayfa.
- Küçükosmanoğlu, A., 1985, *Türkiye Ormanlarında Çıkan Yangınların Sınıflandırılması ile Büyük Yangınların Çıkma ve Gelişme Nedenleri*, Fen Bilimleri Enst., İstanbul, 244 Sayfa.
- Küçükosmanoğlu, A., 1987, *Türkiye Ormanlarında Çıkan Yangınların Sınıflandırılması ile Büyük Yangınların Çıkma ve Gelişme Nedenleri*, Ankara-1987, VI+245s.
- Lan, Z., 2001, A Cost Model for Machine Operation in Wood Cutting and Extraction, ECOWOOD-Activities at the University of Helsinki Partner Number 4, 2001-03-22, QLK5-CT-1999-00991, Finland.
- Laroze, A., Greber, B., 1991, Multi-Level, Harvest Planning and Log Merchandising Using Goal-Programming, Proceedings of the 1991 Symposium on Systems Analysis in Forest Resources, Ed, By Buford, M.A. March 3-6, 199, Charleston, South Carolina p.24-30.
- LeDoux, C.B., Butler D.A., 1981, Simulation Cable Thinning In Young-Growth Stands, *Forest Science*, Vol.27.4.745-757.
- LeDoux, C.B., 1984, Cable Yarding Residue After Thinning Young Stands: A Break-Even Simulation, *Forest Products Journal*, Vol:34, 935-40.
- LeDoux, C.B., 1988, Impact Of Timber Production And Transport Costs On Stand Management USDA Research Paper NE -612.
- Linehan, P.E., 1993, *An Expert System for Timber Harvesting Decision Making in Maine's Commercial Timberlands*, PhD Thesis, University of Maine, 343 p.
- LIRA, 1987, A Handbook for Harvest Planning, New Zealand Logging Industry Research Association, New Zealand, 170 p.
- Mendoza, G.A., Sprouse, W.. 1989, Forest Planning and Decision Making under Fuzzy Environments: An Overview and Illustration, *Forest Science*, 35 (2), 481-502.
- Menemencioğlu, K., 2006, *Ilgaz-Devrez Orman İşletme gelişiminde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yardımıyla Orman Hasat Zararlarını Azaltıcı Transport Planlaması*, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Meng, C. H., 1984, A Model for Predicting Logging Machine Productivity, *Canadian Journal Forestry*, Vol: 14, 191-194.
- Mısır, M., 2001, *Çok Amaçlı Orman Amenajman Planlarının Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı Olarak Amaç Programlama Yöntemiyle Düzenlenmesi*

(*Ormanüstü Planlama Birimi Örneği*), KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

- Mısır, M., 2005, Çok Amaçlı Planlamanın Kavramsal Çatısı ve Örnek Uygulama, Kafkas Üniversitesi, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 6 (1-2), syf 17-27.
- Mol, T., 1989, Hangi Yangınlar Büyük Yangın Olarak Adlandırılmalıdır, Neden?, *Orman Yangınlarıyla Savaş Semineri*, Antalya-İncekum: 29 Mart-2 Nisan 1989, syf; 131-134, Ankara.
- Moreira, F., Arianoutsou, M., Fernandes, P., Mazzoleni, S., Rigolot E., Vallejo R., 2006, What to do after fire? The contribution of the Phoenix Project Centre to post-fire management, *V International Conference on Forest Fire Research*.
- Murphy, G., 2003, Reducing Trucks on the Road through Optimal Route Scheduling and Shared Log Transport Services, *Southern Journal of Applied Forestry* 27(3), pp: 198-205.
- Nelson, J.D., Finn, S.T., 1991, The Effects of Clearcut Size and Exclusion Periods on Harvest Levels and Road Network Development, *Proceedings of the 1991 Symposium on Systems Analysis in Forest Resources*, Ed. By Buford, M.A., March 3-6 Charleston, p. 199-203.
- Oborn, R.M.R., 1996, A Mixed-Integer Programming Model for Tactical Forest Operations II Planning, *Proceedings of the Meeting on Planning and Implementing Forest Operations to Achieve Sustainable Forests*, Ed. by C.R.
- OGM, 1996, Aslı Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Sayılı Tebliğ, Ankara.
- OGM, 2008, Serik-Taşağıl Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Ankara, 112 s.
- OGM, 2014, Orman Genel Müdürlüğü, Yangın Hareket Dairesi Başkanlığı, Yayınlanmamış İstatistik Veriler.
- OK, K., 1999, Orman Kaynakları Planlaması ve Aşamalı Yaklaşım, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Cilt: 49, Sayı: 1-2-3-4, Sayfa: 45-64, İstanbul.
- Olsson, L., Lohmander, P., 2005, Optimal forest transportation with respect to road investments, *Forest Policy and Economics* 7, 369-379.
- Önal, Y., 2013, *Odun Hammaddesi Üretim Operasyonlarında Kullanılan Teknolojinin Enerji Tüketimi, Emisyon ve Gürültü Etkilerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 171 s.
- Özçelik, K., Eker, M., 2013, Çevreye Duyarlı Ormancılık Bağlamında Üretim Operasyonu Karar Süreçlerinin İrdelenmesi, www.ankaraobm.ogm.gov.tr, Ziyaret tarihi: [22 .12.2013].

- Öztürk, T., Şentürk, N., Acar, H., 2007, Forest Skylines in Turkey, International Mountain Logging and 13 th Pacific Northwest Skyline Symposium, Corvallis-Oregon-USA.
- Öztürk, T., İnan, M., Akay, A.E., 2010, Analysis Of Tree Damage Caused By Excavated Materials At Forest Road Construction In Karst Region, Croatian Journal Of Forest Engineering, vol.31, pp.57-64.
- Öztürk, T., Hasdemir, M., Şentürk, N., 2011, Yangın Sonrası Ormanlık Alanda Kalan Ürünlerin Boşaltılmasında Modern Üretim Araçlarının Kullanılabilirliği, I.Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Kahramanmaraş, Türkiye, 26-28 Ekim 2011.
- Özçamur, M., 1981, Bölmeden Çıkarmada Çeşitli Makinaların Zaman Verim ve Masraf Yönünden Araştırması, KTÜ Orman Fakültesi Yayınları No:132/14, 112 s.
- Palmgren, M., Ronnqvist, M., Varbrand, P., 2003, A solution approach for log-truck scheduling based on composite pricing and branch and bound, International Transactions in Operational Research 10 (5), 433-447.
- Palmgren, M., Ronnqvist, M., Varbrand, P., 2004, A Near-Exact Method for Solving the Log-Truck Scheduling Problem, Intl. Trans. In Op. Res., 11, 447-464.
- Pamay, B., 1960, Dursunbey Orman Mıntikasındaki Yangın Sahalarının Ağaçlandırılması İmkanları ve Buna Ait Denemeler, Orman Umum Müdürlüğü Neşriyatı, Sıra no:321, Seri no:29.
- Pereira, J.R., Zweede, J., Asner, G.P., Keller, M., 2002, Forest Canopy Damage and Recovery in Reduced-Impact and Conventional Selective Logging in Eastern Para, Brazil, Forest Ecology and Management, Volume 168, p. 77-89.
- Pinard, M.A., Putz, F.E., Tay, J., 2000, Lessons Learned From The Implementation of Reduced Impact Logging in Hilly Terrain in Sabah, Malaysia, International Forestry Review, 2, 33-39.
- Pulkki, R., 1984, A Spatial Database- Heuristic Programming System for Aiding Decision-Making in Long Distance Transport of Wood, Acta Forestalia Fennica 188, 1-89.
- Robak, E.W., 1984, Toward a Microcomputer-Based DSS for Planning Forest Operations, Interfaces 14 (5), 105-111.
- Roise, J.P. 2001, Optimal Development of Transportation Corridors and Ecological Restoration Sites, Optimal Dynamic Decisions in the Forest Sector at EURO 2001, The European Operational Research Conference, July 9-11, Expo&Conference Center, Erasmus University-Rotterdam.
- Rummer, B.. 2002, TIMBR-3: Forest Operations Technology, USDA Southern Forest Resource Assessment Draft Report, www.srs.fs.fed.us 15 Haziran 2002.

- Sağır M., Atlas M., Aras N., Öztürk Z. K., 2013, Yöneylem Araştırması-I. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2528, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1499.
- Sarbini, B., 1993, Toward Using Geographic Information Systems for Forest Land Use Planning: A Case Study in Bengkulu Province, Indonesia, University of Washington, Ph. D Thesis, 203 pages, Washington, U.S.A.
- Schnelle, B., 1980, MINCOST Users Instructions, USDA Forest Service Report, Northern Region, Div. of Engineering, Missoula, MT.
- Seçkin, Ö.B., 1982, Orman Nakliyatında Yükleme ve Boşaltma İşleri Üzerine Araştırmalar, İÜ Orman Fakültesi Yayın No: 2905/310, 159 s, İstanbul.
- Sessions, J., Sessions, J.B., 1993, SNAP II/III User's Guide, USDA Forest Service, Portland, OR, 120 p.
- Sessions, J., Chung, W., Heinimann, H. R., 2001, New Algorithms for Solving Large Scale Harvesting and Transportation Problems Including Environmental Constraints, in Proc. Of The FAO/ECE/ILO Workshop on New Trends in Wood Harvesting with Cable Systems For Sustainable Forest Management in Mountain Forests, June 18-24, Ossiach, Austria, pp. 253-258.
- Shaffer, R.M., 1998, A Logger's Guide Forest Planning, Virginia Tech Publication Number 420, 88 p.
- Sist, P., Sheil, D., Kartawinata, K. ve Priyadi, H., 2002, Reduced-Impact Logging in Indonesian Borneo: Some Results Confirming the Need for New Silvicultural Prescriptions, Forest Ecology and Management, Volume 6139, p. 1-13.
- Sipahi B., Yurtkoru E. S., Çinko M., 2008, Sosyal bilimlerde SPSS'le veri analizi, ISBN 9789752958272, 2. Baskı, 215 sayfa, Beta Yayınları.
- Smidt, M., Blinn, C.R., 1995, Logging For The 21st Century: Forest Ecology and Regeneration, University of Minnesota, FO-06517, 23 p.
- Spinelli, R., Magagnotti, N., Nati, C., 2010, Benchmarking The Impact of Traditional Small-Scale Logging Systems Used in Mediterranean Forestry, Forest Ecology and Management, 260, 1997-2001.
- Sist, P., Sheil, D., Kartawinata, K., Priyadi, H., 2002, Reduced-Impact Logging in Indonesian Borneo: Some Results Confirming the Need for New Silvicultural Prescriptions, Forest Ecology and Management, Volume 6139, p. 1-13.
- Soykan, B., 1978, Ormancılıkta Transport Sorunlarının Çözümü, KÜ-Orman Fakültesi Dergisi 1 (2), 17-32,
- Soykan, B., 1979, Aynıyaşlı Ormanların Aktüel Kuruluşlarının Optimal Kuruluşa Yaklaştırılmasında Yöneylem Araştırması Metotlarından Yararlanma Olanaklarının Araştırılması, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 106, Orm. Fak. Yayın No: 5, Trabzon, 252 sayfa.

- Staaf, K.A.G., 1984, Tree Harvesting-General, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht/Netherlands, 371 p.
- Sundberg, U., Silversides, C.R., 19 Operational Efficiency in Forestry, Kluwer Academic Publishers, 216 p.
- Sun, O. 1983, Bir Kızılcım (P. brutia Ten.) Ağacının Simülasyonu İçin Büyüme Modeli, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No:119, Ankara.
- Suzuki, H., Ichihara, K., Noda, I., 1998, Road Planning in Forest for Recreation, Journal of the Japan Forest Engineering Society, 13 (3), 151-160.
- Taha, H.A., 2000, Yöneyem Araştırması, Çev. Baray, Ş.A. ve Esnaf Ş., Literatür Yayınları: 43, 905 s., İstanbul.
- Tan, J., 1999, Locating forest roads by a spatial and heuristic procedure using microcomputers, Journal of Forest Engineering, 10 (2), 91-100.
- Tunay, M., Varol, T., 1999, Batı Karadeniz Bölgesindeki Orman Nakliyatında Yükleme, Boşaltma ve İstifleme İşlerinin Zaman, Verim ve Masraf Yönünden İncelenmesi Tr. *J. of Agriculture and Forest*, Ek sayı 2, 441-457, TÜBİTAK.
- Tunay, M., 2000, Design of an Optimum Forest Road Network Using GIS, ICGESA International Conference on GIS for Earth Science Applications, Proceedings CD, İzmir.
- Tunay, M., Melemez, K., 2004., The Assessment of Environmentally Sensitive Forest Road Construction Technique in Difficult Terrain Conditions, *ITU Journal of Engineering*, 3 (2-3-4-5): 3-10.
- Tunay, M., Melemez, K., 2005, Motorlu Testere ile Yapılan Üretim Çalışmaları Üzerine Bir Araştırma, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt: 55, Sayı: 2, İstanbul.
- Türker, A., 1986, *Ağaçlandırmalarda Çok Ölçütlü Karar Verme*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Ekonomisi Programı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 233 sayfa, İstanbul.
- USDA Forest Service, 1998, SPECTRUM: An Analytical Tool to Support Ecosystem Management, Forest Service Research Reports, No: 234, 42 p.
- Uslu, M., 1947, Orman Yangınlarıyla Savaş, TC Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından Özel Sayı: 57, 200s.
- Ünver, S., 2008, *Odun Hammaddesinin İnsan Gücüyle Sürütülmesi Sırasında Ortaya Çıkan Ürün Kayıpları ve Çevresel Zararların Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Varma, K.V., Ferguson, I., Wild., I. 2000, Decision Support System for The Sustainable Forest Management, *Forest Ecology and Management* 128, 49-55.

- Wackerman, A.E., 1966, *Harvesting Timber Crops*, Mc Graw Hill Book Comp. inc, Newyork 5405.
- Weintraub, A., Dreyfus, S., 1985, *Modifications and Extensions of Heuristics for Solving Resource Transportation Problems*, Coop Agreement Final Report, University of California, Berkeley, 76 p.
- Weintraub, A., Barahona, F., Epstein R., 1994, *A Column Generation Algorithm for Solving General Forest Planning Problems with Adjacency Constraints*. *Forest Science* 40 (1), 42–161.
- Weintraub, A., Church, R.L., Murray, A.T., 2000, *Forest Management Models and Combinatorial Algorithms: Analysis of State of The Art*, *Annals of Operations Research* 96: 271-285.
- Whitman, A.A., Brokaw, N.V.L., Hagan, J.M., 1997, *Forest Damage Caused by Selection Logging of Mahogany (Swietenia macrophylla) in Northern Belize*, *Forest Ecology and Management*, 92, 87-96.
- Wolf, A.T., Parker, L., Fewless, G., Corio, K., Sundance, J., Howe, R. vd., 2008, *Impacts of Summer Versus Winter Logging on Understory Vegetation in The Chequamegon-Nicolet National Forest*, *Forest Ecology and Management*, 254,35-45.
- Yıldırım, M., 1983, *Ormanda Hasat İşlerinde Birim Zaman Tespitleri Üzerine Bir Araştırma*, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, seri: A, 33 2, 210-231.
- Yıldırım, M., 1989, *Hasat İşlerinde Sınırlayıcı Faktörler*, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi* B, 39 (4), İstanbul.
- Yılmaz, E., 2003, *Orman Kaynakları Planlamasında Kullanılan Planlama Sistemleri ve Teknikleri (Planning Systems and Techniques Using in Forest Resources Planning)*, *DOA Dergisi* No: 9, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Sayfa: 1-25, Tarsus.
- Yılmaz, E., 2004, *Orman Kaynaklarının İşlevsel Bölümlemesine İlişkin Çözümler*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Ormancılık Ekonomisi Programı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 387 Sayfa+Ekler, İstanbul.
- Yılmaz, E., Ok, K., Okan, T., 2004, *Ekoturizm Planlamasında Katılımcı Yaklaşımla Etkinlik Seçimi: Cehennemdere Vadisi Örneği*, TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 237, DOA Yayın No: 30, Teknik Bülten No: 21, Tarsus, 56 sayfa.
- Yolasığmaz, H.A., 2004, *Orman Ekosistem Amenajmanı Kavramı ve Türkiye’de Uygulanması*, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Zhan, F.B., 1997, *Three fastest shortest path algorithms on real road networks: Data structures and procedures*, *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, 1, 70-82.

EKLER

EK 1. ÜRETİM DOSYASI ÖRNEĞİ

MAKTA MUAYENE TUTANAK VE RAPORU									
İşletmesi	Bölgesi		Bölme Havza No		Serisi		Çalışan Köy		
AŞAĞIL	TAŞAĞIL		366		TAŞAĞIL		0		
Vahidi Fiyat Kararının Eksiltilme-Pazarlık Mukavolesinin			İşin Başlama ve Bitim Tarihleri			Şartnamenin		Makta Teslim Tesellüm Tarihi	
Tarihli No Müddetli			Başlama Tarihi Bitim Tarihi		Tarihli No		01,09,2008 30,11,2008 01,09,2008 1 01,09,2008		
CİNSİ		Dikili Ağaç Damga No		Damgalanan Dikili Ağaçların					
ÇZ		847		Adedi		Hacmi		İlk ve Son Tutanak	
				15586		1396 473		M3 Ds.3 No Tarih No	
KESİLEN AĞAÇ VE ELDE EDİLEN EMVAL									
CİNSİ	Tomruk		Kağıtlık odun		Maden direk		Sanayi Odunu		Kesilen Ağaçların
	M3	Ds.3	M3	Ds.3	M3	Ds.3	M3	Ds.3	
ÇZ			23 103						2172
TAŞINAN EMVAL									
CİNSİ	Tomruk		Kağıtlık odun		Maden direk		Sanayi Odunu		İstif Yeri
	M3	Ds.3	M3	Ds.3	M3	Ds.3	M3	Ds.3	
ÇZ			23 103						Güvercinlik depo
1- Kesimde-İlahtada	A- Yüksek kesim yapıp yapılmadığı								
	B- Devirmede civar ağaçlara zarar yapıp yapılmadığı								
	C- Kesim artıklarında yakacak olarak kıymetlendirilecek emval olup olmadığı								
	D- Kesilmeyen damgalı ağaç olup olmadığı, varsa adedi								
	E- Usulsüz (Damgasız) kesilen ağaç varsa adedi								
	F- Şartnameye aykırı yapılmış diğer işler olup olmadığı								
2- Taşımada - Makta	A- Nakledilmeyen emval olup olmadığı, varsa								
	B- Nakliyatın İdarece gösterilen yollardan yapıp yapılmadığı, Gençliğe ve diğer ağaçlara zarar yapıp yapılmadığı								
	C- Sevk pusulasız emval nakledip nakledilmediği								
	D- Şartnameye göre aykırı yapılmış diğer işler olup olmadığı								
3- Kesim ve Taşıma Zayıfları	Sarp ve dik arezide işinin kusuru olmadan kesim, sürütme, nakil esnasında derin dore ve uçurumlara düşerek burardan çıkarılmayan emval ile kaydırma, ataklardan atma suretiyle zai olan emval varsa								
	Cins ve Nev'i Adet M3 Ds.3								
4- Orman Kanununa göre işlenen diğer suç olup olmadığı ve faili hakkında yapılan işlem	Orman Kanununa göre işlenen diğer suç olup olmadığı ve faili hakkında yapılan işlem								
	Cins ve Nev'i Adet M3 Ds.3								

Taşağı İşletmesi Taşağı Bölgesi Taşağı Serisi 366 (yanık). Bölgesinden (Havzasından) vahidi fiatla, Vahidi fiyat suretiyle kesim ve nakliyat işinin yapıldığı maktada yapılan tetkikatta Orman Kanununa ve şartnameye uygun yapılan ve yapılmayan işleri gösterir iş bu makta muayene raporu tarafımızdan müştereken tanzim edildi. 25.01.2009

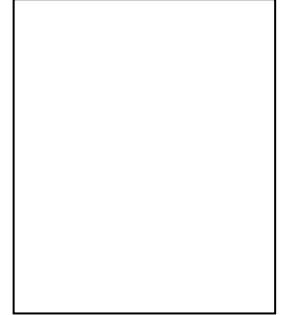
Orman İşletme Şefi Kesim İşçileri
Hasan ÇİÇEK Ruhiye DEMİREL
Durdu KURT

Ölçü Kesim Memuru
Kemal KARAOĞLAN

Taşıma = Abdullah PAROL

Kontrol edildi
16-4-2009

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Ebru BİLİCİ
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi. Yeri	1980/ Malatya
Telefon	+90 (212) 2261100 (12 hat)
E-mail	ebru.bilici@gmail.com
Web adres	-

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği/Orman İnşaatı ve Transportu	2014
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/Orman Mühendisliği/Orman İnşaatı ve Transportu	2008
Lisans	İ.Ü.Orman Fakültesi/Orman Mühendisliği	2003
Lise	Turgut Özal Anadolu Lisesi	1998

Makaleler / Bildiriler

Bilici, E.. 2008, *Orman Yangın Emniyet Yolları ve Şeritleri ile Orman Yol Şebekelerinin Entegrasyonu. Planlamaları ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma (Gelibolu Milli Parkı Örneği)*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü-Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Bilici, E.. 2009, *Orman Yangın Yolları ve Şeritleri ile Orman Yol Şebekelerinin Entegrasyonu Planlamaları ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma (Gelibolu Milli Parkı Örneği)*, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 59, sayı 2.

- Hasdemir, M., Küçükosmanoğlu, A., Demir, M., Öztürk, T., Akgül, M., Bilici, E., 2009, Türkiye’de Orman Yangınlarının Önlenmesi Kapsamında Orman Yolları, Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinin Değerlendirilmesi, *I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu*, Tebliğler Kitabı, syf.419-425, Antalya.
- Bilici, E., Hasdemir, M., Küçükosmanoğlu, A., Demir, M., İnan, M., 2009, Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinde Yangına Erken Müdahale Amacıyla Network Analizinin Kullanımı, *I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu*, Tebliğler Kitabı, syf: 324-331, Antalya.
- Öztürk, T., İnan, M., Akgül, M., Bilici, E., 2009, Orman Yollarında Drenaj Yapılarının Boyutlandırılması Ve Konumlandırılmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması. İÜ Rektörlüğü Araştırma Projeleri Birimi, Yadop-4181, İstanbul.
- Öztürk, T., Bilici, E., 2009, Vinçli Hava Hatlarının Uygun Koridor Seçeneklerinin Bilgisayar Ortamında Belirlenmesi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt 2, syf:404-413.
- Demir, M., Bilici, E., 2010. Assessment of Timber Harvesting Mechanization Level in Turkey, *FORMEC 2010 Symposium*. Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment, Padova, Italy.