

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ İLE ORMAN YANGINI RİSK
HARİTALARININ OLUŞTURULMASI: KARABÜK ÖRNEĞİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERCAN HACİSALİHOĞLU

HAZİRAN 2018

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ İLE ORMAN YANGINI RİSK
HARİTALARININ OLUŞTURULMASI: KARABÜK ÖRNEĞİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERCAN HACİSALİHOĞLU

DANIŞMAN: Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU

ZONGULDAK

Haziran 2018

KABUL:

Mercan HACISALİHOĞLU tarafından hazırlanan “Çok Kriterli Karar Analizi ile Orman Yangını Risk Haritalarının Oluşturulması: Karabük Örneği” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 27/06/2018

Danışman: Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Eray KÖKSAL

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

..../..../2018

Doç. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”



Mercan HACISALİHOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ İLE ORMAN YANGINI RİSK HARİTALARININ OLUŞTURULMASI: KARABÜK ÖRNEĞİ

Mercan HACISALİHOĞLU

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU

Haziran 2018, 93 sayfa

Orman yangınları tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de her yıl büyük orman kayıplarına neden olan en önemli doğal afetlerdendir. Ormanların yangınlardan korunması ve orman yangınları ile mücadelede daha etkin ve hızlı kararlar alınabilmesi için iyi bir yangın risk yönetiminin oluşturulması gerekmektedir. İyi bir yangın risk yönetimi için orman yangın duyarlılık haritalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Orman yangın duyarlılık haritasının üretiminde gerek literatür araştırmaları ve gerekse arazi çalışmaları sonucunda; yükseklik, eğim, bakı, yol hatlarına uzaklık, yerleşime olan uzaklık, yer yüzey sıcaklığı ve meşcere tipi parametrelerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu katman haritalarının, meydana gelmiş orman yangınları ile ilişkilerinin belirlenmesi için gerekli olan orman yangın envanter haritası; Karabük Orman İşletme Müdürlüğü sınırları dahilinde 2012-2016 yılları arasında çıkan 123 adet orman yangınının başlangıç noktaları esas alınıp mekânsal dağılımlarının belirlenmesi ile bu çalışmaya özel olarak oluşturulmuştur. Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile her bir faktörün orman yangını oluşumundaki ağırlıkları belirlenmiş olup, bu ağırlıklara göre analizler yapılmış ve orman yangın duyarlılık haritaları üretilmiştir. Üretilen orman yangın duyarlılık

ÖZET (devam ediyor)

haritası; düşük, orta, yüksek ve çok yüksek yangın duyarlılığı olmak üzere 4 kategori altında sınıflandırılmıştır. Üretilen orman yangın duyarlılık haritasının gerçekte ne kadar uyduğunu görmek için, elde edilen orman yangın duyarlılık haritaları ile orman yangın envanter haritası karşılaştırılmış ve Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yöntemine göre %92'lik bir oranda örtüşme tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orman yangın duyarlılık haritası, çok kriterli karar analizi, analitik hiyerarşi yöntemi.

Bilim Kodu: 616.05.04.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

FOREST FIRE RISK MAPPING USING MULTI CRITERIA DECISION ANALYSIS METHOD: THE CASE OF KARABÜK

Mercan HACISALİHOĞLU

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Şenol Hakan KUTOĞLU

June 2018, 93 pages

Forest fires are the most important natural disasters in our country that cause huge forest losses every year as it is all over the world. Good fire risk management needs to be established in order to make more effective and efficient decisions in fighting against forest fires and protecting forests from fire. Forest fire susceptibility maps are needed for good fire risk management. In the production of forest fire susceptibility map, both literature review and field studies are indicated that the following parameters; height, slope, view, distance to road lines, settlement distance, ground surface temperature and stand type parameters determined to be effective. In addition, the forest fire inventory map, which is required for these layer maps to determine their relation to the wild forest fires; Karabük Forest Management Directorate has been created specifically for this study by determining the spatial distributions of 123 forest fires originating from the beginning of 2012-2016 based on the starting points. With the Analytical Hierarchy Method, the weights of each factor were determined for the forest fires, the weights were analyzed and forest fire sensitivity maps were produced. Produced forest fire susceptibility map were categorized under 4 categories as; low,

ABSTRACT (continued)

medium, high and very high fire susceptibility. In order to see how well the generated forest fire susceptibility map matches the reality, the obtained forest fire susceptibility maps and the forest fire inventory map are compared and an overlap of 92% was found according to the Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) method.

Keywords: Forest fire susceptibility map, multi criteria decision analysis, analytical hierarchy method.

Science Code: 616.05.04.



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek, tez konumun seçiminde yardımcı olan, bu çalışmanın tamamlanabilmesi için başından beri desteğini esirgemeyen, bilgi, öneri ve tecrübeleriyle beni yönlendiren Tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU'na, Tez çalışmama yaptıkları öneri ve eleştirilerle katkılar sağlayan Jüri Üyeleri Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK ve Dr. Öğr. Üyesi Eray KÖKSAL'a,

Çalışmalarımın çeşitli aşamalarında bana yardımcı olan Ankara Orman Bölge Müdürlüğü Amenajman Rehberlik ve Denetim Başmühendisi Günal ŞAHİN, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Etüd Proje Başmühendisi Hasan ÖZTÜRK ve Karabük Orman İşletme Müdürlüğü İşletme Müdür Yardımcısı Sema ALTUNAY'a

Tez çalışmamda yer yüzey sıcaklığı haritasının üretilmesindeki katkısından dolayı Arş. Gör. Dr. Ali İhsan ŞEKERTEKİN'e ve görüntülerin işlenmesinde gerekli olan meteorolojik bilgileri sağlayan Karabük Meteoroloji Müdürlüğü çalışanlarına,

Tez çalışmamda kullanmış olduğum Arcgis programında yaşadığım sıkıntılarda yardımcı olan arkadaşlarım Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü İzin İrtifak Şube Müdürü Orman Mühendisi Muammer KARDİL ve Orman Mühendisi Ozan DİL'e

Tez çalışmamın yazım aşamalarında desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Harita Mühendisi Bora ATEŞ, Harita Mühendisi Yasemin USTA ve Arş. Gör. Volkan AKGÜL'e, Tez çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan ve bilimsel desteğini esirgemeyen canım dostum Öğr.Gör.Dr. Deniz ARCA'ya,

Son olarak, hayatımın her döneminde maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan canım aileme

Sevgi ve Teşekkürlerimle...



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE RİSK ANALİZİ	5
2.1 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	5
2.2 CBS'NİN BİLEŞENLERİ	6
2.3 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE RİSK ANALİZİ.....	7
2.4 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE ORMAN YANGINLARI DUYARLILIK DEĞERLENDİRMESİ	8
BÖLÜM 3 ORMAN YANGIN DUYARLILIK HARİTASI ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	9
3.1 ORMAN YANGINI	9
3.1.1 Orman Yangını Türleri.....	10
3.1.2 Orman Yangınlarının Çıkış Nedenleri	12
3.2 ORMAN YANGINI DUYARLILIK HARİTALARI	14
3.3 ORMAN YANGINI DUYARLILIK HARİTALARININ HAZIRLANMASI.....	14

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

3.4 ORMAN YANGINI DUYARLILIK HARİTALARININ HAZIRLANMASINDA	
KULLANILAN YÖNTEMLER.....	16
3.4.1 Çok Kriterli Karar Verme Analizi	16
3.4.1.1 Çok Kriterli Karar Analiz İşlem Adımları	17
3.4.1.2 CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi.....	19
3.4.2 Lojistik Regresyon Analizi	28
3.4.3 Frekans Oranı Metodu	28
BÖLÜM 4 UYGULAMA	31
4.1 ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA GENEL BİLGİLER	31
4.1.1 Nüfus ve Coğrafya	32
4.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü	33
4.2 ORMAN YANGIN DUYARLILIK ANALİZİ	34
4.2.1 Orman Yangın Duyarlılık Analizinde Kullanılan Veri Katmanları.....	34
4.2.1.1 Orman Yangın Envanteri	34
4.2.1.2 Yükseklik	38
4.2.1.3 Eğim	40
4.2.1.4 Bakı	43
4.2.1.5 Yol Hatlarına Uzaklık	45
4.2.1.6 Yerleşime Olan Uzaklık	48
4.2.1.7 Yer Yüzey Sıcaklığı	51
4.2.1.8 Meşcere Tipi.....	56
4.2.2 Çok Kriterli Karar Analizi İle Orman Yangını Duyarlılık Analizi.....	59
BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR.....	71
EK AÇIKLAMALAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 CBS'nin bileşenleri	6
Şekil 3.1 Yangın üçgeni ve orman yangınlarının çıkışında doğal şartlarda etkin olan unsurlar	10
Şekil 3.2 Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yapısı.	22
Şekil 3.3 Analitik Hiyerarşi Yöntemi'nin akış şeması.....	27
Şekil 4.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası.	32
Şekil 4.2 Çalışma alanına ait Orman Yangın Envanter Haritası.	35
Şekil 4.3 Orman İşletme Müdürlükleri itibariyle yangın duyarlılık haritası.....	36
Şekil 4.4 Çalışma alanına ait yükseklik ve orman yangın envanter haritası.	39
Şekil 4.5 Yükseklik ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.....	40
Şekil 4.6 Çalışma alanına ait eğim ve orman yangın envanter haritası.....	41
Şekil 4.7 Eğim ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.	42
Şekil 4.8 Çalışma alanına ait bakı ve orman yangın envanter haritası.....	44
Şekil 4.9 Bakı ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.	45
Şekil 4.10 Çalışma alanına ait yol ağı haritası.	46
Şekil 4.11 Çalışma alanına ait yol ağı tampon ve orman yangın envanter haritası.....	47
Şekil 4.12 Yol hatlarına uzaklık ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.	48
Şekil 4.13 Çalışma alanına ait yerleşim yeri haritası.	49
Şekil 4.14 Çalışma alanına ait yerleşime olan uzaklık ve orman yangın envanter haritası.	50
Şekil 4.15 Yerleşime olan uzaklık ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram. ...	51
Şekil 4.16 Çalışma alanına ait 17.7.2016 tarihli yer yüzey sıcaklığı ve orman yangın envanter haritası.....	55
Şekil 4.17 Yer Yüzey sıcaklığı ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.	56

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.18 Çalışma alanına ait meşcere tipi ve orman yangın envanter haritası.	57
Şekil 4.19 Meşcere tipi ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.	59
Şekil 4.20 Orman yangını duyarlılık haritası üretiminde kullanılan faktörlerin frekans değerleri.	60
Şekil 4.21 Normalleştirme sonrası elde edilen yükseklik ve orman yangın envanter haritası. 61	
Şekil 4.22 Normalleştirme sonrası elde edilen eğim ve orman yangın envanter haritası.	61
Şekil 4.23 Normalleştirme sonrası elde edilen bakı ve orman yangın envanter haritası.	62
Şekil 4.24 Normalleştirme sonrası elde edilen yol hatlarına uzaklık ve orman yangın envanter haritası.	62
Şekil 4.25 Normalleştirme sonrası elde edilen yerleşime olan uzaklık ve orman yangın envanter haritası.	63
Şekil 4.26 Normalleştirme sonrası elde edilen yer yüzey sıcaklığı ve orman yangın envanter haritası.	63
Şekil 4.27 Normalleştirme sonrası elde edilen meşcere tipi ve orman yangın envanter haritası.	64
Şekil 4.28 ÇKKA metodu ile elde edilen orman yangın duyarlılık haritası.	66
Şekil 4.29 ÇKKA metodu ile elde edilen orman yangın duyarlılık haritası ve orman yangın envanter haritası.	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 İkili Karşılaştırma Ölçeği	23
Çizelge 3.2 İkili Karşılaştırma Matrisi.....	23
Çizelge 3.3 n=1...15 Eleman için rastgele tutarsızlık indeksleri (RI)	24
Çizelge 4.1 Çalışma alanında 2012-2016 yılları arasında çıkan orman yangınları ve yanan alan.....	36
Çizelge 4.2 Çalışma alanında 2012-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının işletme şefliklerine göre dağılışı.	37
Çizelge 4.3 Çalışma alanında 2012-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının aylara dağılışı.....	37
Çizelge 4.4 Çalışma alanında 2012-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının çıkma nedenleri.....	38
Çizelge 4.5 Yükseklik sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.....	40
Çizelge 4.6 Eğim sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.....	42
Çizelge 4.7 Bakı sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.....	44
Çizelge 4.8 Yol hatlarına uzaklık sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.....	47
Çizelge 4.9 Yerleşime olan uzaklık sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.	50
Çizelge 4.10 Koşul denklemleri.....	53
Çizelge 4.11 Su buharı ile atmosferik geçirgenlik tahmini.....	54
Çizelge 4.12 Ortalama atmosferik sıcaklık tahmini.....	54
Çizelge 4.13 Yer Yüzey sıcaklığı sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.	56
Çizelge 4.14 Meşcere tipi sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.	58
Çizelge 4.15 Orman yangını duyarlılık haritası için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları.....	65



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

Sayfa

EK A: Meşcere Tipi Açılımları Tablosu 79





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

$^{\circ}\text{K}$:Kelvin derece
K_1	:Birinci kalibrasyon sabiti
K_2	:İkinci kalibrasyon sabiti
L_{λ}	:Sensördeki spektral radyans
Q_{cal}	:Parlaklık değerleri
m	:Metre
T	:Sensördeki parlaklık sıcaklığı
T_0	:Yakın yüzey sıcaklığı
T_a	:Ortalama atmosferik sıcaklık
T_s	:Kelvin cinsinden yer yüzey sıcaklığı
w_i	:Su buharı içeriği
ϵ_i	:Yer yüzey yayınlılığı
τ_i	:Atmosferik geçirgenlik
ρ_{λ}	:Sensördeki yansıtım değerleri
R_{min}	: Kriter minimum puan
R_{max}	: Kriter maksimum puan
SR	: Normalleştirme aralığı
CR	:Tutarlılık Oranı
CI	: İkili karşılaştırma matrisinin tutarlılık indeksi
λ	: Tutarlılık vektörünün ortalama değeri
RI	: Rastgele indeks
X	: Olası seçeneklerin kümesi
n	: Kriter sayısı
x_{ij}	: Ölçüt Değerleri

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

KISALTMALAR

AA	:Açıklık Alanlar
ADB	:Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme
AHY	:Analitik Hiyerarşi Yöntemi
AHP	:Analytic Hierarchy Process
Bİbm	:Boşluklu Kapalı İbrelî Meşcere
BYm	:Boşluklu Kapalı Yapraklı Meşcere
CBS	:Coğrafi Bilgi Sistemleri
C-ÇKKA	:Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi
ÇKKA	:Çok Kriterli Karar Analizi
ÇKKV	:Çok Kriterli Karar Verme
DEM	:Dijital Elavation Model
ENH	:Enerji Nakil Hattı
HES	:Hidro Elektrik Santral
LR	:Lojistik Regresyon
NDVI	:Normalized Difference Vegetation Index
NIR	:Yakın Kıızıl Ötesi
OBM	:Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	:Orman Genel Müdürlüğü
OİM	:Orman İşletme Müdürlüğü
OWA	:Ordered Weighted Average
SAW	:Simple Additive Weighting Method
SYM	:Sayısal Yükseklik Modeli
TCDD	:Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TCK	:Türkiye Cumhuriyeti Karayolları

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

UA	:Uzaktan Algılama
USA	:United States of Amerika
VDYm	:Verimli Değişik Yaşlı Meşcere
Vİb_{gm}	:Verimli İbrelili Genç Meşcere
Vİb_m	:Verimli İbrelili Yapraklı Meşcere
Vİb_{ym}	:Verimli İbrelili Yaşlı Meşcere
VYİb_m	:Verimli Yapraklı İbrelili Meşcere
VY_m	:Verimli Yapraklı Meşcere
WLC	:Weighted Linear Combination
WPM	:Weighted Product Method
YYS	:Yer Yüzey Sıcaklığı



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ekolojik dengenin sürdürülebilmesi ve ekonomiye katkılarıyla ormanlar, çok iyi korunması gereken doğal kaynaklardır. Ancak doğal ve beşeri nedenlere bağlı olarak meydana gelen yangınlar bu alanlar için en büyük felakettir. Orman yangınları, doğal ya da insani sebeplerden meydana gelen zaman zaman can ve mal kaybına neden olan küresel bir olgudur (Bento Gonçalves et al. 2012). Bir Akdeniz ülkesi olan Türkiye için orman yangınları çok önemli bir doğal risk oluşturmaktadır. Orman yangınları son yıllarda iklim değişikliği, küresel ısınma, sosya-ekonomik değişim ve uygun olmayan orman planlamaları sonucunda giderek artmakta ve toprak verimliliği ve yapısı üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır (Vieria et al. 2011). Türkiye’de son 60 yılda meydana gelen orman yangınlarından 1,5 milyon hektar orman alanı yok olmuştur.

Orman yangınlarının çıkmasını tamamen önlemek imkansız olduğundan orman yangınlarının zararların azaltılması için orman yangın duyarlılık çalışmaları yapılmalıdır. Orman yangın duyarlılık haritaları belli bir coğrafi lokasyonda orman yangınlarının meydana gelmesi açısından orman alanlarını göreceli olarak zonlayan haritalardır. Orman yangını duyarlılık analizinin temel amacı, tehlikeli ve riskli alanları tespit ederek orman yangınlarının etkilerini azaltmaktır. Orman yangın duyarlılık haritaları, genel anlamda herhangi bir bölge içerisindeki alanların göreceli olarak orman yangınına olan hassasiyetinin sınıflandırılmasıdır. Bu tür haritaların oluşturulmasında son yıllarda kullanımı giderek artan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmaktadır.

CBS, grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, yönetilmesi, işlenmesi, modellenip kullanıcıya sunulması işlevlerini gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu 2000). Günümüzde etkin ve uygulanabilir sonuçlar elde etme açısından büyük avantajlar sağladığı için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin orman yangın araştırmalarında kullanımı oldukça artmıştır (Karabulut vd. 2013). Orman yangınlarında; yangınların önceden tahmin edilmesi,

modellenmesi, yangın oluşumunun izlenmesi, söndürme çalışmalarının organize bir şekilde yürütülmesi, yangın sonrası oluşan zararın belirlenmesi gibi çalışmalarda hızlı, ucuz, hassas ve doğru analizlerin yapılması iyi kurulan bir CBS ile mümkün olmaktadır (Fox and Stuart 1994).

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin planlama, yönetim ve karar mekanizmasında yani karar destek sistemleri içerisinde önemli bir araç olarak kullanılması en önemli özelliklerinden biridir. Orman Genel Müdürlüğü'nde Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanarak oluşturulmuş yangın duyarlılık haritaları olmadığından yangına hassas bölgelerde sabit ve değişken olan faktörlere göre farklılık gösteren yangın duyarlılık haritalarının doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Oluşturulan orman yangın duyarlılık haritaları ile yangın çıkabilecek potansiyel alanların belirlenmesi ve bunların önlenmesi, meydana gelen zararların en aza indirilmesi için gerekli önlemler sağlıklı bir şekilde alınabilecektir (Güney vd. 2016, Başaran vd. 2004).

Genellikle eğim, yükseklik, bakı, meşcere tipi, yerleşim yerlerine uzaklık ve yola uzaklık faktörlerinin puanlanmasıyla üretilen orman yangın duyarlılık haritaları bize yangından önce ve sonra nasıl hareket etmemiz gerektiğini göstermektedir. Başka bir deyişle, orman yangın duyarlılık haritasında duyarlılık değerlendirmesi sonucunda yangın riski bakımından çok yüksek ve yüksek olan bölgelerde yangına karşı daha dikkatli olunmalıdır (Özelkan 2008).

Bir orman yangını; yükseklik, eğim, bakı, yola ve yerleşime uzaklık gibi birçok coğrafik parametrelerin uygun şartlarda bir araya gelmesiyle oluşur. CBS değişken değerlere sahip olan çok sayıda coğrafi parametrelerin değerlendirilmesinde ve bu coğrafik parametrelerin denetimi altında gelişen olay ve olguların analiz edilmesinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Karabulut vd. 2013).

Bu çalışmada, çalışma alanı olarak Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Karabük ili Merkez ve Ovacık ilçesi seçilmiştir. Çalışmada çalışma alanı için, Çok Kriterli Karar Analizi yöntemi kullanılarak orman yangın duyarlılık haritasının elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanına ait orman yangın duyarlılık haritasının üretilmesinde yükseklik, eğim, bakı, yol hatlarına uzaklık, yerleşime olan uzaklık, yer yüzey sıcaklığı ve meşcere tipi faktörlerinden faydalanılmıştır. Bu veriler bölgenin 2012-2016 yılları arasına ait orman yangın envanter haritası ile karşılaştırılarak, orman yangınının oluşumunda rol oynayan faktörler bulanık setler

kullanılarak normalleştirilmiştir. Uygulamada kullanılan her bir faktör birbirleriyle ikili karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırılarak göreceli değerler belirlenmiş ve her bir faktör için ağırlıklar hesaplanmıştır. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi işleminden sonra Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme (ADB) yöntemiyle orman yangın duyarlılık haritası üretilmiştir. Çalışma sonucu üretilen orman yangın duyarlılık haritası dört duyarlılık sınıfına bölünmüş ve her bir duyarlılık aralığı için elde edilen doğruluk değerleri karşılaştırılarak irdelenmiştir.





BÖLÜM 2

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE RİSK ANALİZİ

2.1 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), belirli bir konumu ve biçimi olan coğrafi varlıklara ait grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, işlenmesi, analizi ve gösterimine yönelik donanım, yazılım ve işlem bileşenlerinin tümünü barındıran özel bilgi sistemleridir (Sarbanoğlu 1990).

Grafik ve grafik olmayan veriler arasında ilişki kurup sorgulama yapabilen bir sistem olan Coğrafi Bilgi Sistemleri; kullanıcıların hızlı, güvenilir ve etkin karar verebilmelerine olanak sağlamaktadır. Bu yüzden dünya üzerinde CBS'nin önemi her geçen gün artmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kullanılan veriler konumsal ve konumsal olmayan veriler olarak ayrılırlar. Konumsal veriler nesnelere ait geometrik bilgiler içerirken konumsal olmayan veriler ise konumu belli nesnelere ait öznitelik bilgilerini içerir. Konumsal veri modelleri vektörel (vector) ve hücresel (raster) veri modeli olmak üzere ikiye ayrılır. Vektörel veri modelleri nokta, çizgi ve alandan oluşur. Hücresel veri modelleri ise birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu piksellerin bir araya gelmesiyle oluşur (Özmen 2010).

Coğrafi varlıkların söz konusu olduğu her alanda uygulama yapılabilir olma özelliği olan CBS'nin en çok kullanıldığı alanlar; Çevre ve şehircilik hizmetleri, doğal kaynak yönetimi, mülkiyet-idari yönetim, eğitim, sağlık yönetimi, belediye faaliyetleri, ulaşım planlaması, turizm, tarım, orman, ticaret, sanayi, savunma ve güvenlidir (Yomralıoğlu 2000).

Coğrafi veriler üzerinde analiz yapabilme kabiliyeti Coğrafi Bilgi Sistemlerini diğer sistemlerden ayıran en temel özelliktir (Maguire et al. 1991). Çeşitli alanlarda kullanım amacına yönelik olarak değişik analiz türlerinden faydalanılarak uygulama yazılımları geliştirilir. Kullanım amaçları ve bu amaçlara yönelik uygun analiz türleri belirlenerek

geliştirilen yazılımlar, kullanıcıların CBS'den beklentileri karşılamayı hedefler (Bank ve Taştan 1994).

2.2 CBS'NİN BİLEŞENLERİ

CBS, belirli bir amaç ile yeryüzüne ait verilen toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren tüm araçları içermektedir (Özmen 2010). CBS donanım, yazılım, veri, personel ve yöntem olmak üzere 5 adet temel bileşenden bir oluşan sistemdir (Şekil 2.1).



Şekil 0.1 CBS'nin bileşenleri (URL-1).

Donanım: CBS'nin işlemini sağlayan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin (yazıcı, tarayıcı, çizici vb.) tümü donanım olarak adlandırılır (Satır 2011).

Yazılım: Coğrafi verileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlayan programlama dilleridir. Arc/Info, MapInfo, Intergraph CBS yazılımlarına örnektir (Satır 2011).

Veri: CBS'nin en önemli ve elde edilmesi en zor olan bileşenidir. Çünkü doğru ve güvenilir verilerin toplanması uzun zaman alır ve yüksek maliyetler gerektirir (Maraş 1999).

Personel: Verilerin toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi, güvenliği, doğruluğu, paylaşımı, güncellenmesi ve yönetimi gibi sistemin her aşamasında olan, konusunda eğitim almış ve

farklı disiplinlerde çalışmış olan teknik personel ve sıradan kullanıcı Coğrafi Bilgi Sistemlerinde karar verme anahtarıdır (Öztürk 2014).

Yöntem: Çok iyi tasarlanmış plan, her kuruma özgü model ve uygulamalar, oluşturulan CBS'nin başarılı olmasını sağlar (Mutluoğlu 2004).

2.3 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNDE RİSK ANALİZİ

Risk, genel anlamda gelecekte yaşanabilecek belirli bir tehlikenin insanlara ve çevreye zarar ya da hasar verebilme durumuna bağlı ortaya çıkabilecek kayıp olasılığı ve olumsuz sonuçların toplamıdır. Tehlike; doğal ya da insan kaynaklı olup, hayatı tehdit eden, çevreye ve varlıklara zarar verme potansiyeli olan bir olgudur (Taştan ve Aydınoğlu 2015). Risk ve tehlike birbirinden ayrılmaz bir ikili olup, tehlikeler sonucu ortaya çıkabilecek her duruma risk denilebilir (URL-2).

Günümüzde, riskin olduğu durumlarda ekonomik ve çevresel zararları azaltmada iyi bir risk yönetimi yapılması gerekmektedir. Sağlıklı bir risk yönetimi süreci; riskin tanımlanması, ölçümü, görüntülenmesi ve analizi gibi birbirlerini tamamlayan ve birbirleriyle ilişki içinde olan görevleri içerir (Andersen 2003).

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin; tüm verileri yeryüzünde ait olduğu konuma göre depolaması, çeşitli konumsal analizler ve sorgulamalara imkan tanınması, elde edilen sonuçların, harita şeklinde görüntülenmesini sağlaması, CBS'nin; afet ve afet yönetimi ile ilgili tüm çalışmalarda kullanabilecek en etkin sistem olmasını sağlamıştır (Yurdoğlu 2008).

Hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve kartografik verilerin CBS yardımı ile analiz edilmesi sonucu; doğal afetlerin (deprem, heyelan, orman yangını vb.) olma olasılığı riski belirlenir. CBS veri tabanı içerisinde, analizi ve sorgulanması yapılabilecek veri türleri belirlenmesi için, incelemeye konu yerde meydana gelen ve ilerleyen zamanlarda meydana gelme olasılığı olan doğal tehlikeler incelenerek risk analizi çalışmaları ve CBS'de kullanılabilen değerlendirme araçları ile risk değerlendirmesi yapılır (Arca 2015).

2.4 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE ORMAN YANGINLARI DUYARLILIK DEĞERLENDİRMESİ

Yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürerek analiz etmek için gerekli bilgisayar destekli araçlardan oluşan Coğrafi Bilgi Sistemleri, ortak veri tabanlarını da birleştirme özelliğine sahip olan bir sistemdir. Yani CBS teknolojisi ile haritaların görüntüleme, sorgulama, coğrafik ve istatistiksel analiz avantajları kullanıcıya sunulur. Bu özelliğinden dolayı kamu ve özel sektörde görevlerin tanımlanmasında ve ileriye dönük tahminlerde bulunarak stratejik planların yapılmasında yoğun bir şekilde CBS kullanılmaktadır (Yomralıoğlu 2000).

CBS ile çeşitli tematik haritaların çakıştırılması, mesafe ve alan değerlerinin bulunması, nesnelere hakkında istatistiksel bilgilerin elde edilmesi, yükseklik verileri kullanılarak 3D görüntüleri ve sayısal yükseklik modeli kullanılarak eğim ve bakı haritalarının oluşturulması gibi tipik işlemleri gerçekleştirmek mümkündür (Bektaş 2003).

Ülkemizdeki doğal risklerden olan orman yangınlarının, olumsuz etkilerini azaltmak ya da ortadan kaldırmak için yapılacak faaliyetlerde CBS'nin katkısı büyüktür. CBS teknolojisiyle yangına hassas ormanların, yangın risk ve tehlike haritaları oluşturularak, yangın çıkma olasılığı fazla olan yerlerin önceden belirlenmesi sağlanır. Böylece yangın yöneticileri; yangına elverişli, riskli yerler üzerinde yoğunlaşarak gerekli tedbirleri alabilir (Şahin 2006).

CBS orman yangını yönetimi kapsamında aşağıdaki faaliyetlerde kullanılabilir (Şahin 2006).

- Planlama ve analiz,
- Modelleme,
- Tehlike altında olan yerlerin belirlenmesi,
- Yangın söndürme faaliyetleri,
- Rehabilitasyon,
- Eğitim,
- Halkın bilgilendirilmesi.

BÖLÜM 3

ORMAN YANGIN DUYARLILIK HARİTASI ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

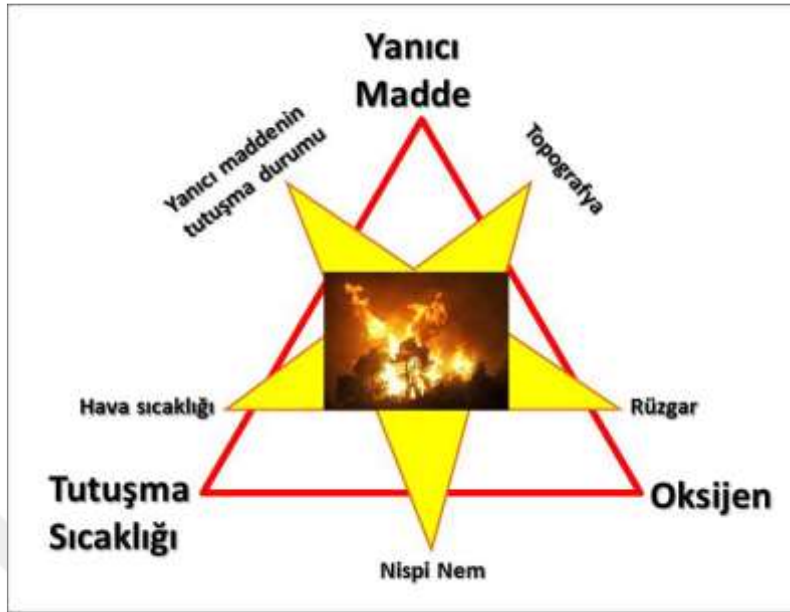
Günümüzde dünyanın çeşitli bölgelerinde yaşanan doğal afetler, insan hayatını ve çevresel koşulları olumsuz yönde etkileyerek can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Doğal afetlerin olumsuz etkilerine karşı koyabilmek için afet öncesi ve sonrasında yapılması gereken faaliyetler vardır. Afet yönetim sistemi içinde gerçekleştirilen bu faaliyetlerin, afet öncesindeki faaliyetleri afet risk yönetimi, afet sırasında ya da sonrasındaki faaliyetleri ise afet kriz yönetimi olarak adlandırılır. Ülkemizde en fazla görülen deprem, sel, heyelan, orman yangını gibi doğal afet türlerinin insana ve doğaya verdiği zararları en aza indirmek için çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar, günümüzde mekana bağlı çalışmaların temel bileşeni olan CBS destekli olarak gerçekleştirilmektedir. CBS analiz araçlarından faydalanılarak yangın oluşumunda etkin olan coğrafi faktörlerin tespiti ve risk oluşturdukları bölgelerin belirlenmesi ile üretilen duyarlılık haritaları orman kaynaklarının korunması açısından çok önemlidir (Taştan ve Aydınoglu 2015, Asri vd. 2015).

3.1 ORMAN YANGINI

Ormanlar, biyoçeşitliliğin gerçekleşmesinde, çevresel dengenin korunmasında rol alan, doğal ortamdaki en önemli yaşam alanlarıdır (Şahin 2006). Ormanları ve doğal yaşamı tehdit eden önemli çevresel olaylardan biri olan orman yangınları ise; serbest yayılma eğiliminde olan ve ormandaki yanabilen canlı ve cansız tüm varlıkları yok eden bir ateş olarak tanımlanmaktadır (Bozer 2011).

Orman yangınları, oksijenin yanıcı madde ve ısı ile birleşip kimyasal bir reaksiyon oluşturmasıyla meydana gelir ve bu üç faktör yangın üçgeni olarak adlandırılır (Yıldızlı 2013). Oksijen, yanıcı madde ve tutuşma sıcaklığının aynı ortamda uygun değerlerde olmasını, hava

sıcaklığı, rüzgar, nispi nem, topografya ve yanıcı maddenin tutuşma durumu gibi unsurlar etkiler (Şekil 3.1) (Asri vd. 2015).



Şekil 3.1 Yangın üçgeni ve orman yangınlarının çıkışında doğal şartlarda etkin olan unsurlar (Asri vd. 2015).

3.1.1 Orman Yangını Türleri

Ormanlarda meydana gelen yangınlar, ortaya çıktığı yerin özellikleri ile yanan nesnenin niteliğine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

- **Toprak yangını:** Ülkemizde çok görülmeyen (sazlık, bataklık yangınları), orman ekosistemi içindeki turbalık alanlar ile topraktaki humus tabakası yangınıdır (Küçükosmanoğlu 2006).
- **Örtü yangını:** Orman toprağını örten diri ve ölü örtüyü (otsu bitkiler, çayır, fide, funda, fidan, kuru yaprak, ağaç kesim artıkları vb.) yakan yangındır (URL-3).
- **Tepe Yangını:** Örtü yangını olarak başlayıp ağaç ve ağaççıkların tepelerini yakarak ilerleyen yangındır. Bu yangın türünde genellikle ormanın örtüsü, ağaçların gövdeleri ve tepeleri çeşitli şiddetle yanıp kurduğundan meşcere canlılığını yitirir, bu nedenle en tehlikeli yangın türüdür (URL-3).

Orman yangınları, dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de ormanların sürekliliğini tehdit eden doğal afetlerin başında gelir (Çanakçıoğlu 1993). Ormanlarımız, Türkiye'nin coğrafi konumu ve sahip olduğu iklim özellikleri nedeni ile özellikle yaz aylarında yoğun bir yangın tehdidi altındadır. Her yıl çeşitli sayıda çıkan yangınlar sonucu önemli ölçüde orman alanımız zarar görmektedir (Üzmez 2010).

Orman yangınları sadece orman ürünleri üretimini etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda;

- Erozyon
- Kütle kaybı
- Su kaynaklarının bozulması
- Hava kirliliği
- Çölleşme
- Sel
- Heyelan
- Çığ

gibi felaketlere de neden olabilir (Küçükosmanoğlu 2006).

Ülkemizde ormanların çeşitli tehlikelere karşı korunması ile ilgili hizmetlerin sağlanması görevi Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yürütülmektedir (Üzmez 2010). Anayasanın 169 ve 170. Maddeleri, 3234 sayılı kanun, 6831 sayılı kanunun 68, 69 ve 76. Maddeleri ile 285 sayılı tebliğ ve 6831 sayılı kanun kapsamında çıkarılan orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesinde görevlilerin görecekleri işler hakkında yönetmelikte OGM'nin orman yangınlarındaki görevleri açıklanmıştır (Sayın vd. 2014).

Orman Genel Müdürlüğü 3234 sayılı Orman Genel Müdürlüğü kuruluş kanunu ile;

- a) Orman yangınlarının çıkmasına ve yayılmasına mani olmak için her türlü fiziki ve beşeri tedbiri almak,
- b) Orman yangınları ile mücadele tekniklerini güçlendirmek, yangın gözetleme kulelerinin kurulmasını ve hizmete hazır halde tutulmasını sağlamak,
- c) Orman yangınlarına müdahale tekniklerini geliştirmek, yangına müdahale sürelerini kısaltarak yangın zararlarını en aza indirmek,

ç) Orman yangınlarına müdahalede görev alan personeli eğitmek, yangın uzmanı eğitim merkezi ile ilgili iş ve işlemleri yürütmek ile yetkilidir.

Bu görevleri; merkezde Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde bulunan Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı, taşrada ise OGM'ye bağlı Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) ve Orman İşletme Müdürlükleri(OİM) ile Orman İşletme Şeflikleri yerine getirir (Sayın vd. 2014).

3.1.2 Orman Yangınlarının Çıkış Nedenleri

Orman yangınlarının çıkış nedenlerinin bilinmesi orman yangın planlamasının etkin bir şekilde yapılabilmesini sağlamaktadır (Sepetçi 2014). OGM verilerine göre ülkemizde meydana gelen orman yangınlarının çıkış nedeni % 92'si insan kaynaklı iken geri kalan %8'i yıldırım gibi doğal kaynaklı nedenlerdir.

Orman yangınların çıkış nedenlerini Çanakçıoğlu (1993) dört ana grup altında toplamıştır:

Nedeni Bilinmeyen: Çıkış sebebi belirlenememiş olan yangınlardır.

Doğal Nedenler: Yıldırım, volkanik faaliyetler ve gaz emisyonu gibi insan faktörü olmadan meydana gelen yangınlardır.

Kasıt: İnsanların kasten orman yakması sonucu oluşan yangınlardır. Bu tür yangınlarda yasal yaş sınırı üstündeki insanlarca çıkarılan orman yangınlarını *sorumlular*, eylemlerinden sorumlu tutulamayan insanlarca çıkarılan orman yangınlarını *sorumlu olmayanlar* diye 2 grupta toplamak mümkündür.

Sorumluların çıkardığı orman yangınları;

- Rant, açma gibi çıkış nedeni para ya da başka bir yolla kazanç sağlamak amacıyla çıkarılan yangınlar,
- Uyuşmazlık gibi çıkış nedeni intikam ve öç almak amacıyla çıkarılan yangınlar,
- Vandalizm gibi kötü niyetli ya da kişilik bozukluğu olan kişilerin çıkardığı kasıtlı yangınlar,
- Heyecan duyma gibi kişilerin kendini önemli hissetme arzusu ile çıkarılmış yangınlar,

- Suç gizlenmesi gibi bir suç faaliyetini gizlemek amacıyla çıkarılan yangınlar,
- Aşırılık gibi siyasal, sosyal veya dinsel sebeplerle çıkarılan yangınlar,
- Bilinmeyen motivasyon gibi motivasyonu belirlenmemiş sorumlu kişi ya da kişilerce çıkarılan yangınlardır (URL-4).

Sorumlu olmayanların çıkardığı orman yangınları;

- Akıl hastalığı gibi yasal cezai ehliyeti olmayanların çıkardığı yangınlar,
- Çocuklar gibi yasal yaş sınırının altındaki çocukların oyun ya da eğlence amaçlı ateş yakmaları sonucu meydana gelen yangınlar,
- Tanımlanamayan kundakçı gibi kundakçının belirlenemediği yangınlardır.

İhmal ve Dikkatsizlik: İstmeden kaza, ihmal ya da dikkatsizlik sonucu meydana gelen orman yangınlarıdır.

Enerji nakil hatları (trafo patlamaları, rüzgar nedeniyle tellerin birbirine çarpması, bakımsız hatlar vb.), demiryolları (tren fren sistemlerinden çıkan kıvılcıklar vb.), araç yangınları, çalışmalar (iş makine ve araçların çıkardığı kıvılcıklar vb.), silahlar (askeri tatbikatlar, insanların patlayıcı ya da silah kullanımı) ve kendiliğinden yanma (bitki atıklarının kendiliğinden tutuşması) gibi örnekler kaza kaynaklı orman yangınlarıdır.

İhmal ya da dikkatsizlik sonucu çıkan orman yangınlarına bitki örtüsü yönetimi, tarımsal faaliyetler (anız yakma), atık yönetimi (çöplük yakma), rekreasyon faaliyetleri (piknik ateşi, semaver vb.), çoban ateşi, avcı ateşi, havai fişek, sigara, sıcak küller (mangal) örnek verilebilir.

Ayrıca; gizli kor ya da ısı nedeniyle, söndürüldüğü düşünülen yerin yeniden alevlenmesi sonucu meydana gelen yangınlara yeniden yanma denmektedir. Yeniden yanma da orman yangınlarının çıkış nedenleri arasında sayılabilir.

3.2 ORMAN YANGINI DUYARLILIK HARİTALARI

Orman yangını duyarlılık alanları bir yangının başlayacağı ve oradan diğer bölgelere kolaylıkla yayılacağı alanları ifade etmektedir. Orman yangını duyarlılık haritaları oluşturulurken yangına neden olan doğal ve insan kaynaklı faktörler araştırılmaktadır (Karabulut vd. 2013). Bu faktörler belirlenirken o bölgedeki geçmiş orman yangınlarına neden olan faktörler incelenir ve gelecekte olabilecek yangınların potansiyel alanları tespit edilir. Bir başka deyişle, geçmişte yaşanan orman yangınları, sonraki zamanlarda yaşanabilecek muhtemel yangınlara karşı önlem alma, planlama ve karar verme süreçlerinde rehber niteliği taşımaktadır (Duran 2014). Orman yangını duyarlılık çalışmalarında, bir bölge içerisindeki alanların çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek gibi göreceli olarak yangına karşı hassaslığı sınıflandırılmaktadır.

Orman yangını duyarlılık haritalarının üretilmesi ve yangın riski taşıyan alanların belirlenmesi ile potansiyel yangınların önlenmesi, meydana gelen zararların en aza indirilmesi ve yangın söndürme çalışmalarında yardımcı olması bakımından yangın yöneticilerine en yüksek düzeyde fayda sağlayacaktır (Güney vd. 2016).

Orman yangını duyarlılık haritalarının üretimi için, arazide yangınlarla ilgili yeteri kadar ayrıntılı veri elde edilmesi, üretilecek orman yangını duyarlılık haritalarının hassas olmasını sağlayacaktır. Yıllar geçtikçe gelişen bilgisayar teknolojileri ile CBS ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri sayesinde değişik kaynaklardan elde edilen coğrafi verilerin bir araya getirilmesi, bu verilerin analizi ve karar vericinin kararlarına yardımcı olacak haritaların daha hassas bir şekilde üretilmesi mümkün olmaktadır. CBS ve UA gibi tekniklerin kullanımı ile sayısal harita hazırlanmasına ilişkin yöntemlerin de çoğalması orman yangını gibi doğal afetlerin zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmaları arttırmıştır (Yalçın 2005, Şahin ve Gümüşay 2007).

3.3 ORMAN YANGINI DUYARLILIK HARİTALARININ HAZIRLANMASI

Orman yangını duyarlılık haritaları hazırlanırken önce, arazi ve büro çalışmaları yapılarak çalışmaya konu veriler üretilir. Sonra üretilen bu veriler modele uygulanır. Modelin

uygulanmasından sonra oluşan verilerle konumsal veri tabanı oluşturularak orman yangını duyarlılık haritaları elde edilip bu haritaların değerlendirilmesi yapılmaktadır.

CBS tabanlı orman yangını duyarlılığının belirlenmesinde kullanılan parametreler çalışmanın yapıldığı alanın özelliklerine ve araştırmacının bakış açısına göre farklılıklar göstermektedir. Çalışmalarda orman yangınlarıyla doğrudan ilişkisi olan, kolaylıkla belirlenebilen ve haritalanabilir özellikteki parametrelerin seçilmesi önem arz etmektedir. Orman yangını duyarlılık çalışmalarında, topografik eğim, bakı, deniz seviyesinden yükseklik, meşcere tipi topografik nem, topografik pozisyon indeksi, iklim, rüzgar davranışı, arazi formu, arazi kullanımı, su kaynaklarına mesafe, yangın müdahale ekiplerine mesafe, yangın gözetleme kulelerine mesafe, yangın gözetleme kulelerinden görülebilirlik, enerji nakil hatlarına mesafe, yollara uzaklık/yakınlık, yerleşim uzaklık/yakınlık, tarım alanlarına uzaklık/yakınlık, yağış türü ve miktarı, süresi v.b. gibi çok sayıda değişken yaygın olarak kullanılmaktadır. Orman yangını çıkmasında etkili olabileceği düşünülen parametrelere ait haritalar oluşturularak, bu parametrelerin etkileri hesaplanan ağırlık değerleri ile belirlenmekte ve bu değerlerin kullanılması ile gerçekleştirilen işlemler sonucunda orman yangını duyarlılık haritaları oluşturulmaktadır (Dağ 2007, Delikanlı 2010, Aksoy 2011).

Orman yangını duyarlılık analizleri yapabilmek için çeşitli yöntemlerle yapılan hesaplamalar sonucunda veri katmanı bazında ağırlıklar belirlenir. Orman yangını duyarlılığına etkisi en fazla olan en yüksek ağırlık değerine sahip olan parametredir. Yapılan analizin temelinde, her katmandan aynı pikselin alacağı özellik ile bunun matematiksel değeri ve orman yangın duyarlılık haritasının üretimindeki etkisini belirlemek yatmaktadır. Sonuç haritasını üretebilmek için, her bir katmanın alt kriterlerine karşılık gelen piksel faktör puanları (ağırlık değerleri) ait oldukları piksellere atanıp, katmanların belirlenen ağırlık değerleri piksel faktör puanıyla çarpılmaktadır. Bu işlemler sonucunda üretilen orman yangını duyarlılık haritasında piksel değerleri kullanıcı tabanlı bölünür ve duyarlılık zonları çok yüksek duyarlı, yüksek duyarlı, orta duyarlı, düşük duyarlı ve çok düşük duyarlı olmak üzere tanımlanmış olur. Duyarlılık zonlarının inceleme alanındaki yüzde ve alan dağılımları ise yapılan analizler sonucunda belirlenir. Orman yangınlarının başlangıç noktalarının gösterildiği orman yangın envanter haritası orman yangın duyarlılık haritası ile karşılaştırılarak mevcut orman yangınlarının duyarlılık bölgelerine göre dağılımları belirlenir (Yalçın 2005).

3.4 ORMAN YANGINI DUYARLILIK HARİTALARININ HAZIRLANMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Topoğrafik faktörler ile doğal ve insan kaynaklı birçok parametrenin bir arada değerlendirilmesi gereken orman yangını duyarlılık haritalarının üretilmesi ve analiz işlemlerinde CBS tabanlı uygulamalarla beraber istatistik ve olasılığa dayalı metotlar kullanılmaktadır. Orman yangını duyarlılık haritalarının üretilmesi için son yıllarda sezgisel algoritmalara dayalı yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve karar ağacı metodu, istatistiksel yöntemlere dayalı lojistik regresyon metodu, olasılığa dayalı frekans oranı gibi metotlar önerilmiştir. CBS'deki teknolojik gelişmeler ile birlikte CBS dayalı Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yöntemi de literatürde birçok araştırmacı tarafından tercih edilen ve geliştirilen yöntemlerden biridir (Şahin 2012).

3.4.1 Çok Kriterli Karar Verme Analizi

Karar verme, tek bir karar verici ya da karar vericiler grubu tarafından belirli bir problemi çözmek ve istenilen amaca ulaşabilmek için, seçenekler arasından en uygun olan bir veya birkaç tanesinin seçilmesi işlemidir. Herhangi bir durum veya olayda; karara etki eden kriterlerin sayısı arttıkça, önem sıralaması ve ağırlık değerlerine göre yapılan hesaplamalar daha karmaşıklaşmaktadır (Doğramacı 2009). Karmaşık karar problemlerinin matematiksel modelinin ortaya konularak, sistematik işlemler ve istatistiksel irdelemelerle çözümlenme işi, karar analizi işlemidir. (Malczewski 1999a, 1999b).

Karar analizlerinde; problemler küçük, anlaşılabilir kısımlara ayrılır ve bu kısımlar anlamlı bir çözüm üretmek için mantıksal yollarla bütünleştirilir. Problemlerin sahip olduğu karmaşık yapıların, birbirleriyle uyuşmayan ve farklı ölçütlerle değerlendirilerek çözümlenmesine Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Analizi denir. (Malczewski 1999a, 1999b). Literatürde, Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) kavramıyla eşanlamlı olarak kullanılır. ÇKKA'da ana mantık, aranan çok sayıdaki ölçütü en iyi şekilde karşılayan seçeneklerin, analitik olarak sıralanmasıdır (Doğramacı 2009).

ÇKKA işleminin anlama (intelligence), tasarım (design) ve seçim (choice) diye 3 aşaması vardır (Simon 1960).

Anlama aşamasında karar verici doğru kararın alınabilmesi için araştırma ve taramalar yaparak, istenilen ve mevcut durum arasındaki farkı değerlendirmektedir. Ham verilerin elde edilmesi, işlenmesi ve olanaklar ile problemleri tespitinin tanımlanması işlemleri bu aşamada yapılmaktadır.

Tasarım aşaması, anlama aşamasındaki problemlerin tanımlanmasında kullanılacak olası çözümlerin bulunarak geliştirilmesini ve analizini kapsamaktadır. Bu aşamada karmaşık yapıdaki gerçekleri basit ve anlaşılabilir yapılara çevirmek için temel bir model kullanılır. Böylece karar vericinin bir dizi alternatif belirlemesi kolaylaşmaktadır.

Seçim aşamasında tasarım aşamasında oluşturulan alternatif kararların değerlendirilmesi yapılmaktadır. Hangi alternatifin en iyi olduğuna karar vermek için, her alternatif değerlendirilir ve tanımlanmış karar kuralları ile birbirleriyle olan ilişkileri analiz edilir.

3.4.1.1 Çok Kriterli Karar Analiz İşlem Adımları

Çok Kriterli Karar Analizi işlemleri sekiz adımdan oluşmaktadır (Malczewski 1999a).

1. Problem tanımlama
2. Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi
3. Alternatifler
4. Kriter değerlendirme - Karar matrisleri
5. Kriter ağırlıkları
6. Karar kuralları
7. Hassasiyet - Belirsizlik
8. Öncelik - Tavsiye

Problem Tanımlama: Tüm karar verme işlemleri, karar probleminin kavranması ve tanımlanması ile başlar. Bunun için öncelikle; sistemin mevcut ile olması istenilen durumu arasındaki farklılıklar tespit edilir (Doğramacı 2009). Karar koşullarının araştırılması, verilerin temini ve işlenmesi aşamaları, problem tanımlama adımında gerçekleşir. (Simon 1960, Malczewski 1999b). Açık, üzerinde uzlaşmış, gerçekçi ve herkesçe anlaşılır hedef veya hedeflerin belirlenmesi ile problemin tanımlama adımı sonlanır (Doğramacı 2009).

Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi: Karar analizinde problem tanımlandıktan sonra, sıra değerlendirme kriterlerinin belirlenmesine gelir. Kriterler, problemin hedeflerini karşılayacak kapasitede ve anlaşılır olmalıdır. Değerlendirme ölçütleri tek bir elden alınarak, belirlenen ölçütlerin içeride veya dışarıda kalmasının önüne geçilir. Ayrıca işlemlerdeki karmaşıklığı önlemek için, kriter sayılarının minimum tutulmasında fayda vardır (Şahin 2012).

Alternatifler: Karar alternatifleri; ölçütler sayesinde karar uzayına getirilebilecek olan daraltmadan sonra geriye kalan elverişli seçenekler ya da analizin uygulandığı alanda birbiriyle kıyaslanan her bir bölge olarak tanımlanmaktadır. Alternatiflerin, çalışmanın amacına ne derece uygun oldukları elverişli, orta derecede elverişli ve elverişsiz tanımlamaları ile ifade edilmektedir (Doğramacı 2009).

Kriter Değerleme/Karar Matrisleri: Karar analizinde her bir alternatif için, her ölçütün başarısı değerlendirilir. Çok kriterli değerlendirmenin temelini, karar matrisinin sonucu oluşturur (Arca 2015).

Kriter Ağırlıkları: Kriterlerin birbirleri arasındaki önem farklılıklarının belirlenmesi, her bir kritere ağırlık tanımlanması ile gerçekleşir. Kriterlere verilecek ağırlık; tüm değerlendirme sonucunu etkileyeceği için, karar vericinin öncelikleri dikkate alınmalı yani karar veren kişi ve gruplar ÇKKA işlemine katılmalıdır (Doğramacı 2009, Şahin 2012).

Karar Kuralları: Karar kuralları, alternatiflerin sorgulanan kriterleri sağlayıp sağlamadıklarıyla ilgili oluşturulan sayısal nitelik değerlerine göre sıralanmasını sağlayarak, hangisinin tercih edilmesi gerektiğini belirlemeye yarayan temel faktördür (Doğramacı 2009).

Hassasiyet/Belirsizlik: Hassasiyet verilen kararın ne kadar sağlıklı olduğunu sorgulamak, ölçümler sonrası meydana gelen ya da analize sokulan verilerdeki hataların sonuçlar üzerindeki etkilerini göstermek amacıyla yapılır (Şahin 2012). Hassasiyet analizi, hangi değerlerin verilen karar üzerinde daha fazla etkilere sahip olduğunu kavramayı kolaylaştıran bir adımdır (Doğramacı 2009).

Öncelik/Tavsiye: Bir veya birden çok alternatiften oluşan bir sıralama ile ÇKKA işlemleri sona erer ve elde edilen tek alternatif ya da çok sayıda alternatiften biri kullanıcıya tavsiye edilir (Şahin 2012).

3.4.1.2 CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi

Konumsal tabanlı karar verme analizleri ve çevresel yönetimlerdeki ihtiyaçlar CBS'nin yeteneklerinin artmasını sağlamış buna paralel olarak Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yöntemi de CBS ile kendini geliştirmiştir (Jankowski 1995). Karar analizlerinin yaygın olduğu alanlarda coğrafi veri ya da haritalardan yardım alarak gerçekleştirilen Coğrafi Bilgi Sistemi destekli ÇKKA'ya C-ÇKKA denmektedir (Doğramacı 2009). Coğrafi ve coğrafi olmayan verilerin bir arada değerlendirilerek sonuç kararı elde edilme işlemi C-ÇKKA yöntemidir (Malczewski 1999b).

C-ÇKKA'da, verilerin toplanması, saklanması, düzenlenmesi ve analizi CBS ile coğrafi verilerin ve karar vericilerin tercihlerinin bir karar için birleştirilmesi işlemleri ise ÇKKA ile sağlanmaktadır (Malczewski 1999a).

CBS ve ÇKKA, çok sayıda kriterin tanımlanıp değerlendirmeye alındığı ve bu kriterler arasındaki ilişkilerin belirlendiği konumsal karar problemlerinde, karar vericinin daha kolay ve etkin karar vermesini sağlamaktadır (Malczewski 1999a).

Jankowski (1995)'ye göre C-ÇKKA uygulama adımları karar amacının belirlenmesi, ölçütlerin belirlenmesi, ölçüt değerlerinin oluşturulması, ölçüt değerlerinin normalleştirilmesi, ölçüt ağırlıklarının belirlenmesi, ölçüt ağırlıklarıyla normalleştirilmiş ölçüt değerlerinin bütünleştirilmesi, seçeneklerin gruplandırılması, duyarlılık analizi ve sonuç adımlarıdır.

C-CKKA işlemlerinde problem tanımlanıp değerlendirme kriterleri belirlendikten sonra bu kriterler CBS katmanları şeklinde hazırlanır ve her bir kriter katmanı farklı ölçü birimlerinde olabileceğinden, bunların birbirleriyle karşılaştırılabilmesi için normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalleştirme işlemlerinden Değer/Fayda Fonksiyonu, Doğrusal Ölçek Dönüşümü ve Bulanık Mantık yaklaşımları başlıca yöntemlerdendir (Malczewski 1999a, 1999b).

Normalleştirme işlemlerinde sıkça kullanılan ve basit bir yöntem olan *linear dönüşüm* işleminin formülü eşitlik 3.1’de verilmiştir.

$$x_i = \frac{(R_i - R_{\min})}{(R_{\max} - R_{\min})} * SR \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte, kriter minimum puanı R_{\min} , kriter maksimum puanı R_{\max} ve normalleştirme aralığı ise SR ile ifade edilmektedir. Kriterlerin 0 ile 1 arasında değerler alması sağlanarak normalleştirilme işlemi yapılmaktadır. Böylece kriterlerin birbiri ile karşılaştırılması mümkün olmaktadır. Bu işlem yapılırken dikkat edilmesi gereken husus kriterlerden hangilerinin 0 ya da 1 olacağı kararının doğru verilmesidir (Chakhar and Mousseau 2007).

Normalleştirme işlemlerinde kullanılan diğer bir yöntem ise Eastman (1977) tarafından bulanık kümeli üyelik fonksiyonlarda kullanılması önerilen, kriterleri 0-255 aralığında standartlaştıran byte ölçekli standartlaşma yöntemidir. Yöntemde; 0-255 aralığında, istenilen koşullara en uzak 0 değeri, istenilene en fazla yaklaşılan durumu ise 255 değeri ifade etmektedir. Bu yöntemin hesaplamalar üzerinde optimize yapılmasına olanak tanınması ve verilerin üzerinde yapılan analizlerin maksimum ayrıma imkan tanınması gibi avantajları vardır (Şahin 2012).

C-ÇKKA Problemlerinde Kullanılan Başlıca Yöntemler

ÇKKA problemlerinin merkezinde, karar seçeneklerinin sıralanmasını sağlayan karar kuralları bulunmaktadır. Karar verici, karar kuralları yardımıyla yapılan işlem seçeneklerini en iyiden en kötüye sıralayarak hangi seçeneğin diğer seçeneğe göre tercih edileceğini belirleyebilmektedir. Yani karar kuralının kullanımı ile en uygun alternatifin seçilmesi, önceliklere göre alternatiflerin bir sınıf içerisinde sıralandırılması ve alternatiflerin en kötüden en iyiye puanlandırılması gibi işlemler kolaylaşmaktadır (Şahin 2012).

CBS ile bütünleştirilebilen birçok ÇKKA yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler (Triantaphyllou and Mann 1989, Malczewski 1999a, Proctor and Qureshi 2005):

- Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi (Simple Additive Weighting Method:SAW) ya da diğer adıyla Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme (Weighted Linear Combination:WLC)
- Ağırlıklı Çarpım Yöntemi (Weighted Product Method:WPM)

- Analitik Hiyerarşi Yöntemi (Analytic Hierarchy Process:AHP)
- Değer/Fayda Fonksiyonu Yaklaşımı (Value/Utility Function Approach)
- İdeal Nokta Yöntemi (Ideal Point Method)-Örn: TOPSIS
- Uyum Yöntemi (Concordance Method)-Örn: ELECTRE
- Bulanık Mantık İşlemi (Fuzzy Aggregation Operation)
- Bulanık Ağırlıklı Toplam Yöntemi (Fuzzy Additive Weighting Method)
- Sıralı Ağırlıklı Ortalama (Ordered Weighted Average:OWA)

Bu tez çalışmasında Analitik Hiyerarşi yöntemi ve Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme yöntemi incelenmiştir.

Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Çok kriterli mekanizmada karar vericiye destek sağlayan yöntemlerden olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY), ilk olarak 1968 yılında Myers ve Albert tarafından bir fikir olarak ortaya atılmış olsa da, bir model olarak geliştirme ve karar problemlerinin çözülmesi için uygun hale getirilmesi 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından gerçekleştirilmiştir (Güneş 2011, Yıldırım 2012).

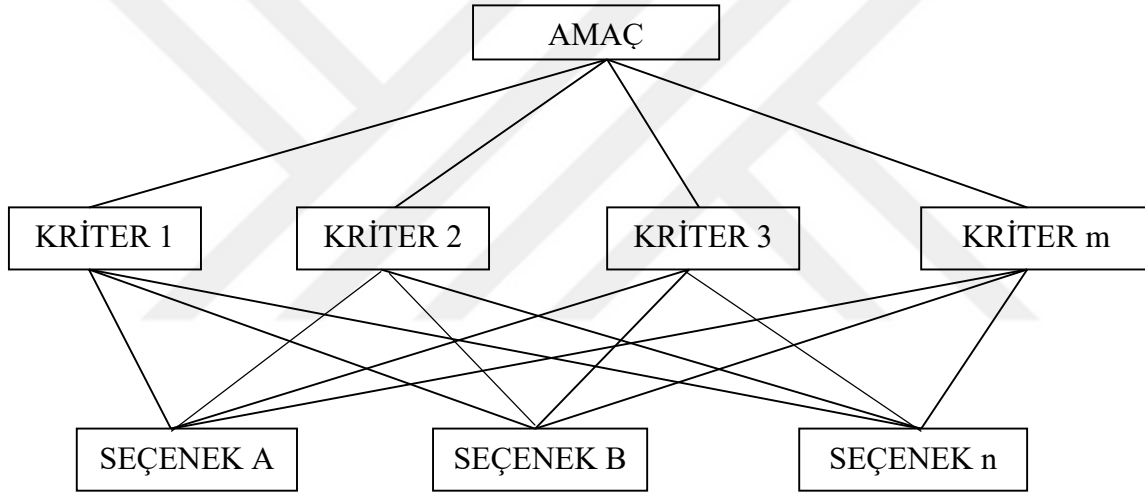
AHY karmaşık problemlerin çözümünde, çok sayıda alternatif arasından seçim yapılabilmesini ve bunların sıralanmasını sağlar. Belirlilik ya da belirsizlik durumunda çok sayıda karar verici ile birlikte, karar vermede kullanılan pratik bir yöntemdir (Saaty 1977, Yıldırım 2012). Katılımcıların birden fazla olduğu grup çalışmalarına izin veren bu yöntemde karar verici ya da karar vericiler hem objektif hem de sübjektif olarak uygulamaya ve sürecine etki edebilir (Güneş 2011).

Saaty (2000)' e göre AHY'nin diğer karar alma tekniklerine göre daha fazla tercih edilmesinin sebepleri;

- Doğal bir yöntem olduğu için kullanıma daha yatkın olması,
- İleri seviyede uzmanlık gerektirmemesi,
- Düşünce ve hislerin oluşturduğu yargıların kullanılabilmesi,
- Objektif ve sübjektif unsurları birlikte kullanılabilmesi,
- Süreci basitleştirip, karara kolayca varılmasını sağlamasıdır (Yıldırım 2012).

Analitik Hiyerarşi Yönteminin işleyişi genel olarak, problemleri parçalara ayırarak hiyerarşi oluşturma, karşılaştırmalı karar verme ile tercih matrislerinin oluşturulması ve önceliklerin sentezlenmesi olmak üzere üç temel prensibe dayanmaktadır (Saaty 1977, Saaty 1980).

Problemleri Parçalara Ayırarak Hiyerarşi Oluşturma: AHY’de ilk adım hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır. Bunun için problemin tanımlanması yapılır ve amaç belirlenir. Karar vericinin amacına göre, probleme ait tüm kriterler belirlenir ve bu kriterler de belli bir üst ölçüte bağlı kalmak şartıyla ayrıştırılarak benzer kriterler ortaya çıkarılır (Yıldırım 2012). Sonra alternatifler ve olası seçimleri içerecek şekilde özellikler belirlenerek karar hiyerarşisi oluşturulur. Yani AHY karmaşık problemleri amaç, kriterler, alt kriterler ve seçenekler hiyerarşisi kurarak çözmeyi sağlar (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yapısı.

Karşılaştırmalı Karar Verme ile Tercih Matrislerinin Oluşturulması: AHY’nin ikinci ve en önemli adımı kriterlerin birbirleriyle ikili olarak karşılaştırmalarının yapılmasıdır. Hiyerarşideki her bir elemanın bir üstteki elemanla karşılaştırılarak göreceli önem değerleri ikili karşılaştırma ile belirlenmektedir (Yıldırım 2012). Saaty (1980) tarafından hazırlanan ve Çizelge 3.1’ de gösterilen 1’den 9’a değişen değerlere sahip ölçek ile göreceli önem değerleri belirlenmektedir.

Çizelge 3.1 İkili Karşılaştırma Ölçeği (Saaty 1980).

Önem Derecesi	Tanımlama
1	Eşit derece önemli
2	Eşit-orta derece önemli
3	Orta derece önemli
4	Orta-yüksek derece önemli
5	Yüksek önemli
6	Yüksek-çok yüksek önemli
7	Çok Yüksek önemli
8	Çok yüksek-aşırı yüksek önemli
9	Aşırı yüksek önemli

İkili karşılaştırmalar ile elde edilen sonuçlar ve kriterler için Çizelge 3.2’de gösterildiği biçimde ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulmaktadır.

Çizelge 3.2 İkili Karşılaştırma Matrisi.

	K_1	K_2	K_3	...	K_n
K_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1m}
K_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2m}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots
K_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	...	a_{mn}

Karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra ağırlık vektörü hesaplanması işlemine geçilir. Önce matristeki her bir eleman, ait olduğu sütunun toplam değerine bölünür. Bunun sonucunda elde edilen ve her sütundaki değerler toplamı 1 olan bu matris, normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisidir. Normalleştirilmiş matrisin her bir satırındaki elemanların aritmetik ortalaması hesaplanır. Böylece göreceli ağırlık vektörü (öncelik vektörü) elde edilir (Güneş 2011).

Karar vericinin kriterler arasında karşılaştırma yaparken aldığı kararların tutarlı olması gerekmektedir. İkili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen göreceli ağırlık vektörü değerlerinin tutarlı olup olmadığı, tutarlılık oranı hesaplanarak belirlenir (Yıldırım 2012).

Tutarlılık oranı hesaplanırken aşağıdaki adımlar gerçekleştirilir.

- Özgün ikili karşılaştırma matrisi ile göreceli ağırlık vektörü çarpılır ve yeni bir vektör elde edilir.
- Yeni vektördeki her bir satırın değeri, göreceli ağırlık vektörde karşılık gelen satır değerine bölünerek tutarlılık vektörü belirlenir.
- Oluşturulan tutarlılık vektörü elemanları toplanıp, eleman sayısına bölünerek lambda (λ) değeri hesaplanır. Lambda değeri, tutarlılık vektörünün ortalama değeridir.
- λ değeri ve kriter sayısı (n) kullanılarak tutarlılık indeksi (CI) eşitlik 3.2'deki formül ile hesaplanır.

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} \quad (3.2)$$

- Tutarlılık oranı (CR) ise; tutarlılık indeksi (CI) ve rastgele indeks (RI) kullanılarak eşitlik 3.3'teki gibi hesaplanır. Rastgele indeks; Saaty tarafından hazırlanmış olan rastgele tutarsızlık indeksleri tablosundan (Çizelge 3.3) karşılaştırılan eleman sayısına (n) göre bulunur. Sonuçta ikili karşılaştırmaların tutarlı sayılabilmesi için $CR < 0.10$ olması gerekmektedir. Tutarlılık oranının 0.10'dan büyük olması karşılaştırma matrisinin tutarsız olduğunu gösterir ve böyle bir durumda matrisin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir (Yıldırım 2012).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.3)$$

Çizelge 3.3 n=1...15 Eleman için rastgele tutarsızlık indeksleri (RI) (Saaty 1980).

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

Önceliklerin Sentezlenmesi: Parametrelerin birbirlerine göreceli ağırlıklarının değerlendirilmesi ve elde edilen puanlar yardımı ile karar vericilerin alternatif önemliliklerinin sıralanmasıdır (Arca 2015).

Wang (2001) AHY sürecinin karmaşık yapısını daha anlaşılır hale getirmek için oluşturduğu şema Şekil 3.4'te gösterilmektedir.

Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme

ÇKKA yaklaşımları içerisinde en çok kullanılan yöntem olan Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme (ADB), herhangi bir karar probleminde karar vericinin değerlendirmek istediği olası çözüm kümesiyle tanımlanan bir gerçek fayda fonksiyonu kuramına dayanır (Fishburn 1967, Triantaphyllou and Mann 1989). ADB normalleştirilmiş kriter (j) ağırlıklarının (w) ortalaması temeline dayanır ve bunların birleşimine ortalama ağırlık denir. Harita katmanlarındaki her bir kriterin ağırlıklarının göreceli önemlilikleri karar vericiler tarafından karşılaştırılır. Her bir seçeneğin toplam puanı hesaplanırken, önce o seçeneğin değeri ile kendisine atanmış önemlilik puanı ile çarpılır. Sonra tüm sonuçlar toplanarak toplam puan bulunur. Tüm seçenekler için puan hesaplanır. Neticede en yüksek puana sahip olan alternatif seçilir (Yıldırım 2012).

$$e_i = \sum_{j=1}^n w_j * r_{ij}, (i=1, \dots, m) \quad (3.4)$$

Formülde, i karar seçeneği olduğunda m 'ye eşit olmakta ve j kriter olduğu durumda ise n 'ye eşit olmaktadır. Eşitlik 3.4'te verilen formülün matris formundaki gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ \vdots \\ e_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} * [w_1 \quad \dots \quad w_n] \quad (3.5)$$

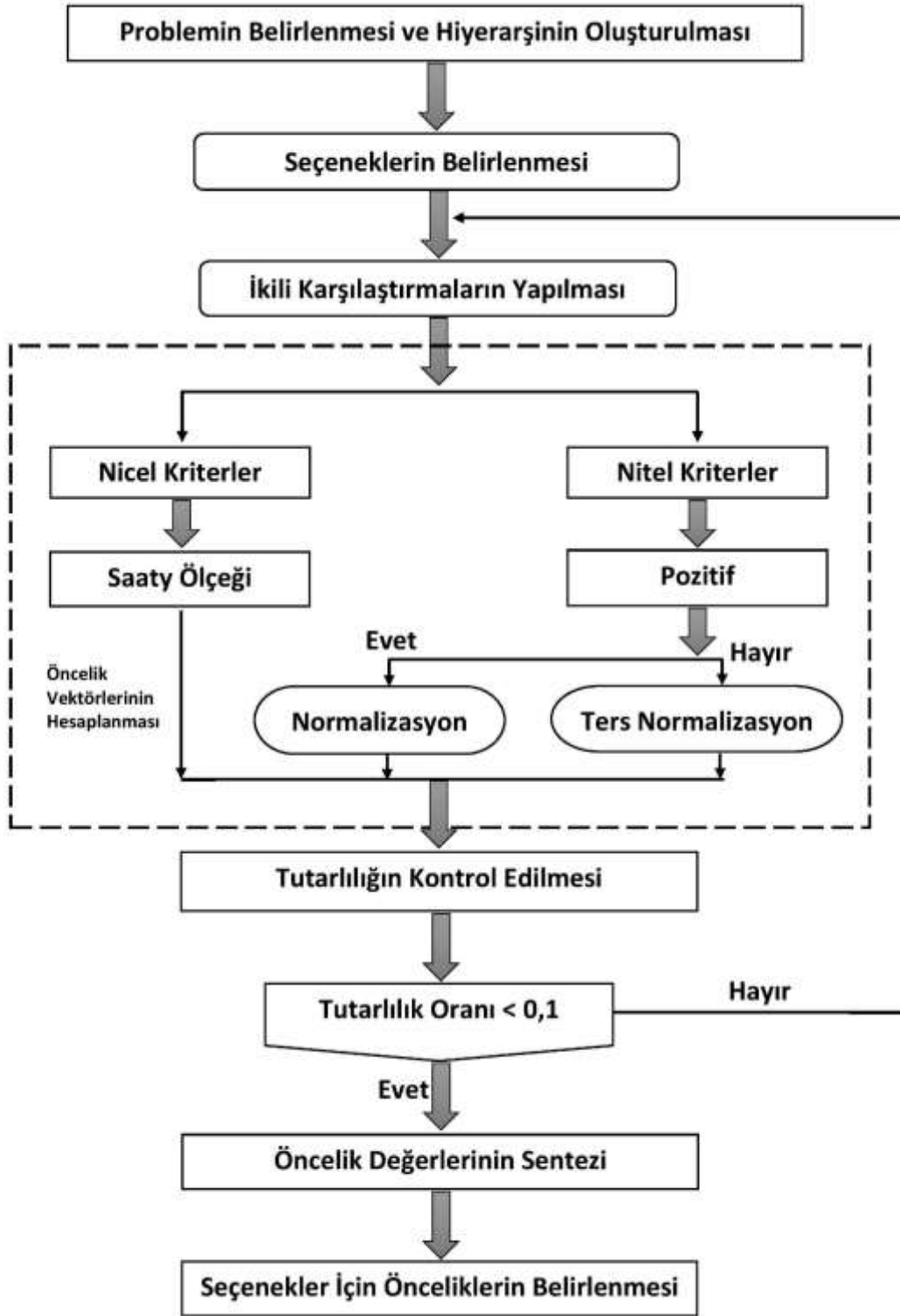
Bu formülde karar alternatifini için hesaplanmış değerlendirme puanı e_i olarak ifade edilirken, i kadar j kriteri için göreceli önemlilik ağırlıkları ise w_j olarak ifade edilmektedir (Nyerges and Jankowski 2010).

Kriterlerin birbirinden bağımsız olması diğer bir deyişle her bir kriterin genel sonuç üzerindeki etkisi diğer bir kriterin değerine bağlı olmaması ADB yönteminin temel

varsayımdır. Eğer kriterler arasında farklılıklar söz konusu ise sonuçlar yanıltıcı olabilir yani yöntem farklı ölçü birimlerini kapsayan karar problemlerinde doğrudan kullanılamamaktadır. Bu sorunu çözmek için ölçütlerin normalleştirilmesi gerekmektedir. Çünkü farklı ölçü birimlerinin boyutsuz bir ölçüğe dönüştürülmesi işlemi ancak normalleştirme ile mümkündür (Triantaphyllou and Mann 1989).

Malczewski (1999a)'ye göre CBS tabanlı oluşturulacak bir uygulamada kullanılan ADB yönteminin adımları;

- Değerlendirme kriterlerinin ve uygun alternatif dizilerin belirlenmesi,
- Değerlendirme kriterlerinin (harita katmanları) standartlaştırılması,
- Kriter ağırlıklarının belirlenmesi; tüm kriter haritaları ile göreceli önemlilik ağırlıklarının birlikte değerlendirilmesi,
- Değerlendirme kriterlerinin ilgili ağırlıklarla çarpılarak ağırlıklı normalleştirilmiş harita katmanlarının oluşturulması,
- Normalleştirilmiş ağırlıklı harita katmanlarının üzerine ekleme operatörlerini kullanarak her seçenek için genel değerlendirme puanını elde edilmesi,
- Seçeneklerin sonuç değerlerine göre sıralanması ve bunlardan puan yüksek olan alternatifin seçimidir.



Şekil 3.3 Analitik Hiyerarşi Yöntemi'nin akış şeması (Wang 2001).

3.4.2 Lojistik Regresyon Analizi

Lojistik regresyon (LR) , kategorik olarak sınıflandırılmış bağımlı bir değişken ile birden çok bağımsız değişken arasındaki ilişkinin açıklanmasında kullanılan olasılıklı bir istatistiksel modeldir (Alkeveli 2015, Lee 2005). Değeri başka değişkenler tarafından etkilenen ve diğer değişkenlerin değeri değiştiğinde bu değişimden etkilenen değişken bağımlı değişkendir. Değeri rastgele koşullara göre belirlenen, bağımsız olarak değişim gösteren ve başka değişkenlerin değişimi üzerine etkide bulunan değişkenler ise bağımsız değişkenlerdir (Altural 2012).

LR yönteminde iki değişkenli ve çok değişkenli modeller olmak üzere iki grupta uygulamalar gerçekleştirilmektedir. İki değişkenli lojistik regresyon; bağımsız değişkenlerin sürekli ve kategorik sınıfta olduğu bir model olarak değerlendirilirken, çoklu değişkenli lojistik regresyon da birden fazla kategorik değişkenin varlığı söz konusudur (Alkeveli 2015).

Regresyon analizi ile gözlenen bir olay değerlendirilirken, hangi olayların etkisi içinde olduğunun araştırılması amaçlanmaktadır. Bir veya birden çok olay olabileceği gibi, bu olaylar dolaylı veya doğrudan da etkilenebilirler. Regresyon analizi yapılırken, gözlem değerlerinin ve etkilenen olayların bir matematiksel gösterimle yani bir fonksiyon yardımıyla ifadesi için kurulan modele regresyon modeli denilmektedir (Altural 2012).

Sürekli veya kategorik veriye uygulanabilir olması, parametrik dağılımların normal dağılıma uymasına gerek olmaması diğer istatistiksel yöntemlerle kıyaslandığında daha az sayıda varsayım ve şart altında gerçekleşebilmesi gibi özellikleri ile LR yöntemi araştırmacıların sıklıkla tercih ettiği yöntemlerdendir (Alkeveli 2015).

3.4.3 Frekans Oranı Metodu

Literatürde, istatistiksel indeks, koşullu olasılık gibi isimlerle de anılan frekans oranı metodu, anlaşılır ve uygulaması çok kolay bir olasılık modelidir. Bir olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranı, frekans oranı olarak tanımlanmaktadır (Bonham Carter 1994).

Koşullu olasılık yöntemi ile orman yangınlarının değerlendirilmesinde, yangın çıkmasına etkisi olan faktörler, birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmektedirler. Değerlendirilen

faktörlerin yangın yoğunluklarına göre sınıflandırılarak her bir sınıfa ağırlık değerleri verilir ve yangın yoğunluğuna bağlı olarak da sınıflara puan ataması şeklinde veya faktör sınıflarındaki yangın alanlarının toplam alana oranı ile oluşturulan indekse göre hesap edilmektedir. İki değişkenli istatistiksel yöntemlerden olan frekans oranı yönteminin, avantajlı tarafı uzman görüşüne imkân vermesi, dezavantajlı tarafı ise koşullara bağlı bağımsızlık varsayımını kullanmasıdır (Arca 2015).

Frekans oranı metodu ile duyarlılık haritaları üretilirken, orman yangınına etkileyen her bir faktörün alt kategorileri için hesaplanan frekans oranları dikkate alınır (Altural 2012).





BÖLÜM 4

UYGULAMA

Bu bölümde, çalışma alanının orman yangın duyarlılıkları irdelenmiştir. Orman yangın duyarlılık analizi çalışma alanı olarak; ormanlık alanın yoğunluğu ve de yangın istatistiklerine göre en çok orman yangını görülen İşletme Müdürlüğü olması sebebiyle bünyesinde çalışmakta olduğum Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Karabük Orman İşletme Müdürlüğü sınırları seçilmiştir.

Orman yangın duyarlılık haritalarının elde edilmesi için yükseklik, eğim, bakı, yol hatlarına uzaklık, yerleşime olan uzaklık, yer yüzey sıcaklığı ve meşcere tipi parametreleri kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında orman yangınına duyarlı alanların belirlenmesi için mekansal verilere ilişkin karar verme sürecinde oluşan problemlerin çözümünde birden fazla alternatifte imkan tanıyabilen, birbirinden farklı özelliğe sahip ve bağımsız kriterleri bir arada değerlendirme imkanı veren CBS dayalı ÇKKA yöntemi kullanılmıştır (Ayalew and Yamagishi 2005, Reis vd. 2009, Boroushaki and Malczewski 2008, Makropoulos and Butler 2006).

4.1 ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde yer alan ve yüzölçümü 4.109 km² olan Karabük ili, 40° 57' ve 41° 34' kuzey enlemleriyle 32° 04' ve 33° 06' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kuzeyde Bartın (80 km.), kuzeydoğu ve doğuda Kastamonu (112 km.), güneydoğuda Çankırı (193 km.), güneybatıda Bolu (134 km.), batıda Zonguldak (102 km.) illeriyle komşudur. Karabük aynı zamanda Başkentimiz Ankara'ya 215 km, ülkemizin ticari, sosyal ve nüfus olarak en büyük ili İstanbul'a 396 km uzaklıklardadır (URL-5).

Karabük ili; Merkez, Safranbolu, Yenice, Eskipazar, Eflani ve Ovacık ilçeleri olmak üzere 6 ilçeden oluşmaktadır. Bu tez çalışmasında; Karabük Merkez ve Ovacık ilçelerini kapsayan,

Karabük Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde çalışılmıştır. Çalışma alanının sınırlarının yer bulduru haritası Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Karabük ilinin ekonomisinde demir çelik sanayisi ilk sırada gelir. Ayrıca geniş orman varlığına ve çeşitli bitki örtüsüne ve tarihi değerlere sahiptir. Zonguldak ve Çankırı hattında demiryolu bağlantısı mevcut olup ağırlıklı olarak yük taşımacılığında kullanılmaktadır (Şimşek 2016).

4.1.1 Nüfus ve Coğrafya

Karabük ilinin nüfusu 242.347 iken, Merkez ilçesinin nüfusu 134.406 ve Ovacık ilçesinin nüfusu 3.042 kişidir. İl merkezinin rakımı 278 metredir. Coğrafi yapı olarak engebeli olan Karabük’te büyük düzlükler görülmemektedir. Vadi tabanlarında geniş olmamakla birlikte tarıma müsait araziler bulunmaktadır. Nüfusun büyük kısmı vadi tabanlarına yakın alanlarda kümelenmiştir. Karabük ilinin en önemli akarsuyu Filyos Irmağı’dır. Bu ırmağın iki önemli kolu olan Araç ve Soğanlı çayları il topraklarındaki önemli akarsulardır. Karabük’te büyük doğal göl yoktur. Ovacık’ın kuzeyinde Şamlar Köyü yakınlarında Karagöl adında bir krater gölü bulunmaktadır (URL-6).

Karabük ilinin önemli bir kısmı Kuzey Anadolu Dağları'nın batıda kalan kısmını oluşturan dağların uzantılarından oluşur. Kuzey Anadolu Dağlarının bir parçasını oluşturan ildeki dağlar kıvrım dağlarıdır. Bu dağların yüksekliği 2.000 m. yi geçmez. Karabük'ün kuzeyinde, batıya doğru uzanan geniş bir dağlık alan bulunmaktadır. Çalışma alanındaki en önemli yükseltiler; Merkez ilçede Keltepe (2000 m) ve Ovacık'ta Kırış Tepesi (1400 m) dir (URL-5).

Karabük il merkezinde genel olarak eğim oranı oldukça fazladır. Karabük şehir merkezinde eğimli (%10-20) ve az eğimli (%0-10) morfoloji göze çarparken, şehir merkezinin dışına doğru ise; dik (%20-40) ve çok dik (>%40) morfolojinin olması jeoteknik problemlere yol açmaktadır. Mevcut durum yerleşim olanağını kısıtlamaktadır. Ovacık ilçesi vadilerle parçalanmış plato ve düzlükler üzerinde bulunur ve bu alanı çevreleyen sırt ve dağlar engebeli bir arazi yapısını ortaya çıkarmaktadır (URL-7).

4.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü

Karabük ili, Batı Karadeniz Bölgesinde yer aldığından kısmen Karadeniz İkliminin etkisi altındadır. Ancak kıyıda içeride kalması sebebiyle Karadeniz'in nemli havasından çok karasal iklimin özellikleri ağır basmaktadır (Aksoy 2005).

Yazları serin, kışları ılık geçen bölgede yıllık ortalama sıcaklık 13.5 °C'dir. Ocak ayı sıcaklık ortalaması 3.4 °C, temmuz ayı sıcaklık ortalaması 25.0 °C'dir. Karabük'te ortalama yıllık sıcaklık farkı ise 21.6 °C'dir. Yağışların en fazla İlkbahar ve Kış aylarında görüldüğü Karabük'te gece ile gündüz arasında önemli bir sıcaklık farkı bulunmamaktadır (URL-7).

Dağların geniş yer kapladığı Karabük'te ormanlar son derece yaygındır. İlin yüzölçümünün % 65'i orman, % 22'si tarım alanı kalan kısım ise mera, yerleşim yeri ve diğer alanlar ile kaplıdır.

Karabük Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde 60.348 ha verimli kuru, 15.863 ha bozuk kuru yani 76.211 ha toplam ormanlık saha, 29.546 ha açıklık saha bulunmaktadır (OGM 2017).

Karabük ilindeki temel ağaç türleri Göknar (*Abies bornmuelleriana*), Karaçam (*Pinus nigra*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Kızılcım (*Pinus brutia*), Kayın (*Fagus orientalis*), Meşe (*Quercus*)

ve Gürgen (*Carpinus betulus*)'dir (URL-7). İlin en yüksek dağı olan Keltepe'de 700-800 metreye kadar Kızılçam (*Pinus brutia*), sonraki yükseltilerde Göknar (*Abies bornmuelleriana*) ve karışık ağaç türleri bulunmaktadır. 1700 metreden sonra yüksek dağ çayırları, kekik ve adaçayı gibi bitkiler bulunur. Meşe (*Quercus*), karasal iklimin daha fazla hissedildiği yerlerde öne çıkan ağaç türüdür (Özdoğan 2008).

Karabük Merkez İlçede, ibreli ağaç türleriyle karışık olarak ve yer yer ya da saf topluluklar halinde bulunan Kayın (*Fagus orientalis*) ormanları da önemli bir yer tutar. Özellikle Büyükdüz, Eğriova, Karatepe ve Kışla bölgelerinde yoğun olarak bulunur (Özdoğan 2008).

4.2 ORMAN YANGIN DUYARLILIK ANALİZİ

4.2.1 Orman Yangın Duyarlılık Analizinde Kullanılan Veri Katmanları

Orman yangın duyarlılık değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler kadar kullanılacak parametrelerin de önemli bir rolü vardır. Yani orman yangınına neden olan parametreler doğru seçilirse, üretilecek haritaların, mevcut durumu daha iyi yansıtırıcı özellikte olacağı söylenebilir (Mazman 2005).

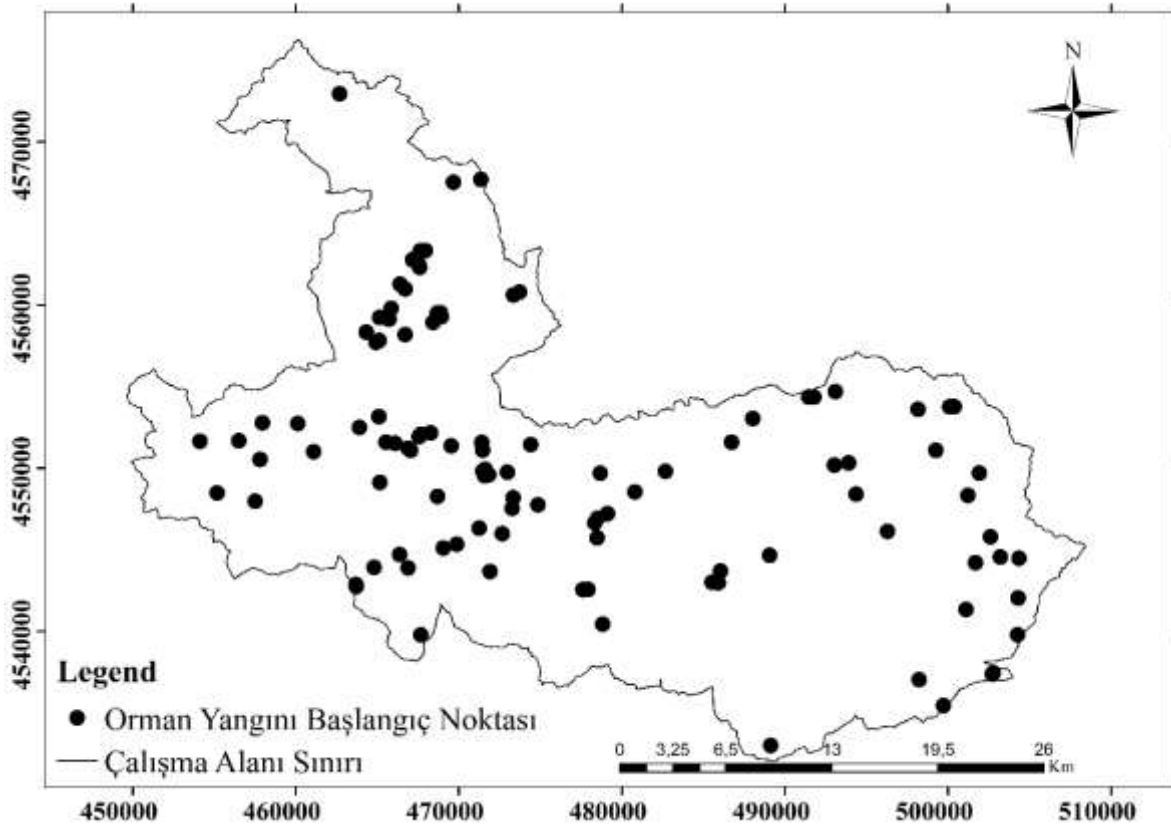
Veri üretimi, Coğrafi bilgi sistemli yapılan uygulamalarda en çok vakit ve dikkat gerektiren işlemlerin başında gelmektedir. Orman yangını risk alanların belirlenmesi için bu çalışmada değerlendirilen faktörler, hem orman yangın envanteri (Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, 2016) hem de literatürden faydalanarak belirlenmiştir. Bu faktörler, yükseklik, eğim, bakı, yol hatlarına uzaklık, yerleşime olan uzaklık, yer yüzey sıcaklığı ve meşcere tipi'dir.

4.2.1.1 Orman Yangın Envanteri

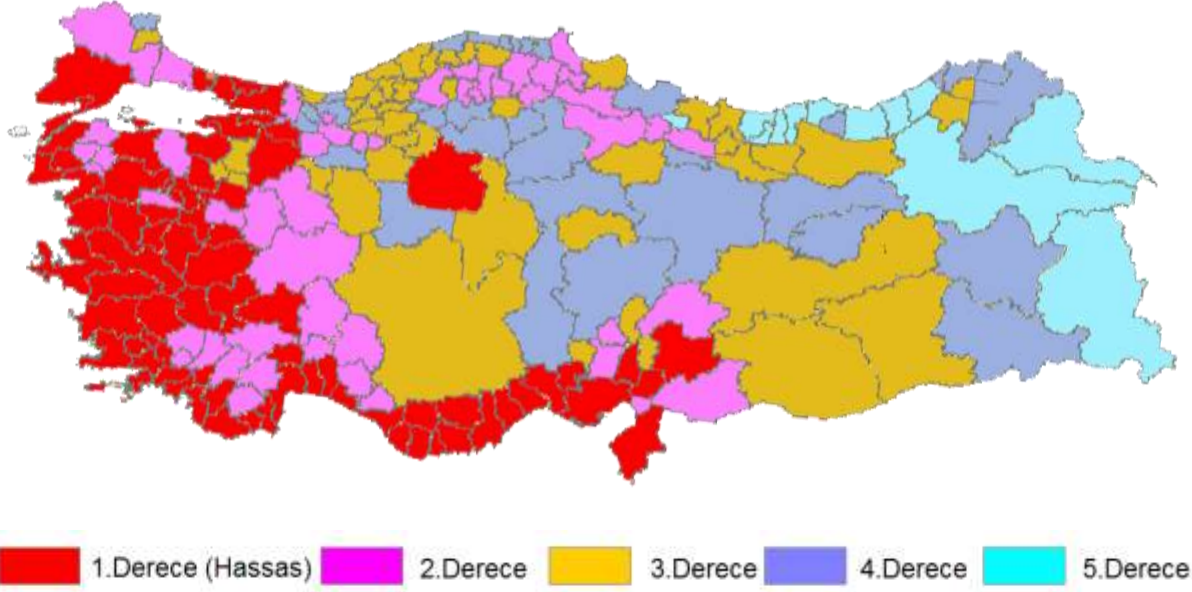
Orman yangın envanter haritaları, arazideki mevcut orman yangın başlangıç noktalarını gösteren haritalardır. Orman yangınlarının konumu ve etkilediği alanın doğru olarak bulunması orman yangın envanter haritalarının hazırlanmasında çok önemlidir. Orman yangın duyarlılık, tehlike ve risk modellemeleri için temel altlık olmasından son derece büyük bir öneme sahiptir. Orman yangın envanter haritalarının amacı orman yangınlarının dağılımlarını göstermektir.

Çalışma alanına ait orman yangın envanter haritası; Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Karabük Orman İşletme Müdürlüğüne ait yangın sicil formlarındaki (2012-2016) 123 adet orman yangınının coğrafi bilgileri ve öznelik bilgilerinin ArcGIS 10 yazılımı ile sayısal ortama aktarılarak oluşturulmuştur (Şekil 4.2).

Çalışma alanı, Orman İşletme Müdürlüklerinin yangına hassaslık derecelerine göre dağılım haritasında ikinci derecede hassasiyet gösteren bir sahadır (Şekil 4.3). Çalışma alanında 2012-2016 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemde 201.18 ha alanı bertaraf eden 123 adet orman yangını kaydedilmiştir (Karabük Orman İşletme Müdürlüğü 2016). Çalışma alanının % 1.84'ünü orman yangınından etkilenmiş alanlar oluşturmaktadır.



Şekil 4.2 Çalışma alanına ait Orman Yangın Envanter Haritası.



Şekil 4.3 Orman İşletme Müdürlükleri itibariyle yangın duyarlılık haritası (OGM 2017).

2012-2016 yılları arasında en fazla yangın 45 adetle 2013 yılında çıkmış, en fazla alan ise 145.31 ha ile 2012 yılında yanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Çalışma alanında 2012-2016 yılları arasında çıkan orman yangınları ve yanan alan.

Yıllar	Orman Yangını	
	Adet	Alan(ha)
2012	24	145.31
2013	45	36.60
2014	24	6.16
2015	11	3.58
2016	19	9.53
Toplam	123	201.18

Çalışma alanı kapsamında 9 tane orman işletme şefliği bulunmaktadır. En fazla yangın 35 adetle Keltepe Orman İşletme Şefliğinde çıkmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Çalışma alanında 2012-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının işletme şefliklerine göre dağılışı.

Orman İşletme Şefliği	Orman Yangını (Adet)
Büyükdüz	1
Dikmen	19
Eğriova	6
Gümelik	12
Karabük	14
Karatepe	17
Keltepe	35
Kışla	11
Ovacık	8
Toplam	123

2012-2016 yıllarını kapsayan çalışma alanında, orman yangınlarının en fazla olduğu mevsim yaz (63 adet), en az olduğu mevsim ise kış (3 adet) mevsimidir. Orman yangınlarının en fazla olduğu ay ise ağustos (33 adet) ayıdır. Bu yıllar arasında aralık ve ocak aylarında hiç orman yangını görülmemiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Çalışma alanında 2012-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının aylara dağılışı.

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Orman Yangını (Adet)	-	3	1	2	17	13	17	33	22	7	8	-	123

Çalışma alanında orman yangınlarının 75 adedinin nedeni belirlenememiştir. Doğal nedenlerden kaynaklı yangın sayısı 32 iken bunlardan 31 adedi yıldırım kaynaklı, 1 adedi ise aşırı kuraklık sonucu çıkan yangınlardır. Kasıt ya da kundaklama sonucu çıkan orman yangın sayısı 2'dir. 2012-2016 yılları arasında çıkan 14 adet orman yangını ise bahçe temizliği, anız yakma, sigara, çoban ateşi, piknik ateşi, cam kırığı, ENH, TCDD, elektrik kontağı (HES), çöplük yanması gibi ihmal ve dikkatsizlik sonucu çıkmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Çalışma alanında 2012-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının çıkma nedenleri.

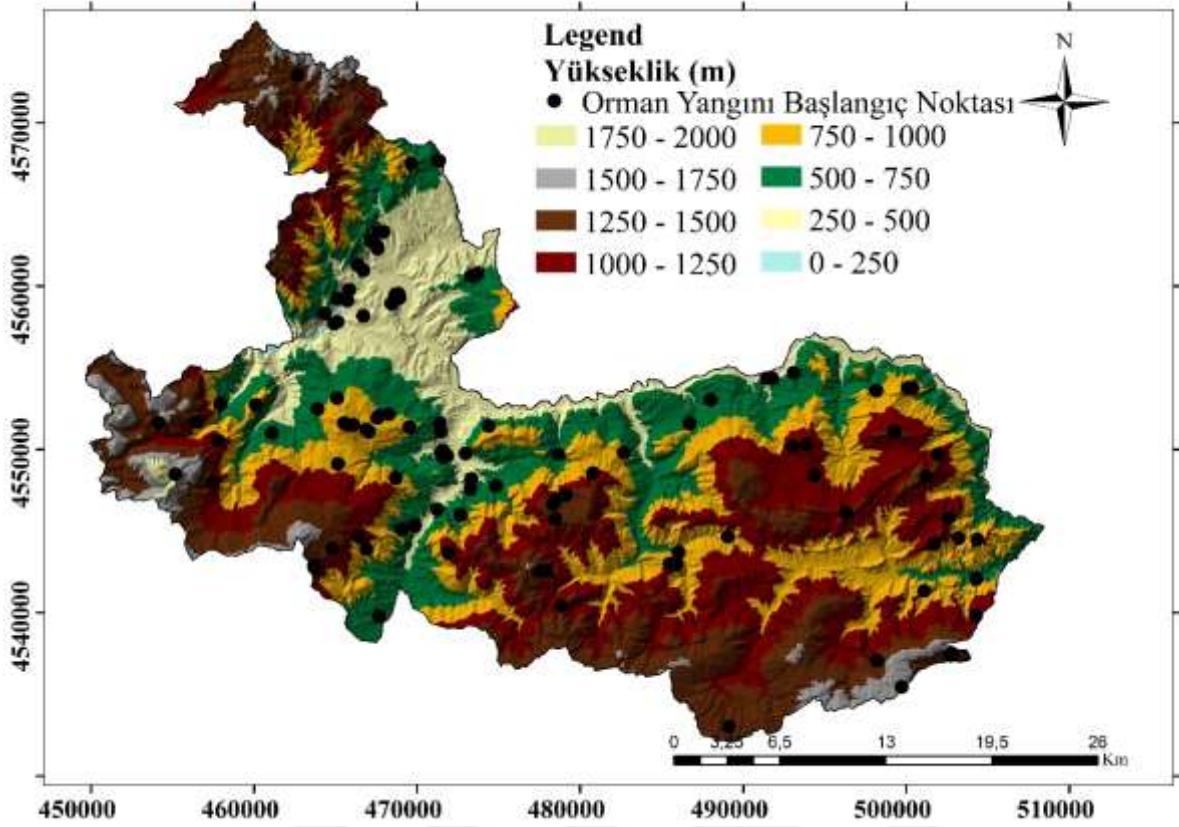
Çıkma Nedeni	Orman Yangını (Adet)
Nedeni Bilinmeyen	75
Doğal Nedenler	32
Kasıt	2
İhmal ve Dikkatsizlik	14
Toplam	123

Çalışma alanına ait orman yangın envanter haritasında yer alan orman yangınlarının, orman yangınlarını hazırlayıcı faktörlerle olan ilişkisi, her parametrenin alt başlığında açıklanmıştır.

4.2.1.2 Yükseklik

Bir noktanın deniz seviyesi ya da lokal bir referans yerinden olan yükseltisine yükseklik denir (Görüm 2006). Orman yangın duyarlılık çalışmalarında sıkça kullanılan parametrelerden biri yüksekliktir. Yüksek bölgelerde sıcaklık değerleri düştüğü için yangın çıkma riski daha azdır (Gai et al. 2011). Öte yandan yükselti arttıkça nem değerinin de düşmesi çıkacak bir yangının yayılma riskinin artırmasını sağlamaktadır (Özelkan 2008).

Yükseklik verisinin CBS analizlerinde kullanılabilmesi için, süreklilik gösteren ve yükseklik değerlerinin yüzeylerle ifade edildiği sürekli verilere ihtiyaç vardır. Bu sürekli veri, “Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model-DEM) olarak bilinmektedir. DEM verisi çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli sayısal topografya paftalarından ArcGIS 10 yazılımında “Create TIN” komut menüsü kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma içerisinde SYM verisinden üretilen yükseklik değerleri 250 m aralıklarla 8 adet sınıfa ayrılarak tanımlanmıştır. Üretilen yükseklik haritası Şekil 4.4’te gösterilmektedir.



Şekil 4.4 Çalışma alanına ait yükseklik ve orman yangın envanter haritası.

Çizelge 4.5'te Orman yangın alansal oranlarının yüzdesi hesaplanırken önce parametre sınıfı içerisindeki orman yangın sayısı aynı parametre sınıfındaki orman yangınından etkilenen alana bölünerek her bir sınıf için B/A değeri elde edilmiştir. B/A değerlerinin elde edilmesinden sonra bu değerler toplanarak, toplam B/A değeri bulunmuştur. Son olarak her bir sınıf için hesaplanan B/A değeri, toplam B/A değerine bölünerek 100 ile çarpılmış ve yangın sayısının alansal oranı (%) değeri elde edilmiştir (Ayalew and Yamagishi 2005, Dağ 2007). Benzer işlemler duyarlılık haritasının üretilmesinde kullanılacak olan tüm parametreler için gerçekleştirilmiştir.

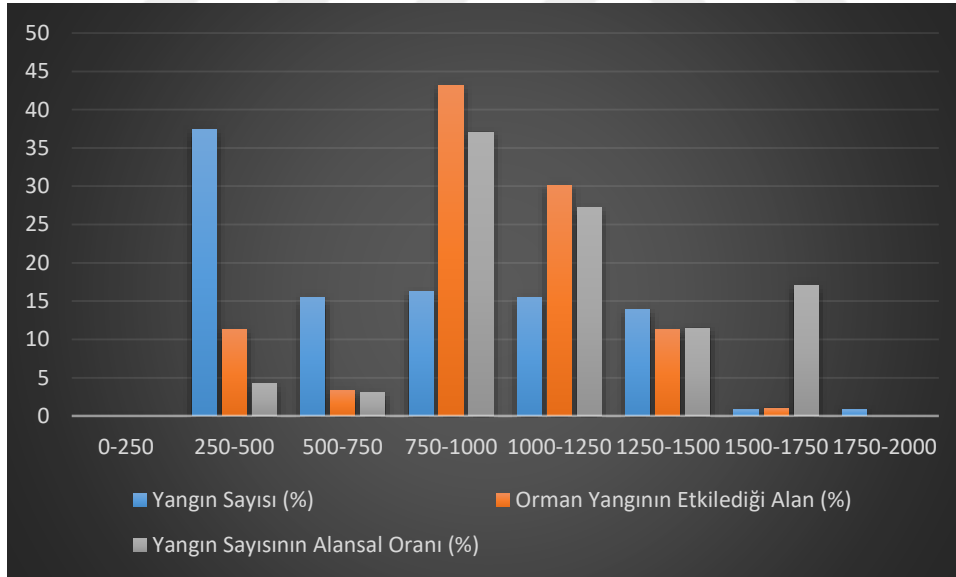
Çalışma alanının 500-1250 m yükseklik aralıkları toplam alanın yaklaşık %66'lık kısmını oluşturmaktadır. 1500 m'nin üzerindeki yükseklikler ise çalışma alanının %4'ünü oluşturmaktadır.

Orman yangınlarından etkilenen alanların yükseklik sınıfları arasındaki % dağılımları incelendiği zaman, mevcut orman yangınlarından etkilenen alanların yaklaşık % 43'ünün 750-1000 m, % 30'unun 1000-1250 m yükseklikleri arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).

Yükseklığe göre orman yangın sayısının alansal yoğunluğu (%) değerlendirildiğinde ise %37.02 ile 750-1000 m yükseklikleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5 Yükseklik sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.

Yükseklik Sınıfları (m)	Yangın Sayısı		Alan		% B/A	Yangın Sayısının Alansal Oranı (%)
	Adet	% (A)	ha	% (B)		
0-250	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
250-500	46	37.40	22.59	11.23	0.30	4.19
500-750	19	15.45	6.71	3.34	0.22	3.07
750-1000	20	16.26	86.70	43.10	2.65	37.02
1000-1250	19	15.45	60.47	30.06	1.95	27.23
1250-1500	17	13.82	22.70	11.28	0.82	11.45
1500-1750	1	0.81	2.00	0.99	1.22	17.04
1750-2000	1	0.81	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	123	100.00	201.18	100.00	7.16	100.00



Şekil 4.5 Yükseklik ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.

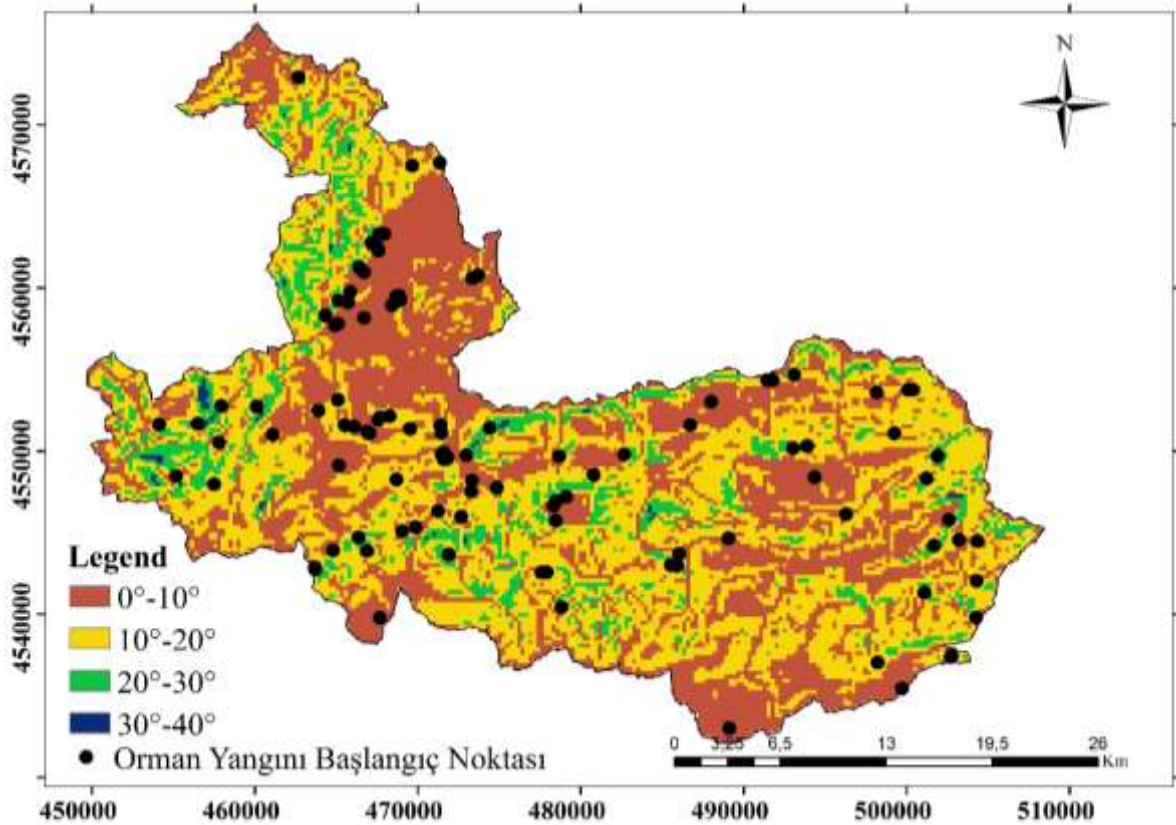
4.2.1.3 Eğim

Eğim, konumları belli iki nokta arasındaki düşey mesafenin yatay mesafesine oranının yüzde ya da derece cinsinden ifadesidir (Destegül 2002).

Orman yangınlarında eğim, hem yangının oranını hem de yönünü etkilediğinden orman yangını duyarlılık çalışmalarında dikkate alınması gereken en önemli faktörlerden biridir. Normalde yüksek eğimli alanlar yangın açısından yüksek risk taşımazlar ancak eğimin fazla olduğu yerlerde yangının ilerleme ve yayılma hızı da fazladır. Çünkü ani eğim değişiklikleri hızlı yüzeysel akışı sağlayarak yüzey yakıtını kurutmakta ve yangının yayılmasını artırmaktadır (Jaiswal et al. 2002, Vadrevu et al. 2010, Gai et al. 2011).

Bu çalışmada eğim verisinin elde edilmesi için çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli sayısal topografya paftalarından üretilen yükseklik haritasından faydalanılmıştır. Üretilen eğim haritasında en düşük eğim derecesi 0 ve en yüksek eğim derecesi 39'dür (Şekil 4.6). Eğim haritası, duyarlılık analizlerinde kullanılmak üzere 10° aralıklı olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır.

Eğim ile orman yangınları arasındaki ilişkiyi incelemek için üretilen eğim haritası ile orman yangın envanter haritası karşılaştırılarak orman yangınlarının eğim sınıflarındaki dağılımları belirlenmiştir. Eğim sınıflarının ve orman yangınlarının etkilediği alanlar ile yangın sayısının alansal oranları (%) hesaplanmıştır (Çizelge 4.6).



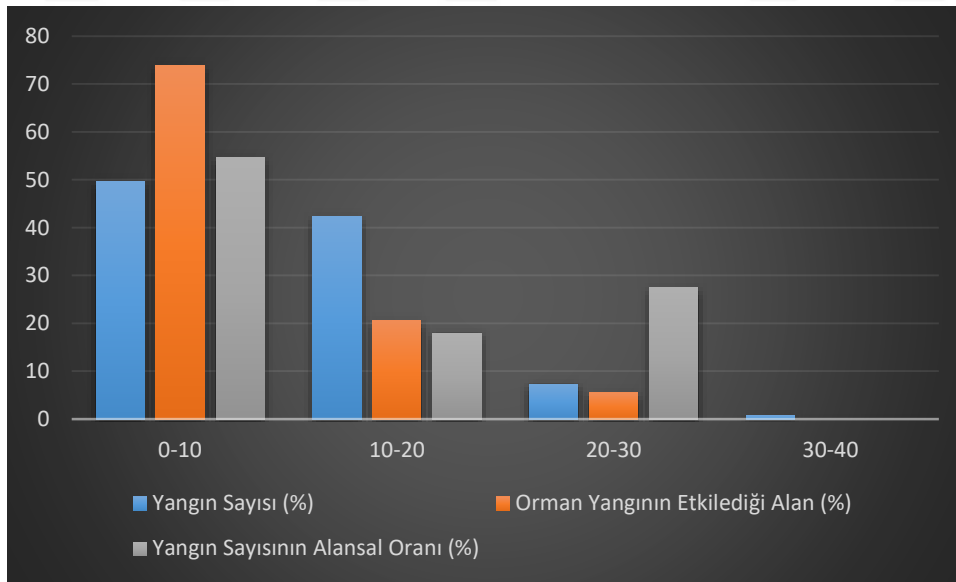
Şekil 4.6 Çalışma alanına ait eğim ve orman yangın envanter haritası.

Çalışma alanının 0°-20° eğim sınıfı toplam alanın % 89.59'unu oluşturmaktadır ve mevcut orman yangınlarının yaklaşık %91.88'i bu eğim sınıfları arasında meydana gelmiştir.

Çizelge 4.6 Eğim sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.

Eğim Sınıfları (°)	Yangın Sayısı		Alan		% B/A	Yangın Sayısının Alansal Oranı (%)
	Adet	% (A)	ha	% (B)		
0-10	61	49.60	148.67	73.90	1.49	54.58
10-20	52	42.28	41.41	20.59	0.49	17.95
20-30	9	7.31	11.09	5.51	0.75	27.47
30-40	1	0.81	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	123	100.00	201.18	100.00	2.73	100.00

Çizelge 4.6'daki değerlerden yararlanarak histogram hazırlanmıştır. Histogram incelendiğinde, mevcut orman yangınlarından etkilenen alanların yaklaşık % 73.90'ını 0°-10°, % 20.59'unu 10°-20° eğim sınıfları arasında oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4.7). Eğim aralığına göre orman yangın sayısının alansal oranı (%) değerlendirildiğinde ise %54.58'sinin 0°-10° eğim sınıfları arasında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.7 Eğim ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.

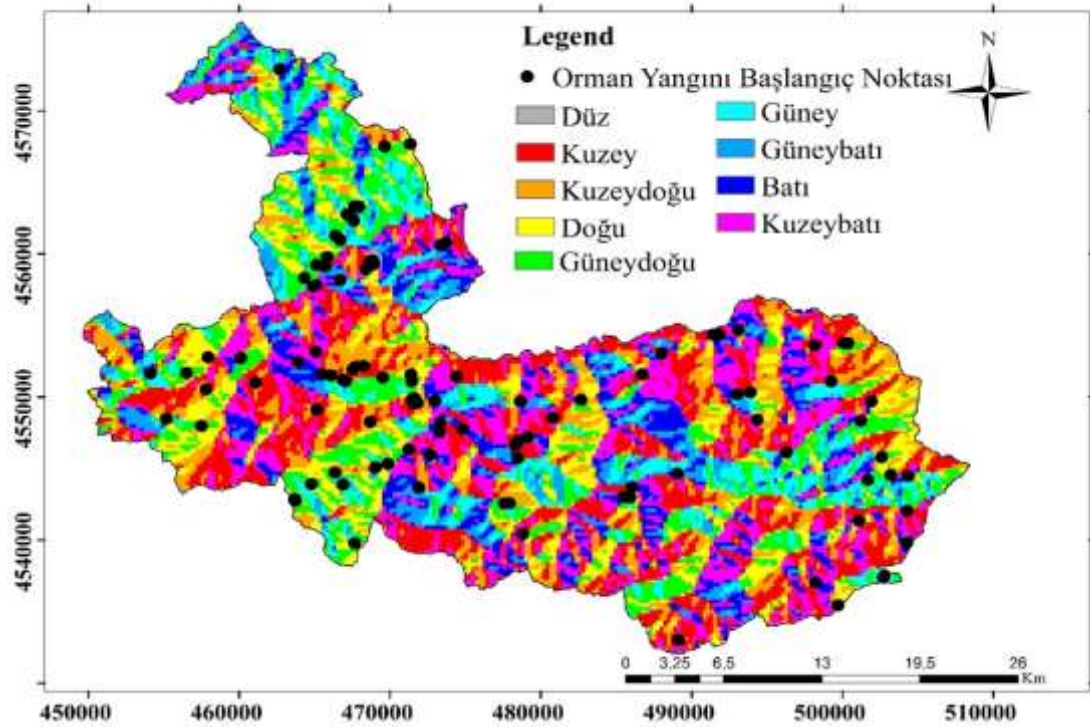
4.2.1.4 Bakı

Bakı arazi yüzeyindeki bir noktadan geçen teğet düzlemin baktığı yön olup derece cinsinden ifade edilir (Yomralıoğlu 2000). Bakı diğer bir deyişle yamaç eğim yönü; 4 ana yön, 4 ara yön ve düz alanlarla birlikte toplamda 9 yön grubundan oluşmaktadır.

Bakı faktörü; yüzeylerdeki nem, yağış, rüzgar, güneşlenme süresi ve şiddeti gibi doğal ortam özellikleri üzerinde yönlendirici rol oynadığı için arazi kullanım planları, ormancılık, bitki ekolojisi, yer seçimi ve planlamada etkili unsurlardan biridir (Görüm 2006, Özelkan 2008).

Bakı orman yangınlarında etkili bir topoğrafik faktördür. Ülkemizin de yer aldığı Kuzey Yarım Kürede, güneye bakan yamaçlarda güneşlenme süresi fazla olduğu için sıcaklık fazladır. Buna bağlı olarak yangın çıkma riski de fazladır (Özelkan 2008).

Yamaç yönelim değişimi (bakı) verilerinin hesaplanmasında da çalışma alanına ait oluşturulan sayısal arazi modelinden (SYM) faydalanılmıştır. Bu değer, orman yangın duyarlılık değerlendirmesi aşamalarında güneşlenme süresi ve nem koşulları üzerinde etkili olması nedeniyle çok önemli veri kaynağını oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında üretilen Bakı haritası (Şekil 5.9), -1° kısım düzlük bölgeleri (deniz, göl, vs.), 0° - 360° aralığı ise 22.5° 'lik aralıklarda 9 coğrafi yönü kapsamaktadır. Düz yüzey (-1°), kuzey (0° - 22.5°), kuzey doğu (22.5° - 67.5°), doğu (67.5° - 112.5°), güney doğu (112.5° - 157.5°), güney (157.5° - 202.5°), güney batı (202.5° - 247.5°), kuzey (247.5° - 292.5°), kuzey batı (292.5° - 337.5°) ve kuzey (337.5° - 360°) şeklindedir. Minimum değer -1 , en fazla değer 360 derecedir.



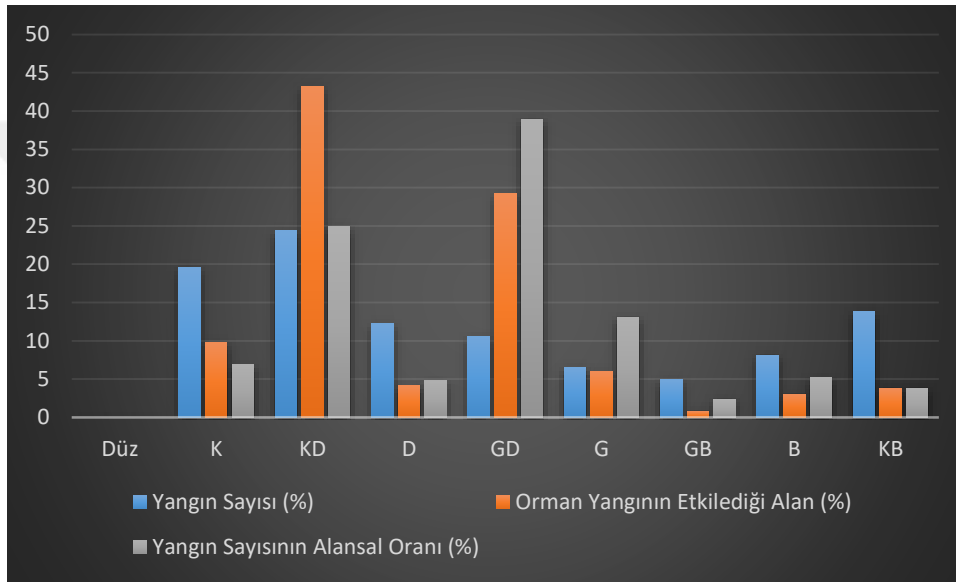
Şekil 4.8 Çalışma alanına ait bakı ve orman yangın envanter haritası.

Çalışma alanında tespit edilen orman yangınları bakı haritası ile karşılaştırılarak farklı bakı yönleri ile orman yangınları arasındaki ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.8). Üretilen bakı haritasında yamaç eğim yönleri dikkate alınarak 9 farklı eğim yönü (bakı) sınıfı ayrılmıştır. Çalışma alanındaki bakı sınıflarının ve orman yangınlarının yangınlardan etkilenen toplam alan içerisindeki dağılımları (%) ve orman yangın sayısının alansal oranı hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Bakı sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.

Bakı Sınıfları	Yangın Sayısı		Alan		% B/A	Yangın Sayısının Alansal Oranı (%)
	Adet	% (A)	ha	% (B)		
Düz	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuzey	24	19.51	19.55	9.72	0.49	6.89
Kuzeydoğu	30	24.39	86.91	43.20	1.77	24.89
Doğu	15	12.20	8.37	4.16	0.34	4.78
Güneydoğu	13	10.57	58.83	29.24	2.77	38.96
Güney	8	6.50	12.12	6.02	0.93	13.08
Güneybatı	6	4.88	1.69	0.84	0.17	2.39
Batı	10	8.13	6.09	3.03	0.37	5.21
Kuzeybatı	17	13.82	7.62	3.79	0.27	3.80
Toplam	123	100.00	201.18	100.00	7.11	100.00

Mevcut orman yangın sayısı değerleri ve yangınlardan etkilenen alanların alansal dağılımları dikkate alınarak çalışma alanı için histogram hazırlanmıştır (Şekil 4.9). Histogram incelendiğinde çalışma alanının kuzeydoğu (%24.39) ve kuzeye (%19.51) bakan yamaçların diğer yönlerle oranla daha fazla orman yangını olduğu görülmektedir. Benzer şekilde orman yangınlarından etkilenen alanların oranı da kuzeydoğuya bakan yamaçlarda (%43.20) ve güneydoğuya bakan yamaçlarda (%29.24) diğerlerine oranla fazladır. Yangın sayısının alansal oranlarına (%) göre bakı yönleri değerlendirildiğinde ise güneydoğu, kuzeydoğu ve güneye bakan yamaçlarda diğerlerine oranla fazladır.



Şekil 4.9 Bakı ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.

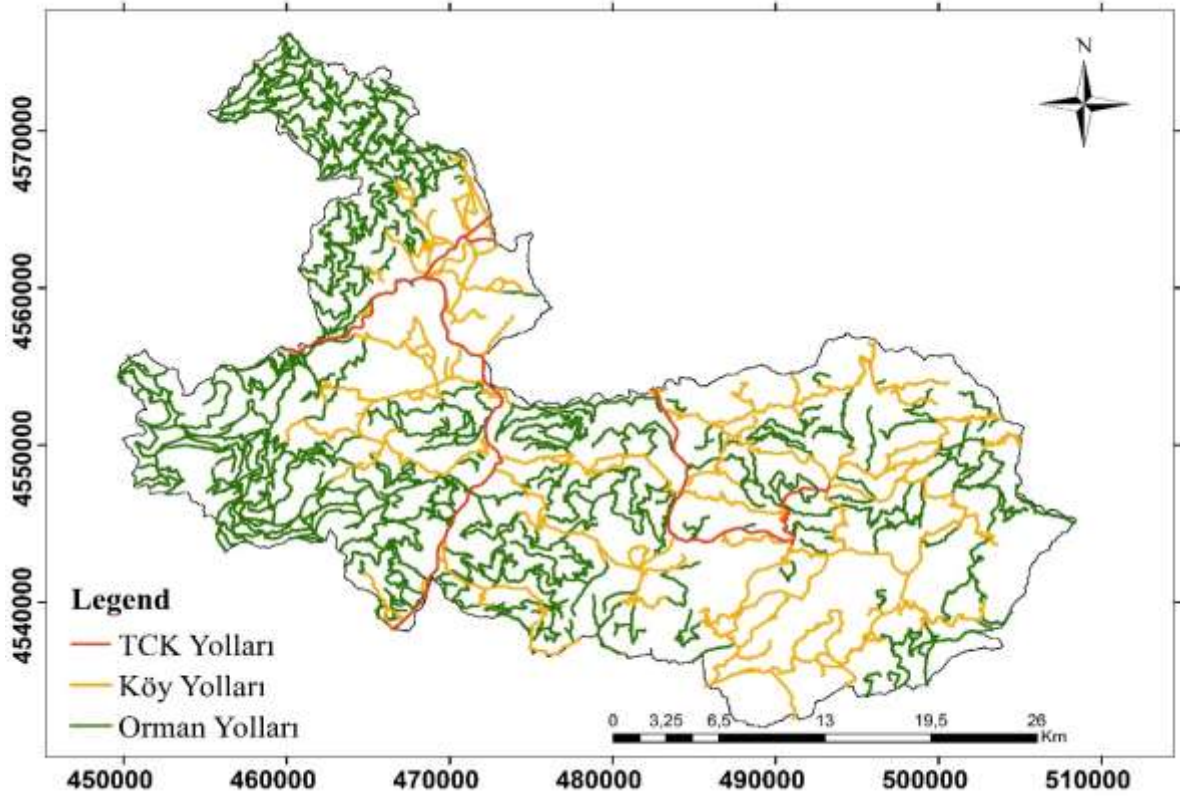
4.2.1.5 Yol Hatlarına Uzaklık

Orman yangınlarının bir bölümü doğal kaynaklı olabildiği gibi insan kaynaklı olarak da ortaya çıkmaktadır. Üzerinde insan, araç hareketi ve aktiviteleri olması nedeniyle yollar; insan kaynaklı yangınların oluşması için geniş bir zemin sağlamaktadır. Genelde yola yakın olan ormanların bölümleri yangın riski açısından yüksek alanlardır (Karabulut vd. 2013).

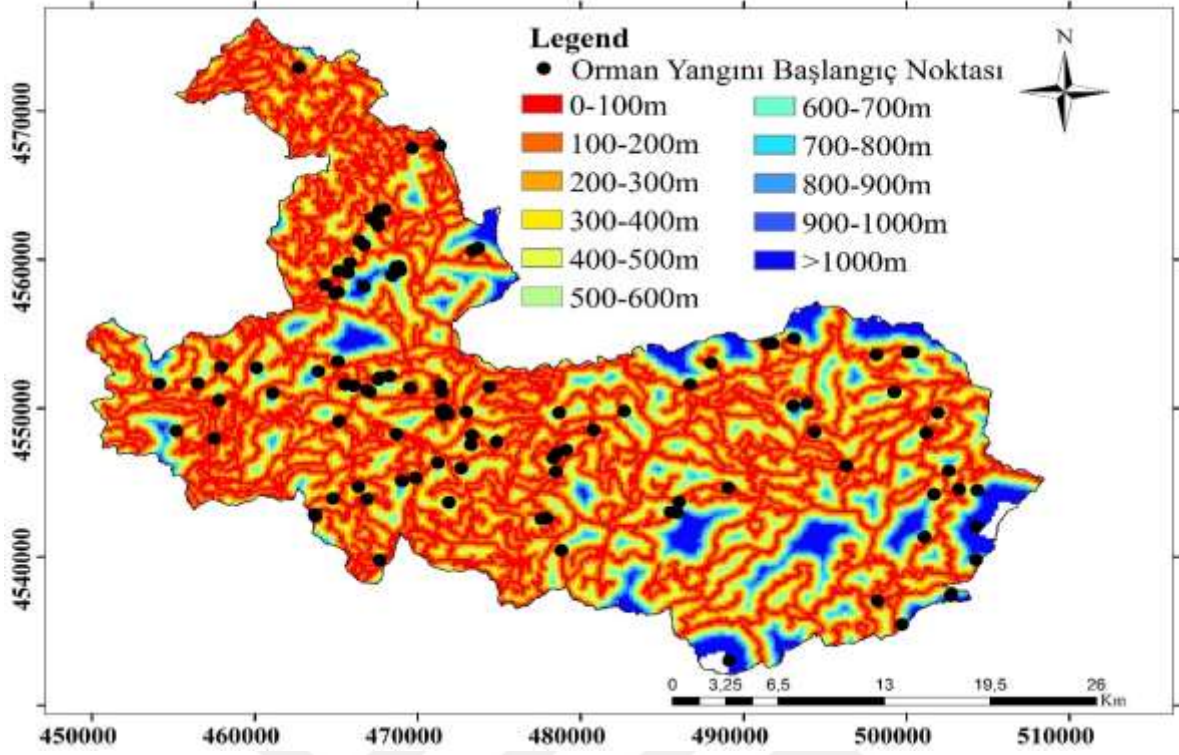
Çalışma alanına ait yol ağı haritası Şekil 4.10'da sunulmuştur. Yol faktörünün orman yangın duyarlılığı üzerindeki etkisinin araştırılması için 100 metrelik aralıklarla tampon bölgeler oluşturulmuştur (Şekil 4.11).

Yol hatlarına uzaklık ile orman yangınları arasındaki ilişkiyi incelemek için yol hatlarına uzaklık haritaları ile orman yangın envanter haritası çakıştırılmış, oluşturan tampon bölgelerin, alanlarının % değerleri, orman yangınlarından etkilenen alanların % değerleri ve yangın sayısının alansal oran % değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8’de hesaplanan değerler dikkate alınarak yol hatlarına uzaklık sınıflarına ait histogram hazırlanmıştır (Şekil 4.12). Histogram incelendiğinde, çalışma alanının orman yangın alansal oranı dikkate alındığında 0-100 m, 300-400 m ve 600-700 m sınıflarının diğer sınıflara göre daha yüksek olduğu görülmüştür.



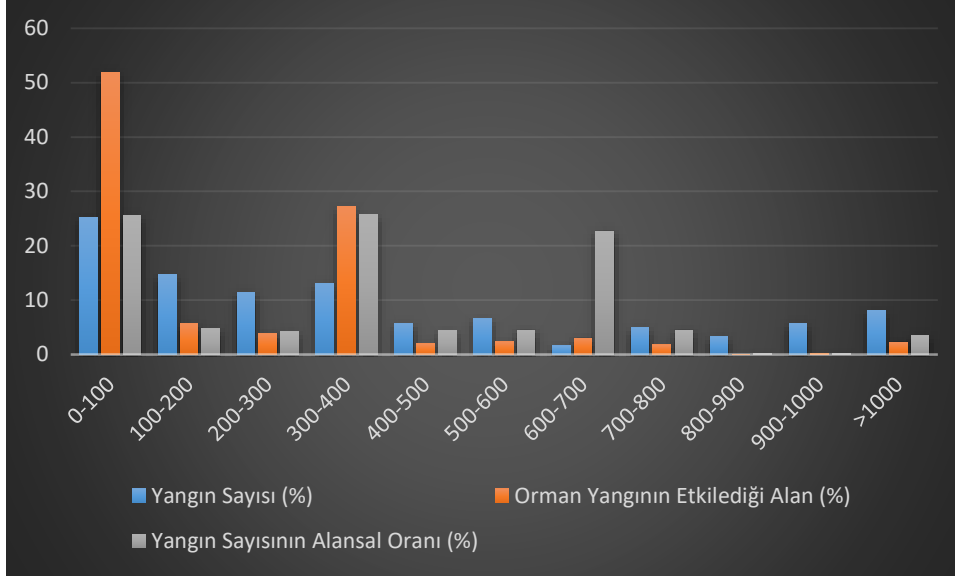
Şekil 4.10 Çalışma alanına ait yol ağı haritası.



Şekil 4.11 Çalışma alanına ait yol ağı tampon ve orman yangın envanter haritası.

Çizelge 4.8 Yol hatlarına uzaklık sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.

Yol Hatlarına Uzaklık Sınıfları (m)	Yangın Sayısı		Alan		%	Yangın Sayısının Alansal Oranı (%)
	Adet	% (A)	ha	% (B)		
0-100	31	25.21	104.33	51.86	2.06	25.49
100-200	18	14.63	11.30	5.62	0.38	4.70
200-300	14	11.38	7.71	3.83	0.34	4.21
300-400	16	13.01	54.56	27.12	2.08	25.74
400-500	7	5.69	4.02	2.00	0.35	4.33
500-600	8	6.50	4.73	2.35	0.36	4.46
600-700	2	1.63	6.02	2.99	1.83	22.65
700-800	6	4.88	3.54	1.76	0.36	4.45
800-900	4	3.25	0.14	0.07	0.02	0.25
900-1000	7	5.69	0.29	0.14	0.02	0.25
>1000	10	8.13	4.54	2.26	0.28	3.47
Toplam	123	100.00	201.18	100.00	8.08	100.00

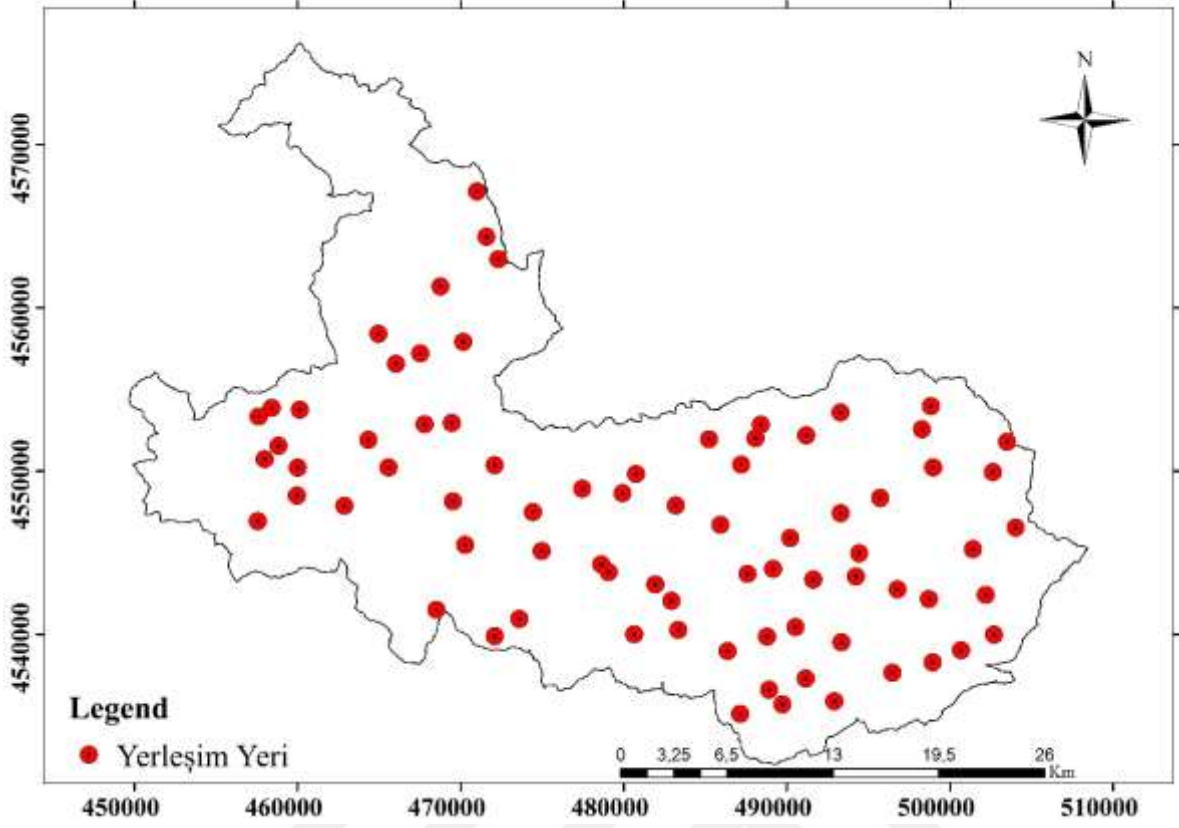


Şekil 4.12 Yol hatlarına uzaklık ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.

4.2.1.6 Yerleşime Olan Uzaklık

Ormanların tıpkı yollar gibi yerleşime yakın olan bölümleri de insan aktiviteleri, kaza ya da ihmal sonucu yangınların ortaya çıkmasında yüksek risk oluşturur (Jaiswal vd. 2002, Erten vd. 2005, Joaquim vd. 2007). Öte yandan günümüzde insan aktivitelerinin geniş alanlara yayılmış olması yerleşmelerden uzak alanlarda da yangın riskinin artmasına neden olmaktadır (Karabulut vd. 2013).

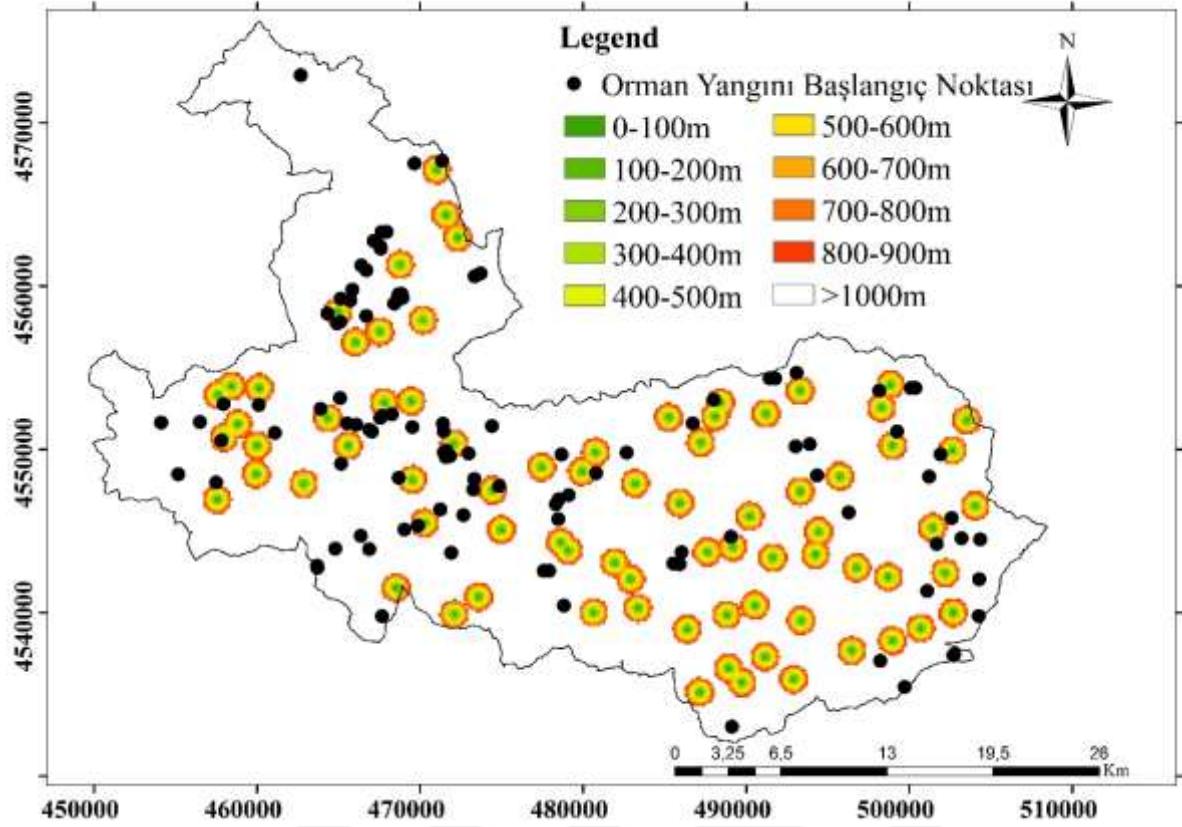
Çalışma alanına ait yerleşim haritası Şekil 4.13'te sunulmuştur. Yerleşim faktörünün orman yangın duyarlılığı üzerindeki etkisinin araştırılması için 100 metrelik aralıklarla tampon bölgeler oluşturulmuştur (Şekil 4.14).



Şekil 4.13 Çalışma alanına ait yerleşim yeri haritası.

Yerleşime olan uzaklık ile orman yangınları arasındaki ilişkiyi incelemek için yerleşime olan uzaklık haritası ile orman yangın envanter haritası çakıştırılmış, oluşturan tampon bölgelerin, alanlarının % değerleri, orman yangınlarından etkilenen alanların % değerleri ve yangın sayısının alansal oran % değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.9).

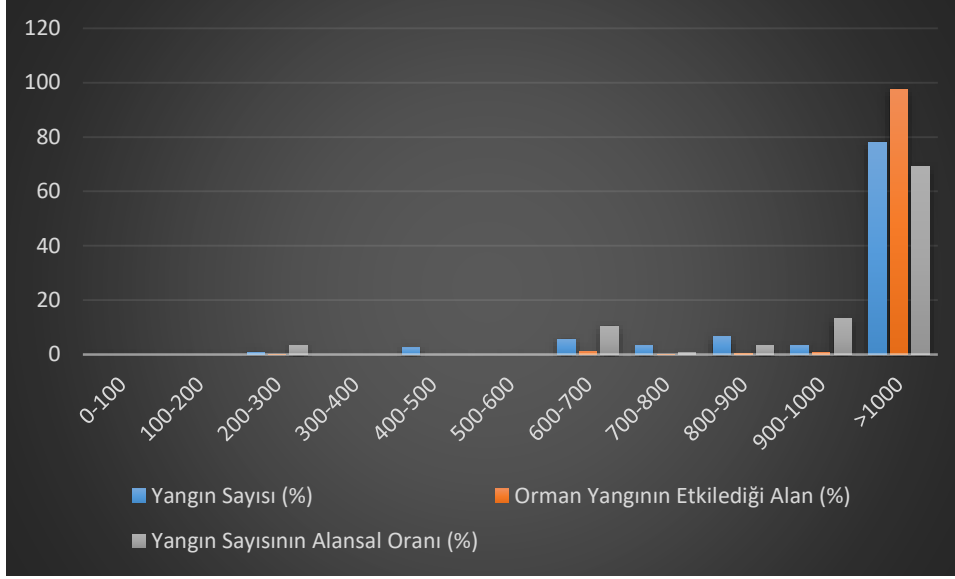
Çizelge 4.9'da hesaplanan değerler dikkate alınarak yerleşime olan uzaklık sınıflarına ait histogram hazırlanmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.14 Çalışma alanına ait yerleşime olan uzaklık ve orman yangın envanter haritası.

Çizelge 4.9 Yerleşime olan uzaklık sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.

Yerleşime Olan Uzaklık Sınıfları (m)	Yangın Sayısı		Alan		% B/A	Yangın Sayısının Alansal Oranı (%)
	Adet	% (A)	ha	% (B)		
0-100	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100-200	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200-300	1	0.81	0.10	0.05	0.06	3.31
300-400	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400-500	3	2.45	0.01	0.00	0.00	0.00
500-600	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
600-700	7	5.69	2.24	1.11	0.19	10.50
700-800	4	3.25	0.10	0.05	0.01	0.55
800-900	8	6.50	0.73	0.37	0.06	3.31
900-1000	4	3.25	1.56	0.78	0.24	13.26
>1000	96	78.05	196.44	97.64	1.25	69.07
Toplam	123	100.00	201.18	100.00	1.81	100.00



Şekil 4.15 Yerleşime olan uzaklık ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.

4.2.1.7 Yer Yüzey Sıcaklığı

Yer yüzey sıcaklığı (YYS); sayısal hava tahmini, kuraklık indeksi, iklimsel çeşitlilik, atmosferdeki enerji ve su döngüsünün belirlenmesi gibi bir çok ekolojik modellemede önemli rol oynayan bir parametredir (Şahin vd. 2011).

Günümüzde YYS, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün kurduğu bölgesel istasyonlar yardımıyla, yapay sinir ağları ya da uzaktan algılama vb. çalışmalar ile belirlenebilmektedir (Şenkal 2016).

Uzaktan algılama teknikleri ile YYS elde etmek için en çok kullanılan yöntemler;

- Bölünmüş pencere (split-window) yöntemi
- Sıcaklık/yayınırılık ayırma (temperature/emissivity separation) yöntemi
- Tek pencere (mono-window) algoritması
- Tek kanal (single channel) yöntemidir (Şekertekin vd. 2015).

Çalışmada, YYS haritasını elde edebilmek için, tek pencere(mono-window) algoritmasından faydalanılarak, Landsat 8 TM görüntüsü ile Meteoroloji Müdürlüğünden alınan Landsat görüntüsüyle aynı tarihteki meteorolojik veriler (sıcaklık ve nem) kullanılmıştır. YYS çıkarımı için Landsat 8 uydusuna ait kırmızı (4.Band), yakın kızılötesi (5.Band) ve termal (10.

Band) bandları kullanılması yeterlidir. Mono-window algoritması için ise; yayınlık, atmosferik geçirgenlik ve ortalama atmosferik sıcaklık olmak üzere üç ana parametre gerekmektedir. Ayrıca mono-window algoritması uygulanırken aşağıdaki işlem adımlarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Şekertekin vd. 2015).

- Parlaklık değerlerinin spektral radyans değerlerine dönüştürülmesi,
- Spektral radyans değerlerinin yansıtım değerlerine dönüştürülmesi,
- Radyans değerlerinin parlaklık sıcaklığı değerlerine dönüştürülmesi,
- Yer yüzey yayınlık (ϵ_i) hesabı,
- Atmosferik geçirgenlik hesabı,
- Ortalama atmosferik sıcaklık (T_a) hesabı,
- Tek pencere algoritması ile YYS hesabı.

Parlaklık ve kontrast düzetmesi için parlaklık değerlerinin radyans değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Genellikle termal bandlara uygulanan, parlaklık değerlerinin radyans değerlerine dönüştürülmesi işlemi için eşitlik 4.1' deki denklem kullanılmaktadır (Şekertekin vd. 2015).

$$L_\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (4.1)$$

Burada, radyans değeri L_λ , banda özel çarpımsal yeniden ölçekleme değeri M_L , banda özel toplamsal yeniden örnekleme değeri A_L , dijital piksel değerleri ise Q_{cal} ile ifade edilmektedir.

Dünya-güneş mesafesi ve solar yükseklik açısı gibi gezegensel ve sensör etkilerini düzeltmek için parlaklık değerlerinin yansıtım değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem için eşitlik 4.2' deki denklem kullanılmaktadır (Şekertekin vd. 2015).

$$\rho_\lambda = \frac{M_p Q_{cal} + A_p}{\sin Q_{SE}} \quad (4.2)$$

Burada, yansıtım değerleri ρ_λ , banda özel çarpımsal yeniden ölçekleme değeri M_p , banda özel toplamsal yeniden örnekleme değeri A_p , güneş yükseklik açısı ise Q_{SE} ile ifade edilmektedir.

Radyans değerlerinin parlaklık sıcaklığı değerlerine donusturulmesi işlemi ise; eşitlik 4.3'deki denklem ile gerçekleştirilmektedir.

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (4.3)$$

Burada, sensördeki parlaklık sıcaklık değeri T, birinci kalibrasyon sabiti K₁, ikinci kalibrasyon sabiti K₂, sensördeki spektral radyansı ise L_λ ile ifade edilmektedir. Landsat 8 uydusu için uydu metadata dosyasından alınan kalibrasyon sabitleri K₁=774.8853 ve K₂=1321.0789 değerlerindedir.

Bitki rtusu belirlemek için uzaktan algılama alanında sıklıkla kullanılan NDVI değerleri yardımıyla yüzey yayınlık hesabı yapılabilmektedir. NDVI hesabı eşitlik 4.4'teki denklem ile hesaplanmaktadır.

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (4.4)$$

Bu denklemde, NIR yansıtım değerleri hesaplanmış goruntulerden 5.bant olan yakın kızılotesini, R ise 4.bant olan kırmızı bantı ifade etmektedir.

NDVI tabanlı yayınlık goruntusu elde edebilmek için gerekli koşul değerleri izelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Koşul denklemleri.

NDVI ≤ 0	0.979-Kırmızı bant yansıma*0.035
0 < NDVI ≤ 0.727	1.00094+log(NDVI*0.047)
NDVI < 1	0.99

Algoritmanın diğer adımı olan atmosferik geçirgenlik, su buharı içeriği kullanılarak tahmin edilebilir. Su buharı içeriği ise ya meteorolojik istasyonlardan temin edilir ya da bağıl nem ve yakın yüzey sıcaklığı değerleri ile hesaplanır. Su buharı içeriğine bağlı atmosferik geçirgenlik tahmininde kullanılabilecek denklemler izelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Su buharı ile atmosferik geçirgenlik tahmini.

Profiller	Su Buharı (w _i)(g/cm ²)	Geçirgenlik tahmini Denklemi (T _i)	Korelasyon	Karesel Ortalama Hata
Yüksek Hava Sıcaklığı	0.4-1.6	0.974290-0.08007xW _i	0.99611	0.002368
	1.6-3.0	1.031412-0.11536xW _i	0.99827	0.002539
Düşük Hava Sıcaklığı	0.4-1.6	0.982007-0.09611xW _i	0.99563	0.003340
	1.6-3.0	1.053710-0.14142xW _i	0.99899	0.002375

Atmosferik geçirgenlik hesabı yapıldıktan sonra sıra ortalama atmosferik sıcaklık (T_a) hesabına gelir. Bulunan bölgeye göre Çizelge 4.12'deki denklemler ile yakın yüzey sıcaklığına bağlı olarak ortalama atmosferik sıcaklık hesaplanır (Şekertekin vd. 2015).

Çizelge 4.12 Ortalama atmosferik sıcaklık tahmini.

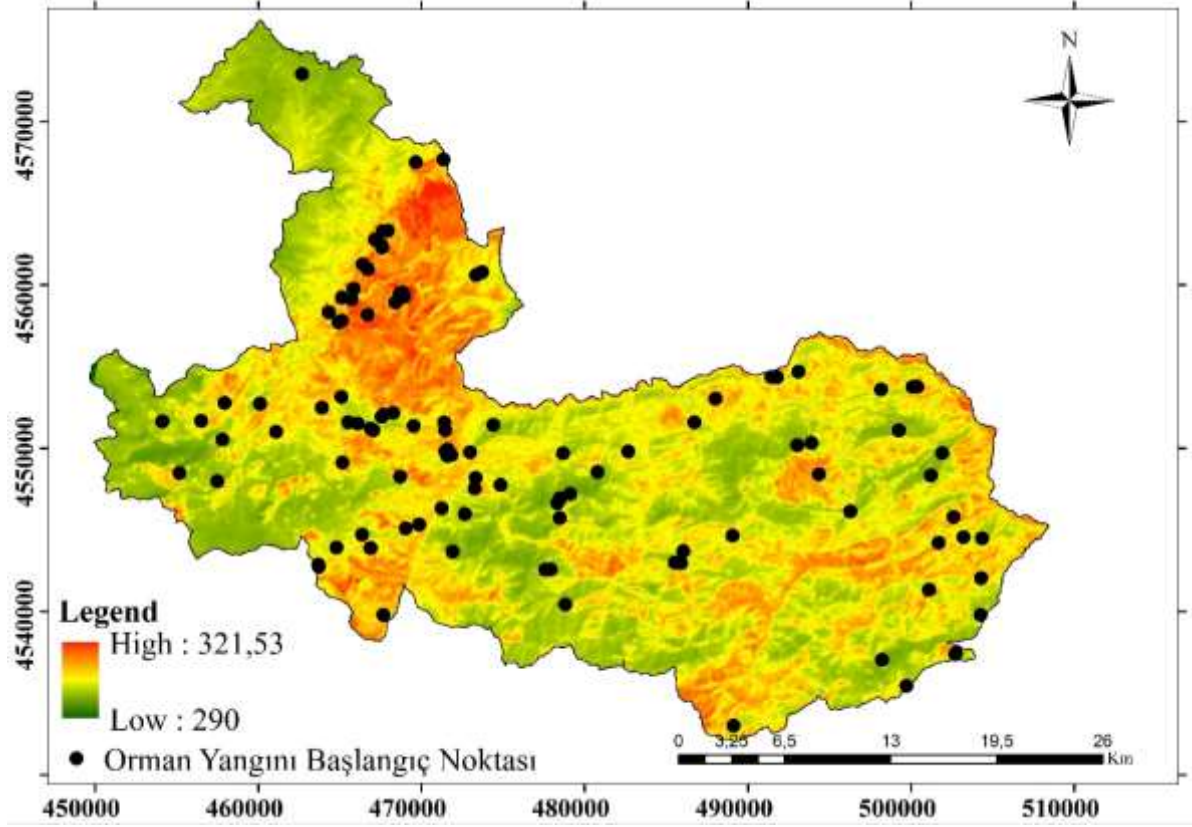
Bölge	Ortalama Atmosferik Sıcaklık Denklemi (K)
USA 1976	T _a =25.9396+0.88045xT ₀
Tropikal	T _a =17.9769+0.91715xT ₀
Orta Meridyen Yaz	T _a =16.0110+0.92621xT ₀
Orta Meridyen Kış	T _a =19.2704+0.91118xT ₀

Tek pencere algoritması ile YYS hesabı; algoritmanın son aşaması olup eşitlik 4.5'te gösterilen denklem ile gerçekleştirilir.

$$T_s = \{ a.(1-C-D) + [b.(1-C-D) + C + D]. T_i - D. T_a \} \div C \quad (4.5)$$

Bu denklemdede; a ve b algoritma sabitleri olup, a = -67.355351, b = 0.458606, C = ε_i x τ_i, D = (1- τ_i) [1+ (1-ε_i) x τ_i] şeklindedir. Kelvin cinsinden yer yüzey sıcaklığını T_s , Kelvin cinsinden parlaklık sıcaklığını T_i, yayınlırlığı ε_i, atmosferik geçirgenliği τ_i ve ortalama atmosferik sıcaklığı ise T_a ile ifade edilmektedir (Şekertekin vd. 2015).

Tüm bu tek pencere algoritmasının adımları kullanılarak Erdas Imagine yazılımının modeller sekmesi ile bir model oluşturularak ön işleme sürecinden geçirilen görüntüler gerekli parametreler hesaplanıp modele yazılması ile otomatik olarak işlenmektedir.



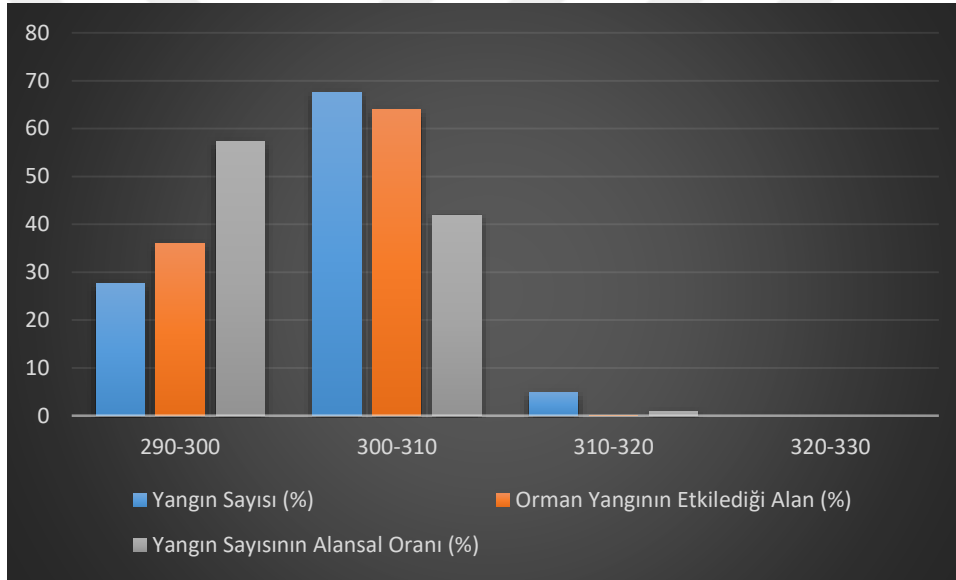
Şekil 4.16 Çalışma alanına ait 17.7.2016 tarihli yer yüzey sıcaklığı ve orman yangın envanter haritası.

Yer yüzey sıcaklığı (YYS) ile orman yangınları arasındaki ilişkiyi incelemek için bu çalışma için üretilen YYS haritası ile orman yangın envanter haritası çakıştırılmış (Şekil 4.16) ve orman yangınlarından etkilenen alanların % değerleri ve yangın sayısının alansal oran % değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13'te hesaplanan değerler dikkate alınarak yer yüzey sıcaklığı sınıflarına ait histogram hazırlanmıştır (Şekil 4.17). Histogram incelendiğinde 300-310 °K (%67.48) ve 290-300 °K (%27.64) sınıflarında diğer sınıflara oranla daha fazla orman yangını olduğu görülmektedir. Orman yangınlarından etkilenen alanların oranı incelendiğinde ise toplam alanın %63.97'sini 300-310 °K sınıf aralığı ve % 35.93'ünü 290-300 °K sınıf aralığının oluşturduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.13 Yer Yüzey sıcaklığı sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.

Yer Yüzey Sıcaklığı Sınıfları (°K)	Yangın Sayısı		Alan		% B/A	Yangın Sayısının Alansal Oranı (%)
	Adet	% (A)	ha	% (B)		
290-300	34	27.64	72.29	35.93	1.30	57.27
300-310	83	67.48	128.69	63.97	0.95	41.85
310-320	6	4.88	0.20	0.10	0.02	0.88
320-330	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	123	100.00	201.18	100.00	2.27	100.00

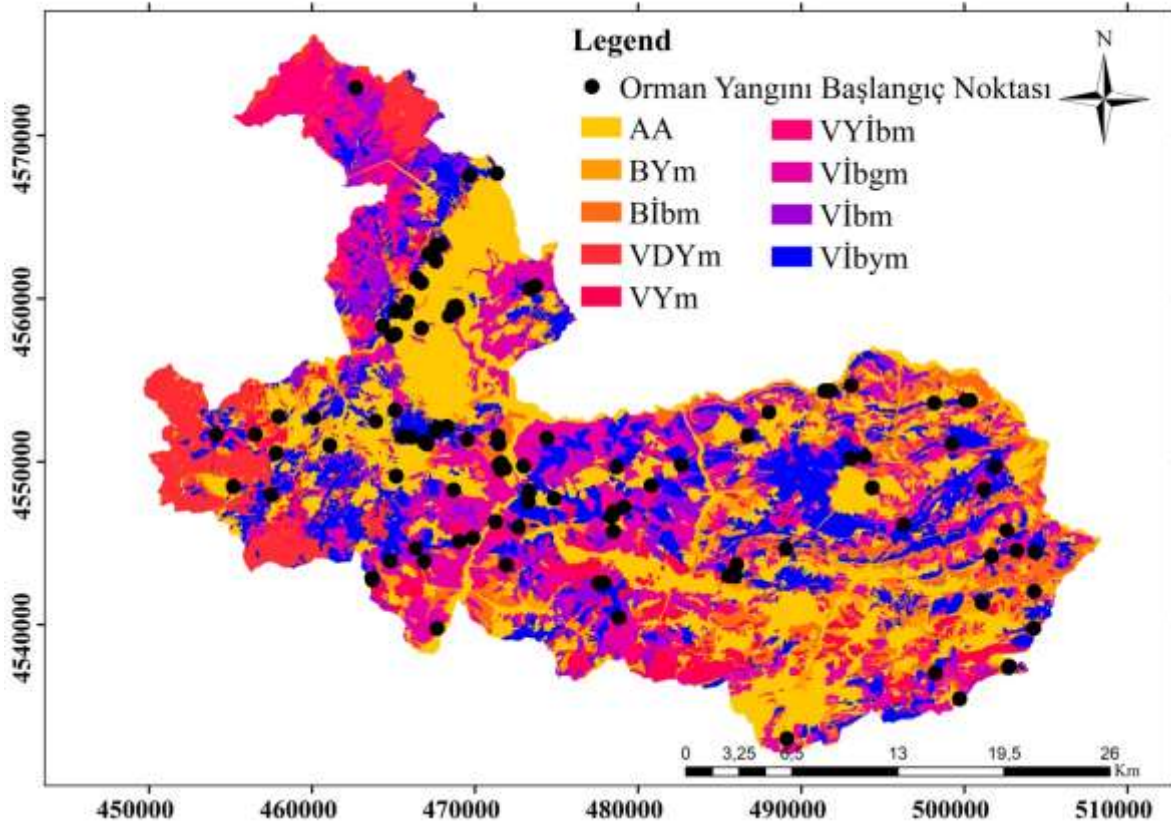


Şekil 4.17 Yer Yüzey sıcaklığı ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.

4.2.1.8 Meşcere Tipi

Bitki örtüsü, orman yangınlarının başlangıç noktasını ve yangın davranışını belirleyen en önemli faktörlerdendir (Erten vd. 2005, Van de Water and Safford 2011). Bitkilerin su isteklerine göre, her bitkinin yangına karşı gösterdiği tepki farklıdır. Yani bitkilerden su isteği az olanlar, su istekleri çok olanlara göre yangına karşı daha çok duyarlılık gösterir (Karabulut vd. 2013).

Çalışma alanına ait meşcere tipi haritası Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışma alanına 365 adet meşcere tipi girerken orman yangını çıkan yerlerde 52 adet meşcere tipi girmektedir. Meşcere tiplerinin fazlalığı yüzünden ağaç sınıfı, gelişim çağı(genç, yaşlı), ibrelili ya da yapraklı, tepe kapallığı, verimlilik durumlarına göre meşcere tipleri kendi içlerinde gruplandırılmıştır. Böylece çalışma alanına ait meşcere tipi haritası; Verimli İbrelili genç meşcere (Vİbgm), Verimli İbrelili yaşlı meşcere (Vİbym), Verimli İbrelili Yapraklı meşcere (Vİbm), Boşluklu kapalı İbrelili meşcere (Bİbm), Verimli Değişik Yaşlı meşcere (VDYm), Verimli Yapraklı İbrelili meşcere (VYİbm), Verimli Yapraklı meşcere (VYm), Boşluklu kapalı Yapraklı meşcere (BYm), Açıklık Alanlar ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar (AA) olmak üzere 9 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4.18). Meşcere tipi açılımları Ek A'da verilmiştir.



Şekil 4.18 Çalışma alanına ait meşcere tipi ve orman yangın envanter haritası.

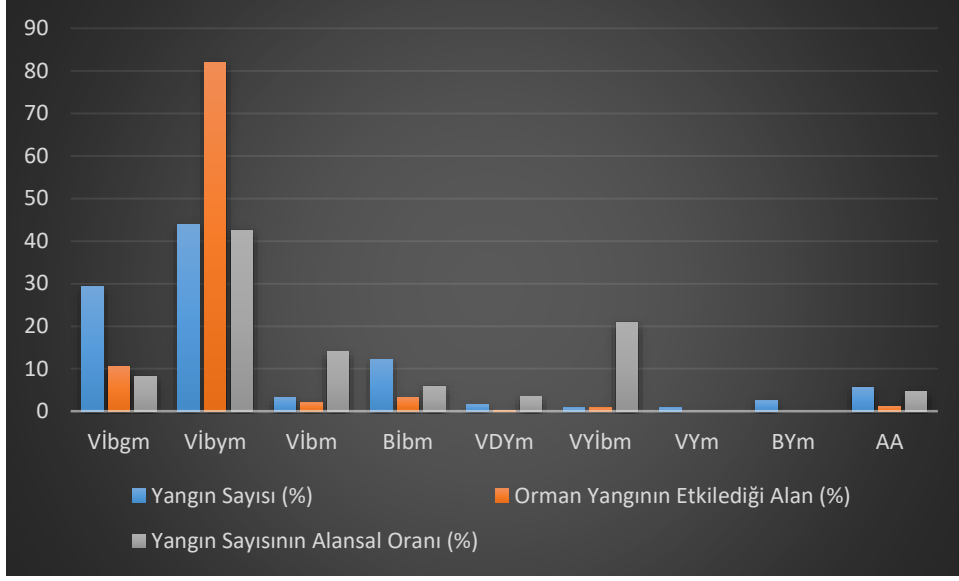
Meşcere tipi ile orman yangınları arasındaki ilişkiyi incelemek için Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere tipi haritası ile orman yangın envanter haritası karşılaştırılarak orman yangınlarının meşcere tipi sınıflarındaki dağılımları belirlenmiştir. Meşcere tipi sınıflarının ve orman yangınlarının etkilediği alanlar ile yangın sayısının alansal oranları (%) hesaplanmıştır (Çizelge 4.14).

Çalışma alanında meydana gelen toplam yangınların yaklaşık %44'ü Vİbym ve yaklaşık %29'u Vİbgm sınıflarında meydana gelmiştir.

Çizelge 4.14'teki değerlerden yararlanarak histogram hazırlanmıştır (Şekil 4.19). Histogram incelendiğinde, mevcut orman yangınlarından etkilenen alanların % 82.02'si Vİbym sınıfında meydana geldiği belirlenmiştir. Meşcere tipine göre orman yangın sayısının alansal oranı (%) değerlendirildiğinde ise %42.60'ının Vİbym sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.14 Meşcere tipi sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler.

Meşcere Tipi Sınıfları	Yangın Sayısı		Alan		% B/A	Yangın Sayısının Alansal Oranı (%)
	Adet	% (A)	ha	% (B)		
Vİbgm	36	29.27	21.27	10.58	0.36	8.20
Vİbym	54	43.90	165.00	82.02	1.87	42.60
Vİbm	4	3.25	4.05	2.01	0.62	14.12
Bİbm	15	12.20	6.46	3.21	0.26	5.92
VDYm	2	1.63	0.51	0.25	0.15	3.42
VYİbm	1	0.81	1.5	0.75	0.92	20.96
VYm	1	0.81	0.005	0.00	0.00	0.00
BYm	3	2.44	0.02	0.00	0.00	0.00
AA	7	5.69	2.37	1.18	0.21	4.78
Toplam	123	100	201.18	100	4.39	100

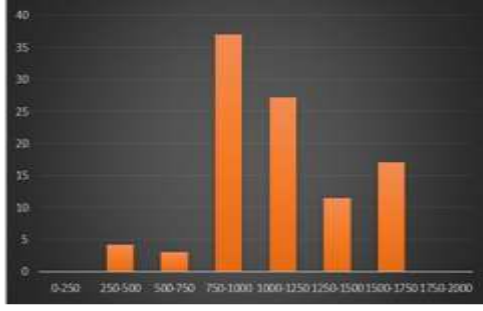


Şekil 4.19 Meşcere tipi ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.

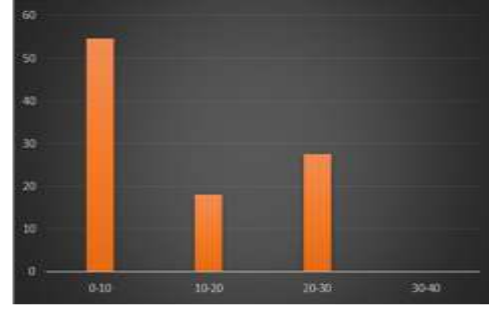
4.2.2 Çok Kriterli Karar Analizi İle Orman Yangını Duyarlılık Analizi

Çalışmada, yangın sayısının alansal yoğunluğu dikkate alınarak ve her bir parametrenin orman yangın envanter haritası ile ayrı ayrı değerlendirilmesi ile çalışmada kullanılan tüm faktörlerin ağırlık değerleri oluşturulmuş ve AHP analiz yöntemiyle orman yangını duyarlılık haritası üretilmiştir.

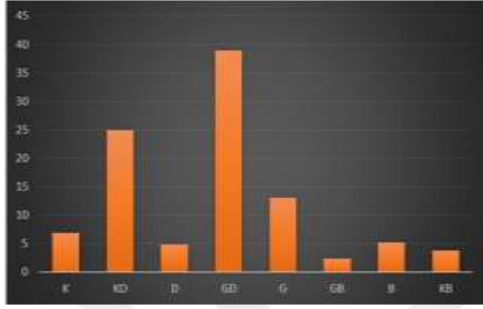
Orman yangını duyarlılık haritasının üretilmesinde, kullanılan faktörler farklı değer aralıklarında ve ölçü birimlerinde olduğundan, parametreleri bir arada işleme koyabilmek ve birbirleri ile karşılaştırabilmek için her katman 0-255 aralığında değerler alacak şekilde normalleştirilme işlemi yapılmıştır. Her bir faktör haritası için mevcut orman yangını sayısı ve bu yangınların etkilediği alanlar dikkate alınarak bulanık küme setleri ile normalleştirme işlemi uygulanmıştır. Bulanık setlerin aralıklarının belirlenmesinde orman yangını envanter haritasından faydalanılmıştır. Orman yangını envanter haritası ile faktör haritaları karşılaştırılarak her bir faktör için orman yangınına duyarlı oldukları alanlarda frekans değerleri elde edilmiştir Şekil 4.20’de görüldüğü üzere tüm faktörlerin frekans değerleri incelenerek yüzdesel olarak verilmiştir. Normalleştirme işlemi sonucu oluşan haritalar ile faktörlerin 0-255 aralığında ne kadar orman yangını riskine duyarlı oldukları görülmektedir. 0-255 aralığı çizelgesinde 255’e yaklaştıkça yüksek duyarlılık, 0’a yaklaştıkça düşük duyarlılık anlamına gelmektedir. Faktörlerin normalleştirilmiş haritaları Şekil 4.21 ile Şekil 4.27 arasında verilmiştir.



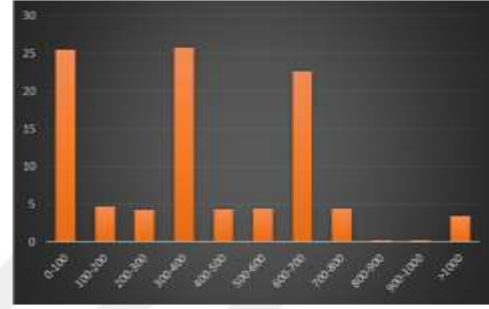
Yükseklik



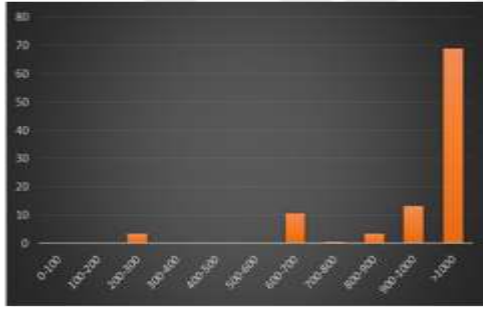
Eğim



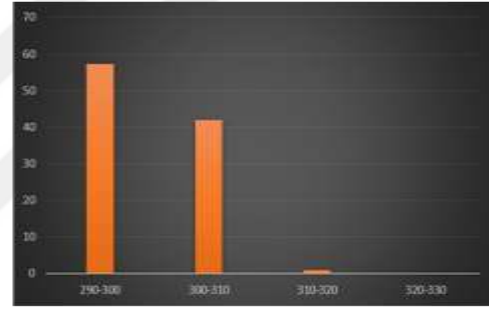
Bakı



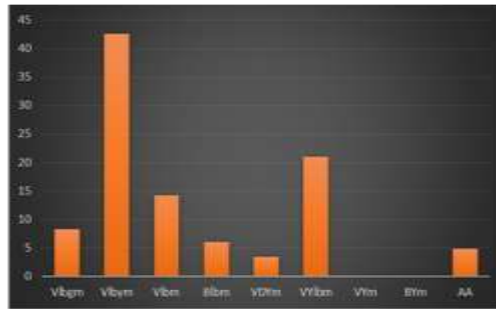
Yol Hatlarına Uzaklık



Yerleşime Olan Uzaklık

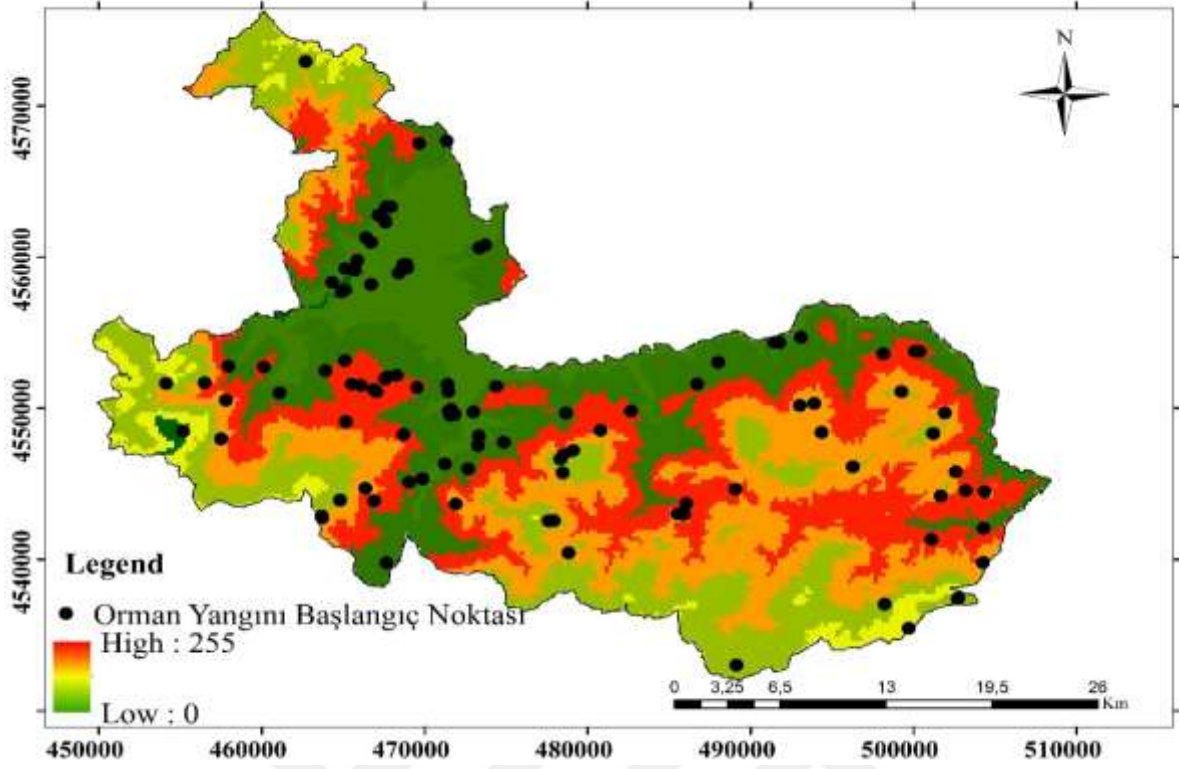


Yer Yüzey Sıcaklığı

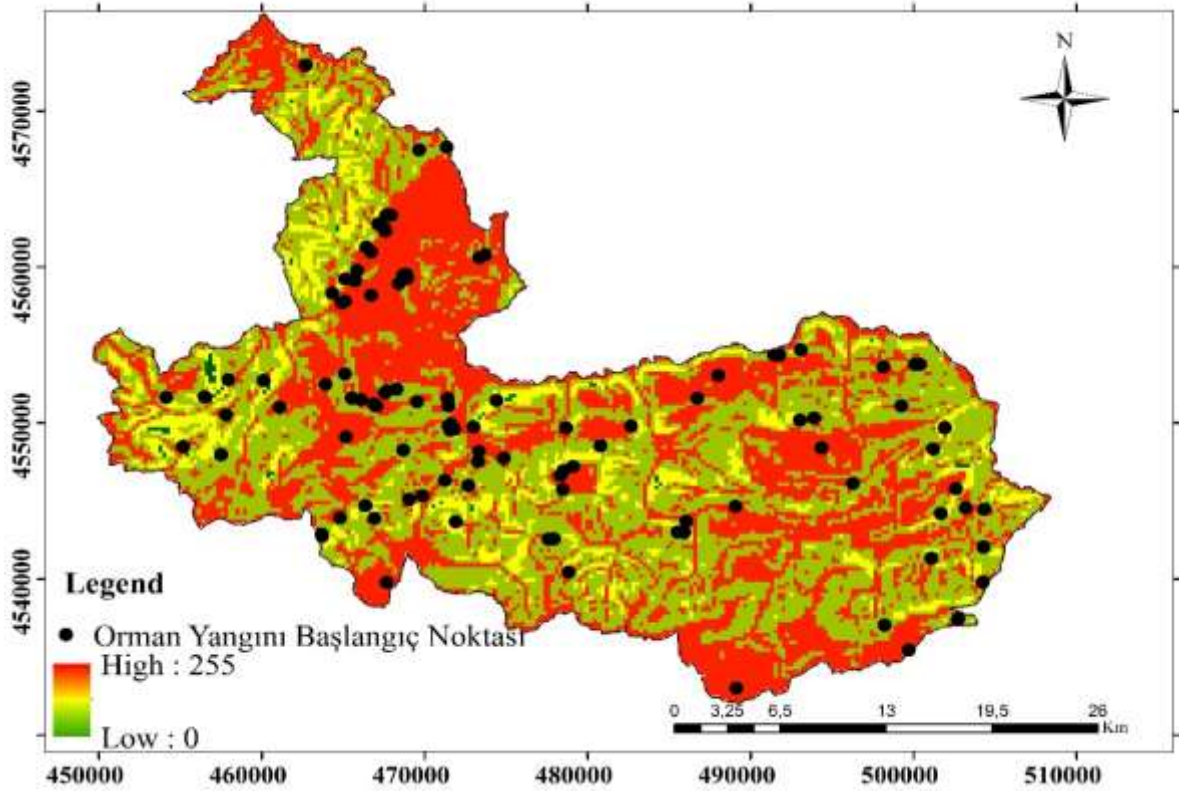


Meşcere Tipi

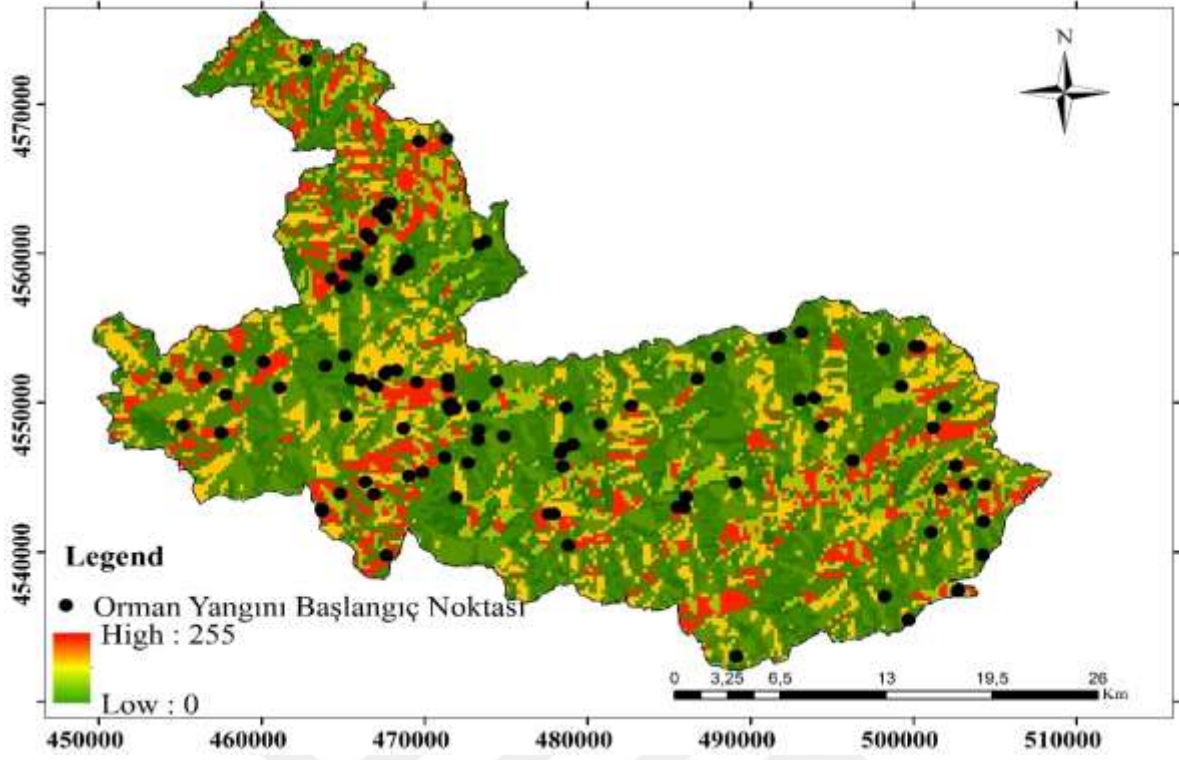
Şekil 4.20 Orman yangını duyarlılık haritası üretiminde kullanılan faktörlerin frekans değerleri.



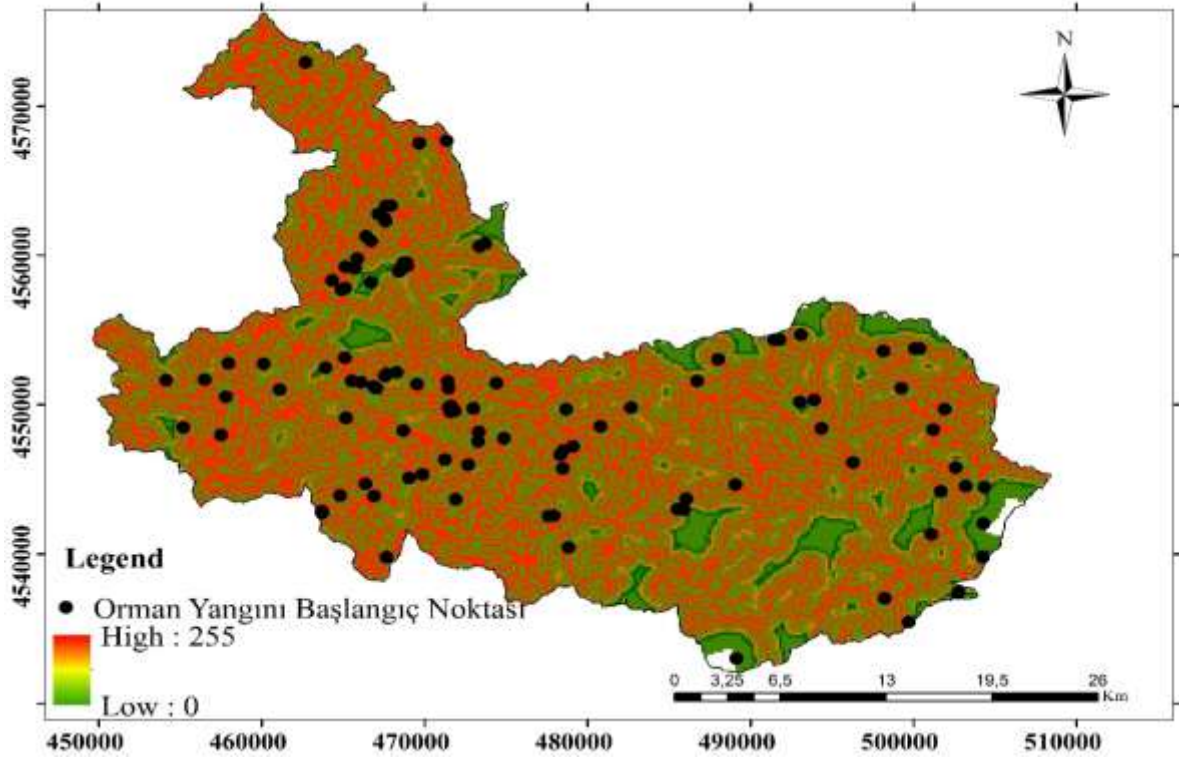
Şekil 4.21 Normalleştirme sonrası elde edilen yükseklik ve orman yangın envanter haritası.



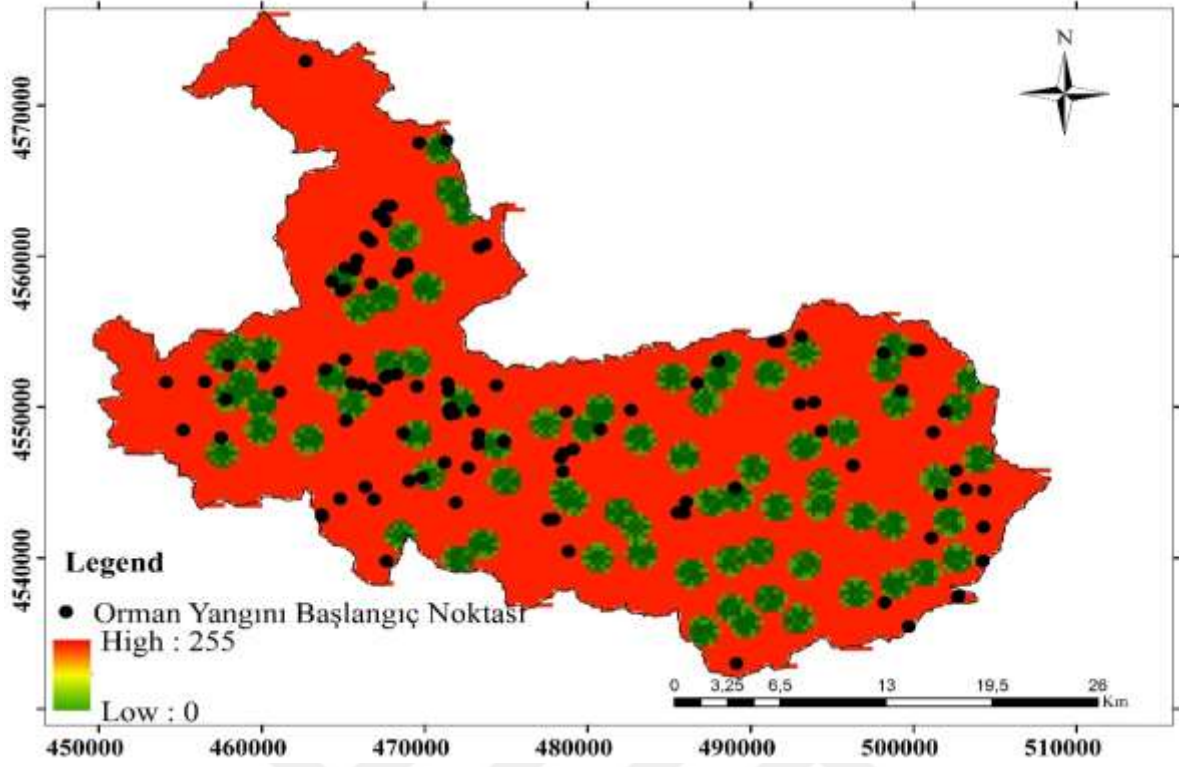
Şekil 4.22 Normalleştirme sonrası elde edilen eğim ve orman yangın envanter haritası.



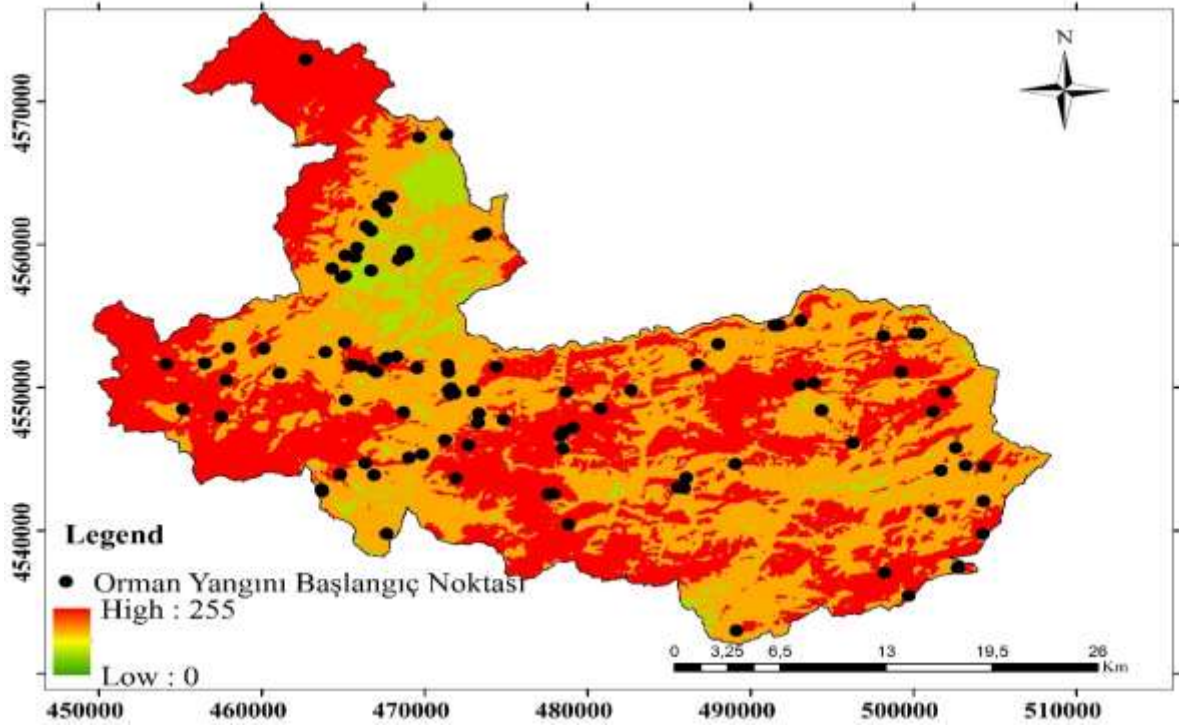
Şekil 4.23 Normalleştirme sonrası elde edilen bakı ve orman yangını envanter haritası.



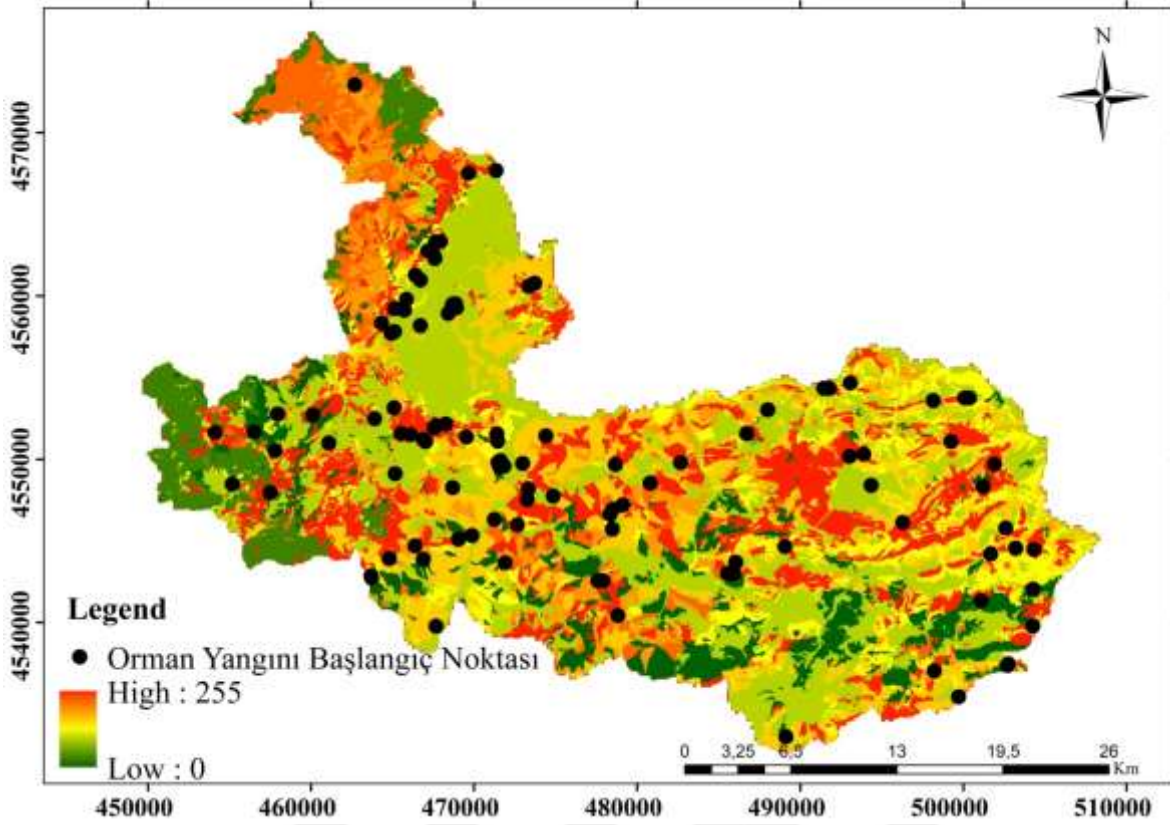
Şekil 4.24 Normalleştirme sonrası elde edilen yol hatlarına uzaklık ve orman yangını envanter haritası.



Şekil 4.25 Normalleştirme sonrası elde edilen yerleşime olan uzaklık ve orman yangın envanter haritası.



Şekil 4.26 Normalleştirme sonrası elde edilen yer yüzey sıcaklığı ve orman yangın envanter haritası.



Şekil 4.27 Normalleştirme sonrası elde edilen meşcere tipi ve orman yangın envanter haritası.

Tüm parametrelere normalleştirme işlemi yapıldıktan sonra parametrelerin ağırlıklarının belirlenmesi için Analitik Hiyerarşi metodu uygulanmıştır. Çalışmada ağırlıkların belirlenmesinde, bölgede daha önce meydana gelmiş orman yangınlarının etki alanlarına ait istatistiksel verileri ve literatür bilgileri dikkate alınmıştır.

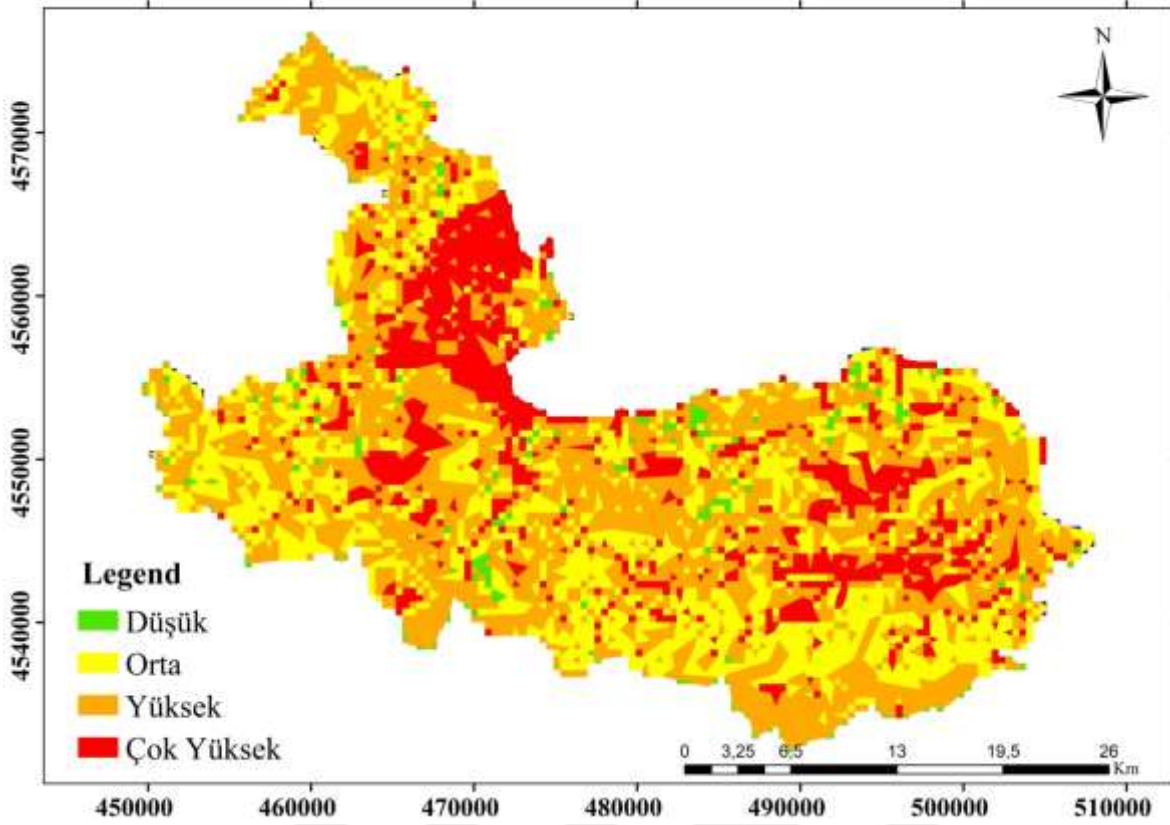
Çizelge 4.15'te her bir kriterin karşılaştırma matrisi ile hesaplanan ağırlık değerleri verilmiştir. Çalışma alanında en yüksek ağırlığa sahip kriter eğimdir. Eğimi sırası ile yükseklik, bakı, yer yüzey sıcaklığı, meşcere tipi, yol hatlarına uzaklık ve yerleşime olan uzaklık takip etmiştir.

Çizelge 4.15 Orman yangını duyarlılık haritası için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları.

Faktörler	Eğim	Yükseklik	Bakı	Yer Yüzey Sıcaklığı	Meşcere Tipi	Yol Hatlarına Uzaklık	Yerleşime Olan Uzaklık	Ağırlık Değerleri
Eğim	1	2	3	5	6	6	7	0.37
Yükseklik	0.5	1	2	3	5	6	7	0.24
Bakı	0.33	0.5	1	3	2	5	6	0.16
Yer Yüzey Sıcaklığı	0.20	0.33	0.33	1	2	4	5	0.10
Meşcere Tipi	0.17	0.20	0.50	0.50	1	3	4	0.07
Yol Hatlarına Uzaklık	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	1	2	0.04
Yerleşime Olan Uzaklık	0.11	0.14	0.17	0.20	0.25	0.5	1	0.02

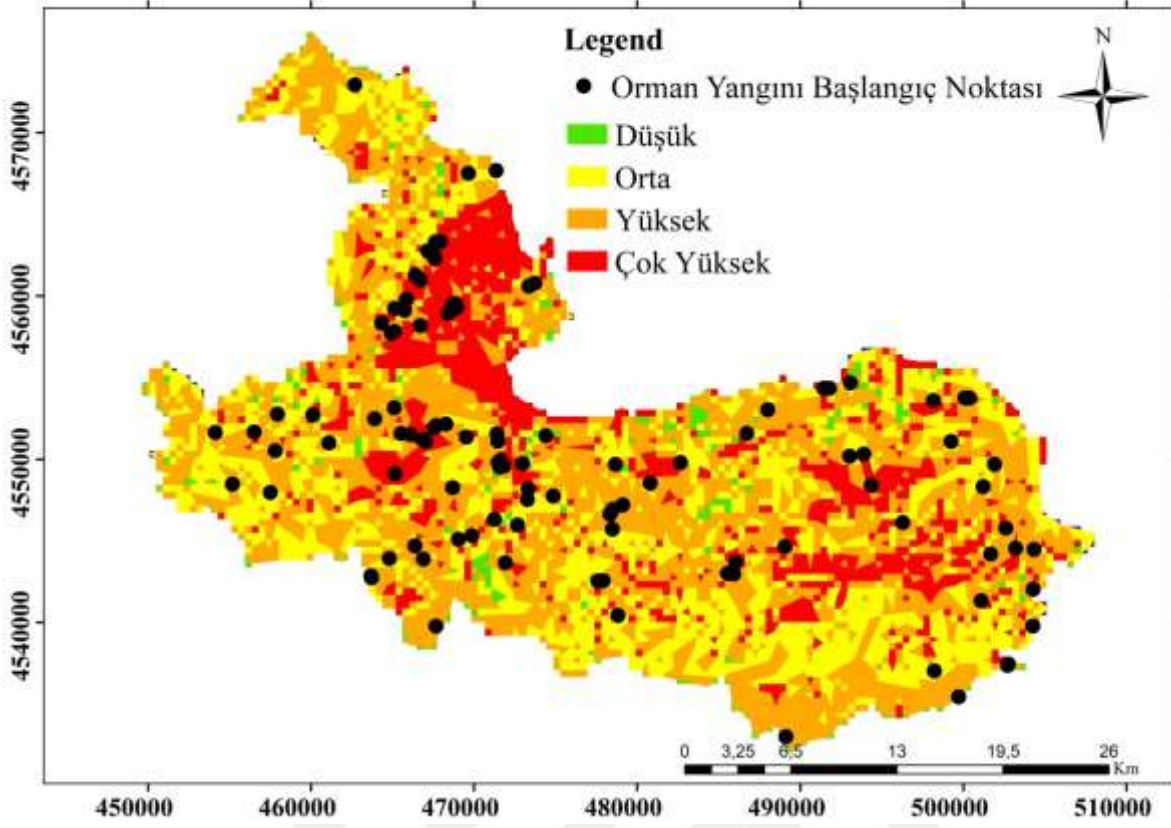
Oluşturulan karşılaştırma matrisindeki değerlerin ve hesaplanan ağırlıkların tutarlı olup olmadığının belirlenmesi için tutarlılık oranı hesaplanmıştır. Hesaplanan tutarlılık oranı 0.04 olarak bulunmuştur ve bu oran Saaty (1977) tarafından önerilen 0.10'un altında olduğu için bulunan değerlerin birbirleriyle tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ağırlık değerlerinin hesaplanmasından sonra ağırlıklandırılmış doğrusal birleştirme (ADB) yöntemi ile tüm faktörler toplanıp tek bir orman yangını duyarlılık haritası üretilmiştir.

Elde edilen orman yangın duyarlılık haritası düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere dört farklı zona bölünmüştür. Yapılan bölümlenme sonucu; düşük risk sınıfı için %1.92, orta risk sınıfında %32.17, yüksek risk sınıfı %46.91 ve çok yüksek risk sınıfında ise %19 olacak şekilde bölümlere ayrılmıştır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 ÇKKA metodu ile elde edilen orman yangın duyarlılık haritası.

Üretilen orman yangını duyarlılık haritasının doğruluğunun tespiti amacıyla orman yangın envanter haritası ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4.29). Karşılaştırma sonucu mevcut toplam orman yangınlarının duyarlılık sınıflarına göre dağılımları belirlenmiştir. Buna göre, düşük orman yangın duyarlılığı %0, orta duyarlılık %29.27, yüksek duyarlılık %43.90 ve çok yüksek duyarlılık %26.83 oranında bulunmuştur. Yangından etkilenen alanlar incelendiğinde ise düşük orman yangın duyarlılığı %0, orta duyarlılık %8.24, yüksek duyarlılık %48.28 ve çok yüksek duyarlılık %43.48 olarak elde edilmiştir. Diğer bir deyişle çalışma alanında gerçekleşmiş orman yangınlarının uygulama sonucu bulunan duyarlılıklar karşılaştırıldığında çok yüksek ve yüksek duyarlılık dereceleri toplamında %70.73 ve orman yangınından etkilenen alanların ise çok yüksek ve yüksek duyarlılık dereceleri toplamında %91.76 oranında doğruluk derecesinin yakalandığı görülmektedir.



Şekil 4.29 ÇKKA metodu ile elde edilen orman yangın duyarlılık haritası ve orman yangın envanter haritası.



BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Ormanların yangın bakımından riskli alanların yüksek doğruluklu olarak belirlenebilmesi için AHP yönteminin uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak orman yangınlarının çok fazla meydana geldiği Karabük Orman İşletme Müdürlüğü sınırları bölgesi seçilmiştir. Orman yangını duyarlılık analizi yapılırken orman yangın riskini etkileyen faktörlerin seçimi ve bu faktörlerin birbirleriyle göreceli ağırlıklandırılması yapılan çalışmanın en kritik ayağını oluşturmaktadır. Çalışmada orman yangınına duyarlı alanların belirlenmesi için yükseklik, eğim, bakı, yol hatlarına uzaklık, yerleşime olan uzaklık, yer yüzey sıcaklığı ve meşcere tipi faktörleri dikkate alınmıştır.

ÇKKA tabanlı duyarlılık haritası üretiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) ve Ağırlıklandırılmış Doğrusal Birleştirme (ADB) metotlarından faydalanılmıştır. Analitik hiyerarşi yöntemi ile kriterler görece önemliliklerine göre karşılaştırılmış ve kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Bu metotta kriterleri karşılaştırırken verilen puanlar için literatürden destek alınmıştır. İkili karşılaştırma sonucu elde edilen matrise göre en yüksek ağırlığa sahip kriter eğimdir. Eğimden sonra sırası ile kriter ağırlıkları yükseklik, bakı, yer yüzey sıcaklığı, meşcere tipi, yol hatlarına uzaklık ve yerleşime olan uzaklık olarak belirlenmiştir.

Orman yangın duyarlılık haritasının elde edilmesinden sonra üretilen risk haritası dört farklı duyarlılık seviyesinde (düşük, orta, yüksek, çok yüksek) sınıflandırılmıştır. Üretilen haritanın doğruluğunu belirlemek için çalışma alanına ait orman yangın envanter haritası ile karşılaştırılmıştır ve üretilen haritanın %92'lik bir oranda doğruluk verdiği görülmüştür.

Orman yangınlarıyla mücadele etmek için; yangın oluşumuna ve davranışına etki eden her türlü veri önemlidir. CBS'nin bize sağladığı avantajlar sayesinde orman yangınlarına etki eden en önemli faktörler ikili karşılaştırma yöntemi ile ortaya konulabilir. Bu çalışmada da Karabük iline ait eğim, bakı, yükseklik, yer yüzey sıcaklığı, meşcere tipi, yerleşime olan

uzaklık ve yol hatlarına olan uzaklık CBS dayalı ÇKKA ve AHP yöntemi ile analiz edilerek bölgeye ait orman yangın duyarlılık haritası üretilmiştir. Ayrıca yer yüzey sıcaklığı destekli duyarlılık değerlendirmesi ilk defa bu çalışmada yapılmış ve bu faktör sayesinde çok daha tutarlı bir duyarlılık haritası üretilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda yer yüzey sıcaklığı faktörünün ağırlılığının daha iyi belirlenebilmesi için çalışmalar yapılabilir.

Oluşturulan orman yangın duyarlılık haritası ile çok riskli ve riskli alanlar ile haritanın oluşumuna etki eden ana kriterlerin bilinmesi Karabük İli ve çevresinde oluşabilecek yangınların önüne geçilmesinde ya da daha erken müdahale edilmesine önemli bir katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Aksoy G** (2011) Arhavi (Artvin) ve Çevresinin Heyelan Duyarlılık Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 77 s.
- Aksoy Y** (2005) Karabük İli Yerleşim Alanının Jeolojik İncelenmesi ve Olası Yerleşim Alanlarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 111 s.
- Alkeveli T** (2015) Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Örneklem Stratejileri ve Bazı Karar Verme Ağaçları Algoritmalarının Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 131 s.
- Altural T** (2012) Coğrafi Bilgi Sistemiyle Akşehir (Konya) Çevresinin Heyelan Duyarlılık İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 114 s.
- Andersen T J** (2003) Globalization and Natural Disasters: An Integrative Risk Management Perspective. *The Future of Disaster Risk: Building Safer Cities*, Kreimer A, Arnold M and Carlin A (Ed.), ISBN: 0-8213-5497-3, World Bank Publications, Washington DC, e-book, 57-74.
- Arca D** (2015) Zemin Hareketlerinin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Analizi: Kozlu Örneği. *Doktora Tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak 151 s.
- Asri İ, Çorumluoğlu Ö ve Özdemir E** (2015) CBS Destekli Orman Yangını Risk Dağılım Analizi; Antalya Örneği. *15.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 25-28 Mart 2015, Ankara.
- Ayalew L and Yamagishi H** (2005) The Application Of GIS-Based Logistic Regression For Landslide Susceptibility Mapping İn The Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan. *Geomorphology*, 65(1-2): 15-31.
- Bank E ve Taştan H** (1994) Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz Türleri, Kullanım Amaçları ve Uygulama Alanları. *Harita Dergisi*, Sayı:112
- Başaran M A, Sarıbaşak H ve Cengiz Y** (2004) Yangın Söndürme Planı Temel Esaslarının Belirlenmesi (Manavgat Örneği). Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No:18, Antalya.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Bektaş F** (2003) Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Entegrasyonu: Gökçeada ve Bozcaada Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 79 s.
- Bento Gonçalves A, Vieira A, Ubeda X and Martin D** (2012) Fire and soils: Key concepts and recent advances. *Geoderma*, 191: 3–13.
- Bonham Carter G F** (1994) *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modeling with GIS*. ISBN: 0-08-041867-8, Pergamon Press, Oxford, 398 pp.
- Borouhaki S and Malczewski J** (2008) Implementing An Extension Of The Analytical Hierarchy Process Using Ordered Weighted Averaging Operators With Fuzzy Quantifiers In Arcgis. *Computers & Geosciences*, 34: 399-410.
- Bozer R** (2011) Coğrafi ve Meteorolojik Parametrelere Bağlı Olarak Orman Yangınının Verdiği Zararın Yapay Zeka Yöntemleriyle Tespiti. *Yüksek Lisans Tezi*, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 115 s.
- Chakhar S and Mousseau V** (2007) Spatial Multicriteria Decisionmaking. In Shekhar, S. and Xiong, H. (Eds.), *Encyclopedia of Geographical Information Science*. Springer.
- Çanakçıoğlu H** (1993) *Orman Koruma*. Genişletilmiş 3.Baskı, ISBN: 975-404-1997, İstanbul Üniversitesi Basımevi, İstanbul, XV+633 s.
- Dağ S** (2007) Çayeli (Rize) ve Çevresinin İstatistiksel Yöntemlerle Heyelan Duyarlılık Analizi. *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 228 s.
- Delikanlı M** (2010) Coğrafi Bilgi Sistemi ile Yaka (Gelendost, Isparta) Bölgesinin Heyelan Duyarlılık İncelemesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 110 s.
- Destegül U** (2002) Armutlu Yarımadası'nın Potansiyel Yerleşim Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemi ile Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Katı Yer Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul, 116 s.
- Doğramacı S** (2009) Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Toplu Konut Yer Seçimi. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 66 s.
- Duran C** (2014) Mersin İlindeki Orman Yangınlarının Başlangıç Noktalarına Göre Mekansal Analizi(2001-2013). *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(1): 38-49.
- Eastman J R** (1997) Idrisi For Windows, Version 2.0: Tutorial Exercises. Graduate School of Geography – Clark University, Worcester, MA.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Erten E, Kurgun V ve Musaoğlu N** (2005) Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Orman Yangını Bilgi Sisteminin Kurulması. *10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart -1 Nisan 2005, Ankara.
- Fishburn P C** (1967) Additive Utilites with Incomplete Product Set: Applications to Priorities and Assignments. *Operations Research*, 15: 537-542.
- Fox L and Stuart J D** (1994) Detecting changes in forest condition following wildfire using image processing and GIS. *ASPRS Technical Papers: 1994 ASPRS-ACSM Annual Convention*, American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, 197–206.
- Gai C, Weng W and Yuan H** (2011) GIS-based forest fire risk assessment and mapping. *In Computational Sciences and Optimization (CSO), 2011 Fourth International Joint Conference on*, 15-19 April 2011, Yunnan, China, ISBN: 978-1-4244-9712-6, IEEE, 1240-1244
- Görüm T** (2006) Coğrafi Bilgi Sistemi ve İstatistiksel Yöntemler Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Analizi: Melen Boğazı ve Yakın Çevresi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul, 138 s.
- Güneş U A** (2011) Coğrafi Bilgi Sistemi Yatırımlarının Analizi ve Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul, 69 s.
- Güney C O, Özkan K ve Şentürk Ö** (2016) Antalya-Manavgat Yöresi Ormanlarında Tutuşma Riskinin Coğrafi Dağılım Modellemesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(2): 459-470.
- Jaiswal R K, Mukherjee S, Raju K D and Saxena R** (2002) Forest Fire Risk Zone Mapping From Satellite Imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4(1): 1-10
- Jankowski P** (1995) Integrating Geographical Information Systems And Multiple Criteria Decision-Making Methods. *International Journal of Geographical Information Systems*, 251–273
- Joaquim G S, Bahaaeddin A and E Josep R C** (2007) Remote Sensing Analysis to Detect Fire Risk Locations. *GeoCongres*, 2007, Quebec, Canada.
- Karabulut M, Karakoç A, Gürbüz M ve Kızılelma Y** (2013) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Başkonuş Dağında (Kahramanmaraş) Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(24): 171-179.
- Küçükosmanoğlu Y** (2006) Orman Yangınlarının Kızılcıcam (Pinus brutia Ten.) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 111 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Lee S** (2005) Application Of Logistic Regression Model And Its Validation For Landslide Susceptibility Mapping Using GIS And Remote Sensing Data. *International Journal of RemoteSensing*, 26: 1477-1491
- Maguire D J, Goodchild M F and Rhind D W** (1991) *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. John Wiley and Sons Inc, Newyork, 447 pp.
- Makropoulos C K and Butler D** (2006) Spatial ordered weighted averaging: incorporating spatially variable attitude towards risk in spatial multi-criteria decision-making. *Environmental Modelling & Software*, 21(1): 69-84.
- Malczewski J** (1999a) *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. ISBN: 0-471-32944-4, John Wiley and Sons, New York, 392 pp.
- Malczewski J** (1999b) *Spatial Multicriteria Decision Analysis, Part 1 in Decision Making and Analysis: A Geographic Information Sciences Approach*. Thill J C (Ed.), ISBN: 1840149523, Ashgate Publisher, Aldershot, England, 377 pp.
- Maraş H H** (1999) Coğrafi Veri Tabanı Güncelleştirmesine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul, 161 s.
- Mazman T** (2005) Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve İstatistiksel Analiz Teknikleri İle Kumluca Havzası (Gd Bartın) Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 102 s.
- Mutluoğlu Ö** (2004) Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulmasında Konumsal Veri Toplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, Konya 94 s.
- Nyerges T L and Jankowski P** (2010) *Regional and Urban GIS, A Decision Support Approach*. ISBN: 978-1-60623-336-8, The Guilford Press, New York, 299 pp.
- OGM** (2017) Orman Yangınları ile Mücadele 2017 Yılı Eylem Planı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü.
- Özdoğan Y** (2008) Karabük İli Atmosferinin Polen ve Spor Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Zonguldak, 121 s.
- Özelkan E** (2008) Uydu Görüntüleri Kullanılarak Yangın Riski Değerlendirilmesi Kaş Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Mühendislikte İleri Teknolojiler Anabilim Dalı, İstanbul, 71 s.
- Özmen S** (2010) İstanbul İli Yangın Riski Analizi ve Yangın Risk Haritalarının Oluşturulması. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul, 76 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Öztürk Ö** (2014) Alman Mavileri Haritalarından Coğrafi Bilgi Sistemine Uygun Kentsel Verilerin Üretilmesi ve Analizi: Tarihi Yarımada Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Anabilim Dalı, İstanbul, 100 s.
- Proctor W and Qureshi E** (2005) Multi-Criteria Evaluation Revisited. *Conference Proceedings: Ecological Economics In Action*, Australia New Zealand Society For Ecological Economics, Massey University, Palmerston North, New Zealand,
- Reis S, Yalçın A, Atasoy M, Nişancı R, Bayrak T, Sancar C ve Ekercin S** (2009) CBS ve Uzaktan Algılama Teknikleri İle Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretimi: Rize İli Örneği. *Türkiye Ulusal Fotogrametri Ve Uzaktan Algılama Birliği V. Teknik Sempozyumu*, 4-6 Şubat 2009, Ankara.
- Saaty T L** (1977) A Scaling Method For Priorities İn Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15, 234–281.
- Saaty T L** (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw Hill, International, Translated to Russian, Portuguese, and Chinese, Revised, Pittsburgh: RWS Publications.
- Saaty T L** (2000) *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, New York, 476 pp.
- Sarbanoğlu H** (1990) Coğrafi Bilgi Sistemi Geliştirme ve Gerçekleştirme Yöntemi. *Harita Dergisi*, 105: 45-74.
- Satr O** (2011) Dağlık Arazide Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanarak Çevreye Duyarlı Orman Yolu Güzergahının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin, 83 s.
- Sayın S, Güney C O ve Sarı A** (2014) Orman Yangınlarında İş Sağlığı ve Güvenliği. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15: 168-175.
- Sepeççi V** (2014) Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Orman Yangınlarına İlk Müdahale Sürelerinin Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, 101 s.
- Simon H A** (1960) *The New Science of Management Decision*. Harper and Row Publisher, New York.
- Şahin E K** (2012) CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi Yöntemi Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi: Trabzon İli Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze, 116 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Şahin K** (2006) Orman Yangınlarının İnternet Ortamında İnteraktif Olarak Sunumu. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 74 s.
- Şahin K ve Gümüştay Ü M** (2007) İnternet Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Orman Yangınlarında Kullanılması. *Harita Dergisi*, 73(138): 69-83.
- Şahin M, Yıldız B Y, Şenkal O ve Peştimalcı V** (2011) Uydu Verileri Kullanılarak İzmir Şehir Merkezinin Yer Yüzey Sıcaklığının Tahmini. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1): 36-45.
- Şekertekin A İ, Kutoğlu Ş H, Kaya Ş ve Marangoz A M** (2015) Uydu Verileri ile Arazi Örtüsündeki, Yer Yüzey Sıcaklığı Değişimlerinin Analizi: Zonguldak Örneği, Türkiye. *15.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 25-28 Mart 2015, Ankara.
- Şenkal O** (2016) Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Türkiye için Kara Yüzey Sıcaklığının Modelenmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(2): 143-147.
- Şimşek D** (2016) Uydu Verisi ve Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Şehir Yapılarının Karşılaştırılması: Karabük İli Merkez ve Safranbolu İlçeleri Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 109 s.
- Taştan B ve Aydınöğlu A Ç** (2015) Çoklu Afet Risk Yönetiminde Tehlike ve Zarar Görebilirlik Belirlenmesi İçin Gereksinim Analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 31: 366-367.
- Triantaphyllou E and Mann S H** (1989) An Examination Of The Effectiveness Of Multi-Dimensional Decision-Making Methods: A Decision-Making Paradox. *Decision Support Systems*, 5(3): 303-312.
- Vadrevu K P, Eaturu A and Badarinath K V S** (2010) Fire Risk Evaluation Using Multicriteria Analysis- A Case Study, *Environmental Monitoring and Assessment* 166(1-4): 223-239
- Van de Water K M and Safford H D** (2011) A Summary of fire frequency estimates for california Vegetation before euro-American Settlement. *Fire Ecology*, 7(3): 26-58.
- Vieira A, Bento Gonçalves A, Martins C, Leite F and Mendes L** (2011) Geographical Information Technology To Support Research On Forest Fires And Soil Erosion. *3rd International Meeting of Fire Effects on Soil Properties*, 15-19 March 2011, University of Minho- Guimarães, Portugal, 186-191.
- Wang G** (2001) Product-enabled and Evaluation of Manufacturing Supply Chain, An Integrated Multi-Criteria Decision-Based Methodology. The University of Toledo, A Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy in Engineering, 173 pp.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-1** <<http://cokbiliyo.blogspot.com.tr>>, Ziyaret tarihi: 02.05.2017.
- URL-2** <<http://www.arasindakifark.net/risk-ve-tehlike-farki-nedir-nasil/>>, Ziyaret tarihi: 02.05.2017.
- URL-3** <[https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Tebliğler/285%20Say%C4%B1%C4%B1%20Tebli%C4%9F%20\(ORMAN%20YANGINLARININ%20%C3%96NLENMES%C4%B0%20VE%20S%C3%96ND%C3%9CR%C3%9CLMES%C4%B0NDE%20UYGULAMA%20ESASLARI\).doc](https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Tebliğler/285%20Say%C4%B1%C4%B1%20Tebli%C4%9F%20(ORMAN%20YANGINLARININ%20%C3%96NLENMES%C4%B0%20VE%20S%C3%96ND%C3%9CR%C3%9CLMES%C4%B0NDE%20UYGULAMA%20ESASLARI).doc)>, Ziyaret tarihi: 02.05.2017.
- URL-4** <<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/EgitimDokumanlari/Orman%20Yang%C4%B1nlar%C4%B1yla%20M%C3%BCcadele%20Dairesi%20Ba%C5%9Fkanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1/Orman%20ve%20K%C4%B1rsal%20Alan%20Yang%C4%B1nlar%C4%B1n%C4%B1n%20S%C3%B6nd%C3%BCr%C3%BClmesi.pdf>>, Ziyaret tarihi: 02.05.2017.
- URL-5** <<http://www.karabuk.gov.tr/karabuk-tarihi>>, Ziyaret tarihi: 25.05.2017.
- URL-6** <http://www.karabuk.bel.tr/icerik.asp?i_id=39>, Ziyaret tarihi: 25.05.2017.
- URL-7** <http://bakka.gov.tr/assets/raporlar/Karabuk_Zonguldak_Bartın_Illeri_Cevresel_Durum_Degerlendirmesi_954463.pdf>, Ziyaret tarihi: 25.05.2017.
- Üzmez İ** (2010) Türkiye’de Orman Yangınlarıyla Savaş Uygulamaları ve Etkinlikleri (İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Örneği). *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 95 s.
- Yalçın A** (2005) Ardeşen (Rize) Yöresinin Heyelan Duyarlılığı Açısından İncelenmesi. *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 159 s.
- Yıldırım Ü** (2012) Mersin İli İçin Alternatif Katı Atık Depolama Alanlarının Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yöntemleriyle Saptanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin, 81 s.
- Yıldızlı E S** (2013) Orman Yangınlarında Organizasyon ve Karar Destek Sistemleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 103 s.
- Yomraloğlu T** (2000) *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. 1.Baskı, ISBN: 975-97369-0-X, Akademi Kitabevi, Trabzon, 480 s.
- Yurdoğlu E** (2008) Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulama Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İletişim Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul 86 s.



EK AÇIKLAMALAR

EK A: Meşcere Tipi Açılımları Tablosu

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
Çk1	1. yaş sınıfında karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çk2	2. yaş sınıfında karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çk3	3. yaş sınıfında karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çka0	a çağında kapalılık oluşmamış karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çka	a çağında kapalılık oluşmamış karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çka1(Çka1-E)	a çağında 1 kapalı karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çka3	a çağında 3 kapalı karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çkab2	ab çağında 2 kapalı karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çkab3	ab çağında 3 kapalı karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çkb2	b çağında 2 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkb3	b çağında 3 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkbc1	bc çağlarında 1 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkbc2	bc çağlarında 2 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkbc3	bc çağlarında 3 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkc2	c çağında 2 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkc2/Dya3	3 kapalı tabakalı karaçam+yapraklı meşceresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşcere
Çkc3	c çağında 3 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkcd1	cd çağlarında 1 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkcd2	cd çağlarında 2 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkcd3(Çkcd3-T)	cd çağlarında 3 kapalı karaçam meşceresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşcere
Çkd/a	kapalılık oluşmamış tabakalı karaçam meşceresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşcere
Çkd/DyMb3	3 kapalı tabakalı karaçam+yapraklı meşceresi	VYİbm	Verimli Yapraklı İbrelî meşcere
Çkd/Mab3	3 kapalı tabakalı karaçam+meşe meşceresi	VYİbm	Verimli Yapraklı İbrelî meşcere
Çkd/MÇka3	3 kapalı tabakalı karaçam+meşe meşceresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşcere
Çkd/MÇkbc3	3 kapalı tabakalı karaçam+meşe meşceresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşcere
Çkd/MDyb3	3 kapalı tabakalı karaçam+meşe meşceresi	VYİbm	Verimli Yapraklı İbrelî meşcere

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
Çkd/MGb3	3 kapalı tabakalı karaçam+meşe+gökmar meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
Çkd1	d çağında 1 kapalı karaçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
Çkd1/a	kapalılık oluşmamış tabakalı karaçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
Çkd1/ab2	2 kapalı tabakalı karaçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
Çkd1/b3	3 kapalı tabakalı karaçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
Çkd1/Gnb3	3 kapalı tabakalı karaçam+gürgen meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
Çkd1/Mab3	3 kapalı tabakalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
Çkd1/MÇkbc3	3 kapalı tabakalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
Çkd2	d çağında 2 kapalı karaçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
Çkd2/a	2 kapalı tabakalı karaçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
Çkd3	d çağında 3 kapalı karaçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkKn1	1. yaş sınıfında karaçam+kayın meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkÇz1	1. yaş sınıfında karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
ÇkÇz2	2. yaş sınıfında karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
ÇkÇz3	3. yaş sınıfında karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkM2	2. yaş sınıfında karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkM3	3. yaş sınıfında karaçam+meşe meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkDy1	1. yaş sınıfında karaçam+yapraklı meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkDy2	2. yaş sınıfında karaçam+yapraklı meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkDy3	3. yaş sınıfında karaçam+yapraklı meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkDya1	a çağında 1 kapalı karaçam+yapraklı meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkMab3	ab çağlarında 3 kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkÇzab3	ab çağlarında 3 kapalı karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
ÇkÇzb3	b çağlarında 3 kapalı karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
ÇkÇzbc1	bc çağlarında 1 kapalı karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkÇzbc2	bc çağlarında 2 kapalı karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
ÇkÇzbc3	bc çağlarında 3 kapalı karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkÇzc2	c çağlarında 2 kapalı karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkÇzc3	c çağlarında 3 kapalı karaçam+kızılçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkÇsa1	a çağında 1 kapalı karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
ÇkÇsa3	a çağında 3 kapalı karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
ÇkÇsb3	b çağında 3 kapalı karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbgm	Verimli İbrelî genç meşçere
ÇkÇsbc3	bc çağında 3 kapalı karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkÇscd3	cd çağında 3 kapalı karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkÇsd1	d çağında 1 kapalı karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkÇsd2	d çağında 2 kapalı karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkÇsd3	d çağında 3 kapalı karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkGd2	d çağında 2 kapalı karaçam+gökmar meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkGd3	d çağında 3 kapalı karaçam+gökmar meşçeresi	Vİbym	Verimli İbrelî yaşlı meşçere
ÇkGKncd3(ÇkGKncd3-T)	cd çağında 3 kapalı karaçam+gökmar+kayın meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkGMcd3	cd çağında 3 kapalı karaçam+gökmar+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkGna1	a çağında 1 kapalı karaçam+gürgen meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkKna3	a çağında 3 kapalı karaçam+kayın meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkKnab2	ab çağında 2 kapalı karaçam+kayın meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkKnc3	bc çağında 3 kapalı karaçam+kayın meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkKncd3	cd çağında 3 kapalı karaçam+kayın meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkKnMbc3	bc çağında 3 kapalı karaçam+kayın+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkMa1	a çağında 1 kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkMa3	a çağında 3 kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkMb3	b çağında 3 kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkMbc2	bc çağında 2 kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere
ÇkMbc3	bc çağında 3 kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	Verimli İbrelî yapraklı meşçere

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
ÇkMc2	c çağında 2 kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkMc3	cd çağında 3 kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkMGcd3	cd çağında 3 kapalı karaçam+meşe+göknar meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkMKncd2	cd çağında 2 kapalı karaçam+meşe+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkKn2	2.yaş sınıfında karaçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkKn3	3.yaş sınıfında karaçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkKnDy1	1.yaş sınıfında karaçam+kayın+diğer yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkKnDy3	3.yaş sınıfında karaçam+kayın+diğer yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkM1	1.yaş sınıfında karaçam+meşe meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkMDi1	1.yaş sınıfında karaçam+meşe+diğer ibrel <i>i</i> meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkMDi2	2.yaş sınıfında karaçam+meşe+diğer ibrel <i>i</i> meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkMDy1	1.yaş sınıfında karaçam+meşe+diğer yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkMDy2	2.yaş sınıfında karaçam+meşe+diğer yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkMDy3	3.yaş sınıfında karaçam+meşe+diğer yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkÇsDy3	3.yaş sınıfında karaçam+sarıçam+yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkÇsKn1	1.yaş sınıfında karaçam+sarıçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkÇsKn2	2.yaş sınıfında karaçam+sarıçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkÇsKn3	3.yaş sınıfında karaçam+sarıçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkÇsM1	1.yaş sınıfında karaçam+sarıçam+meşe meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇkÇs3	3.yaş sınıfında karaçam+sarıçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i <u>yaşlı meşçere</u>
Çfa3	a çağında 3 kapalı fıstık çamı meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i <u>genç meşçere</u>
Çs1	1.yaş sınıfında sarıçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i <u>genç meşçere</u>
Çs2	2.yaş sınıfında sarıçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i <u>genç meşçere</u>
Çs3	3.yaş sınıfında sarıçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i <u>yaşlı meşçere</u>
ÇsÇk1	1.yaş sınıfında sarıçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i <u>genç meşçere</u>
ÇsÇk2	2.yaş sınıfında sarıçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i <u>genç meşçere</u>

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
ÇsÇk3	3. yaş sınıfında sarıçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
ÇsÇkKn3	3. yaş sınıfında sarıçam+karaçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meş</u> çere
ÇsDy1	1. yaş sınıfında sarıçam+yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meş</u> çere
ÇsKn2	2. yaş sınıfında sarıçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meş</u> çere
ÇsKn3	3. yaş sınıfında sarıçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meş</u> çere
ÇsKnDy3	3. yaş sınıfında sarıçam+kayın+diğer yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meş</u> çere
ÇsMDi3	3. yaş sınıfında sarıçam+meşe+diğer ibrel <i>i</i> meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meş</u> çere
Çsa1	a çağında 1 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
Çsa3	a çağında 3 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
Çsb2	b çağında 2 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
Çsb3	b çağında 3 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
Çsc3	c çağında 3 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
Çscd2	cd çağında 2 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
Çscd3	cd çağında 3 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
ÇsÇka1	a çağında 1 kapalı sarıçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
ÇsÇka3	a çağında 3 kapalı sarıçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
ÇsÇkbc3	bc çağında 3 kapalı sarıçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
ÇsÇkcd3	cd çağında 3 kapalı sarıçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
ÇsÇkd2	d çağında 2 kapalı sarıçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
Çsd/ÇsGab3	3 kapalı tabakalı sarıçam+gökmar meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
Çsd1/ÇsGab3	3 kapalı tabakalı sarıçam+gökmar meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
Çsd2	d çağında 2 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
Çsd3	d çağında 3 kapalı sarıçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere
ÇsDya1	a çağında 1 kapalı sarıçam+yapraklı meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meş</u> çere
ÇsGa	a çağında kapalılık oluşmamış sarıçam+gökmar meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meş</u> çere
ÇsGbc3	bc çağında 3 kapalı sarıçam+gökmar meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meş</u> çere

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
ÇsGcd2	cd çağında 2 kapalı sarıçam+göknar meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇsGcd3	cd çağında 3 kapalı sarıçam+göknar meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇsGd1	d çağında 1 kapalı sarıçam+göknar meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇsGd1/ab3	d çağında 3 kapalı tabakalı sarıçam+göknar meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇsGd2/ab3	d çağında 3 kapalı tabakalı sarıçam+göknar meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇsGd3	d çağında 3 kapalı sarıçam+göknar meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇsGKncd3	cd çağında 3 kapalı sarıçam+göknar+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇsGna3	a çağında 3 kapalı sarıçam+gürgeç meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇsKnb3	b çağında 3 kapalı sarıçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
Çz1	1. yaş sınıfında kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çz2	2. yaş sınıfında kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çz3	3. yaş sınıfında kızılçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
Çza(Çza-E)	a çağında kapalılık oluşmamış kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çza0	a çağında kapalılık oluşmamış kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çza1	a çağında 1 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çza3	a çağında 3 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çzab1	ab çağlarında 1 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çzab2	ab çağlarında 2 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çzab3	ab çağlarında 3 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çzb2	b çağında 2 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çzb3	b çağında 3 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
Çzbc1	bc çağlarında 1 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
Çzbc2	bc çağlarında 2 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
Çzbc3	bc çağlarında 3 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
Çzc1	c çağında 1 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
Çzc2(Çzc2-T)	c çağında 2 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
Çzc3	c çağında 3 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
Çzcd2	cd çağında 2 kapalı kızılçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇzÇka(ÇzÇka-E)	kapalılık oluşmamış kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇzÇka0	kapalılık oluşmamış kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇzÇka1	a çağında 1 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇzÇka3-E	a çağında 3 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇzÇkab2	ab çağında 2 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇzÇkbc1	bc çağında 1 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇzÇkbc2	bc çağında 2 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇzÇkbc3	bc çağında 3 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇzÇkc2	c çağında 2 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇzÇkc3	c çağında 3 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇzÇkcd2	cd çağında 2 kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
ÇzMa1	a çağında 1 kapalı kızılçam+meşe meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇzMa3	a çağında 3 kapalı kızılçam+meşe meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇzMb2	b çağında 2 kapalı kızılçam+meşe meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
ÇzÇk1	1. yaş sınıfında kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇzÇk2	2. yaş sınıfında kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
ÇzÇk3	3. yaş sınıfında kızılçam+karaçam meşçeresi	Vİbym	<u>Verimli İbrel</u> i yaşlı <u>meşçere</u>
Çzcd/ab3	3 kapalı tabakalı kızılçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
GA	gök nar değişikyaşlı meşçeresi	VDYm	<u>Verimli Değişik Yaşlı</u> <u>meşçere</u>
GB	gök nar değişikyaşlı meşçeresi	VDYm	<u>Verimli Değişik Yaşlı</u> <u>meşçere</u>
GC	gök nar değişikyaşlı meşçeresi	VDYm	<u>Verimli Değişik Yaşlı</u> <u>meşçere</u>
GÇkA	gök nar+karaçam değişikyaşlı meşçeresi	VDYm	<u>Verimli Değişik Yaşlı</u> <u>meşçere</u>
GÇkC	gök nar+karaçam değişikyaşlı meşçeresi	VDYm	<u>Verimli Değişik Yaşlı</u> <u>meşçere</u>
GÇkD	gök nar+karaçam değişikyaşlı meşçeresi	VDYm	<u>Verimli Değişik Yaşlı</u> <u>meşçere</u>

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
GÇkKnD	gök nar+karaçam+kayın değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GÇsA	gök nar+sarıçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GÇsC	gök nar+sarıçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GÇsD	gök nar+sarıçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GÇsKnA	gök nar+kayın+sarıçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GKnA	gök nar+kayın değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GKnC	gök nar+kayın değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GKnD	gök nar+kayın değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GKnÇkA	gök nar+kayın+karaçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GKnÇkC	gök nar+kayın+karaçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GKnÇsA	gök nar+kayın+sarıçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GKnÇsC	gök nar+kayın+sarıçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GGnA	gök nar+gür gen değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GDyD	gök nar+yapraklı değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
ÇkGA	karaçam+gök nar değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
ÇsGÇkA	sarıçam+gök nar+karaçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
ÇsGKnA	sarıçam+gök nar+kayın değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
KnÇsGA	kayın+sarıçam+gök nar değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
KnÇsGC	kayın+sarıçam+gök nar değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
KnGA	kayın+gök nar değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
KnGC	kayın+gök nar değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
KnGÇsA	kayın+gök nar+sarıçam değişik yaşı meşceresi	VDYm	<u>Verimli</u> <u>Değişik Yaşlı</u> <u>meşcere</u>
Gcd3	cd çağlarında 3 kapalı gök nar	Vİbym	<u>Verimli</u> <u>İbrel</u> <u>yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GÇkÇscd3	cd çağlarında 3 kapalı gök nar+karaçam+sarıçam meşceresi	Vİbym	<u>Verimli</u> <u>İbrel</u> <u>yaşlı</u> <u>meşcere</u>
GÇkKnCd3	cd çağlarında 3 kapalı gök nar+karaçam+kayın meşceresi	Vİbm	<u>Verimli</u> <u>İbrel</u> <u>yapraklı</u> <u>meşcere</u>
GÇkMcd3(GÇkMcd3-T)	cd çağlarında 3 kapalı gök nar+karaçam+meşe meşceresi	Vİbm	<u>Verimli</u> <u>İbrel</u> <u>yapraklı</u> <u>meşcere</u>

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
GÇsb3	b çağında 3 kapalı göknar+sarıçam meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli İbrel</u> i genç <u>meşçere</u>
GÇsc2	c çağında 2 kapalı göknar+sarıçam meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
GÇsKnab3	ab çağlarında 3 kapalı göknar+sarıçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
GÇsKncd3	cd çağlarında 3 kapalı göknar+sarıçam+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
GKncd3(GKncd3-T)	cd çağlarında 3 kapalı göknar+kayın meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
GKnÇkcd3	cd çağlarında 3 kapalı göknar+kayın+karaçam meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
GKnÇscd3(GKnÇscd3-T)	cd çağlarında 3 kapalı göknar+kayın+sarıçam meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
GMÇkc3	c çağında 3 kapalı göknar+meşe+karaçam meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
GMÇkcd3(GMKncd3-T)	cd çağlarında 3 kapalı göknar+meşe+karaçam meşçeresi	Vİbm	<u>Verimli İbrel</u> i yapraklı <u>meşçere</u>
Kn1	1. yaş sınıfında kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Kn2	2. yaş sınıfında kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Kn3	3. yaş sınıfında kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
KnÇk1	1. yaş sınıfında kayın+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli Yapraklı İbrel</u> i <u>meşçere</u>
KnÇk2	2. yaş sınıfında kayın+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli Yapraklı İbrel</u> i <u>meşçere</u>
KnÇk3	3. yaş sınıfında kayın+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli Yapraklı İbrel</u> i <u>meşçere</u>
KnÇkM2	2. yaş sınıfında kayın+karaçam+meşe meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli Yapraklı İbrel</u> i <u>meşçere</u>
KnÇkM3	3. yaş sınıfında kayın+karaçam+meşe meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli Yapraklı İbrel</u> i <u>meşçere</u>
KnÇs2	2. yaş sınıfında kayın+sarıçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli Yapraklı İbrel</u> i <u>meşçere</u>
KnÇs3	3. yaş sınıfında kayın+sarıçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli Yapraklı İbrel</u> i <u>meşçere</u>
KnM2	2. yaş sınıfında kayın+meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
KnM3	3. yaş sınıfında kayın+meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Kna1	a çağında 1 kapalı kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Kna3	a çağında 3 kapalı kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Kncd3	cd çağında 3 kapalı kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Knd/a0	kapalılık oluşmamış tabakalı kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
KnÇkab3	ab çağlarında 3 kapalı kayın+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli Yapraklı İbrel</u> i <u>meşçere</u>

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
KnÇkc3	c çağında 3 kapalı kayın+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnÇkd3	d çağında 3 kapalı kayın+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnÇkMcd3	cd çağında 3 kapalı kayın+karaçam+meşe meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGa1	a çağında 1 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGa3	a çağında 3 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGab3	ab çağlarında 3 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGbc3	bc çağlarında 3 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGc3	c çağında 3 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGcd2	cd çağlarında 2 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGcd3(KnGcd3-T)	cd çağlarında 3 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGÇkcd3(KnGÇkcd3-T)	cd çağlarında 3 kapalı kayın+gökmar+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGÇscd3	cd çağlarında 3 kapalı kayın+gökmar+sarıçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGd2	d çağında 2 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGd2/ab3	3 kapalı tabakalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnGd3	d çağında 3 kapalı kayın+gökmar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnMab3	ab çağlarında 3 kapalı kayın+meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
KnMbc3	bc çağlarında 3 kapalı kayın+meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
KnMÇkbc3(KnMÇkbc3-T)	bc çağlarında 3 kapalı kayın+meşe+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
KnDyab2	ab çağlarında 2 kapalı kayın+diğer yapraklı meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
M1	1. yaş sınıfında meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
M2	2. yaş sınıfında meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
M3	3. yaş sınıfında meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
MÇk1	1. yaş sınıfında meşe+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MÇk2	2. yaş sınıfında meşe+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MÇk3	3. yaş sınıfında meşe+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MÇkKn1	1. yaş sınıfında meşe+karaçam+kayın meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
MKn3	3. yaş sınıfında meşe+kayın meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
Ma1	a çağında 1 kapalı meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Ma3	a çağında 3 kapalı meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Mab3	ab çağında 3 kapalı meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Mb3	b çağında 3 kapalı meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
MÇka1	a çağında 1 kapalı meşe+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MÇka3	a çağında 3 kapalı meşe+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MÇkab3	ab çağında 3 kapalı meşe+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MÇkGcd3	cd çağında 3 kapalı meşe+karaçam+göknar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MÇzab3	ab çağında 3 kapalı meşe+kızılcım meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MGÇkcd3-T	cd çağında 3 kapalı meşe+karaçam+göknar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
MGna1	a çağında 1 kapalı meşe+gürgen meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
MGna3	a çağında 3 kapalı meşe+gürgen meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
MGnc3	c çağında 3 kapalı meşe+gürgen meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
MDya1	a çağında 1 kapalı meşe+diğer yapraklı meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
MDya3	a çağında 3 kapalı meşe+diğer yapraklı meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Gn1	1. yaş sınıfında gürgen meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Gn2	2. yaş sınıfında gürgen meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Gn3	3. yaş sınıfında gürgen meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
GnÇk3	3. yaş sınıfında gürgen+karaçam meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
GnKn1	1. yaş sınıfında gürgen+kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
GnKn3	3. yaş sınıfında gürgen+kayın meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Gnb3	b çağında 3 kapalı gürgen meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
GnGbc3	bc çağında 3 kapalı gürgen+göknar meşçeresi	VYİbm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>İbrel</u> <u>meşçere</u>
GnMa1	a çağında 1 kapalı gürgen+meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
GnMa3	a çağında 3 kapalı gürgen+meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>

MEŞCERE	AÇILIMI	SINIFLAR	SINIF AÇILIMI
GnMb3	b çağında 3 kapalı gürgen+meşe meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
GnDya1	a çağında 1 kapalı gürgen+diğer yapraklı meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
GnDyb3	b çağında 3 kapalı gürgen+diğer yapraklı meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Çnd3	d çağında 3 kapalı çınar meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Dya3	a çağında 3 kapalı diğer ypraklı meşçeresi	VYm	<u>Verimli</u> <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
Ar1	1. yaş sınıfında ardıç meşçeresi	Vİbgm	<u>Verimli</u> <u>İbrelİ</u> <u>genç</u> <u>meşçere</u>
BÇz	Boşluklu kapalı kızılçam meşçeresi	Bİbm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>İbrelİ</u> <u>meşçere</u>
BÇzÇk	Boşluklu kapalı kızılçam+karaçam meşçeresi	Bİbm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>İbrelİ</u> <u>meşçere</u>
BÇkÇz	Boşluklu kapalı karaçam+kızılçam meşçeresi	Bİbm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>İbrelİ</u> <u>meşçere</u>
BÇk	Boşluklu kapalı karaçam meşçeresi	Bİbm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>İbrelİ</u> <u>meşçere</u>
BÇkM-T	Boşluklu kapalı taşlık-kayalık karaçam+meşe meşçeresi	Bİbm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>İbrelİ</u> <u>meşçere</u>
BÇkM	Boşluklu kapalı karaçam+meşe meşçeresi	Bİbm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>İbrelİ</u> <u>meşçere</u>
BMÇk	Boşluklu kapalı meşe+karaçam meşçeresi	BYm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
BM	Boşluklu kapalı meşe meşçeresi	BYm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>Yapraklı</u> <u>meşçere</u>
BAr	Boşluklu kapalı ardıç meşçeresi	Bİbm	<u>Boşluklu</u> kapalı <u>İbrelİ</u> <u>meşçere</u>
Z	tarım alanları	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
İs	yerleşim alanları	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
OT	Orman toprağı	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
Ku	Kumul alanlar	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
Su	Su yüzeyleri	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
Dp	Orman deposu	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
Ts	İzinli orman alanlarındaki tesis, ocak, maden vb.	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
T	Taşlık kayalık alanlar	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
E	Erozyon alanları	AA	<u>Açıklık</u> <u>Alanlar</u> ya da üzerinde ağaç olmayan alanlar
Özel Orman	kendi meşçere tiplerine göre		

Ağaç türü	Sembol	
kızılçam	Çz	İbrelî Türler
karaçam	Çk	
sarıçam	Çs	
gökmar	G	
ardıç	Ar	
diğer ibrelî	Di	
kayın	Kn	Yapraklı Türler
meşe	M	
gürgen	Gn	
çınar	Çn	
Diğer yapraklı	Dy	



ÖZGEÇMİŞ

Mercan HACISALİHOĞLU 1981’de Trabzon’da doğmasına rağmen aslen Rize/Pazar’lı; ilk ve orta öğrenimini Trabzon’da tamamladı; Trabzon Lisesi’nden mezun olduktan sonra 2000 yılında KTÜ Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü’ne girdi; 2004 yılında mezun olduktan sonra İstanbul’da 6 ay özel bir firmada, 1 yıl TEİAŞ 1.İletim Tesis ve İşletme Grup Müdürlüğünde Harita Mühendisi olarak görev yaptı. 2007 yılında Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü’ne atandı ve halen orda çalışmaya devam etmektedir. 2008 yılında girdiği BEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans programını sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Orman Bölge Müdürlüğü, Yayla Mah. Kapuz Cad., 67080/ZONGULDAK

Tel : (372) 253 2161-(1243)

E-Posta : mercanhacisalihoglu@ogm.gov.tr