

**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ZONGULDAK VE EREĞLİ ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜKLERİ ORMAN
YANGINI RİSK ALANLARININ BELİRLENMESİ**

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEMRA DİLEKÇİ

MAYIS 2019

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZONGULDAK VE EREĞLİ ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜKLERİ ORMAN
YANGINI RİSK ALANLARININ BELİRLENMESİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS
Semra DİLEKÇİ

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ
İKİNCİ DANIŞMAN: Doç. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU

ZONGULDAK

Mayıs 2019

KABUL:

Semra DİLEKÇİ tarafından hazırlanan "Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlükleri Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle/oyçokluğuyla kabul edilmiştir. 22/05/2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik
Mühendisliği Bölümü



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Hakan AKÇİN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik
Mühendisliği Bölümü



Üye: Doç. Dr. Burak ARICAK

Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

31/05/2019



Prof. 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."

Semra DİLEKÇİ

ÖZET

Yüksek Lisans

ZONGULDAK VE EREĞLİ ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜKLERİ ORMAN YANGINI RİSK ALANLARININ BELİRLENMESİ

Semra DİLEKÇİ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ

İkinci Danışman: Doç. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU

Mayıs 2019, 79 Sayfa

Orman yangınları doğal ve beşeri nedenlerle ortaya çıkabilmektedir. Her iki durumda da orman yangınları, doğal kaynaklara ve insan yaşamına ciddi zararlar verir; çok büyük ekonomik, sosyal ve çevresel sonuçlara neden olur. Orman yangınlarını tamamen önlemek mümkün olmasa da halkımızın bilinçlendirilmesi ve alınacak önlemler ile orman yangını ve olumsuz sonuçları en aza indirgenebilir.

Günümüzde, Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri orman yangınlarını önlemek ve kontrol etmek için oldukça önemli bir hale gelmiştir. Orman yangını risk alanlarını belirlemek; yangına müdahale anlamında gerek işgücü, gerekse zaman ile maliyet bakımından oldukça yararlı olacaktır.

ÖZET (devam ediyor)

Bu tez çalışmasında test alanı olarak Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlükleri (OİM) seçilmiştir. Çalışmanın amacı; çalışma alanında orman yangını üzerindeki en önemli faktörlerin rolünü belirlemek ve ilgili bölgenin orman yangını risk haritasını oluşturmaktır. Bunun için öncelikle Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) ile Zonguldak ve Ereğli OİM’de bir arşiv araştırması yapılmıştır. 2008-2018 yılları içerisindeki orman yangın sicil fişleri incelenmiştir. Yangın sicil fişlerinde yer alan koordinatlar yardımıyla, yangın çıkan yerler uydu görüntüsü üzerinde işaretlenmiştir.

İlgili işletme şeflerinin görüşleri, yangın sicil fişleri ve literatürdeki çalışmalar yardımıyla çalışma alanında orman yangınına neden olan en önemli faktörler belirlenmiştir. Bu faktörler; arazi örtü tipi/kullanımı, eğim, bakı, yükseklik, yerleşim yerlerine mesafe ve yol hatlarına mesafedir. Her bir faktörün orman yangınına etki derecesini belirlemek için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminden yararlanılmıştır. AHP, sade ve kolay uygulanabilir olduğu için literatürde sıkça kullanılan çok kriterli karar verme metodlarından biridir.

Arazi örtü tipini belirlemek amacıyla Landsat 8 uydu görüntüsü ile bir sınıflandırma haritası oluşturulmuştur ve yangına konu olan sınıflar belirlenmiştir. Eğim, bakı, yükseklik haritaları için ASTER DEM uydu görüntüsü kullanılmıştır. Köyler de dahil olmak üzere yerleşim verileri Google Earth üzerinden vektörleştirilmiştir. Yol verileri OBM’den temin edilen meşcere haritasından alınmıştır ve eksik veriler Google Earth programından tamamlanmıştır. CBS ortamında buffer (tampon) analizi yapılarak yerleşim ve yol koridorları oluşturulmuştur.

Orman yangınına etki eden her bir faktörün haritası ArcGIS 10.5 programında oluşturulmuştur. Bu programda yapılan sorgulamalar ile bu faktörlerin kendi içerisindeki önem dereceleri belirlenmiştir ve oluşturulan haritalar tekrar düzenlenmiştir. Her bir harita 30X30 m çözünürlükte raster veri formatına çevrilerek analize hazır hale getirilmiştir.

Sonuçta tüm haritalar CBS ortamında birleştirilmiştir ve çalışma alanı için orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Bu harita; düşük, orta ve yüksek olmak üzere sınıflandırılmıştır. Sonuçta toplam alanın %39’unun yangına en hassas olan yüksek risk sınıfında, %43’ünün orta risk sınıfında ve %18’inin düşük risk sınıfında yer aldığı görülmüştür.

ÖZET (devam ediyor)

Orman yangınlarına müdahalede ilgili bölge için önemli bir altlık oluşturacak bu araştırma, yangına hassas diğer bölgeler için de geliştirilebilecek olup, ülkemiz ormancılığına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Orman Yangını, Uzaktan Algılama, CBS, AHP, Orman Yangını Risk Haritası

Bilim Kodu: 616.02.04





ABSTRACT

M.Sc. Thesis

ZONGULDAK AND EREĞLİ FOREST MANAGEMENT DIRECTORATES OF FORESTRY FIRE RISK AREAS DETERMINATION

Semra DİLEKÇİ

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

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Aycan Murat MARANGOZ

Co - Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU

May 2019, 79 pages

Forest fires can occur due to natural and human causes. In both cases, forest fires cause serious damage to natural resources and human life; it causes enormous economic, social and environmental consequences. Although it is not possible to prevent forest fires completely, the awareness of our people and the measures to be taken and forest fires and negative consequences can be minimized.

Today, Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) techniques have become very important to prevent and control forest fires. Identify forest fire risk areas; It will be very useful in terms of labor, time and cost in terms of fire intervention.

ABSTRACT (continued)

In this thesis, Zonguldak and Ereğli Forest Management Directorates were selected as the test area. Purpose of the study; to determine the role of the most important factors on forest fire in the study area and to create a forest fire risk map of the region. For this purpose, an archive research was carried out in Zonguldak Forest Regional Directorate and Zonguldak and Ereğli Forest Management Directorates. Forest fire register plugs were examined in 2008-2018. With the help of the coordinates located in the fire record plugs, the fire places are marked on the satellite image.

The most important factors that cause forest fire in the study area were determined by the opinions of the relevant chiefs, fire log slips and studies in the literature. These factors; land cover type / using, slope, view, height, distance to residential areas and distance to the road lines. Analytical Hierarchy Process (AHP) method was used to determine the effect of each factor on forest fire. AHP is one of the multi-criteria decision making methods which is frequently used in literature because it is simple and easy to apply.

In order to determine the land cover type, a classification map was created with Landsat 8 satellite image and the classes subject to fire were determined. ASTER DEM satellite image is used for slope, view and elevation maps. Settlement data, including villages, is vectorized via Google Earth. The route data was taken from the stand map provided from the Forest Regional Directorate and the missing data was completed from the Google Earth program. In the GIS environment, buffer and buffer corridors were constructed.

Map of each factor affecting forest fire was created in ArcGIS 10.5 program. In this program, the importance of these factors were determined and the maps were re-arranged. Each map was converted to raster data format with 30X30 m resolution and made ready for analysis.

As a result, all maps were combined in GIS environment and a forest fire risk map was created for the study area. This map; low, medium and high. It was found that 39% of the total area was in the high risk class which is the most sensitive to fire, 43% was in the middle risk class and 18% was in the low risk class.

ABSTRACT (continued)

This research, which will be an important basis for the relevant region in the intervention of forest fires, can be developed for other fire sensitive areas and it is thought to contribute to the forestry of our country.

Keywords: Forest Fire, Remote sensing, GIS, AHP, Forest Fire Risk Map

Science Code: 616.02.04





TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek, bu çalışmanın tamamlanabilmesi için bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın çeşitli aşamalarında bana destek veren ve beni yönlendiren, çalışmaları arasında bana zaman ayıran hocam Sayın Doç. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışma alanı ile ilgili harita verileri ve yangın sicil fişlerinin temini için destek sağlayan çalışma alanına konu olan orman yangınları ile ilgili görüşlerini benimle paylaşan Orman Genel Müdürlüğü, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde bana güvenen ve sağlamış oldukları maddi manevi destekleri ile bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan annem Hanım Dilekçi'ye ve babam Mehmet Dilekçi'ye teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	xi
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxiii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI.....	2
1.2 ÇALIŞMANIN KAPSAMI	3
BÖLÜM 2 LİTERATÜR TARAMASI	5
BÖLÜM 3 ORMAN.....	11
3.1 TÜRKİYE’DE ORMAN VARLIĞI.....	11
3.2 TÜRKİYE’DE ORMAN YANGINLARI	12
3.3 TÜRKİYE’DE ORMAN YANGIN TÜRLERİ	13
3.4 ORMAN YANGINLARI ÇIKIŞ NEDENLERİ	13
3.5 TÜRKİYE’DE ORMAN YANGINLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	14
3.6 ORMAN YANGINI RİSK HARİTALARI.....	15
3.7 ORMAN YANGINLARINDA UA VE CBS	15
BÖLÜM 4 UZAKTAN ALGILAMA TEKNİĞİ.....	17

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1 UZAKTAN ALGILAMADA TEMEL BİLGİLER	17
4.2 UZAKTAN ALGILAMANIN BİLEŞENLERİ	20
4.3 SINIFLANDIRMA.....	21
4.3.1 Piksel-Tabanlı Sınıflandırma Tekniği.....	22
4.3.2 Nesne-Tabanlı Sınıflandırma	25
4.3.3 Sınıflandırmada Doğruluk Analizi.....	26
BÖLÜM 5 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	35
5.1 CBS'İN TARİHÇESİ	36
5.2 ÜLKEMİZDE CBS	37
5.3 CBS'İN KULLANIM ALANLARI	38
5.4 CBS'İN FAYDALARI	38
5.5 CBS'İN TEMEL BİLEŞENLERİ.....	38
5.6 CBS'İN TEMEL FONKSİYONLARI	41
5.7 CBS'DE RİSK ANALİZİ.....	43
5.8 ORMAN YANGINLARINDA CBS'İN KULLANILMASI	44
BÖLÜM 6 UYGULAMA	45
6.1 ÇALIŞMA ALANI VE ÖZELLİKLERİ.....	45
6.2 MATERYAL	47
6.3 METOT	51
6.3.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)	52
6.4 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ANALİZİ	56
6.4.1 Çalışmada AHP Yönteminin Kullanılması.....	56
6.4.2 Arazi Örtü Tipi/Kullanımı	59
6.4.3 Eğim, Bakı ve Yükseklik Haritalarının Oluşturulması	60
6.4.4 Yol ve Yerleşim Koridorlarının Oluşturulması	62
6.4.5 Yangın Risk Haritasının Oluşturulması	64
6.4.6 Oluşturulan Yangın Risk Haritası İçin Doğruluk Değerlendirmesi.....	67

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 7 SONUÇLAR.....	69
KAYNAKLAR.....	71
ÖZGEÇMİŞ	79





ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Türkiye’de orman varlığı	11
3.2 Eğimin orman yangın yayılışını etkileme hızı.	14
4.1 Elektromanyetik spektrum (URL 3).....	18
4.2 Dalga boyu, genlik ve frekans.....	18
4.3 Pasif ve aktif algılayıcılar.....	19
4.4 UA’nın Temel Bileşenleri	20
4.5 Görüntü sınıflandırma işlemi	21
4.6 Maksimum benzerlik yöntemi	23
4.7 Minimum uzaklık sınıflandırma yöntemi.....	24
4.8 İki boyutta paralelyüz sınıflandırma	25
4.9 Hata matrisinin şematik olarak gösterimi.....	26
4.10 Bitkilerin NIR ve görünür bölgedeki enerjiyi yansıtma oranları	29
4.11 Bitkilerin NIR ve görünür bölgede enerjiyi yansıtması	29
5.1 CBS’nin bileşenleri	39
5.2 Yeryüzünün raster ve vektör veri formatında gösterimi	40
5.3 CBS’de birleşim işlemi	42
5.4 CBS’de sınır kaldırma işlemi	42
5.5 CBS’de çeşitli nesnelere için tampon analizi.....	43
6.1 Çalışma alanı	45
6.2 15.08.2018 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün 4,3,2 bant kombinasyonu.....	47
6.3 Çalışmada kullanılan ASTER uydu görüntüsü.	48
6.4 2008-2018 yılları içerisindeki orman yangın yerleri.....	51
6.5 AHP işlem adımları.	52
6.6 Sınıflandırılmış Landsat 8 uydu görüntüsü verisi	59
6.7 Derecelendirilmiş eğim haritası.	61
6.8 Bakı haritası.....	61
6.9 Yükseklik haritası.....	62
6.10 Zonguldak ve Ereğli OİM yol koridorları.	63

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
6.11 Zonguldak ve Ereğli OİM yerleşim koridorları haritası.....	64
6.12 Zonguldak ve Ereğli OİM orman yangını risk haritası.	66
6.13 Orman yangını risk haritasının doğruluk kontrolü yapmak için atılan koordinatlar.....	67



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Türkiye’de 2004-2017 yılları arasında meydana gelen orman yangın alanları.....	12
3.2 Ülkemizde meydana gelen orman yangınlarının çıkış nedenleri.	13
6.1 Zonguldak ve Ereğli OİM Orman Varlığı.....	46
6.2 Landsat 8 uydusu teknik özellikleri	49
6.3 ASTER uydusu teknik özellikleri	50
6.4 Saaty’nin 1-9 önem skalası	53
6.5 İkili karşılaştırmalar ile elde edilen A matrisi.	53
6.6 Random gösterge (RI).	55
6.7 Orman yangınına etki eden kriterlerin ikili karşılaştırmaları	56
6.8 B sütun matrislerinden elde edilen C matrisi.	57
6.9 C matrislerinden elde edilen W ağırlık matrisi.	58
6.10 Tutarlılık oranı kontrolü için oluşturulan D ve E matrisleri.....	58
6.11 Elde edilen sınıfların üretici ve kullanıcı doğrulukları.....	60
6.12 Yangın tehlikesi için değişkenlere ve sınıflara atanan derecelendirmeler.	65
6.13 Orman yangını risk alanlarının yangın tehlike indeksi değerleri.	66
6.14 Zonguldak ve Ereğli OİM orman yangını risk sınıflarının alansal dağılımı.	67
6.15 Kontrol için kullanılan koordinatlarının yangın tehlike sınıfları.	68



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
EK A: OGM BELGE TALEBİ	77





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

%	: Yüzde
°	: Derece
"	: Dakika
'	: Saniye
µm	: Mikrometre
λ	: AHP Yönteminde Karşılaştırmaya İlişkin Temel Değer
κ	: Kappa Değeri

KISALTMALAR

A	: Aspect/Bakı
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi/Analitik Hiyerarşi Süreci
ASI	: Aspect Index/Bakı İndeksi
ASTER	: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	: Tutarlılık Göstergesi
CR	: Tutarlılık Oranı
DEM	: Digital Elevation Model/Sayısal Yükseklik Modeli
DR	: Distance to Roads/Yola Mesafe
DS	: Distance to Settlements/Yerleşime Mesafe
ELI	: Elevation Index/Yükseklik İndeksi
EMS	: Elektromanyetik Spektrum
ERTS	: Earth Resources Technology / Yeryüzü Kaynakları Teknolojisi
ESRI	: Environmental Systems and Research Institute/ Çevresel Sistemler Araştırma Enstitüsü
EUROGI	: European Umbrella Organisation for Geographic Information/Coğrafi Bilgi İçin Avrupa Şemsiye Örgütü

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

FFSI	: Forest Fire Susceptibility Index/Orman Yangınına Duyarlılık İndeksi
Fr	: Rating of each factors' type or range/ Her bir faktörün türünün veya aralığının derecesi
FRZI	: Fire Risk Zonation Index/Yangın Risk Bölgesi İndeksi
FT	: Fuel Type/Bitki Örtüsü
FUI	: Fuel Type Index/Bitki Örtüsü İndeksi
GIS	: Geographic Information Systems/Coğrafi Bilgi Sistemleri
GPS	: Global Positioning System/Küresel Konumlama Sistemi
İHA	: İnsansız Hava Araçları
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index/Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi
NIR	: Near Infrared/Yakın Kıızılötesi
OBM	: Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OİM	: Orman İşletme Müdürlüğü
OLI	: Operational Land Imager
R	: Red /Kırmızı band
RC	: Yangın Risk Bölgeleri
RDI	: Road Index/Yol İndeksi
RI	: Random Gösterge
RS	: Remote Sensing
S	: Slope/Eğim
SLI	: Slope Index/Eğim İndeksi
STI	: Settlement Index/Yerleşim İndeksi
SWIR	: Short-Wave Infrared/Kısa Dalga Boylu Kıızılötesi
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TIR	: Thermal InfraRed
TIRS	: Thermal Infrared Sensor
UA	: Uzaktan Algılama
USGS	: U.S. Geological Survey/ Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu
UTM	: Universal Transverse Mercator/Ulusal Mercator Projeksiyonu
VNIR	: The Visible and Near Infrared/Görünür ve Yakın Kıızılötesi
YTI	: Yangın Tehlike İndeksi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Afetler, insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, insanın normal yaşantısını ve eylemlerini durduracak veya kesintiye uğratacak, imkânların yetersiz kaldığı olaylardır (Vatandaşlar 2012). Herhangi bir alanda olabilecek afetler, doğal veya insan kaynaklı olabilir. Afet sonrasında meydana gelebilecek can kaybı, yaralanma, maddi zarar, sosyal ve ekonomik bozulma, çevresel hasar gibi zararların en aza indirilebilmesi için gerekli tedbirler alınmalı ve oluşabilecek felaketlere hazır olunmalıdır.

Ormanlar en önemli doğal kaynaklarımızdan biridir. Nüfusun günden güne artması, tarım arazilerinin giderek genişlemesi, kentleşme ve sanayileşme gibi nedenler ormanlar üzerinde yoğun bir baskı oluşturmaktadır. Ülkemizde ormanların azalması ve ekonomik olarak verimsizleşmesi, artık güncel bir sorundur. Orman yangınları, ormanları azaltan faktörlerden biridir ve birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de çok büyük can ve mal kaybına yol açan doğal afetlerin başında gelmektedir. Türkiye'nin bulunduğu konumda orman yangınları tamamen önlenemeyebilir ancak ülke nüfusunun bilinçlendirilmesi ve alınacak önlemlerle orman yangınları ve olumsuz sonuçları en aza indirgenebilir. Ülkemizin geleceği ve sürdürülebilir ormancılık faaliyetleri açısından bu oldukça önemlidir (Doğanay ve Doğanay 2004).

Günümüzde doğal ve beşeri nedenlerle artan orman yangınlarının UA ve CBS ile belirlenmesi, yapılacak müdahale ve planlamalar için oldukça önemli bir hale gelmiştir. Yangın öncesinde, sırasında ve sonrasındaki aşamaları izlemek, en doğru ve en erken bir şekilde yapılması gereken zor bir görevdir. UA, özellikle uydu teknolojileri, bu zor görevin yerine getirilmesinde önemli bir araç olarak düşünülmektedir. Orman yangınlarının tespiti, gözetilmesi, meydana gelen hasarların incelenmesi, yanan alanın hesaplanması UA'nın gelişen uydu teknolojileri ve CBS yardımıyla yapılabilmektedir.

Orman yangını risk alanlarını belirlemek, yangın riski yüksek alanlarını önceden tahmin etmek; yangına müdahale anlamında iş gücü, zaman ve maliyet bakımından oldukça faydalı olacaktır. Orman yangınlarıyla mücadele etmek için yangın oluşumuna ve davranışına etki eden unsurlar orman yangını risk haritaları ile kısmen ortaya konulabilmektedir. Ülkemiz koşullarında, orman yangını risk haritaları yardımıyla özellikle arazi sınıflarındaki insan faktörlerine ilişkin kullanımların yangın riski değerlendirmelerdeki önemi net olarak görülebilmektedir.

Bu çalışmada Zonguldak ve Ereğli OİM için orman yangını risk alanlarının düşük, orta ve yüksek olarak dağılımı belirlenmiştir. Kullanılan denklemlerin geliştirilerek tüm ülke için böyle bir çalışma yapılmasının ülkemiz ormancılığına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu tez çalışmasında, UA ve CBS teknikleri kullanılarak Zonguldak ve Ereğli OİM için orman yangını risk alanlarının tespit edilmesi ve böylece orman yangınlarında yapılacak müdahale ve planlamalara katkı sağlanması amaçlanmıştır. Orman yangınlarına müdahalede ilgili bölge için önemli bir altlık oluşturacak bu çalışma, yangına hassas diğer bölgeler için de geliştirilebilecek olup, ülkemiz ormancılığına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, çalışmanın temel amacına ek olarak alt amaçları aşağıda belirtilmiştir;

- Başta orman yangınları olmak üzere afet yönetiminde UA ve CBS'nin sağladığı faydaları açıklamak,
- Ücretsiz olarak temin edilebilen Landsat ve ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) uydularının başta ormancılık uygulamaları olmak üzere birçok alanda sağladığı imkanları ortaya koymak,
- Orman yangınlarına neden olan faktörleri araştırmak,
- Sade ve kolay uygulanabilir olduğu için literatürde sıkça kullanılan ve çok kriterli karar verme metodlarından biri olan AHP'nin sağladığı avantajları analiz etmek.

1.2 ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Bu tez çalışması toplam yedi bölümden oluşmaktadır. Aşağıda her bir bölümde ele alınan konulara ilişkin genel bilgiler sunulmuştur.

Birinci bölüm tezin “Giriş” bölümünden oluşmaktadır. Burada çalışma ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve çalışmanın amacı ile kapsamı anlatılmıştır.

İkinci bölüm “Literatür Taraması” kısmından oluşmaktadır. Burada; dünyada ve ülkemizde orman yangını risk alanlarının belirlenmesi ile ilgili yapılan bazı çalışmalar sunulmuş, bununla ilgili literatürde kullanılan denklemlere yer verilmiştir.

Üçüncü bölüm olan “Orman” bölümünde ilk olarak Türkiye’de orman varlığı, orman yangınları, orman yangın türleri ve orman yangınlarının çıkış nedenleri anlatılmıştır. Daha sonra orman yangınlarını etkileyen bazı faktörler, orman yangını risk haritalarının oluşturulmasının önemi, orman yangınlarında UA ve CBS’nin rolü sunulmuştur.

Dördüncü bölüm “Uzaktan Algılama Tekniği” kısmıdır ve bu bölümde UA hakkında temel bilgiler verilmiştir. UA’nın bileşenleri olan veri elde etme ve veri işleme aşamalarından bahsedilmiştir. Görüntü sınıflandırma yöntemleri anlatılarak sınıflandırma işlemleri sonucunda yapılan doğruluk kontrollerinden bahsedilmiştir. Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index) kavramı formülü ile birlikte açıklanmıştır. UA ve uydu sistemleri tarihsel gelişiminden bahsedilmiş ve uydu görüntülerinin sağladığı avantajlar ile kullanım alanlarına değinilmiştir. Son yıllarda uydu sistemlerinde meydana gelen teknolojik gelişmeler irdelenmiştir. Uydu görüntülerinde çözünürlük kavramı ve çözünürlük çeşitleri anlatılmıştır.

Beşinci bölüm olan “Coğrafi Bilgi Sistemleri” kısmında CBS hakkında genel bilgiler sunulmuş ve literatürde CBS ile ilgili yapılan çalışmalara değinilmiştir. CBS’nin tarihçesi, ülkemizde CBS, CBS’nin kullanım alanları, faydaları, temel bileşenleri, temel fonksiyonları anlatılmıştır. CBS’de en çok kullanılan konumsal analizler olan; birleştirme analizi, sınır kaldırma işlemi ve yakınlık analizi anlatılmıştır. Son olarak CBS’de risk analizi ve orman yangınlarında CBS’nin kullanılması ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Altıncı bölüm “Uygulama” bölümüdür ve burada, tezde yapılan tüm uygulamalar sunulmuştur. Çalışma alanının genel özellikleri, çalışmada kullanılan materyal ve metotlar ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Elde edilen veriler değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Materyaller kısmında; çalışmada kullanılan Landsat 8 ve ASTER uydu görüntülerinin teknik özellikleri ile çalışmada kullanılan bilgisayar programlarından bahsedilmiştir. Çalışmada kullanılan yöntemlere ise “metot” başlığı adı altında değinilmiş olup burada çalışma alanı için yangın riski oluşturan faktörlerin belirlenmesinden ve bu faktörlerin ağırlıklarının belirlendiği AHP yönteminin adımlarından bahsedilmiştir. Yangın riski oluşturan her bir faktör için CBS ortamında oluşturulan bitki örtüsü, eğim, bakı, yükseklik, yerleşim ve yol koridorları haritaları ile bu haritalardan elde edilen orman yangını risk haritası sunulmuştur. Son olarak oluşturulan risk haritasının doğruluk kontrolü yapılmıştır.

Yedinci bölüm “Sonuçlar” kısmıdır. Bu bölümde tez çalışması özetlenmiş ve sonuçlar sunulurken önerilerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Ülkemizde ve dünyada UA ve CBS kullanılarak orman yangını risk haritası oluşturulması amacıyla yapılan bazı çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Erten vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, pilot bölge olarak Çanakkale ilçesine bağlı Gelibolu Yarımadası seçilmiştir. Çalışmada yangın risk bölgelerini belirlemek için; orman türleri, eğim, bakı, yola mesafe ve yerleşime mesafe faktörleri kullanılmıştır. Bu parametrelere önem derecesine göre katsayılar atanmıştır. Bu beş faktör daha sonra kendi içlerinde değerlendirilmiş ve yangına etkilerine göre derecelendirilmiştir. Çalışma alanında yangını ne kadar etkilediğine bakıldığında en çok etkileyen faktör orman türleri olmuştur. Literatürde daha önceden kullanılan denklemler referans olarak alınmış ve kendi coğrafyamıza (2.1) eşitliği şeklinde uyarlanarak orman yangını risk haritası elde edilmiştir.

$$RC = 7 * FT + 5(S + A) + 3(DR + DS) \quad (2.1)$$

Denklem 2.1'de RC yangın risk bölgelerini, FT orman türlerini ifade etmektedir. S faktörü eğim, A faktörü bakıyı göstermektedir. DR yola uzaklık, DS ise yerleşime uzaklıktır ve bu iki faktör çalışma alanındaki insan faktörünü temsil etmektedir. Fakat istenirse günlük yağış miktarı, rüzgar hızı gibi meteorolojik verilerin de sisteme entegre edilebileceği vurgulanmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde; Gelibolu Yarımadası için oluşturulan orman yangını risk haritasının ülkemizin her yeri için oluşturulabileceği böylece yangın anında oluşacak olumsuz etkinin en aza indirilebileceği belirtilmiştir.

Pradhan vd. (2007) tarafından orman yangınlarına gerekli tedbirlerin alınabileceğine farkındalık getirebilmek adına bir çalışma yapılmıştır. Çalışma bölgesi olarak Malezya'nın Karang ve Raja Musa Orman Koruma Alanı seçilmiştir. UA ve CBS yardımıyla orman yangın duyarlılığını değerlendiren bu çalışmada yöntem olarak frekans oranı metodu seçilmiştir. Frekans oranı yöntemi, anlaşılır ve çok kolay uygulanabilir bir olasılık modeline sahip olduğu için literatürde sıkça kullanılmaktadır (Akıncı vd. 2011). Çalışmada, orman yangınına duyarlılık indeksini hesaplamak için, her bir faktörün frekans oranı değerleri hesaplanmıştır. (2.2) eşitliği kullanılarak CBS ortamında çalışma alanı için orman yangını duyarlılık haritası oluşturulmuştur.

$$FFSI = Fr_1 + Fr_2 + \dots + Fr_n \quad (2.2)$$

Denklem (2.2)'de; FFSI, orman yangınına duyarlılık indeksini; Fr_1 , Fr_2 gibi değerler ise her bir faktörün türüne ait puanlamalardır.

Mahdavi vd. (2012) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, çalışma alanı olarak İran'ın İlam eyaleti seçilmiştir. Çalışmanın başlıca amaçları, çalışma alanı için orman yangını risk potansiyeli üzerindeki en önemli faktörlerin rolünü belirlemek ve orman yangınları açısından risk bölgelerini tespit etmek olmuştur. Bu amaçla bölgede yangın oluşumunda ve yayılmasında etkili faktörler analiz edilmiştir. Orman yangını risk haritasını oluşturmak için kullanılan parametre ve oluşturulan haritalar; arazi örtüsü, yola mesafe, su kaynaklarına mesafe, eğim, baki, yükseklik, nüfus yoğunluğu, sıcaklık ve yağış haritalarıdır. Bu faktörlerin orman yangını oluşumunu ne kadar etkilediğini belirlemek için Expert Chocie yazılımında bir AHP tekniği uygulanmıştır. Her faktör kendi içinde ağırlıklandırılarak çalışma alanı risk haritası üretilmiştir. Sonuçta, ileride yapılan çalışmalara rüzgar gibi faktörlerin de eklenilerek modelin geliştirilebileceği belirtilmiştir.

Malik vd. (2013) Hindistan'da Rajaji Ulusal Parkı için yaptıkları çalışmada orman yangını risk analizi haritası oluşturabilmek için UA ve CBS'den faydalanmışlardır. Bölgede daha önceden çıkan orman yangınları incelenmiş ve uzman kişilerin de görüşleri alınarak yangına neden olan faktörler belirlenmiştir. Bu faktörlere, orman yangınına etki değerine göre 1 ve 9 aralığında numaralar verilmiştir. Çalışma alanında yangındaki önemi en fazla olduğu için, en büyük ağırlık bitki örtüsüne verilmiştir. Çalışma alanı topoğrafyasına göre bunu eğim ve baki

takip etmiştir. Ve sonuçta (2.3) eşitliği kullanılarak bölgenin orman yangını risk haritası oluşturulmuştur.

$$FRZI = \frac{FUI*9+SLI*8+ASI*7+RDI*6+STI*5+ELI*4}{10} \quad (2.3)$$

Denklem (2.3)'te; FUI bitki örtüsünü, SLI eğimi, ASI bakı etkisini, RDI yola mesafeyi, STI yerleşime mesafeyi ve ELI yükseklik etkisini göstermektedir. Sonuçta, böyle bir haritanın yangın söndürme alt yapısını oluşturmada, ana yollar, tali yollar gibi planlamalarda yardımcı olacağı vurgulanmıştır. Analize daha fazla parametre eklenerek modellemedeki hassasiyetin artırılabilceği belirtilmiştir.

Özşahin (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, çalışma alanı olarak Antakya OİM seçilmiştir. Çalışmada, orman yangını duyarlılık analizi yapmak amacıyla yangın riskini etkileyen faktörler ile yangına müdahaleyi etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Bunun için öncelikle çalışma alanına ilişkin 1990-2013 yıllarını kapsayan 23 yıllık orman yangını incelenmiştir. Antakya OİM için orman yangını riskini ve yangına müdahaleyi etkileyen toplam 11 farklı parametre ele alınmıştır. Yangın riskini etkileyen parametreler; yükselti, eğim, bakı, yerleşmeye uzaklık, yol hatlarına uzaklık, arazi kullanımı ve bitki örtü tipi olarak ele alınmıştır. Yangına müdahaleyi etkileyen parametreler; su kaynaklarına mesafe, yangın müdahale ekiplerine mesafe, yangın gözetleme kulelerine mesafe ve yangın gözetleme kulelerinden görülebilirlik olarak ele alınmıştır. Bu faktörler AHP yöntemi ile analiz edilip duyarlılık katsayıları belirlenmiştir. Bu katsayılar CBS ortamında oluşturulan haritalar ile ilişkilendirilmiştir ve çalışma bölgesi için orman yangını duyarlılık haritası elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, orman yangını duyarlılık analizlerinde; yangın riskini etkileyen faktörlerin, yangına müdahaleyi etkileyen faktörlerden daha egemen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ateşoğlu vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada Bartın OİM için orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Çalışma alanında, 2002-2011 yılları içerisinde toplam 97 adet orman yangınına ait yangın sicil formları incelenmiştir. İlgili işletme şeflerinin görüşleri alınarak çalışma alanında yangına neden olan en önemli faktörler belirlenmiştir. Bunlar; arazi örtü tipi, eğim, bakı, yükseklik, yola mesafe ve yerleşime mesafedir. Çalışmada AHP yöntemi kullanılarak yangına neden olan her bir faktörün ağırlık katsayısı belirlenmiştir ve CBS

ortamında orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma alanı içerisinde, yangın emniyet yol ve şeritleri dahil tüm yollar ile bölgedeki yangınlara arazözlerin müdahale durumu araştırılmıştır. Ve sonuçta Bartın OİM için yangın risk haritasına ek olarak yangın risk bölgeleri için arazözle müdahale alanları haritası da oluşturulmuştur.

Bingöl (2017) tarafından yapılan bir çalışmada Burdur iline ait son 10 yılda meydana gelen 346 adet orman yangını incelenmiştir ve çalışma alanında yangına neden olan faktörler tespit edilmiştir. Çalışmada bütün faktörlere yangın riski durumuna göre risk faktörü atanmıştır. Risk faktörü atanan veriler için (2.1) eşitliği referans alınarak CBS ortamında Burdur ilinin orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda; oluşturulan orman yangını risk haritası ile haritanın oluşmasına etki eden ana faktörlerin bilinmesinin Burdur ilinde oluşabilecek yangınların önüne geçilmesinde ya da yangına erken müdahale edilmesinde katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

Karabulut vd. (2013) tarafından Kahramanmaraş, Başkonuş Dağı'nda yapılan bir çalışmada CBS kullanılarak orman yangını risk alanları belirlenmiştir. Bunun için öncelikle çalışma alanında orman yangınına neden olan bitki örtüsü, arazi kullanımı ve topoğrafya verileri CBS ortamında kurulan modeller yardımıyla değerlendirilmiştir. Tüm parametrelere yangın riski oluşturma potansiyeline göre risk faktörü atanmıştır. Yangın için en elverişli koşul 5 en az elverişli koşul ise 1 ile ifade edilmiştir. Risk faktörü atanan veriler (2.1) denklemi referans alınarak analiz edilmiştir ve CBS ortamında yangın risk haritası oluşturulmuştur. Sonuçta; iklim gibi yangın üzerinde etkili olan diğer faktörlerin de dâhil edildiği yangın risk analiz yöntemlerinin de yapıldığı ve yapılabileceği belirtilmiştir.

Gigovic vd. (2018) Bosna Hersek'in Nevesin belediyesinde yaptıkları bir çalışmada orman yangını risk haritasını oluşturmak ve değerlendirmek için AHP yöntemini kullanmışlardır. Orman yangınına neden olan 8 kriterin (Bitki örtüsü, baki, eğim, yükseklik, ortalama yıllık hava sıcaklığı, yıllık ortalama yağış, yollara olan uzaklık, yerleşim yerlerine olan uzaklık) ağırlıkları AHP ile belirlenmiştir. Belirlenen ağırlıklar ile yangına neden olan faktörler CBS ortamında ilişkilendirilerek bölgenin orman yangını risk haritası yapılmıştır. Oluşturulan harita 5 sınıfa ayrılmış ve bölge ormanlarının yangın risk açısından % 13,2'si çok yüksek, % 29,3'ü yüksek, % 31,1'i orta, % 21,3'ü düşük ve % 5,1'i çok düşük olduğu görülmüştür. Çalışmanın doğruluğunu kontrol etmek için orman yangını risk haritası ile çalışma alanında daha önce çıkan orman yangınları arasında konumsal ilişki yapılmıştır. Sonuçta doğrulama

için kullanılan orman yangınlarının % 82'sinin çok yüksek, %13'ünün yüksek, %5'inin orta risk bölgesinde olduğu görülmüştür.





BÖLÜM 3

ORMAN

Bu bölümde Türkiye’de orman varlığı, orman yangınları, orman yangın türleri, ülkemizde orman yangınlarının daha çok neden çıktığı, orman yangınlarını nelerin etkilediği, orman yangını risk haritaları ve orman yangınlarda UA ve CBS’nin rolü anlatılmıştır.

3.1 TÜRKİYE’DE ORMAN VARLIĞI

2015 yılı OGM istatistiklerine göre Türkiye’de orman arazisi büyüklüğü 22.3 milyon hektardır. Buna göre ülkemizin %28.6’sı orman alanından oluşmaktadır. Bu alanlara ağaçsız orman alanları dahil değildir.



Şekil 3.1 Türkiye’de orman varlığı (OGM 2015).

Şekil 3.1'deki Türkiye'de orman varlığı incelendiğinde, ormanların genel olarak kıyı kesimlerde toplandığı görülmektedir. Bölgeler arasında görülen bu belirgin farklılıkta büyük ölçüde nem, yağış, sıcaklık gibi iklim elemanlarının olumlu etkisi söz konusudur.

3.2 TÜRKİYE'DE ORMAN YANGINLARI

Ormanlar çevresel etkiye karşı savunmasızdır. Bunun için ormanlar, değişik sebeplerle meydana gelen yangınlar nedeniyle fazlaca zarar görmektedir. Orman yangınları biyolojik çeşitliliği azaltır. Ayrıca bitki ve hayvanların doğal yaşam alanına zarar verir (Bilgili vd. 2017).

Orman yangınları sadece odun hammadde kaynağını yok etmez ayrıca toprak yüzeyini koruyucu bir tabaka gibi örten ölü ve diri örtü ile biyolojik çeşitlilikleri de yok eder. Bunun bir sonucu olarak ekolojik dengeye zarar verir ve orman parçasının oluşturduğu yaşama alanını da ortadan kaldırır (OGM 2018).

Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasındaki bazı ülkeler incelendiğinde, birçok Avrupa ülkesinde orman yangınlarının en önemli tehdit olarak varlıklarını devam ettirdiği görülmektedir (Ateşoğlu vd. 2015). OGM 2017 istatistiklerine göre 2004-2017 yılları arasında meydana gelen orman yangınlarının alan olarak dağılımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Türkiye'de 2004-2017 yılları arasında meydana gelen orman yangın alanları (OGM 2017).

Yıl	Yangın Çıkan Alan (ha)	Yıl	Yangın Çıkan Alan (ha)
2004	4 876	2011	3 612
2005	2 821	2012	10 455
2006	7 761	2013	11 456
2007	11 665	2014	3 117
2008	29 749	2015	3 219
2009	4 678	2016	9 156
2010	3317	2017	11 993

Çizelge 3.1'e göre 2004-2017 yılları arasında Türkiye'de toplam 117 875 hektar orman alanının yandığı görülmektedir.

3.3 TÜRKİYE'DE ORMAN YANGIN TÜRLERİ

Orman yangınları; örtü yangınları, tepe yangınları ve toprak yangınları olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Ülkemizde görülen orman yangınları ise örtü ve tepe yangınlarıdır.

Örtü Yangını: Orman toprağını örten ot, çayır, ibre, funda, fide, fidan, yaprak, humus gibi diri örtünün yanmasıyla ortaya çıkan yangın türüdür. Meşcerenin asli ağaçlarına çoğunlukla zarar vermez. Ancak toprağı örten yanıcı maddeler yoğun ise zarar verebilir. Havanın nemli olduğu zamanlarda ve kış aylarında tepe yangınlarına dönüşmesi zordur.

Tepe Yangını: Toprak yüzeyindeki yanıcı maddeler dahil olmak üzere meşceredeki tüm unsurların yanmasıdır. Ağaç ve ağaççıkların tepelerini yakarak ilerler. En tehlikeli yangın türüdür.

Toprak Yangını: Sazlık ve bataklıklar gibi toprağın üzerinde ve altındaki kök kısmında turbalardan oluşan yangınlardır.

3.4 ORMAN YANGINLARI ÇIKIŞ NEDENLERİ

OGM 2013 verilerine göre ülkemizde son yıllarda meydana gelen orman yangınları çıkış nedenleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Ülkemizde meydana gelen orman yangınlarının çıkış nedenleri (OGM 2013).

İhmal ve Dikkatsizlik	% 58
Nedeni Bilinmeyen	% 21
Kasıtlı Olarak	% 13
Yıldırım Nedeniyle	% 8

Çizelge 3.2'deki verilere göre ülkemizde meydana gelen orman yangınlarının %92'si insan kaynaklıdır.

3.5 TÜRKİYE’DE ORMAN YANGINLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

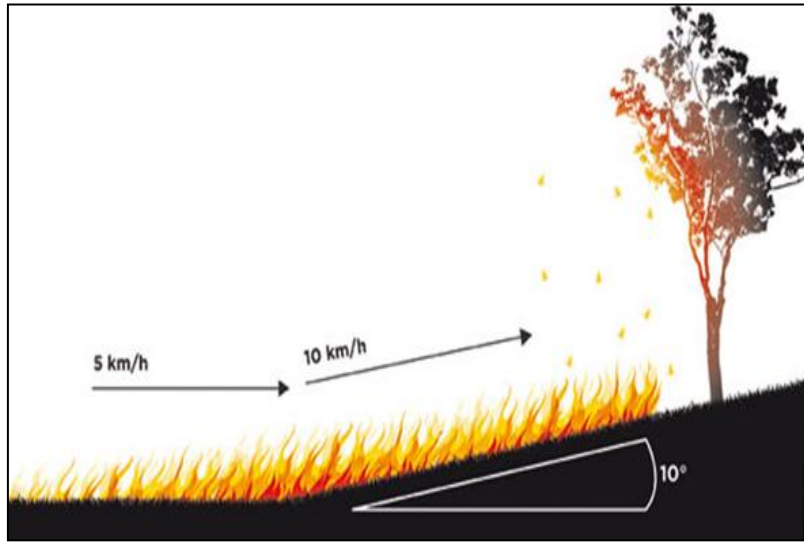
Yangın çıktığında onun yayılmasını sağlayan ve daha tehlikeli bir hale gelmesine neden olan tüm faktörler orman yangınına etkileyen unsurlardır. Bu nedenle tüm faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Yangını etkileyen faktörlerden en önemlileri yanıcı madde, hava halleri ve topografik koşullardır (Sepetçi 2014).

Yanıcı madde: Ölü örtü, alt tabakada bulunan ot, çayır bitkileri, çeşitli çalılar, enkaz, kesim artıkları, ağaç ve ağaççık gibi faktörlerdir. Yanıcı maddelerin inceliği-kalınlığı, miktarı, cinsi, devamlılığı ve rutubeti gibi özellikler yanma olayını etkiler (URL 1).

Hava Halleri: Yağış, nisbi nem, sıcaklık, rüzgar hızı yangını etkiler.

Topografik Koşullar: Eğim, bakı, yükseklik gibi faktörlerdir.

Eğim: Eğim arazinin engebelik derecesini belirler. Yangınların geniş bir alana yayılmasında eğimin etkisi çok fazladır. Diğer faktörleri eşit kabul edersek, yangınlar eğimli abir yerde daha hızlı yayılır. Eğim arttıkça yangın daha hızlı yayılır. Yangın, yamaçtan yukarı doğru rüzgârın da etkisi ile yelpaze şeklinde ilerler. Şekil 3.2’de arazide meydana gelen her 10 derecelik artışta yangın yayılma hızına etkisinin iki kat arttığı gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Eğimin orman yangın yayılışını etkileme hızı (URL 2).

Bakı: Ülkemizin de bulunduğu Kuzey Yarım Küre’de genellikle güney ve güneydoğu bakılarda yangın daha çok çıkar ve daha hızlı yayılır. Bu bölgeler güneş ışığını direkt alır ve hava ile yanıcı maddenin sıcaklığını arttırır.

Yükselti: Bitki örtüsü tipleri ve yakıt yükü modelleri yükseltiyle değiştiği için yükselti yakıt yoğunluğunu etkiler. Yükselti ayrıca, alınan yağışın miktarını, rüzgârlara temas durumunu ve çevredeki arazi ile ilişkiyi de etkiler. Yükselti farkları yangın davranışını etkiler. Dağ tepeleri ve vadi tabanları gün boyu değişen yanma koşullarına sahiptir. Vadi tabanı gündüz daha çok ısınır. Hafif olan bu hava yükselir. Gece ise güneş radyasyonu yoktur. Bu yüzden ağır hava kitlesi vadi tabanına doğru akar. Bu değişime bağlı olarak yazın gece vadi tabanı sıcaklığı dağ tepelerine göre daha düşüktür.

3.6 ORMAN YANGINI RİSK HARİTALARI

Yangın riski, yangının ortaya çıkmasına sebep olan etkilerin varlığıdır. Bu etkilere bağlı olarak yeni bir yangının başlama ihtimalidir. Yollar, piknik alanları gibi insan yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde yangın riski yüksektir. Orman yangınları ile mücadele zor bir iştir. Bunun yanında tehlikelidir ve maliyeti fazladır. Orman yangın riskini tamamen yok etmek mümkün değildir. Ülkemizdeki orman yangınlarını edebilmek için ormanlık alanlardaki risk bölgeleri tespit edilmelidir. Yangın riski yüksek olan alanlar belirlenmelidir (Sepetçi 2014).

Orman yangın riskini meydana getiren faktörler birbirileri ile ilişkilendirilerek orman yangını risk haritaları oluşturulabilir. Böylece risk oluşturan faktörler kontrol altına alınabilir ve kontrol edilemeyen alanlar için de tedbirler alınabilir.

Orman yangını tahmin etmek zor olduğundan, yangın riskli bölge haritası orman yangını ile mücadelede faydalı olabilir.

3.7 ORMAN YANGINLARINDA UA VE CBS

Uydu görüntüleri, geniş alanları tekrarlı bir şekilde algılama yapabildiği için planlamalarda sıkça kullanılan bir kaynaktır. Orman yangını risk alanlarının belirlenmesinde ve sonuçların izlenmesinde vazgeçilmez bir kaynaktır. UA ile uydu görüntülerinden gerekli bilgi çıkarımı yapılabilir. Yine uydu görüntüleri ile risk alanları belirlenebilir ve oluşabilecek doğal

felaketler için önceden bir planlama yapılabilir, gerekli tedbirler alınabilir. Bu açıdan UA uydu görüntüleri kullanılarak risk analizinin yapılması, önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Özcan ve Musaoğlu 2009).

Sabit yörüngeli uydular, sık ve sürekli bir şekilde görüntü alabildiği için yangınları önceden tespit etme işleminde, uydu bazlı çözümler içinde en uygun sistemlerden biridir. Kullanılan uydu görüntüsünün konumsal ve zamansal çözünürlüğü ayrıca kullanılan yöntemin hassasiyetine göre çalışmanın doğruluk ve tutarlılığı değişir. Yine de UA sistemleri orman yangınlarını belirlemede insandan kaynaklı hataları ortadan kaldırır, sistematik ve tutarlı bir veri sağlar (Tekeli vd 2007).

Günümüzde CBS tekniklerinin, orman yangını araştırmalarında kullanımı giderek artmaktadır. CBS, etkin ve uygulanabilir sonuçlar elde etmede büyük avantajlar sağlamaktadır. Yangınların önceden belirlenebilmesi, modellenmesi, yangın oluşumunun izlenmesi, söndürme çalışmalarının organize edilmesi, yangın sonrası oluşan hasarın belirlenmesi gibi çalışmalarda ucuz, hızlı ve doğruluk oranı yüksek analizlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bir ormanlık alanda yangının başlayabilmesi için birçok doğal ve beşeri faktör bir araya gelip uygun şartlar oluşturmalıdır. CBS birden fazla faktörü değerlendirebilir ve bu faktörleri analiz etmede büyük avantajlar sağlar (Bingöl 2017).

BÖLÜM 4

UZAKTAN ALGILAMA TEKNİĞİ

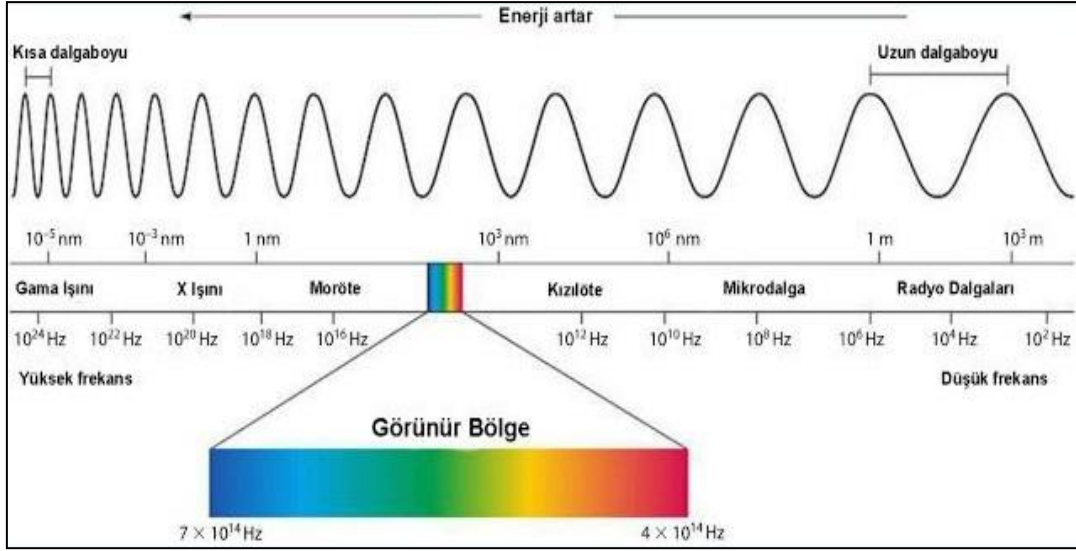
UA, uydulara yerleştirilen sensörler aracılığıyla yeryüzündeki nesnelere algılayan bir teknolojidir. Temel prensip, yeryüzündeki nesnelere yansıyan elektromanyetik enerjinin, herhangi bir temas olmadan uydu sensörleri tarafından algılanmasına dayanır. Elde edilen veriye göre yeryüzü nesnelere analiz edilir. Günümüzde, yeryüzünün fiziksel yapısı hakkındaki pek çok bilgi, UA teknolojileri ile elde edilebilmektedir (Bilgi 2007).

4.1 UZAKTAN ALGILAMADA TEMEL BİLGİLER

UA teknikleri, geleneksel yöntemlere göre farklı zamansal ve konumsal ölçeklerde bilgi toplama açısından daha ekonomik ve daha hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir. UA, geniş alanlarda düşük maliyetli veri sağlamaktadır. Güvenilir bilgi kaynağı sağlayan UA verileri sayısal formatta olduğu için bu veriler ile gözün ayırt edemediği ayrıntılar yakalanabilmektedir. Ayrıca, yüksek frekanslı tekrarlanabilir gözlem yapabilme yeteneğine sahip olduğu için geleneksel yöntemlere göre büyük avantajlar sağlamaktadır.

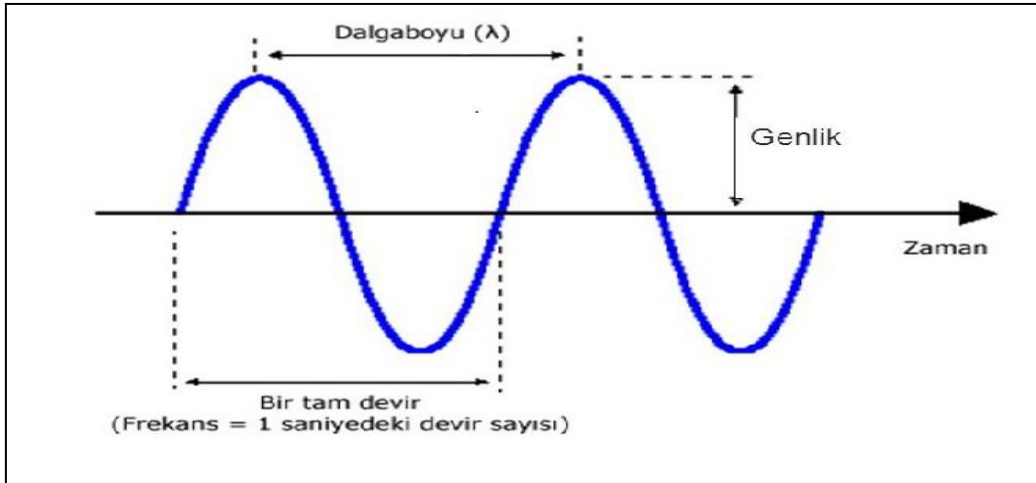
Nesneler yeryüzüne gelen enerjinin bir kısmını kendi karakteristik özelliklerine bağlı olarak geri yansıtırlar. Geri yansıtılan bu enerjinin yayılımını kapsayan aralığa ya da şemaya elektromanyetik spektrum (EMS) adı denir. UA tekniği, yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin, EMS'nin "spektrum görüntü bölgesi" adı verilen (ultraviyole, görünen, infrared) kısmında sensörler tarafından ölçülerek değerlendirilmesi esasına dayanır (Boran 2006).

EMS, gama ışınları ile radyo dalgaları arasında geniş bir aralıkta tanımlanmaktadır. UA'da elektromanyetik dalgalar, EMS'deki dalga boyları yerlerine göre sıralanırlar. Enerjinin, uzayda bir nesneden diğer bir nesneye aktarımını sağlayan EMS Şekil 4.1'de gösterilmiştir. UA bu prensipler üzerine çalışmaktadır.



Şekil 4.1 Elektromanyetik spektrum (URL 3).

Elektromanyetik dalgaların üç temel özelliği olan dalga boyu, genlik ve frekans Şekil 4.2’de verilmiştir. Dalga boyu, bir dalganın iki uç tepesi ya da iki çukur noktası arasındaki mesafedir. Genlik, dalganın tepe ya da çukur noktasının eksenenden olan yüksekliği olarak ifade edilmektedir. Frekans, belirli bir noktadan belirli bir süre içerisinde geçen tepe ya da çukur noktası sayısına denir.

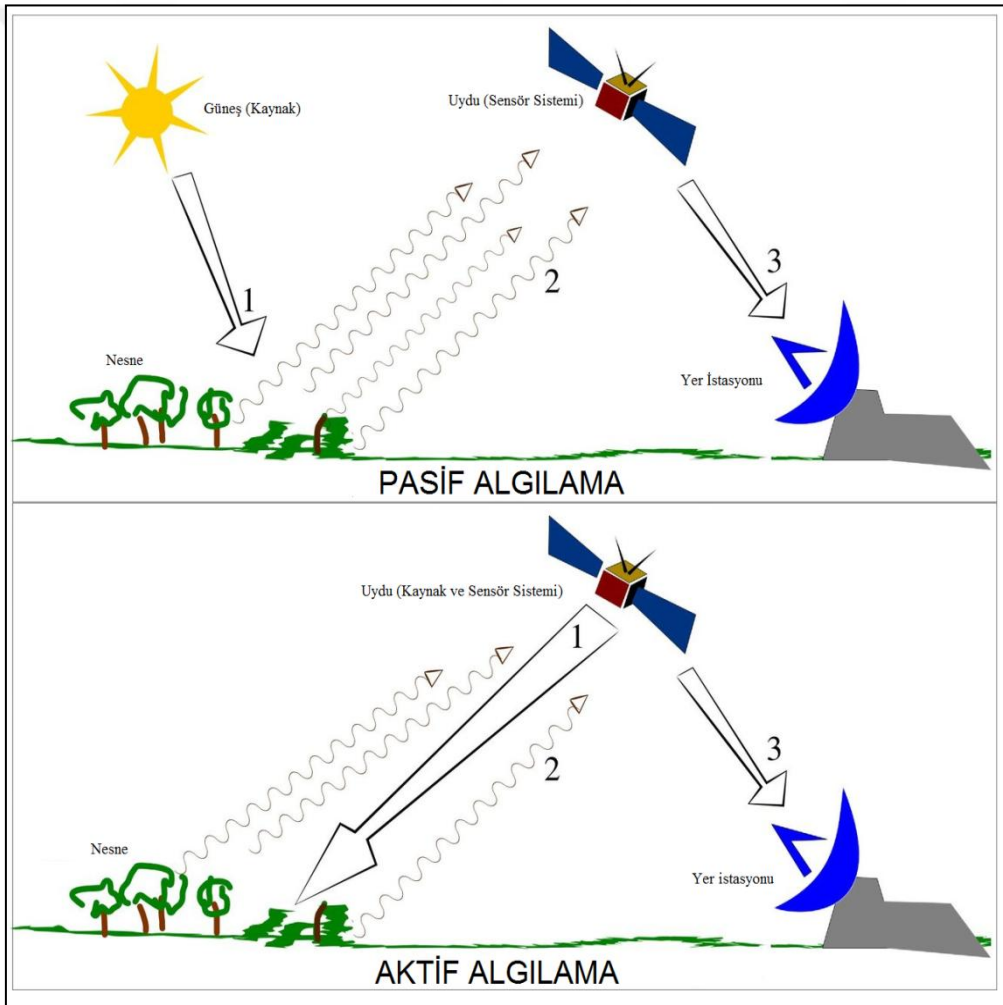


Şekil 4.2 Dalga boyu, genlik ve frekans (URL 4).

UA sayesinde algılayıcılardan elde edilen elektromanyetik enerji verisi bilgiye çevrilir. Veriyi elde ederken kullanılan enerji çeşidine göre pasif ve aktif olmak üzere iki tür algılayıcı bulunur.

Pasif Algılayıcılar: Bu tür algılayıcılar, gözlemlenen nesne veya faaliyet alanından yayılan ya da yansıtılan doğal enerjiyi algırlar. Bu algılayıcılar tarafından algılanan en bilindik enerji kaynağı güneş ışınlarıdır. Kendi enerjilerini üretmediklerinden gece veya havanın kötü olduğu durumlarda alınan görüntüler kullanışlı olmamaktadır.

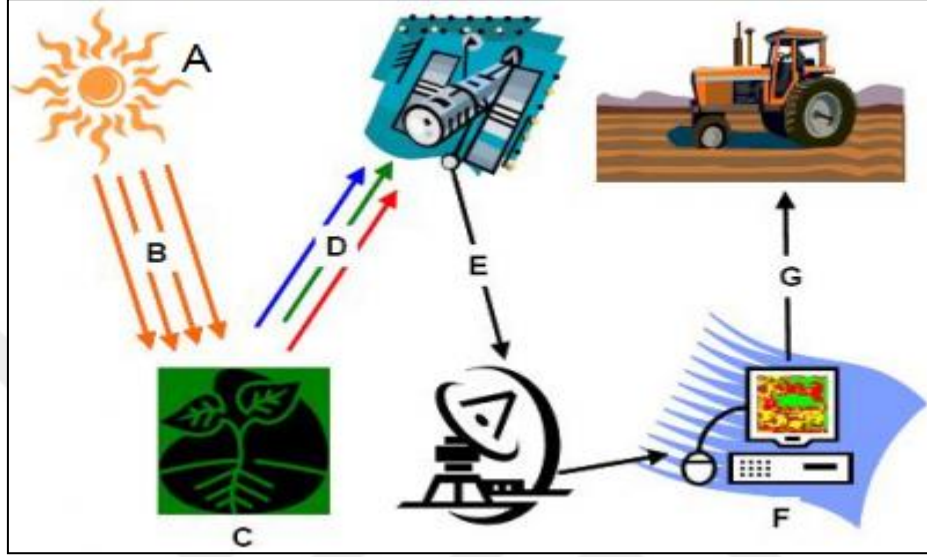
Aktif Algılayıcılar: Bu tür algılayıcılar, kendi enerjilerini kendileri üretirler ve yansıttıkları sinyalin geri dönüşünü toplayarak görüntü elde ederler. Kendi enerjilerini ürettikleri için hava koşullarından etkilenmezler ve gece gündüz görüntü alabilirler. Ancak hedefe göndermek için büyük miktarda enerjiye ihtiyaç duyarlar. Şekil 4.3'te pasif ve aktif algılayıcıların çalışma prensibi verilmiştir.



Şekil 4.3 Pasif ve aktif algılayıcılar (URL 5).

4.2 UZAKTAN ALGILAMANIN BİLEŞENLERİ

UA, "Verinin Elde Edilmesi" ve "Verinin İşlenmesi" olarak iki temel bileşenden oluşur. UA'nın temel bileşenleri Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4 UA'nın Temel Bileşenleri (URL 6).

Verinin Elde Edilmesi

A. Enerji Kaynağı ve Aydınlatma: UA'nın ihtiyacı olan ilk durum, aydınlatma için gerekli bir enerji kaynağı veya hedefin özelliğine uygun elektromanyetik enerjidir.

B. Işınım ve Atmosfer: Yeryüzüne veya algılayıcıya salınan enerji, atmosfer ile etkileşime girerek birtakım değişikliklere uğrar.

C. Hedef ile Etkileşim: Atmosfer ile etkileşime girerek değişikliklere uğrayan enerji, hedefle buluştuğunda yüzeyin ve yayımın özelliğine bağlı olarak birtakım engellere uğrar. Hedefe ulaşan enerjinin bir bölümü geriye yansır.

D. Algılayıcının Enerjiyi Kayıt Etmesi: Enerji atmosferde yayıldıktan ve hedeften yansıdıktan sonra algılayıcı bu enerjiyi toplar ve kaydeder.

E. Verinin Alınması: Algılayıcı tarafından toplanan ve kaydedilen enerji, bir uydu yer istasyonuna gönderilir. Burada görüntüye dönüştürülür ve işlenir.

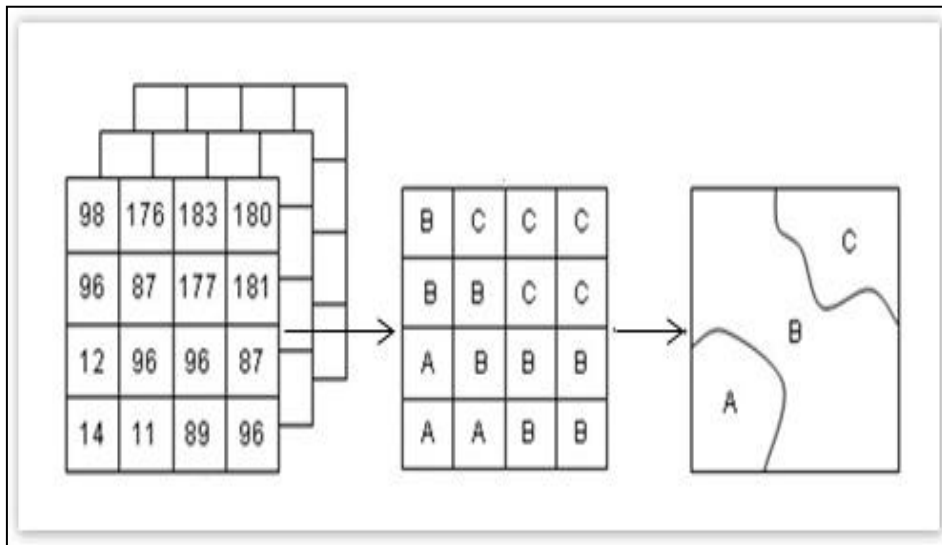
Verinin İşlenmesi

F. Yorumlama ve Analiz: Görüntü işleme teknikleri kullanılarak görüntü zenginleştirilir. Zenginleştirilen bu görüntü analiz edilir, sayısal ya da elektronik olarak değerlendirilir.

G. Uygulama: Analiz edilip değerlendirilen veriden bilgi çıkarımı yapılır. Elde edilen sonuçlar başka veri kaynakları ile de birleştirilip kullanılabilir.

4.3 SINIFLANDIRMA

Uydu görüntülerinin sağladığı veriler ham haldedir. Bu ham veriler, karmaşık halden bilgiye dönüştürülebilir. Bunun için istatistiksel analiz ve yorumlamalar yapılarak veri, bilgiye dönüştürülebilir. Veriyi bilgiye dönüştürmede en sık kullanılan yöntem görüntüyü sınıflandırmaktır. Görüntü sınıflandırma, bir görüntü verisinden anlamlı sayısal konu haritaları oluşturma işlemidir. Diğer bir ifadeyle, uydu görüntüsündeki her bir pikselin benzer spektral özelliklerine göre gruplara ayrılması ve her pikselin yansıtma değerine göre yeryüzünde karşılık geldiği kümeye atanmasıdır (Şekil 4.5). Sınıflandırma işlemi sonucunda elde edilen görüntü tematik haritadır (Güney ve Polat 2015).



Şekil 4.5 Görüntü sınıflandırma işlemi (URL 7).

Uydu görüntülerinde sınıflandırma işlemi, piksel tabanlı ve nesne tabanlı sınıflandırma teknikleri olarak iki ana başlıkta incelenebilir.

4.3.1 Piksel Tabanlı Sınıflandırma Tekniği

Bu sınıflandırma tekniğinde piksele ait renk değerleri ve piksellerin birbirleriyle komşuluk ilişkileri ele alınır. Bu yaklaşımın amacı arazi örtü sınıflarına ve özelliklerine göre görüntüdeki tüm pikselleri bir araya getirmektir. Piksel tabanlı sınıflandırma yöntemi; kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma yöntemi olmak üzere iki gruba ayrılır.

Kontrolsüz Sınıflandırma: Kullanıcının, görüntü hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı, bölgedeki verileri tanımlayamadığı veya çalışma alanının genel yapısı hakkında ön bilgiye ihtiyaç duyduğu durumlarda bu sınıflandırma yöntemi kullanılır.

Kontrolsüz sınıflandırmada görüntüdeki pikseller analiz edilir ve parlaklık değerlerine göre doğal gruplara ayrılıp kümelendirilir. Bu işlem sonucu spektral sınıflar oluşur. Oluşan sınıflar önceden bilinmediğinden; üretilen sınıflandırma haritası ile bölgeye ait hava fotoğrafları, topografik haritalar gibi farklı referans veriler karşılaştırılarak sınıfların ne olduğu belirlenir.

Uygulamada ISODATA, K-means, Fuzzy C-Means gibi çeşitli kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır.

Kontrollü Sınıflandırma: Kullanıcının, çalışma alanı hakkında önceden bilgi sahibi olduğu durumlarda genellikle kontrollü sınıflandırma kullanılır. Kontrollü sınıflandırma 3 aşamadan oluşur.

Eğitim aşaması: Öncelikle çalışma alanındaki eğitim alanları yani örnekleme kümeleri seçilir. Örnekleme kümeleri, çalışma alanında önceden bilinen bölgeleri temsil eder ve bu alanlar sınıfı en iyi temsil eden bölgelerdir. Doğru bir sınıflandırma için örnekleme veri seti, görüntü üzerinde yeterince dağılmış homojen hücre gruplarını içermelidir.

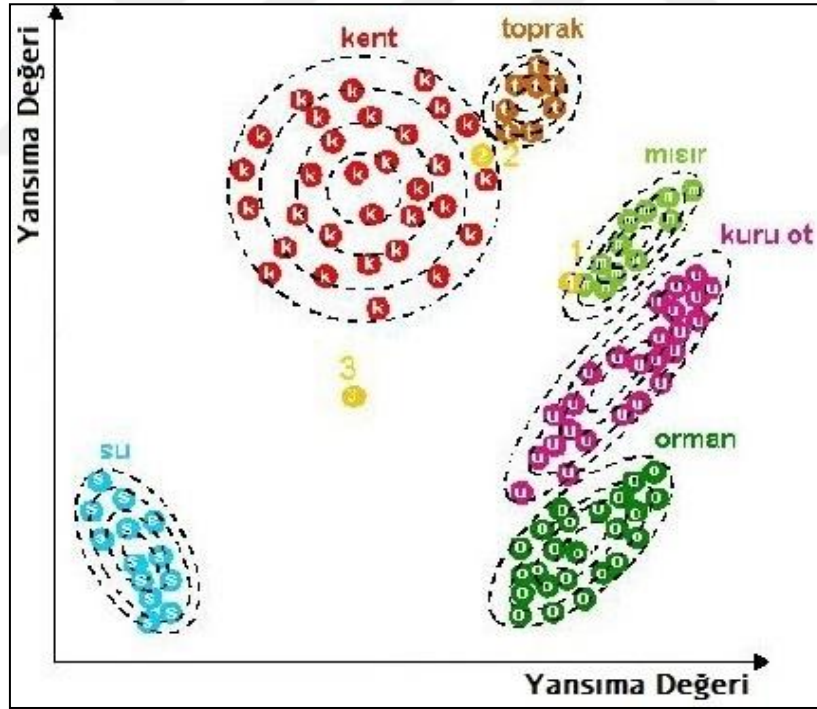
Sınıflandırma aşaması: Uydu görüntüsündeki her bir piksel sayısal olarak yorumlama anahtarı içindeki her bir sınıf ile karşılaştırılır. En çok hangisine benzediği tespit edilir ve ilgili sınıfın adıyla etiketlenir.

Çıktı aşaması: Sonuçlar sunulur (Haritalar, alansal verinin tabloları, CBS veri dosyası vb).

Kontrollü sınıflandırma; maksimum benzerlik, minimum uzaklık ve paralelyüz sınıflandırma yöntemi olmak üzere 3 başlıkta incelenebilir.

Maksimum Benzerlik Yöntemi (En Yüksek Olasılık Metodu)

Maksimum Benzerlik Yöntemi, sınıflandırma işlemlerinde sıkça kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem istatistiksel bir sınıflandırma tekniğidir. Ortalama değerlerin yanında, varyans ve kovaryans değerleri de dikkate alınır. Bu değerlendirmede, sınıf kontrol kümelerini oluşturan verilerin normal dağılıma sahip olduğu varsayılır. Sınıflandırma aşamasında olasılık yoğunluk fonksiyonları hesaplanır ve sınıflandırılacak pikseller üyelik olasılığı en fazla olan sınıflara atanır. (Bulut ve Günlü 2016). Maksimum benzerlik yöntemi ile sınıflandırma Şekil 4.6'da verilmiştir.



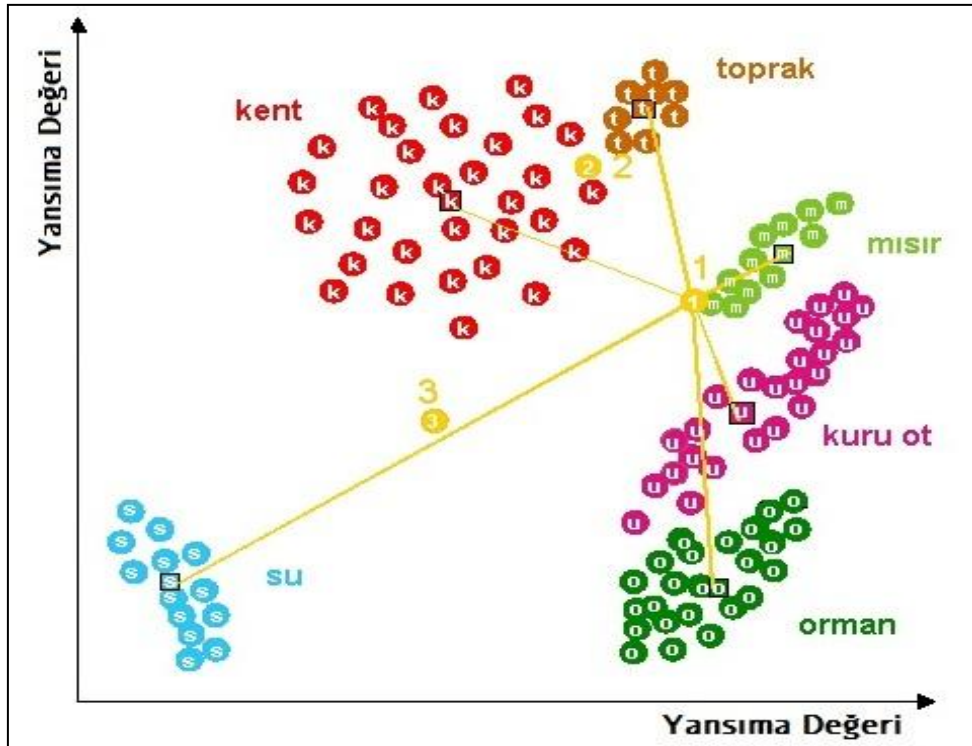
Şekil 4.6 Maksimum benzerlik yöntemi (URL 8).

Maksimum benzerlik yönteminde, çalışma alanına ait yeterli miktarda veri yoksa sınıflandırma doğruluğu düşer. Bu durumda kovaryans bilgilerinin kullanılmadığı başka bir sınıflandırma yöntemine başvurulmalıdır (Marangoz 2009).

Maksimum benzerlik yöntemi, sınıf değişimlerini dikkate alır. Sınıfların kendi içindeki varyasyonları da analizlere katıldığı için paralelyüz ve minimum uzaklık yöntemlerine göre daha iyi sonuç verir. Ancak algoritma yavaş çalışır. Normal dağılım göstermeyen sınıflarda sınıflandırma doğruluğu düşer.

Minimum Uzaklık Yöntemi (Ortalamalara En Kısa Mesafe)

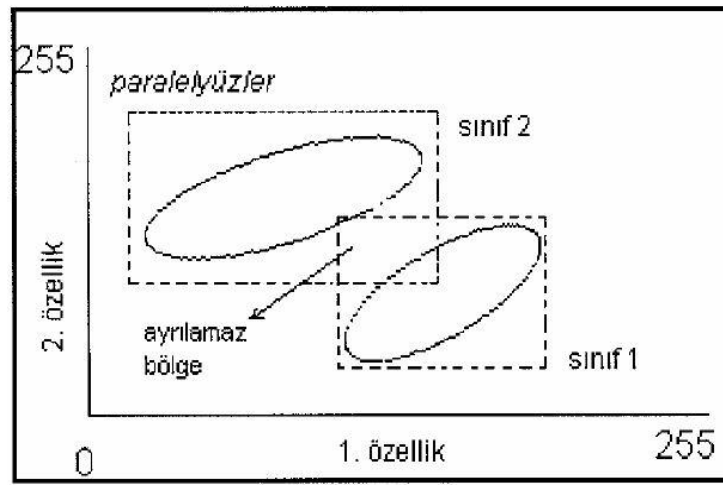
Çalışma alanına ait örnekleme verileri kısıtlı olduğunda kovaryans bilgilerinin kullanılmadığı ve sadece spektral sınıfların ortalamalarının kullanıldığı bir yöntem gerekir. Minimum uzaklık yöntemi buna dayanan bir sınıflandırma yöntemidir. Bölgeye ilişkin az sayıda örnek olduğu durumlarda, ortalama değerler kovaryanslara göre daha doğru tahmin edilebilmektedir. Örnekleme veri setinden sınıf ortalamaları belirlenir ve her bir piksel en yakın ortalamaya sahip olan sınıfa atanır. Minimum uzaklık yönteminde kovaryans verileri kullanılmadığı için sınıf modelleri spektral olarak simetrik değildir. Bu yüzden bazı sınıflar iyi modellenemeyebilir. Fakat örnekleme verilerinin kısıtlı olduğu durumlarda minimum uzaklık yöntemi, maksimum benzerlik yöntemine göre daha doğru sonuçlar verir (Oruç vd 2007). Şekil 4.7’de minimum uzaklık sınıflandırma yöntemi verilmiştir.



Şekil 4.7 Minimum uzaklık sınıflandırma yöntemi (URL 8).

Paralelyüz Yöntemi

Paralelyüz yöntemi, bir sınıflandırma için kullanıcıdan en az bilgiyi isteyen yöntemdir. Uygulanması hızlı ve kolaydır. Örnekleme verilerinin spektral bileşenlerinin histogramlarının incelenmesine dayanır. Tanımlanan her sınıf için, kullanılan her bandın minimum ve maksimum piksel değerleri kullanılır. Bilinmeyen pikseller, ilgili olduğu paralelyüz içine atanır. Her bir örnekleme seti için özelliklerin yalnız minimum ve maksimum değerleri kullanılır. Bu yüzden gerçek spektral sınıflar iyi temsil edilemeyebilir. İki boyutta paralelyüz sınıflandırma yöntemi Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 İki boyutta paralelyüz sınıflandırma (Marangoz 2009).

4.3.2 Nesne Tabanlı Sınıflandırma

Yüksek çözünürlüklü görüntülerde mevcut olan zengin bilgi içeriği piksel tabanlı sınıflandırmada tam anlamıyla yansıtılamayabilir. Bu yüzden günümüzde piksel tabanlı sınıflandırma yaklaşımlarının yanında nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımları da sıkça kullanılmaktadır.

Nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımı, piksel tabanlı sınıflandırma yaklaşımlarının aksine; yapıyı, dokuyu, spektral bilgiyi ve nesne büyüklüğünü birlikte dikkate alır. Nesne tabanlı sınıflandırmada ilk aşama uygun parametrelerin tespiti ve segmentasyon işlemidir. Bunu sınıflandırma işlemi takip eder. Öncelikle komşu pikseller gruplandırılır. Görüntü birbirine ait alt bölümlere ayrılır. Bu işlem segmentasyon olarak adlandırılır. Böylece, yalnızca tekil

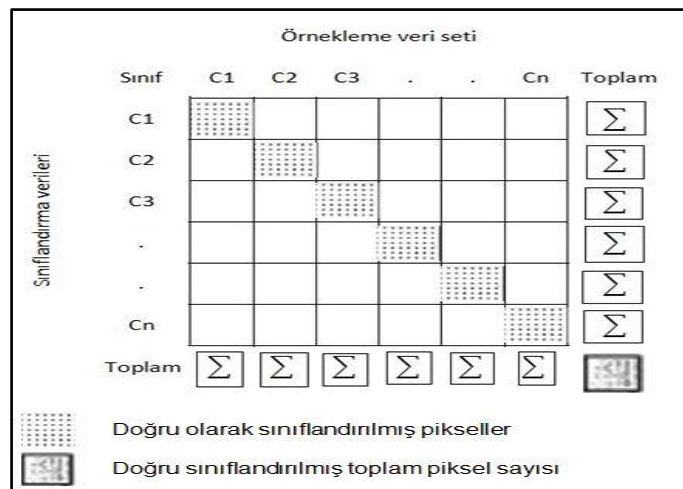
pikseller sınıflandırılmakla kalmaz, bir önceki segmentasyon basamağı sırasında homojen görüntü nesnelere de ortaya çıkar.

Segmentasyon aşamasında 3 parametre vardır. Bunlar; ölçek parametresi, renk/biçim parametresi, yumuşaklık/bütünlük parametresidir. Bu 3 parametre olabildiğince gerçeğe yakın belirlenmelidir (Marangoz vd 2005).

4.3.3 Sınıflandırmada Doğruluk Analizi

Sınıflandırma işlemi sonrasında sınıflandırma performansını belirleyebilmek için bir doğruluk analizi yapılır. UA görüntü sınıflandırmalarında doğruluk, bir piksele tahsis edilen sınıf etiketi ile “gerçek” sınıf arasındaki uygunluğu gösterir. Gerçek sınıf; hava fotoğraflarından, görüntünün alındığı alana ait halihazır haritalardan, CBS verileri gibi kaynaklardan bulunabilir. Bu kaynaklar yoksa ilgili alana gidilerek arazi çalışması yapılabilir. Doğruluk analizi için sınıflandırılmış görüntüden örnekler seçilir. Bu örnekler her bir sınıfı en iyi temsil eden yerlerden alınmalıdır. Ayrıca bu örnekler mümkün olduğunca homojen bir şekilde görüntünün her yerinden toplanmalıdır. Bu iki unsur sınıflandırma doğruluğunu etkileyen en önemli faktörlerdir.

Doğruluk değerlendirmesinde hata matrislerinin oluşturulması sıkça kullanılan bir yöntemdir. Hata matrisleri yani confusion matrix, sınıf referans verileri ile sınıflandırma sonuçları arasındaki ilişkiyi karşılaştırır. Şekil 4.9’da hata matrisi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Hata matrisinin şematik olarak gösterimi (Oruç 2014).

Şekil 4,9'da, örnekleme veri setiyle ilgili değerler sütun elemanlarında, sınıflandırılmış pikseller ise satır elemanlarında gösterilmektedirler. Köşegen üzerindeki değerler doğru sınıflandırılmış veri seti piksellerini ifade etmektedir.

Hata matrisine bakılarak toplam doğruluk ile üretici ve kullanıcı doğrulukları analiz edilebilir.

Toplam Doğruluk: Görüntü sınıflandırma işleminin toplam doğruluğunu hesaplayabilmek için öncelikle doğru olarak sınıflandırılan pikseller toplanır. Bunlar köşegen üzerindeki piksellerdir. Toplanan bu pikseller, referans piksellerin toplam sayısına bölünür ve toplam sınıflandırma doğruluğu elde edilir.

Üretici Doğruluğu: Her bir sınıf içinde doğru olarak sınıflandırılan piksel sayısı, bu sınıf için kullanılan örnekleme veri seti pikselleri sayısına bölünür. Sonuçta üretici doğruluğu elde edilir. Bu doğruluk, bir arazi örtü türünün eğitim seti piksellerinin hangi doğrulukta sınıflandırılabilirdiğini gösterir.

Kullanıcı Doğruluğu: Her bir sınıf içinde doğru olarak sınıflandırılan piksel sayısı, bu kategori içinde sınıflandırılan piksellerin toplam sayısına bölünür. Kullanıcı doğruluğu, herhangi bir sınıfa atanan bir pikselin bu sınıfı gerçekte temsil edip etmediğini gösterir.

Sınıflandırma için kullanılan bir diğer ölçüt Kappa katsayısıdır. Kappa (κ) katsayısı denklem (4.1) yardımıyla hesaplanır.

$$\kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})} \quad (4.1)$$

Denklem 4.1'de r sınıf sayısı, x_{ij} hata matrisinin köşegen elemanları, x_{i+} =satır toplamı, x_{+i} sütun toplamı, N hata matrisindeki toplam hücre sayısıdır.

κ değerinin yorumlanması: Sonuçta elde edilen κ değeri;

- ise tam uyumludur.

- 0.75 ve fazlası ise sınıflandırma performansı çok iyidir.
- 0.40'ın aşağısında ise sınıflandırma performansı yetersizdir.
- ise sınıflandırılmış görüntü ve referans verileri arasında uyuşum yoktur (URL 9).

Kontrolsüz sınıflandırma hemen hemen kullanıcıdan bağımsızdır, benzer özellik gösteren nesnelere türlerine göre gruplara ayıran istatistiksel gruplama yöntemleri olarak görülebilir. Kontrolsüz yöntem hemen hemen otomatik çalışırken, kontrollü yöntem kullanıcı tarafından düzenlenmelidir. Kontrolsüz sınıflandırma, kontrollü sınıflandırmaya göre oldukça hızlıdır ama sonuçların kullanıcılar tarafından yorumlanması gerekir. Bu durum bazı durumlarda zor olabilir ve sınıflandırmanın sayısız kez tekrarlanmasına yol açabilir.

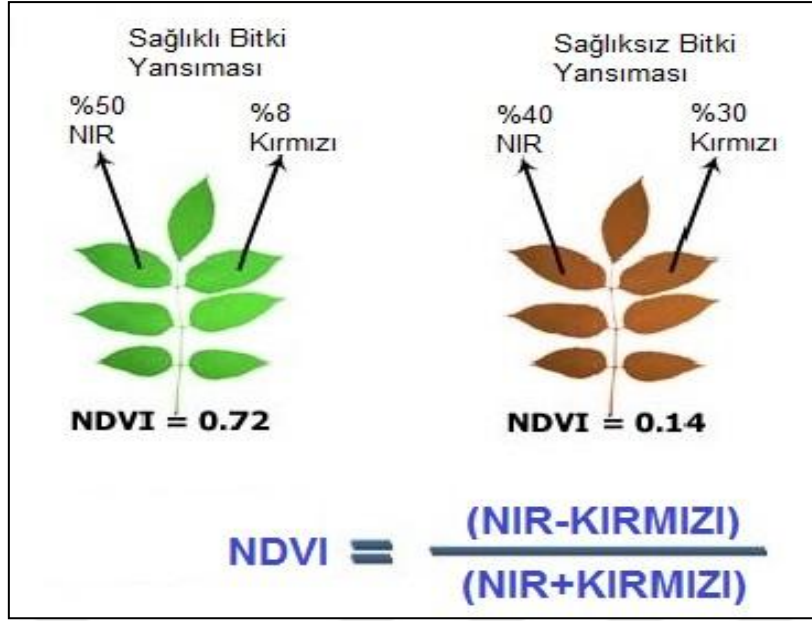
4.4 NORMALLEŞTİRİLMİŞ FARK BİTKİ ÖRTÜSÜ İNDEKSİ (NDVI)

Bilindiği üzere yeşil bitkiler yapraklarındaki klorofiller aracılığıyla fotosentez yapmaktadırlar. Fotosentez işlemi esnasında, güneşten gelen elektromanyetik enerjinin 0,63 µm - 0,69 µm dalga boyları arasında kalan ve kırmızı ışığa denk gelen kısmı kullanılmaktadır. Bu yüzden canlı bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda, kırmızı ışığın yansımalarını ölçen bir uydu görüntüsü düşük sayısal değerlere sahip olmaktadır. Bununla beraber 0,7 µm - 2,5 µm dalga boyu aralığına sahip ve yakın kızılötesine (NIR) denk gelen elektromanyetik enerji, bitkiler tarafından bünyeye alınmayıp geri yansıtılmaktadır (Vatandaşlar 2015).

NDVI; NIR ve Kırmızı (Red) bant görüntüleri kullanılarak denklem (4.2) yardımıyla üretilmektedir. Bu denklem basit bir şekilde hesaplanabilir ve modellenenebilir olduğu için UA ve CBS çalışmalarında sıkça kullanılmaktadır.

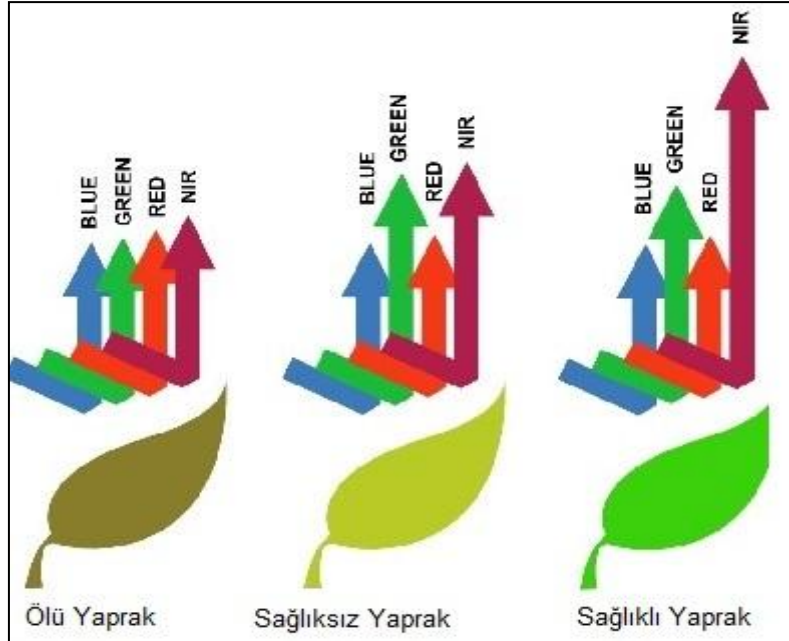
$$NDVI = (NIR - R)/(NIR + R) \quad (4.2)$$

NDVI değeri -1 ile +1 arasında değişir. 1'e yakın pozitif alanlar sağlıklı bitki örtüsünü ifade eder. Ayrıca bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlara karşılık gelen piksellerin, üretilen NDVI görüntüsünde yüksek sayısal değerlere; bitki örtüsünün seyrek olduğu alanlara karşılık gelen piksellerin ise aynı görüntüde düşük sayısal değerlere sahip olması beklenir (Taşçı 2018).



Şekil 4.10 Bitkilerin NIR ve görünür bölgedeki enerjiyi yansıtma oranları (URL 10).

Şekil 4.10'da sağlıklı bir bitkinin NIR bölgesinde %50, kırmızıda %8 oranında; solmakta olan bir bitkinin ise NIR bölgesinde %40, kırmızıda %30 yansıdığı görülmektedir. Böylelikle (4.2) eşitliğine göre sağlıklı bitkinin NIR bölgesinde daha fazla yansıma yaparak NDVI değerinin daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 4.11 Bitkilerin NIR ve görünür bölgede enerjiyi yansıtması (URL 10).

Bitkinin bünyesinde bulunan klorofil, içerdiği su miktarına bağlı olarak NIR ışınlarını büyük oranda yansıtır. Sağlıklı bir bitkinin fizyolojisi yüksek oranda su içerdiği için NIR ışınlarını yansıtma miktarı artarken yutma oranı azalır. Buna karşın ölü bir bitki ise içerdiği suyu kaybederek elektromanyetik tayfin görünür spektrumdaki dalga boylarının yansıtma oranı yükselir. Bu sayede canlı bitki örtüsünün göstermiş olduğu faaliyetler UA verileri ile kolayca izlenebilir (Göksu 2016). Şekil 4.11’de ölü bitki, strese girmiş bitki ve sağlıklı bitkinin NIR ve görünür bölgedeki yansımaları verilmiştir.

4.5 UA VE UYDU SİSTEMLERİ TARİHSEL GELİŞİMİ

UA, belirli bir mesafeden, fiziksel bir temas olmadan, içinde bulunduğumuz çevrenin incelenmesi ve ölçülmesidir. Bu bağlamda uydu teknolojileri UA için önemli bir role sahiptir. Teknoloji geliştikçe dünyanın herhangi bir bölgesine ait geniş yeryüzü parçalarını görüntüleyebilen uyduların kullanımı mümkün olmuş ve günden güne uydu verileri daha etkin kullanılmaya başlanmıştır (İnan 2018).

Uydu görüntülerinin sağladığı avantajlar:

- Doğru ve güvenilir olması
- Zamandan tasarruf sağlaması
- Hızlı bir şekilde veri aktarımı
- Veriyi depolama
- Geniş alanları görüntüleme imkanı
- Sayısal ortamda çalışma imkanı
- Aynı görüntünün birçok amaca yönelik kullanımı
- Yeryüzünün küresel ölçekte gözlenebilirliği
- Güncel ve ekonomik olması

Uydu görüntüleri uygulama alanları

- Doğal yapıların veya yeryüzü şekillerinin haritalanması
- Deniz yüzeyi ve kıyı sınırlarının değişim analizi
- Arazi örtüsü sınıflandırılması

- Arazi kullanımı sınıflandırılması
- Değişikliklerin izlenmesi
- Risk yönetimi ve hasar analizi
- GPS uygulamaları
- Meteorolojik amaçlı uygulamalar
- Hidrolojik amaçlı uygulamalar
- Harita ve vektörel verilerin güncellenmesi
- Tarımsal amaçlı uygulamalar
- Ekolojik analiz
- Ormancılık
- Jeolojik, jeomorfolojik ve tektonik amaçlı uygulamalar
- Çevre modellemesi

Hava fotoğrafları UA'nın temelidir. Günümüzde UA verisi; kameralar ve sensörler ile donatılmış uçaklar, İnsansız Hava Araçları (İHA) ve uydular tarafından sağlanmaktadır. Kameralar ve sensörler görüntüyü; görülen elektromanyetik spektrumda "spektrum görüntü bölgesi" olarak adlandırılan ultraviyole, görünen ve kızılötesi bölgelerinde, yeryüzünden yansıyan ve yayılan enerjiyi ölçerek oluştururlar (Şekertekin 2013).

Hava fotoğrafları ve UA'nın tarihsel gelişimi aşağıdaki gibidir:

- Bilinen ilk hava fotoğrafı 1858'de Gaspard Felix Tournachon tarafından bir sıcak hava balonundan çekilen Paris fotoğrafıdır.
- 1903'te Juilus Neubronner, posta güvercinlerinin göğsüne yerleştirilen 70 gr kameranın patentini almıştır. Kuşlar doğrusal bir hat boyunca uçup geri dönmek üzere eğitilmiştir ve kameralar 30 saniyelik periyotlarla görüntü almıştır.
- 1906'da Lawrence, 9-17 adet arası uçurtma sistemlerini kullanmıştır ve 22.3 kg ağırlığındaki büyük bir kamerayı yüksek mesafelere çıkararak resimler çekmiştir.
- 1908'de Wilbur Wright ile yolcusu L.P.Bonvillain uçaktan ilk hava fotoğrafını çekmişlerdir.
- II. Dünya Savaşı'nın sonlarında uçaklardan çekilen hava fotoğraflarının keşif amaçlı kullanımı büyük önem kazanmıştır.
- Soğuk savaş dönemlerinde uyduya dayalı UA çalışmaları başlamıştır.

- 1950'lerde ABD ile SSCB, uydu görüntüleri elde etme çalışmalarına başlamıştır.
- Dünyanın ilk yapay uydusu olan SPUTNİK-1, SSCB tarafından 1957'de yörüngeye oturtulmuştur.
- 1960 yılında UA terimi literatüre girmiştir.
- 1972 yılında ABD'nin geliştirdiği, dünyanın ilk UA ve ilk sivil amaçlı uydusu olan ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite-Yeryüzü Kaynakları Teknolojisi Uydusu) California'daki üssünden fırlatılmıştır ve UA uydularının kullanılması hız kazanmıştır. Bu uydunun adı sonrasında Landsat-1 olarak değiştirilmiştir. Daha sonraları ise bu seri Landsat-8'e kadar devam etmiştir. Bu uydular halen sivil kullanıcılar tarafından ücretsiz olarak temin edilebilmektedir.

Son yıllarda uydu sistemlerinde çok önemli gelişmeler olmuştur ve olmaktadır. Bunun sonucunda uydulardan yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilmektedir. Başlarda uydu görüntüleme sistemleri sadece çok gelişmiş ülkelerce kullanılsa da günümüzde birçok ülke ve ticari kuruluş tarafından kullanıma sunulmaya başlanmıştır. Bunun sonucunda kaliteli uydu görüntüsü temin etme hususunda bir rekabet ortamı doğmuştur (Erdoğan 2001). Günümüzde uydu görüntülerinin piksel boyutları küçülmüştür. Bu küçülme ile konumsal çözünürlük artmıştır. Örneğin GeoEYE-1 uydusu pankromatik görüntüsü 0.41m, multispektral görüntüsü 1.65 m konumsal çözünürlüğe sahiptir.

Uydu görüntüleri hakkında fikir edinebilmek için öncelikle çözünürlük kavramı açıklanmalıdır. Çözünürlük, görüntüdeki piksel sayısı ya da pikselin temsil ettiği yeryüzü alanıdır, detayların ayırt edilebilme gücüdür. Uydu görüntülerinde çözünürlük kavramı, konumsal, radyometrik, spektral ve zamansal olmak üzere dörde ayrılır.

Konumsal Çözünürlük: Algılayıcının en küçük hedefi ayırt etme kabiliyetidir, her bir pikselin temsil ettiği yeryüzündeki bir alandır. Düşük konumsal çözünürlük değeri daha hassas bir görüntü olduğunu gösterir. Örneğin 5 metrelik konumsal çözünürlük değeri, 10 metrelik konumsal çözünürlük değerinden daha fazla detay vermektedir.

Radyometrik Çözünürlük: Bir algılayıcının elektromanyetik enerjinin büyüklüğüne karşı duyarlılığıdır. Kaydedilen enerjinin bölündüğü bit sayısı olarak da ifade edilir. Bit değeri

düşük ise radyometrik çözünürlük de düşüktür. Örneğin 8 bit'lik bir görüntü 2 bit'lik görüntüye göre daha iyi detay sağlamaktadır.

Spektral Çözünürlük: Algılayıcının EMS'de kaydedebildiği belirli dalga boyu aralığına denir.. Bu aralık geniş ise spektral çözünürlük düşük (kaba), dar ise spektral çözünürlük yüksektir yani hassastır.

Zamansal Çözünürlük: Algılayıcının görüntü elde etme sıklığı ile ilgilidir. Aynı yerin ardışık görüntülerinin alınması için gerekli süredir. Her uydunun aynı hedef üzerinde bulunacağı zaman periyodu farklıdır.





BÖLÜM 5

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

CBS, belirlenen hedeflere göre yeryüzündeki verilerin toplanması, saklanması, araştırılması ve görüntülenmesi gibi işlemleri yapan araçların tümüdür. Yeryüzü şekillerini ve yeryüzündeki olayları haritaya dönüştürdükten sonra analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir sistemdir (Allak 2017).

CBS, verileri ilişkilendirebilir. Böylece var olan veriden yeni veriler üretilebilir, depolanabilir. Böylece verilerin işlenmesi ve yayınlanmasında kullanıcıya kolaylık sağlar. Gelişmiş ülkelerin CBS'yi kullanmaya başladığında yaptıkları ilk iş, kendi ülkelerinin veri bankalarını oluşturmak olmuştur. Örneğin ABD, kendi ülkesinin jeolojik verilerini ve ulaşım ağını oluşturmuştur. İngiltere, topoğrafik haritalarını oluşturmuştur. Kanada ise ormancılıkla ilgili veri bankalarını oluşturmuştur. Ayrıca bu ülkeler bütün çalışmalarını bu veri bankalarındaki bilgileri kullanarak şekilde planlamışlardır.

Günlük yaşamda bile konumsal veya konumsal olmayan veriler arasında bir ilişki söz konusu olduğundan CBS'nin kullanım alanı oldukça geniştir. Literatürde yapılan çalışmalara bakılacak olursa CBS'nin sadece haritacılık değil birçok alanda kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

- Mera hayvancılığında uydu görüntü işleme teknikleri ve CBS kullanımı (Uzun 2012)
- CBS'nin fiziki coğrafya konularının öğretiminde kullanımı: Veri üretimi, uygulama örnekleri ve öğrencilerin değerlendirmeleri (Sormaz 2013)
- CBS teknolojilerinin marina yer seçiminde karar destek mekanizması olarak kullanılması (Köseoğlu 2014)
- Tehlikeli madde taşımacılığında riski de dikkate alan CBS temelli dinamik güzergâh belirleme (Yılmaz 2015)

- CBS ve UA yöntemleri ile Kayseri'nin şehirselleşiminin izlenmesi ve modellenmesi (Kaya 2016)
- CBS kullanılarak Porsuk havzasında baraj planlama çalışmalarının araştırılması (Ahmady 2017)
- Nükleer santraller için yer belirleme kriterlerinin CBS ile değerlendirilmesi (Başkurt 2017)
- CBS-tabanlı çok kriterli karar verme yöntemiyle tesis yer seçimi: CTP boru fabrikası için bir uygulama (Javadi 2018)
- 2009-2017 tarihleri arasında Avrupa'ya giden göçmenlerin göç rotalarının CBS kullanılarak görsel analizi (Vural 2018)
- Güneş enerji santralleri için CBS ile en uygun yer tayini: Malatya ili örneği (Gerçek 2018)

5.1 CBS'İN TARİHÇESİ

CBS'nin tarihçesi aşağıdaki gibidir.

- ABD'de ulaşım planlayıcıları 1950'lerin sonlarına doğru, trafik akışı ve trafik verisine dayalı haritaları sayısallaştırmaya başladılar.
- Yine 1950'lerin sonlarında Washington Üniversitesi Coğrafya Bölümünde konumsal istatistik ve bilgisayar destekli haritalama ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlandı.
- CBS'nin ortaya ilk çıkışı 1960'ların ortalarında Kanada'da gerçekleşmiştir. Burada arazinin doğal kaynaklarının oluşturulmasında kullanılmaya başlandı. Böylece veri tabanı, alan hesabı, katman yapısı, sorgulama gibi kavramlar ilk defa kullanılmaya başlandı.
- 1960'lı yıllarda ABD, nüfus bürosu sayısal nüfus alanlarını geliştirdi. Jeokodlamayı geliştirdi.
- 1964'te Harvard Üniversitesi Computer Graphics and Spatial Analysis Laboratuvarında SYSMAP yazılımı geliştirildi. Bu laboratuvar daha sonra CALFORM, SYMVU, GRID yazılımları da geliştirildi.
- 1969'da California'da ESRI (Environmental Systems and Research Institute) firması kuruldu. Bu firma ilk özel girişim olarak kabul edilir. Böylece CBS yazılımı geliştirme çalışmaları başladı.
- Yine bu laboratuvar da 1970'li yılların başında POLYVRT ve 1970'li yılların ortalarında geliştirilen ODYSSEY yazılımları CBS'nin çekirdek yazılımları oluşturdu.

- 1970 yılında ABD’de nüfus sayımı için DIME (Dual Independent Map Encoding) veri yapısı kullanıldı.
- 1970’li yıllarda ABD ordusunda uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının hücreye dayalı veri yapısında saklanması için geliştirmeler başladı.
- 1982 yılında ArcINFO yazılımı ESRI tarafından ticari olarak satışa sunuldu.
- 1980’li yıllardan sonra ticari yazılımlar ile birlikte açık kaynak kodlu CBS yazılımları da kullanılmaya başlandı.
- 1994 Coğrafi Bilgi için (EUROGI) Avrupa Şemsiye Örgütü kuruldu ve ilk resmi toplantısını yaptı.
- 1997 Minnesota Üniversitesi, internet tabanlı açık kaynak kodlu çalışmalara olanak sağlayan MapServer 1.0 sürümünü devreye soktu. ESRI şirketi de ticari bir araç olarak CBS verisinin internet üzerinden yayınlanmasına imkan sağlayan ArcView serisinin internet harita sunucusunu faaliyete geçirdi.
- Bütün bunlar ile birlikte uydu teknolojilerinde meydana gelen gelişmeler, CBS'nin ihtiyacı olan konumsal veriyi karşılamada önemli gelişmeler sağlamıştır.

5.2 ÜLKEMİZDE CBS

Ülkemizde CBS alanında geliştirilen uygulamalara aşağıdaki örnekler verilebilir (Sepetçi 2014).

- Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi,
- Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi,
- Kent Bilgi Sistemi, Orman Bilgi Sistemi,
- Mekansal Adres Kayıt ve Çevrim içi İnşaat İzinleri Bilgi Sistemi,
- Karayolları Bilgi Sistemi,
- Trafik Bilgi Sistemi,
- Afet Bilgi Sistemi,
- İmar Bilgi Sistemi,
- Harita Bilgi Sistemi,
- Kampus Bilgi Sistemi,
- SCADA Bilgi Sistemleri, Mezarlık Bilgi Sistemleri

5.3 CBS'NİN KULLANIM ALANLARI

Haritacılık, kent ve altyapı bilgi sistemi, çevre, tarım ve orman, arazi kullanımı ve planlama, jeoloji, afet yönetimi, eğitim, sağlık, belediye hizmetleri, turizm, ticaret, ulaşım ve sanayi, savunma ve güvenlik gibi birçok alanda CBS'den yararlanılmaktadır.

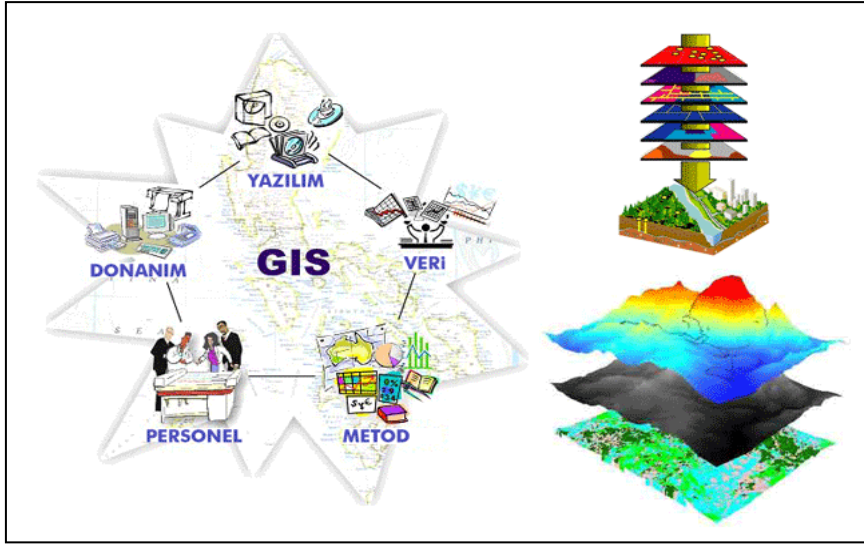
5.4 CBS'NİN FAYDALARI

CBS'yi diğer bilgi sistemlerinden ayıran en önemli özelliği sorgulama ve analizlerdir. CBS;

- Hızlı karar aldırır, bilgi akışını hızlandırır.
- İşgücü ve zaman kaybını önler.
- Etkili ve doğru analiz sağlar.
- Verilerin güncellenmesi kolaydır.
- İş verimliliğini artırır.
- Maliyetleri azaltır.
- Anlatılması zor olguları, görsel analitik yöntemlerle daha kolay şekilde anlatma imkanı sunar.

5.5 CBS'NİN TEMEL BİLEŞENLERİ

CBS'nin temel işlevlerini yerine getirilebilmesi için, veri, donanım, yazılım, personel ve metod bir arada olmalıdır. CBS'nin temel bileşenleri Şekil 5.1'de verilmiştir.



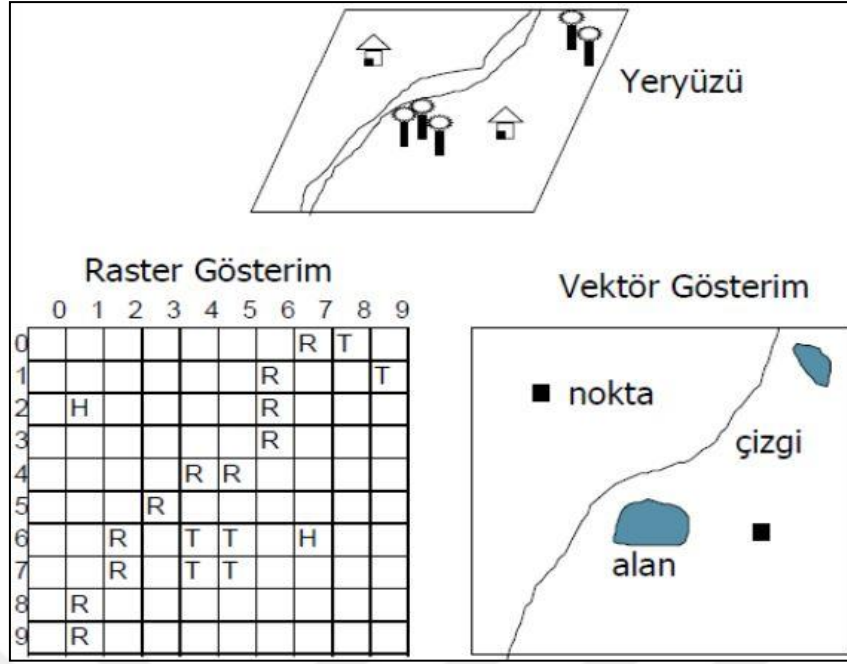
Şekil 5.1 CBS'nin bileşenleri (URL 11).

Veri: CBS projelerinde veriler en temel gereksinimdir. CBS ile konumsal ve konumsal olmayan verileri ilişkilendirebilir. CBS verileri veri tabanında depolanırlar.

CBS'de kullanılan veriler, grafik ve grafik olmayan veriler olmak üzere ikiye ayrılır. Grafik veriler raster ve vektörel verilerdir. Uygulama alanlarına ve mevcut veri kaynaklarına göre her iki grafik veri formu da kullanılabilir. Grafik olmayan veriler ise konum bilgisi barındırmayan semboller ile tanımlanan verilerdir.

Raster veriler, hücelere bağlı olarak temsil edilen konumsal verilerdir. Aynı boyutta, birbirine komşu satır ve sütunlara sahip grid yapıdaki hücrelerden oluşurlar. Her bir hücre bir renk değerini depolar. Hücrelerin her biri piksel olarak da bilinir. Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri raster formatındaki haritalara örnek gösterilebilir.

Vektör veriler, gerçek dünya üzerindeki konumu bilinen verilerdir. Vektör veride nokta, çizgi ve alanlar koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Noktasal verilere örnek olarak elektrik direkleri, ağaçlar, ızgaralar, telefon, kuyular; doğrusal verilere örnek olarak nehirler, yollar, sınırlar; alansal verilere örnek olarak parsel, tarımsal araziler, ormanlar verilebilir. Coğrafi varlıkların kesin konumlarını tanımlamada vektör veriler yararlı bir modeldir. Ulaşım, altyapı, arazi bilgisi, ticari uygulamalarda kullanılır. Şekil 5.2'de yeryüzünün raster ve vektör veri formatında gösterimi verilmiştir.



Şekil 5.2 Yeryüzünün raster ve vektör veri formatında gösterimi (URL 12).

Raster veri genellikle hızlıdır. Vektör veriden daha fazla veri depolar, her bir hücre ayrı bir değere sahiptir ve vektör veride birçok katman kullanılır. Vektör veriler çoğunlukla topoloji ve kompleks hesaplamalardan dolayı yavaşlardır. Raster veride veri büyüklüğü harita yoğunluğuna değil haritanın büyüklüğüne bağlıdır. Vektör veride ise yalnızca koordinatlar saklandığı için veri büyüklüğü harita yoğunluğu ile ilgilidir. Vektör verinin raster veriye dönüşümü sırasında vektör duyarlılığı kaybı oluşabilir. Raster veriden vektör veriye dönüşümde ise sınır bozulmaları meydana gelebilir.

Donanım: CBS'nin çalışabilmesi için gerekli olan bilgisayarlar ve bilgisayara bağlı yazıcı, tarayıcı ve veri kayıt üniteleri gibi yan ürünlerin bütünü donanımdır. CBS projeleri ne kadar iyi tasarlanırsa tasarlansın uygun donanım altyapısına sahip değilse yönetilemez.

Yazılım: CBS yazılımları coğrafi verilerin üretilmesi, depolanması, görüntülenmesi ve analiz edilebilmesi için gerekli fonksiyonları ve araçları sağlarlar. Günümüzde kullanılan popüler CBS yazılımlarına örnek olarak ArcINFO, ArcView GIS, SDE, MapObjects, IDRISI, ARGUS vb verilebilir (Çelik 2016).

Personel (İnsan) : CBS kullanıcılarını, basit amaçlı kullanıcıdan gelişmiş seviye kullanıcıya kadar sınıflandırmak mümkündür. CBS sistemlerini tasarlayan teknik işleri yürüten ve sürekli

işleten gelişmiş seviye kullanıcıları iken, CBS’de yapılan uygulamaları basit amaçlarla, sınırlı sürelerde ihtiyaç halinde kullanan ise giriş seviyede kullanıcılarıdır. CBS operatörleri konumsal problemleri gerçek zamanlı çözerken, karar verme işlemlerinin çözümü için planlama, tasarım ve yürütme işlemlerini görürler (Şahin 2012).

Metot (Yöntem): CBS’de birçok bileşen bir arada yönetilebilmelidir. CBS’nin sürdürülebilir olması ve güncel kalabilmesi uygulanacak metotlar ile mümkün olabilir.

5.6 CBS’NİN TEMEL FONKSİYONLARI

CBS’nin veri toplama, veri yönetimi, veri işleme, veri sunumu olmak üzere 4 temel fonksiyonu vardır.

Veri Toplama: CBS’de kullanılacak verilerin toplanması ve dijital veri haline getirilmesidir. Toplanan veriler kağıt ya da harita ortamından bilgisayar ortamına aktarılır. Veriler; UA, GPS, Fotogrametri, Yersel Ölçme Yöntemleri, mevcut haritaların sayısallaştırılması, online ve interaktif haritalar gibi kaynaklardan toplanabilir.

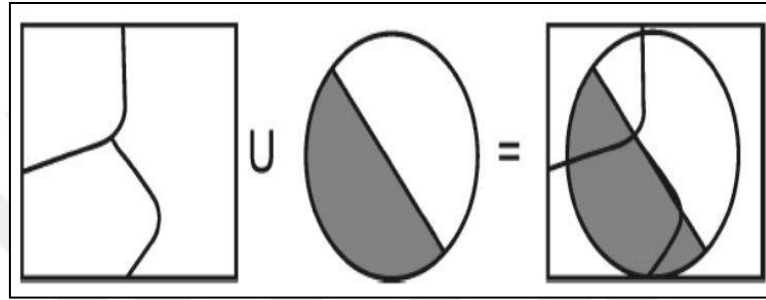
Veri Yönetimi: Küçük boyutlu CBS projelerinde coğrafi bilgiler, sınırlı boyuttaki basit dosyalarda saklanabilir. Fakat veri hacimlerinin geniş kullanılması halinde İlişkisel Veri Tabanı Yönetim Sistemleri, verilerin saklanması, organize edilmesi ve yönetilmesine yardımcı olur.

Veri İşleme: Bazı durumlarda veri türlerinin birbirine dönüştürülmesi, irdelenmesi veya sorgulanması istenebilir. Bu yüzden veri türleri birbirine dönüştürülmeye ve sorgulanmaya açık olmalıdır.

Veri Sunumu: Yapılan coğrafi uygulamalardan sonra veriler harita ve grafikler ile görsel hale getirilir. Haritalar coğrafi bilgiler ile kullanıcı arasındaki en iyi iletişimi sağlayan araçlardır.

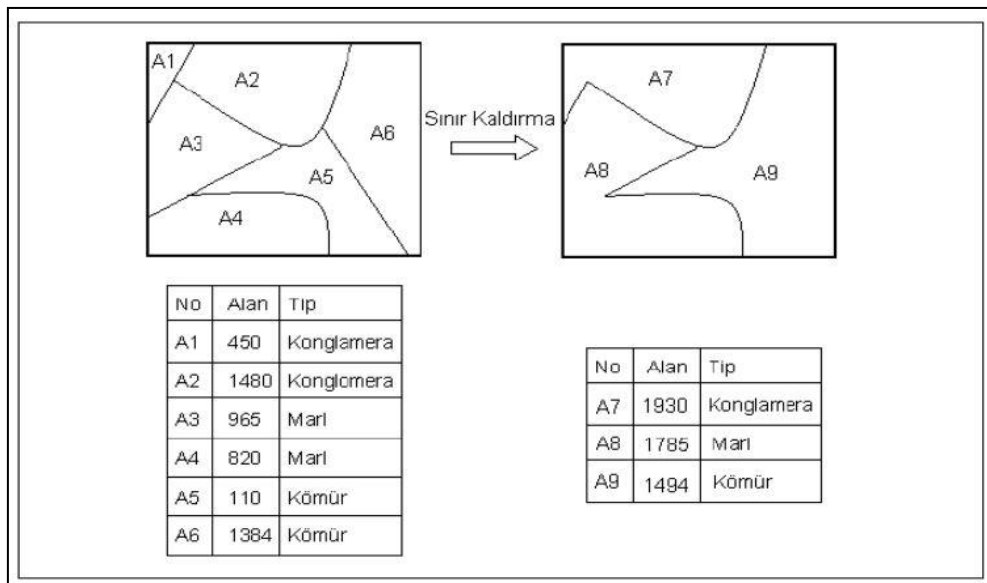
Konumsal Analizler: Bu analiz işleminde, var olan bilgilerden yararlanarak yeni bilgi kümeleri elde edilebilmektedir (Sepetçi 2014). CBS’de en çok birleştirme analizleri, sınır analizleri, yakınlık analizleri kullanılmaktadır.

Birleştirme Analizleri: Bu analiz işlemi, iki katmanın bütün özelliklerinin birleştirilmesi ve yeni bir katman elde edilmesidir. Bu işlemde iki katmanın çizelge verileri de birleştirilebilir ve yeni bir çizelge olarak oluşturulan katmana iletilebilir. CBS’de birleşim işlemi Şekil 5.3’te verilmiştir.



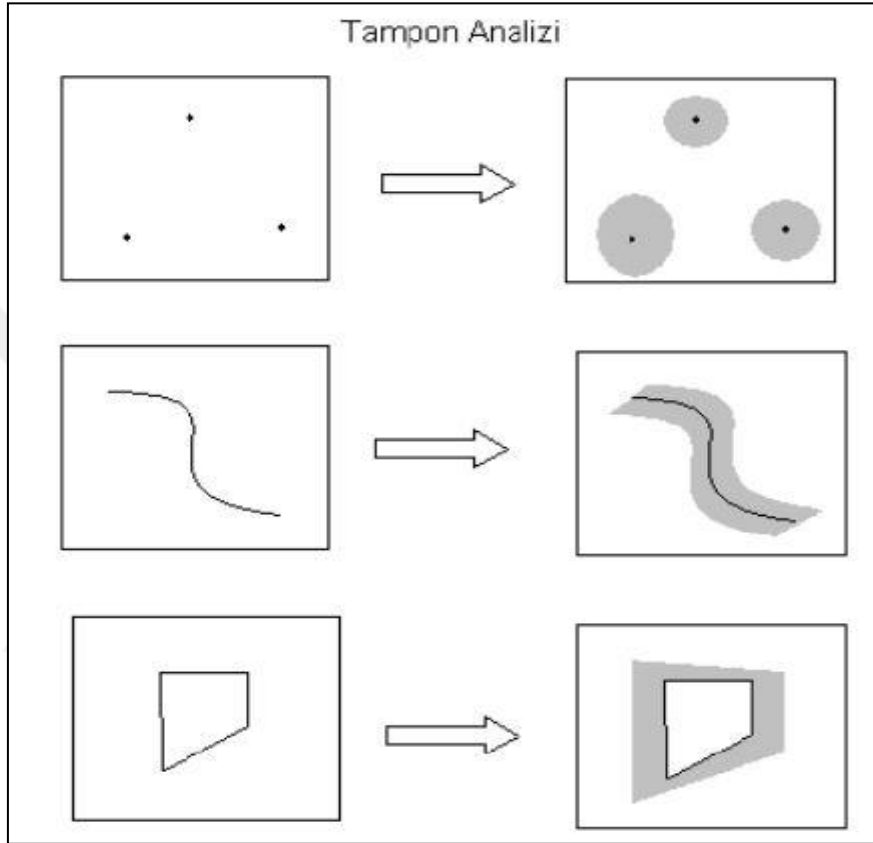
Şekil 5.3 CBS’de birleşim işlemi (URL 13).

Sınır Kaldırma İşlemi: CBS’de sınır kaldırma işlemi herhangi bir katmandaki alanların ortak öznitelik özelliklerine göre birleştirilerek yeni bir katman oluşturulmasıdır. Bu işlem Şekil 5.4’teki gibidir.



Şekil 5.4 CBS’de sınır kaldırma işlemi (URL 13).

Yakınlık Analizleri: Bu analizler herhangi bir coğrafi nesnenin başka bir nesneye uzaklığının analiz edilmesi ile yapılır. Yakınlık analizlerinin en yaygınlarından biri buffer yani tampon analizidir. Seçilmiş bir coğrafi nesnenin etrafına (nokta, çizgi, alan) verilen mesafede tanımlanmış bir tampon alanı oluşturulur. CBS’de çeşitli nesnelere için tampon analizleri Şekil 5.5’te verilmiştir.



Şekil 5.5 CBS’de çeşitli nesnelere için tampon analizi (URL 13).

Sayısal Yükseklik Modeli (SYM): SYM ile yeryüzünün değişen topoğrafyası sayısal olarak gösterilir. SYM, eş yükseklik eğrileriyle ifade edilir. Eğim, bakı, hacim hesaplamaları ve kabartma gibi haritalara SYM uygulamaları sayesinde ulaşılabilir.

5.7 CBS’DE RİSK ANALİZİ

Risk, gelecekte bir olayın gerçekleşme olasılığı içerisinde sağlığa, çevreye olan olumsuz etkilere ve tehlikelere denilir. Tehlike ise geometrik ve mekanik yönden tanımlanabilen, insanların yaralanması, hastalanması, zarar görmesi veya bunların birleşimi olabilecek zarar

potansiyeli olan durumdur. Belli bir zaman diliminde, bir bölgede tehlikeli bir olayın oluşma potansiyeli olası risk diye tanımlanır. Risk değerlendirmesi, haritalardaki olası tehlike ve onun potansiyel sonuçlarının insan yaşamı üzerindeki etkileri ile birlikte ekonomik veya çevresel değişkenliklere sebep olan etmenlerin belirlenmesi ve analizi sürecidir. Risk analizi sürecinde; riski oluşturan faktörlere ait sonuçların ve meydana gelme olasılıklarının değerlendirilmesi yapılır (Şahin 2012).

CBS, veri analizi, sorgu, çıktı vb özelliklere sahip olduğu için risk analizi çalışmalarında sıkça kullanılmaktadır. UA ve CBS'nin birlikte ve geniş bir coğrafyada kullanılabilirliği bu teknolojileri cazip kılmaktadır. Taşkın risk alanlarının belirlenmesi, orman yangını risk ve tehlike haritalarının oluşturulması, erozyon risk haritalarının yapılması, heyelan duyarlılık analizi gibi birçok risk çalışmasında CBS kullanılmıştır ve kullanılmaya devam edilmektedir.

5.8 ORMAN YANGINLARINDA CBS'İN KULLANILMASI

Orman yangınları ülkemizde ve dünyada çok önemli mal ve can kayıplarına neden olmaktadır. Bu kayıpların en aza indirilebilmesi için orman yangınlarının oluşumunun önceden tahmin edilmesi gerekir. Ayrıca yayılma oranı ve yangın şiddeti gibi yangın davranış özelliklerinin de önceden tahmin edilmesi oldukça önemlidir. Bu faktörlerin yersel ölçümlerle gerçekleştirilmesi uzun zaman ve fazla işgücü gerektirir. Ayrıca çok maliyetlidir. (Yavuz ve Sağlam 2011).

Orman yangınlarıyla mücadelenin başarılı olabilmesi gerekli önlemler alınmalıdır. Kaynaklar etkin ve ekonomik kullanılmalıdır. Ancak bunun yanında gelişmiş teknolojiler de sürecin her aşamasında kullanılmalıdır. CBS yangın amenajmanında kullanılan önemli teknolojilerden birisidir. CBS sayesinde hem oldukça hızlı hem de istenilen bilgilere ulaşmak daha kolay ve ekonomik olmaktadır. Böylece, sadece yangın anında değil, yangın öncesi ve sonrasında yapılacak çalışmalar için de son derece yararlı veriler elde etmek mümkün olabilmektedir (Küçük ve Bilgili 2006).

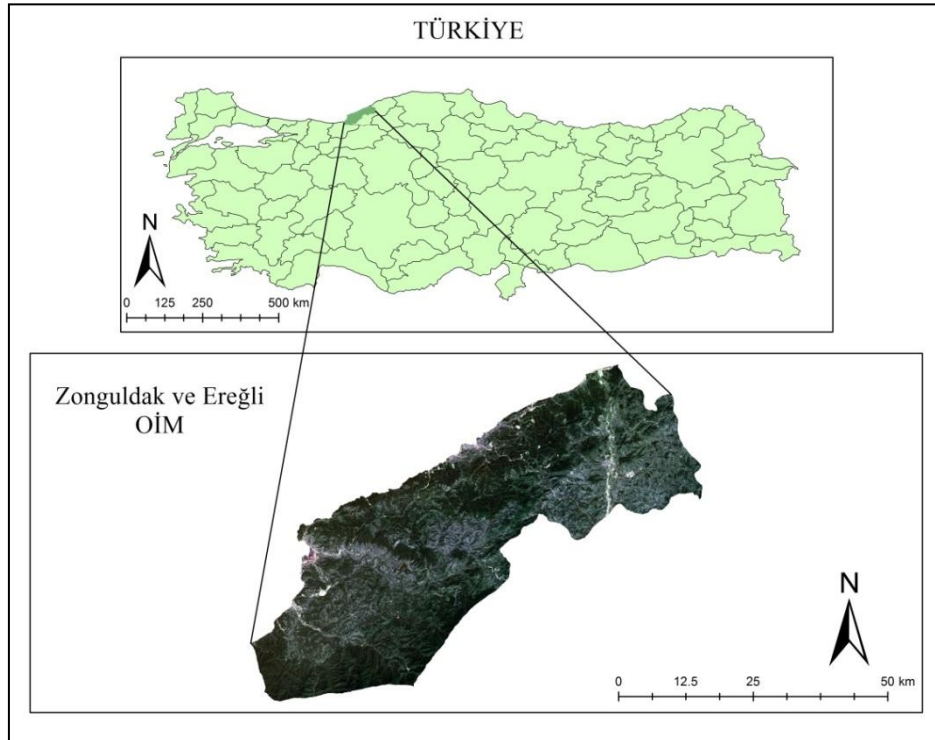
BÖLÜM 6

UYGULAMA

Bu bölümde; çalışma alanının genel özellikleri, çalışmada kullanılan materyaller ve metot hakkında bilgiler sunulmuştur. Elde edilen veriler değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir.

6.1 ÇALIŞMA ALANI VE ÖZELLİKLERİ

Zonguldak ve Ereğli OİM 31° 17' 33" ve 32° 17' 25" Doğu boylamları ile 41° 03' 21" ve 41° 35' 29" Kuzey paralelleri arasında kalmaktadır. Çalışma alanı olan bu bölgenin sınırları, Google Earth üzerinden vektörleştirilmiştir ve uydu görüntüleri bu sınır üzerinden kırılarak kullanılmıştır. Google Earth üzerinden vektörleştirilerek kırılan alan yaklaşık 215000 ha'dır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Çalışma alanı (Zonguldak ve Ereğli OİM).

Zonguldak, Perşembe, Göldağı, Yayla, Çaycuma, Kozlu şeflikleri; Zonguldak OİM'ye bağlıdır. Ereğli, Cuma, Alaplı, Çaylıoğlu, Suludere, Yalnızçam, Kocaman, Bendere şeflikleri ise Ereğli OİM'ye bağlıdır.

Zonguldak'ın kuzeyinde Karadeniz, kuzeydoğusunda Bartın, doğusunda Karabük, güneyinde Bolu, batısında Düzce illeri bulunmaktadır. Zonguldak ilinin arazi yapısı çok engebelerlidir. İl toprakları orta yükseklikteki dağlık alanlardan oluşur. İklimi bol yağışlıdır ve il yerüstü su kaynakları bakımından zengindir. İlde Filyos Çayı dışında büyük akarsu yoktur fakat çok sayıda akarsu vardır. Bu akarsular, il alanını sık bir vadi ağıyla parçalamıştır. Yeryüzü şekilleri ağırlıklı olarak dağlardan oluşmaktadır. Bu dağlar, kuzey kesimlerde 1000 metreyi bulmazken, orta kesimlerde 1200 metreyi aşmaktadır. Güneyde ise yer yer 2000 metreye kadar çıkmaktadır. Dağlar kıyıya paralel üç sıra oluşturduğu için kıyı ile iç kesimler arasında ulaşım zordur. Kıyıya yakın yükseltelerin oluşturduğu dağ sırasının altında zengin taşkömürü madeni yatakları vardır (URL 14).

Zonguldak ili topraklarının % 65'i orman ve fundalıklar, % 32'si ekili dikili alanlar, % 3'ü çayır ve meralarla kaplıdır. Ormanların %70'i yapraklı, %30'u ibrelidir. Kayın, meşe, gürgen, kestane, çınar, ihlamur ve kızılbaş yapraklı; gürgen, karaçam, sarıçam, kızılçam ve sahil çamı türleri ise Zonguldak'taki ibrelili ormanlardır. Yüksekleri köknar, çam gibi iğne yapraklı, daha aşağıları kayın, meşe, kestane gibi geniş yapraklıdır. Akarsu kenarlarında kavak, söğüt ağaçları bulunmaktadır (URL 15). Kızılcık, alıç, ahlat, üvez, çayır otları, sarmaşık, çalısüpürgesi, ormangülü, kuş üvezi, eğreltiotları, fındık, ısırgan, karayemiş, çoban püskülü ve böğürtlen gibi türleri ile çok zengin bir ormanaltı bitki örtüsüne sahiptir (URL 16). Çizelge 6.1'de Zonguldak ve Ereğli OİM orman varlığı verilmiştir.

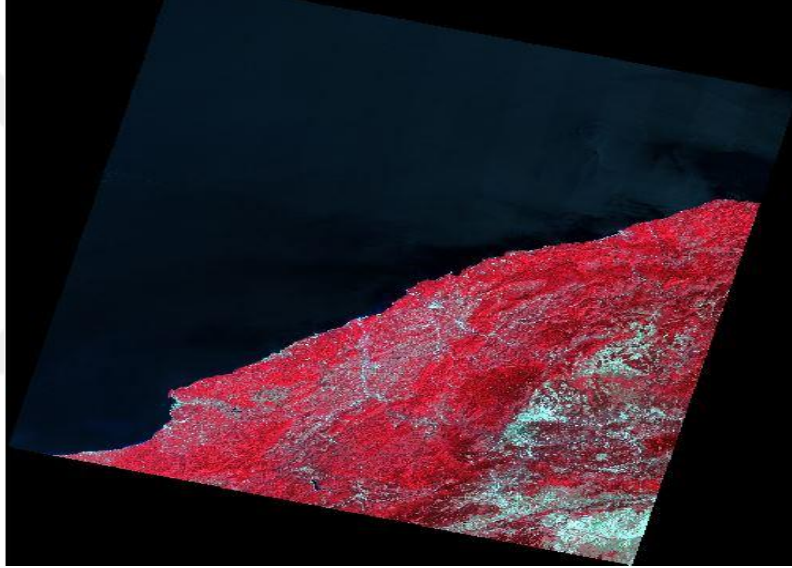
Çizelge 6.1 Zonguldak ve Ereğli OİM Orman Varlığı (OGM 2013).

İşletme Müdürlüğü	Zonguldak (ha)	Kdz.Ereğli (ha)
Bozuk Orman	5025.8	8589
Normal Orman	46327.9	57466.5
Toplam Orman Alanı	51353.7	66055.5
Ormansız Alan	56616.3	55189.5
Genel Alan	107970	121245

6.2 MATERYAL

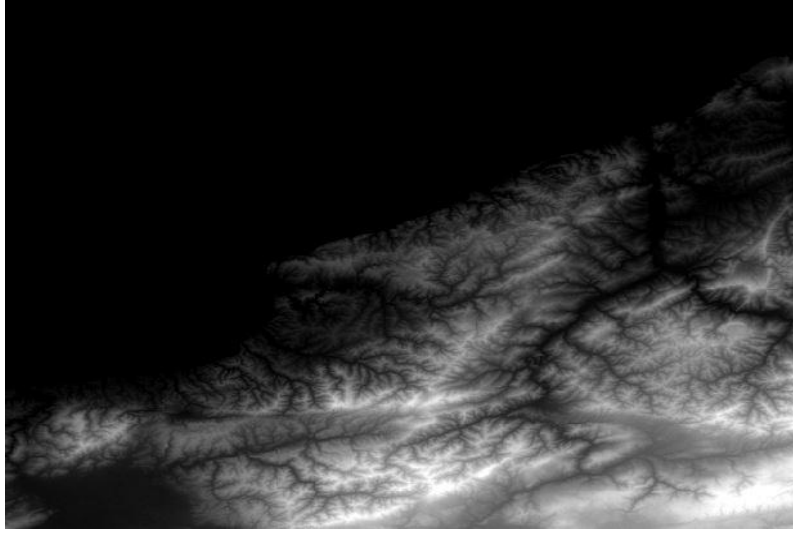
Bu tez çalışmasında Landsat-8 ve ASTER uydu görüntüleri kullanılmıştır. Yeryüzü hakkında bilgi toplamak için bu uydulardan farklı olarak çok sayıda uydu değişik ülkeler tarafından geliştirilmiştir.

Çalışmada, 15.08.2018 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü, arazi örtü tipini belirlemek amacıyla sınıflandırma haritası oluşturulurken kullanılmıştır (Şekil 6.2). Bu uydu görüntüsü Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'nun (USGS) internet sitesi üzerinden ücretsiz olarak temin edilmiştir (URL 17).



Şekil 6.2 15.08.2018 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün 4,3,2 bant kombinasyonu.

Eğim, bakı ve yükseklik haritaları oluşturulurken ASTER DEM uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 6.3). Bu görüntü de USGS sitesi üzerinden ücretsiz olarak temin edilmiştir (URL 18).



Şekil 6.3 Çalışmada kullanılan ASTER uydu görüntüsü.

Landsat Uydusu

- İlk Landsat uydusu yeryüzü kaynaklarını araştırmak amacıyla ABD'nin NASA teşkili tarafından 1972 yılında ERTS-1 adıyla yörüngeye oturtulmuştur.
- 1975'te ismi Landsat olarak değiştirilmiştir. Aynı yıl atılan ikinci uydu Landsat-2 adıyla faaliyete geçmiştir.
- 1978 yılında Landsat-3
- 1982 yılında Landsat-4
- 1984'te Landsat-5 uzaya gönderilmiştir.
- 1993'de fırlatılan Landsat-6 yörüngeye yerleştirme esnasında sorunlar yaşandığı için hiç kullanılamamıştır.
- 1999 yılında Landsat-7 yörüngesine oturtulmuştur.
- Landsat serisinin sekizinci uydusu olan Landsat-8 2013'te fırlatılmış ve hala aktif durumdadır. Landsat-8 OLI(Operational Land Imager) ve TIRS(Thermal Infrared Sensor) olmak üzere 2 sensör taşımaktadır.

Landsat verileri; global değişim araştırmaları, jeoloji, ziraat, ormancılık, coğrafya, kaynak yönetimi, su kalitesi, haritalama ve oşinografi gibi birçok geniş kapsamlı uygulamada kullanılmaktadır. Landsat 8 uydusunun teknik özellikleri Çizelge 6.2'de verilmiştir.

Çizelge 6.2 Landsat 8 uydusu teknik özellikleri (URL 19).

Landsat 8 – OLI			
Band	Spektral Aralık	Dalga Boyu (μm)	Konumsal Çöz. (m)
Band1	Kıyı/Aerosol	0.433-0.453	30
Band2	Mavi	0.450-0.515	30
Band3	Yeşil	0.525-0.600	30
Band4	Kırmızı	0.630-0.680	30
Band5	Yakın Infrared	0.845-0.885	30
Band6	Kısa Dalga Infrared	1.560-1.660	30
Band7	Kısa Dalga Infrared	2.100-2.300	30
Band8	Pankromatik	0.500-0.680	15
Band9	Sirrus	1.360-1.390	30
Landsat 8 – TIRS			
Band	Spektral Aralık	Dalga Boyu (μm)	Konumsal Çözünürlük (m)
Band10	Uzun Dalga Boyu Infrared	10.30-11.30	100
Band11	Uzun Dalga Boyu Infrared	11.50-12.50	100

ASTER Uydusu

ASTER uydusu 18 Aralık 1999'da Kaliforniya'daki Van Der Berg Hava Üssü'nden başarıyla fırlatılmıştır, Terra platformunda yer alan hassas çözünürlüklü tek cihazdır. Bu modül, kalibrasyon/geçerlilik, yeryüzü çalışmaları ve değişiklik saptamalarında diğer aygıtları için yakınlaştırıcı lens olarak görev yapmasından dolayı önemlidir. ASTER modülü tam bir yörünge dönüşü süresince ortalama 8 dakikalık veri kaydedebilmektedir. Bu cihaz sayesinde, dünyaya ait 14 bandtan (VNIR-SWIR-TIR) oluşan ve yüksek çözünürlüklü görüntüler alınabilmektedir. ASTER'den elde edilen veriler; yükseklik haritalarını, reflektans, parlaklık değişim oranlarını, arazi yüzeyi sıcaklığını ölçmek amacıyla değerlendirilmektedir (İnan 2018). Yeryüzünün tamamının görüntülenmesi ya da aynı yerden ikinci defa geçişini 16 günde tamamlamaktadır. Çizelge 6.3'te ASTER uydusu teknik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 6.3 ASTER uydusu teknik özellikleri

Alt Sistem	Band No	Spektral Aralık (μm)	Konumsal Çöz. (m)	Spektral Çözünürlük (bit)
VNIR	Band1	0.52-0.60	15	8
	Band2	0.63-0.69		
	Band3	0.76-0.86		
SWIR	Band4	1.60-1.70	30	8
	Band5	2.145-2.185		
	Band6	2.185-2.225		
	Band7	2.235-2.285		
	Band8	2.295-2.365		
	Band9	2.360-2.430		
TIR	Band10	8.125-8.475	90	12
	Band11	8.475-8.825		
	Band12	8.925-9.275		
	Band13	10.25-10.95		
	Band14	10.95-11.65		

Temin edilen uydu görüntüleri, Google Earth üzerinden vektörleştirilen Zonguldak ve Ereğli OİM sınırlarından kırılarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan verilerin kırılması, sınıflandırma, eğim, bakı, yükseklik haritalarının oluşturulması, sınıflandırma işleminin doğruluk analizi, yol ve yerleşim koridorlarının oluşturulması için ArcGIS 10.5 programı kullanılmıştır.

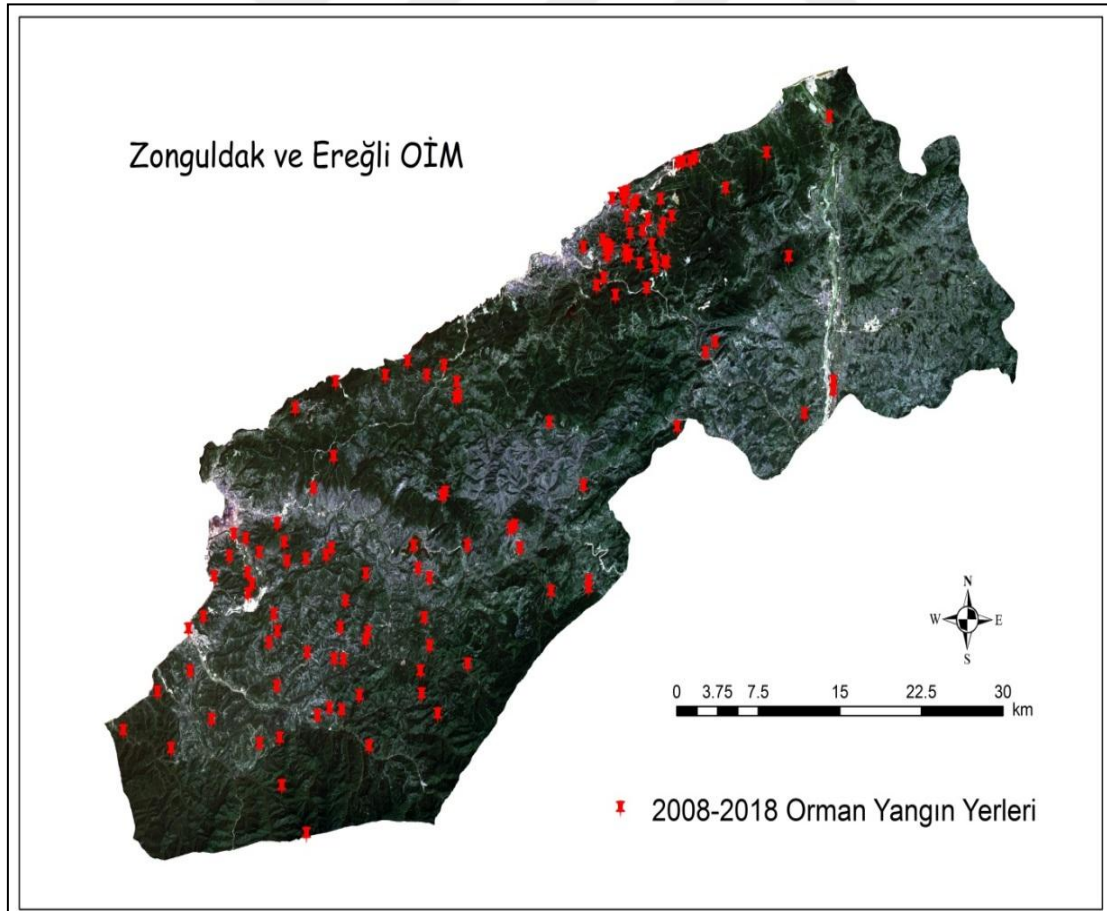
Çalışmada kullanılmak üzere Zonguldak OBM'den 2015 yılına ait meşcere haritası temin edilmiştir. Yol verileri bu haritadan alınarak eksik kısımlar Google Earth Pro programı üzerinden tamamlanmıştır. Eksik yol verilerinin tamamlanması, yerleşim yerlerinin vektörleştirilmesi, sınıflandırma işlemi yapılırken oluşturulacak sınıfların tespiti için Google Earth Pro programından yararlanılmıştır.

Zonguldak ve Ereğli OİM'de orman yangınına neden olan faktörlerin tespiti ve yangının daha çok nerelerde çıktığını belirlemek amacıyla çalışma alanına ait 2008-2018 yılları içerisindeki

yangın sicil fişlerine, arşiv araştırması sonucunda ulaşılmıştır. Bunun için Zonguldak OBM, Zonguldak OİM ve Ereğli OİM’de bir arşiv araştırması yapılmıştır. Toplam 121 adet yangın sicil fişine ulaşılmıştır.

6.3 METOT

Orman yangını sicil fişlerinde yangının başladığı yerdeki rüzgar hızı, rüzgarın geliş yönü, sıcaklık, koordinat bilgisi gibi veriler bulunmaktadır. Arşiv araştırmaları sonucu ulaşılan 121 adet yangın sicil fişinden; 101 tanesindeki koordinat bilgisi ile orman yangını risk alanları belirlenmiş, 20 tanesindeki koordinat bilgisiyle ise çalışmanın doğruluğu kontrol edilmiştir. 2008-2018 yılları içerisindeki orman yangın yerleri, yangın sicil fişlerindeki koordinatlar yardımıyla uydu görüntüsü üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 6.4). Yangın sicil fişleri, ilgili işletme şeflerinin görüşleri ve literatürdeki çalışmalar doğrultusunda çalışma alanı içerisinde orman yangınlarına neden olan en önemli etmenler belirlenmiştir.



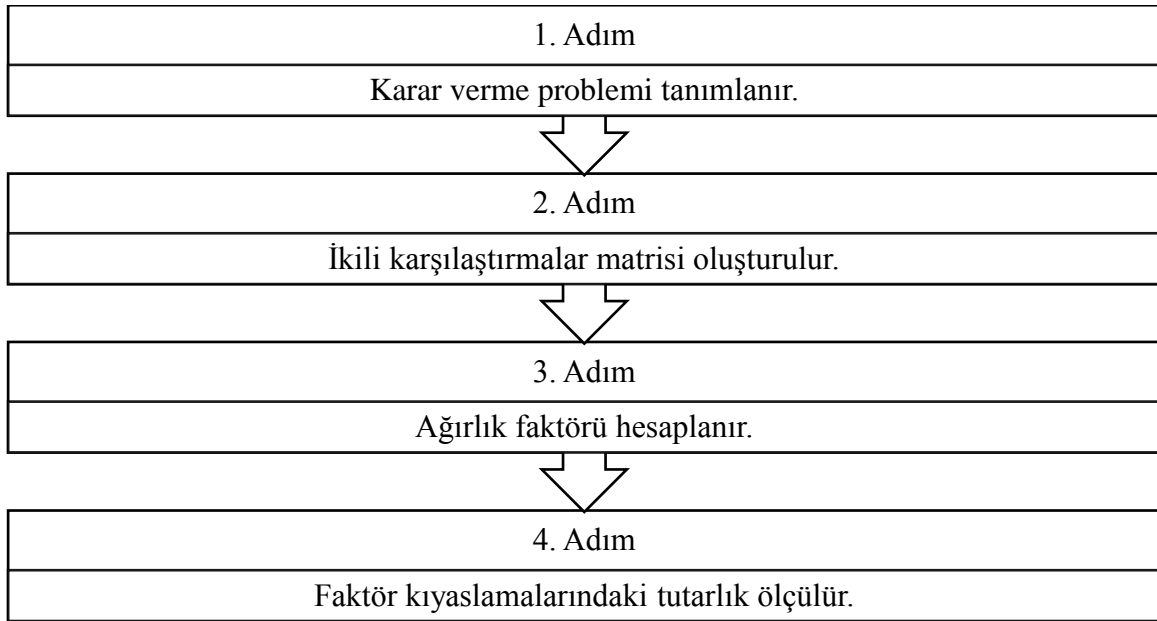
Şekil 6.4 2008-2018 yılları içerisindeki orman yangın yerleri.

Çalışma alanında orman yangınlarında etkili; arazi örtü tipi, eğim, bakı, yükseklik, yerleşim ve yol durumu olmak üzere toplam altı önemli faktör tespit edilmiştir.

Ateşoğlu ve Melemez (2015) Bartın Orman İşletmesi için yaptıkları bir çalışmada, AHP yöntemiyle Bartın OİM'nin orman yangını tehlike haritasını oluşturmuşlardır. Zonguldak ve Bartın illeri iklim, bitki örtüsü, topoğrafik yapı bakımından benzerlik gösterdiğinden orman yangınlarında etkili faktörlerin ağırlık değerleri oluşturulurken Ateşoğlu ve Melemez (2015) çalışmasından faydalanılmıştır.

6.3.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi/Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP/AHS)

AHP; ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş çok ölçütlü karar verme tekniklerindedir. AHP karar almada, grup veya bireyin önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir (Dağdeviren vd 2004). Sade, kolay kullanılabilir ve anlaşılabilir bir yöntem olduğu için çok kriterli karar verme metotları arasında sıkça başvurulan bir tekniktir. AHP dört adımdan oluşur (Şekil 6.5).



Şekil 6.5 AHP işlem adımları.

Adım 1: Karar verme problemi tanımlanır.

Karar verici gerekli olan faktörleri ve alt faktörleri belirler. Bu aşamada anket çalışması yapılabilir veya konu ile ilgili uzman kişilerin görüşleri alınabilir.

Adım 2: İkili karşılaştırmalar matrisi oluşturulur.

Bu adım, AHP'nin en önemli adımıdır. Faktör ve alt faktörler belirlendikten sonra, bu faktörlerin kendi aralarındaki önem dereceleri belirlenir. Bunun için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Bu matris bir A matrisidir (Çizelge 6.5). Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty (1977) tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılır (Çizelge 6.4).

Çizelge 6.4 Saaty'nin 1-9 önem skalası (Yaralıoğlu 2001).

Değer	Tanım
1	Eşit derecede önemli
3	Orta derecede önemli
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Kesin önemli
2,4,6,8	Ara değerler

Çizelge 6.5 İkili karşılaştırmalar ile elde edilen A matrisi (Ömürbek ve Tunca 2013).

	Kriter1	Kriter2	...	Kriter(n)
Kriter1	W_1/W_1	W_1/W_2	...	W_1/W_n
Kriter2	W_2/W_1	W_2/W_2	...	W_2/W_n
...
Kriter(n)	W_n/W_1	W_n/W_2	...	W_n/W_n

Matristeki W değerleri, i faktörünün j faktörüne oranla ne kadar önemli olduğunu gösterir. Oluşturulan matrisin köşegeni üzerinde yer alan değerler bir sayısı ile ifade edilir. Çünkü burada i kriteri ile j kriteri aynı kriterlerdir. Karşılaştırma için ele alınan faktörler homojen

olmalıdır. Tutarlılık ve ölçeğin doğruluğu açısından karşılaştırılan alternatif sayısı dokuzdan küçük olmalıdır. Dokuzdan büyük alınırsa homojen olarak ortak özelliklere göre kümeleme yapılmalıdır (Ömürbek ve Tunca 2013).

Adım 3: Ağırlık faktörü hesaplanır.

Karşılaştırma matrisi, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde gösterir. Fakat bu faktörlerin tüm faktörler içerisindeki ağırlıklarını yani yüzde olarak dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n adet, n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur (Denklem 6.1).

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (6.1)$$

a_{ij} , ikili karşılaştırmalar matrisinin satır ve sütun elemanlarıdır. Burada kaç faktör varsa o kadar B sütun vektörü elde edilir. n adet B sütun vektörü bir matris formatında bir araya getirildiğinde ise C matrisi oluşur. C matrisinin satır değerlerinin aritmetik ortalaması alınır ve W sütun vektörü şeklindeki ağırlık matrisi elde edilir (Denklem 6.2).

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (6.2)$$

Adım 4: Faktör kıyaslamalarındaki tutarlılık ölçülür.

AHP kendi içinde tutarlıdır. Ancak sonuçların gerçekçiliği, karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlıdır. Bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için Tutarlılık Oranı adı verilen CR değeri hesaplanır ve elde edilen ağırlık matrisinin tutarlılığı test edilebilir. Dolayısıyla faktörler arasında yapılan birebir karşılaştırmalar ile kurulan modelin tutarlılığı denetlenmiş olmaktadır. CR değerinin hesaplanması, faktör sayısı ile temel değer (λ) adı verilen bir katsayının karşılaştırılmasına dayanır.

λ değeri hesaplanırken önce A karşılaştırma matrisi ile W ağırlık matrisinin çarpımından D sütun vektörü elde edilir. Elde edilen D sütun vektörü ile W ağırlık matrisinin karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir (Denklem 6.3). Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) vermektedir (Denklem 6.4).

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6.3)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (6.4)$$

Temel değer olan λ 'nın hesaplanmasından sonra denklem (6.5) ile Tutarlılık Göstergesi (CI) hesabı yapılır..

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (6.5)$$

Denklemlerdeki n değeri faktör sayısıdır. Son olarak CI değeri, Random Gösterge (RI) olarak adlandırılan ve Çizelge 6.6'da gösterilen standart düzeltme değerine bölünür ve tutarlılık oranı yani CR değeri elde edilir (Denklem 6.6). Çizelge 6.6'dan faktör sayısına karşılık gelen değer seçilir. Örneğin 3 faktörlü bir karşılaştırmada kullanılacak RI değeri Çizelge 6.6'ya göre 0.58 olacaktır.

Çizelge 6.6 Random gösterge (RI).

n	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.53
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

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6.6)$$

Karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olması için hesaplanan CR değerinin 0.10'dan küçük olması gerekir. CR değeri 0.10'dan büyük ise ya AHP'de bir hesaplama hatası vardır ya da karar verici karşılaştırmalarında tutarsızdır.

6.4 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ANALİZİ

Bu bölümde elde edilen veriler değerlendirilecektir.

6.4.1 Çalışmada AHP Yönteminin Kullanılması

Ateşoğlu ve Melemez (2015) Bartın Orman İşletmesi için yaptıkları çalışmalarında, çalışma alanı için orman yangınına neden olan faktörlerin ağırlık puanlarını AHP tekniği ile belirlemişlerdir. Çalışma alanlarının benzerliğinden dolayı bu tez çalışmasında da benzer önem dereceleri kullanılmıştır ve işlem adımları aşağıdaki gibidir.

1.adım: Zonguldak ve Ereğli OİM'de orman yangınına neden olan faktörler belirlenmiştir. Bu faktörler; arazi örtü tipi, eğim, bakı, yükseklik, yerleşim ve yol durumu'dur.

2.adım: Çalışma alanında orman yangınına neden olan faktörlerin önem derecesine göre ikili karşılaştırmaların yapıldığı bir A matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 6.7).

Çizelge 6.7 Orman yangınına etki eden kriterlerin ikili karşılaştırmaları (Ateşoğlu 2014).

Değişkenler	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Arazi Örtü Tipi (C1)	1	3	5	4	5	3
Eğim (C2)	1/3	1	3	2	3	1
Bakı (C3)	1/5	1/3	1	½	1	1/3
Yükseklik (C4)	1/4	1/2	2	1	2	1/2
Yerleşim Durumu (C5)	1/5	1/3	1	½	1	1/3
Yol Durumu (C6)	1/3	1	3	2	3	1
Tutarlılık Oranı: 0.011						

Burada;

- 1: Faktörler eşit derecede önemlidir.
- 3: 1. faktör 2. faktöre göre biraz daha önemlidir.
- 5: 1. faktör 2. faktöre göre fazla önemlidir.
- 7: 1.faktör 2. faktöre göre çok fazla önemlidir.
- 9: 1. faktör 2 faktöre göre olası en kuvvetli öneme sahiptir.
- 2,4,6,8: İki yakın ölçek arasındaki uzlaşma gereken ara değerlerdir.

3.adım: Her bir kriter için ağırlık faktörü hesaplanmıştır.

Bunun için öncelikle ikili karşılaştırma matrisinin her bir sütunundaki elemanlar, bulunduğu sütun toplamına bölünerek (6.1) eşitliği ile B sütun vektörleri hesaplanmıştır. 6 faktör olduğu için 6 tane B sütun matrisi oluşturulmuştur. B sütun matrislerinin birleştirilmesi ile C matrisi elde edilmiştir (Çizelge 6.8).

Çizelge 6.8 B sütun matrislerinden elde edilen C matrisi.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
C	0.432	0.486	0.333	0.400	0.333	0.486
	0.144	0.162	0.200	0.200	0.200	0.162
	0.086	0.054	0.067	0.050	0.067	0.054
	0.108	0.081	0.133	0.100	0.133	0.081
	0.086	0.054	0.067	0.050	0.067	0.054
	0.144	0.162	0.200	0.200	0.200	0.162
	0.144	0.162	0.200	0.200	0.200	0.162

C matrisinde her bir satırın ortalaması alınarak denklem (6.2) eşitliğine göre W ağırlık matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 6.9).

Çizelge 6.9 C matrislerinden elde edilen W ağırlık matrisi.

W	$(0.432+0.486+0.333+0.400+0.333+0.486)/6$	0.41
	$(0.144+0.162+0.200+0.200+0.200+0.162)/6$	0.18
	$(0.086+0.054+0.067+0.050+0.067+0.054)/6$	0.06
	$(0.108+0.081+0.133+0.100+0.133+0.081)/6$	0.11
	$(0.086+0.054+0.067+0.050+0.067+0.054)/6$	0.06
	$(0.144+0.162+0.200+0.200+0.200+0.162)/6$	0.18

Çizelge 6.9'a göre ağırlık değeri en fazla olan %41 değeri ile arazi örtüsü tipi (C1) olmuştur. Daha sonra %18 ağırlık değerleri ile eğim (C2) ve yol durumu (C6) değerleri gelmektedir. Buna göre Zonguldak ve Ereğli OİM'de orman yangınına oluşturan ana faktörler arazi örtü tipi, topoğrafya ve arazi kullanımıdır.

4.adım: Elde edilen ağırlık değerlerinin ve kurulan modelin tutarlılık kontrolü yapılmıştır.

Bunun için ilk olarak ikili karşılaştırma matrisi olan A matrisi ile W ağırlık matrisi çarpılmıştır ve D matrisi elde edilmiştir. Denklem (6.3) eşitliğinden yararlanılarak; D sütun vektörü elemanları, W ağırlık matrisi elemanlarına bölünmüş ve E matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 6.10).

Çizelge 6.10 Tutarlılık oranı kontrolü için oluşturulan D ve E matrisleri.

D=	2.534	E=	6.153
	1.083		6.085
	0.380		6.036
	0.639		6.021
	0.380		6.036
	1.083		6.085

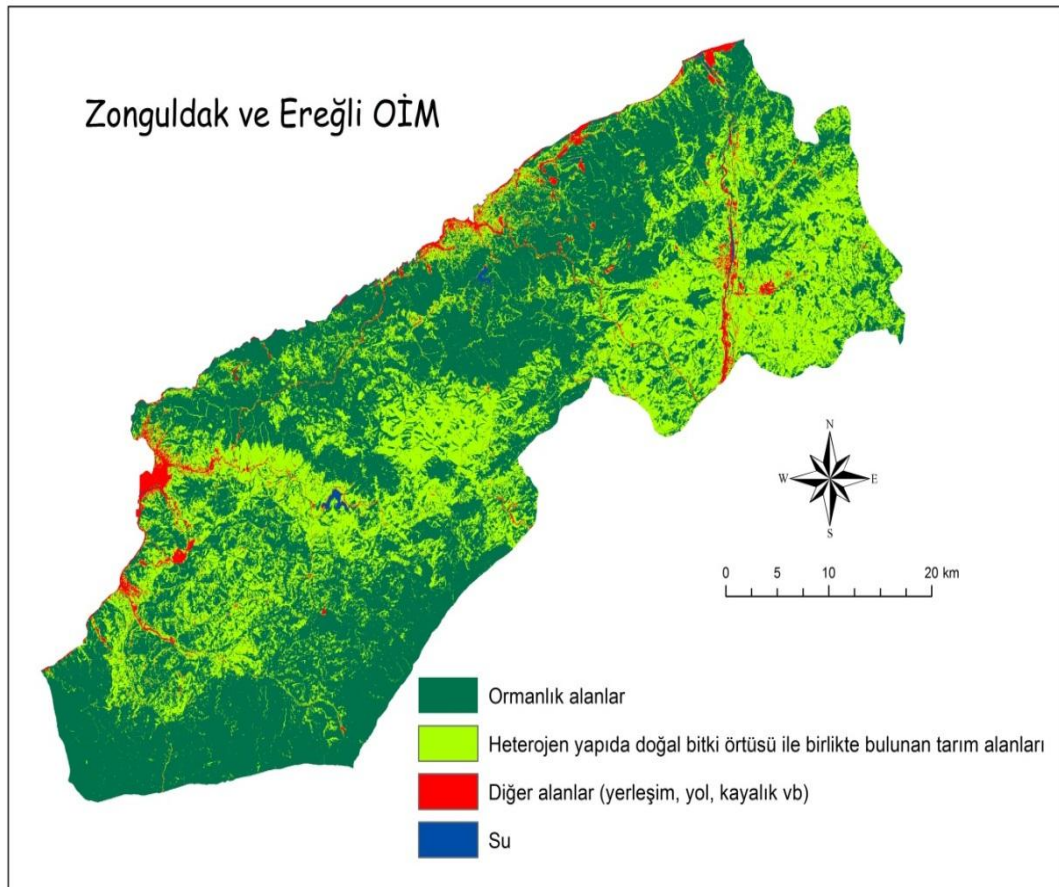
Çalışmada altı faktör olduğu için $n=6$ alınarak denklem (6.4) yardımıyla λ değeri hesaplanmıştır. E matrisinin her bir elemanının toplamının $n=6$ 'ya bölünmesi ile λ değeri 6.06945 bulunmuştur. Denklem 6.5 yardımıyla Tutarlılık Göstergesi CI değeri 0.01389 olarak

hesaplanmıştır. Random Göstergesi (RI) tablosuna göre altı faktörlü bir karşılaştırmada RI değerinin 1.24 olduğu görülmektedir. Buna göre CI değerinin 1.24'e bölünmesiyle elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) değerinin 0.011 olduğu görülmektedir. Bu değer kritik sınır olan 0.10'un çok altındadır ve bu durum kurulan modelin tutarlı olduğunu gösterir.

6.4.2 Arazi Örtü Tipi/Kullanımı

Arazi örtü tipi/kullanımı'nı belirlemek amacıyla Landsat 8 uydu görüntüsü sınıflandırılarak; orman alanları, heterojen yapıda doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları, diğer alanlar, su olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Diğer alanlar; kırsal ve kentsel yerleşim alanları, yol ve yola ilişkin sınıflardır (Şekil 6.6).

Sınıflandırma işleminde kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden olan maksimum benzerlik yöntemi kullanılmıştır. Koordinat sistemi olarak ED50 UTM 36N koordinat sistemi tanımlanmıştır.



Şekil 6.6 Sınıflandırılmış Landsat 8 uydu görüntüsü verisi.

Sınıflandırmanın doğruluk değerlendirmesinde elde edilen hata matrisi yardımıyla genel doğruluk %94 olarak hesaplanmıştır. Kappa istatistiği denklem (4.1) yardımıyla 0.91 olarak bulunmuştur. Yine hata matrisinden hesaplanan sınıfların üretici ve kullanıcı doğrulukları Çizelge 6.11’de verilmiştir.

Çizelge 6.11 Elde edilen sınıfların üretici ve kullanıcı doğrulukları.

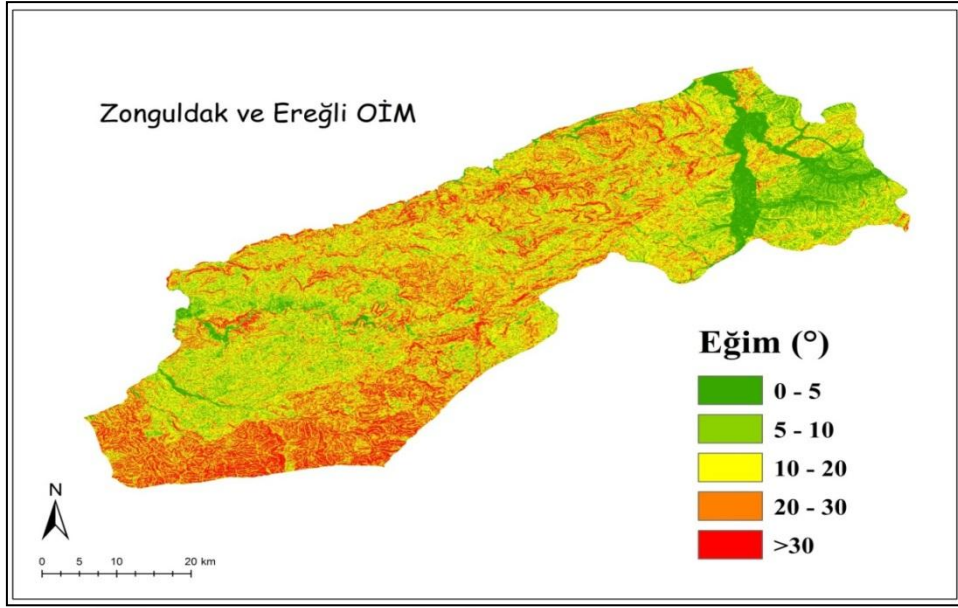
Sınıflar	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)
Ormanlık Alanlar	99	100
Tarım Alanları	99	80
Diğer Alanlar	86	99
Su	100	100

Sınıflandırma haritası oluşturulurken birbirine karışan ve sınıflandırma doğruluğunu düşüren sınıflar diğer alanlar ve tarım alanlarıdır. Bu yüzden bu sınıflarda kullanıcı ve üretici doğruluğu düşmüştür.

Sınıflandırma haritası oluşturulduktan sonra, oluşturulan sınıfların önem derecelerini belirlemek için OBM ve OİM’lerden elde edilen yangın sicil fişlerindeki koordinatlardan yararlanılmıştır. Çalışma alanının orman yangını risk haritası oluşturmak için ayrılan 101 koordinatın sınıflara dağılımı sorgulanmıştır. ArcGIS 10.5 programındaki “Select By Location” modülü yardımıyla; sınıflara düşen orman yangını sayıları belirlenerek bu sınıflara 1-9 arasında önem derecesi atanmıştır. Buna göre orman alanları, heterojen yapıda doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları, diğer alanlar, su alanlarının önem dereceleri sırasıyla 7,4,1,0 olmuştur.

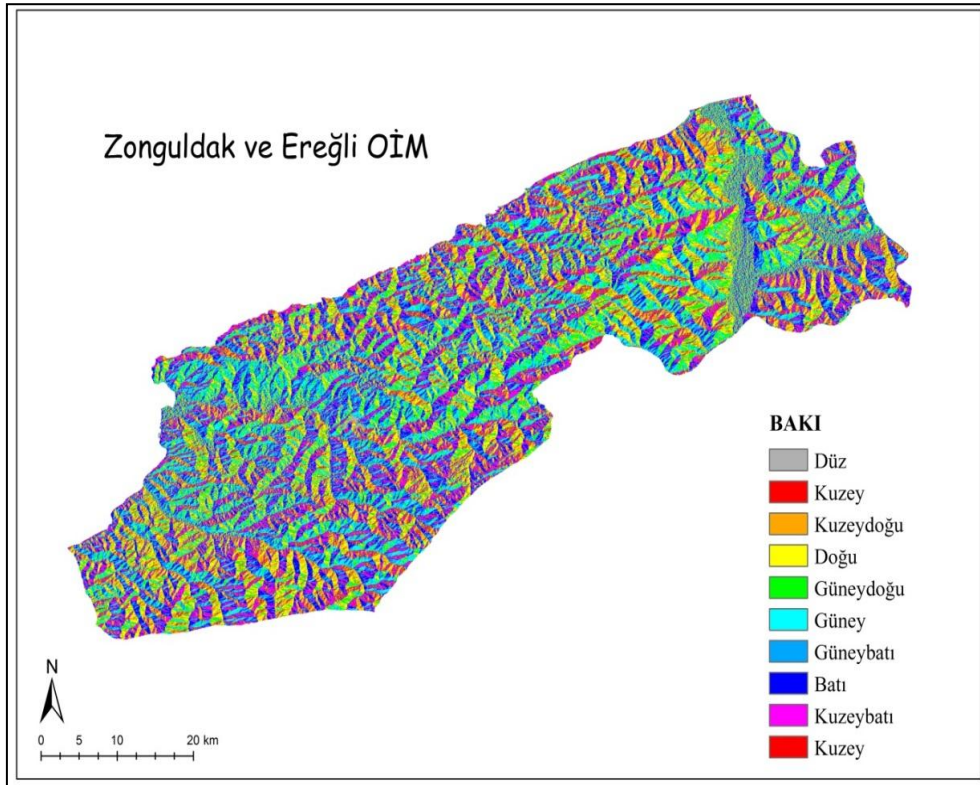
6.4.3 Eğim, Bakı ve Yükseklik Haritalarının Oluşturulması

İlk olarak ASTER uydu görüntüsü ile eğim haritası oluşturulmuştur (Şekil 6.7). Eğim derecesine göre çalışma alanında meydana gelen orman yangını sayılarını hesaplamak için ArcGIS 10.5 programında “Select By Location” modülü kullanılmıştır. Derece olarak sırasıyla 0-5/ 5-10/10-20/20-30 ve 30’dan büyük eğimli alanların önem dereceleri 1,3,5,2,1 olarak hesaplanıp analize dahil edilmiştir (Çizelge 6.12).



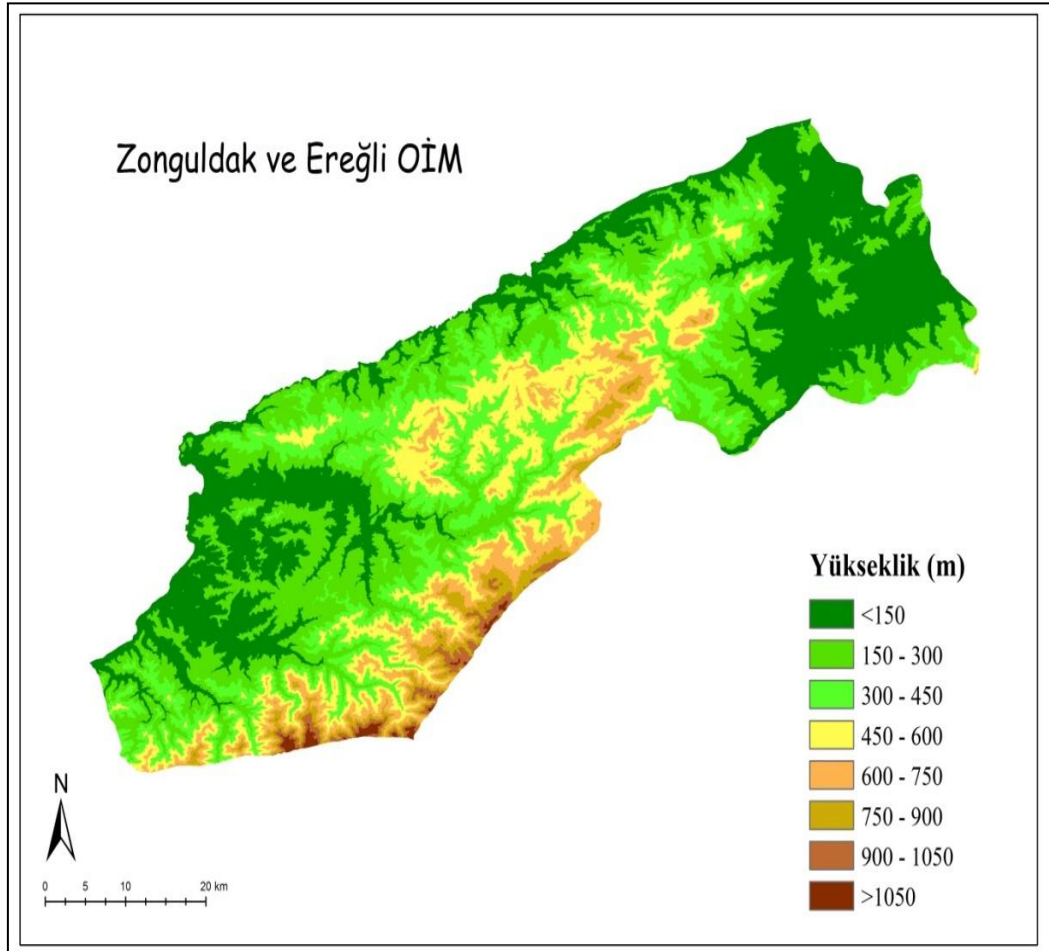
Şekil 6.7 Derecelendirilmiş eğim haritası.

ASTER uydu görüntüsü ile oluşturulan bakı haritası Şekil 6.8’de verilmiştir. Zonguldak ve Ereğli OİM’de Kuzeyli ve Güneyli bakıların orman yangınlarına eşit oranda etki ettiği tespit edilmiştir ve analizler bu şekilde yapılmıştır.



Şekil 6.8 Bakı haritası.

Yükseklik için oluşturulan tematik harita Şekil 6.9’da verilmiştir. Analize dahil edilen yükseklik haritası ise 200 ve 400 metre aralıklarla oluşturulmuştur. 200 metreden küçük alanlarda çıkan orman yangınlarının önem derecesi 5, 200-400 m arasında meydana gelen orman yangınlarının önem derecesi 4, 400 metreden daha yüksek alanlarda çıkan orman yangınlarının önem derecesi 3 olarak belirlenmiştir.

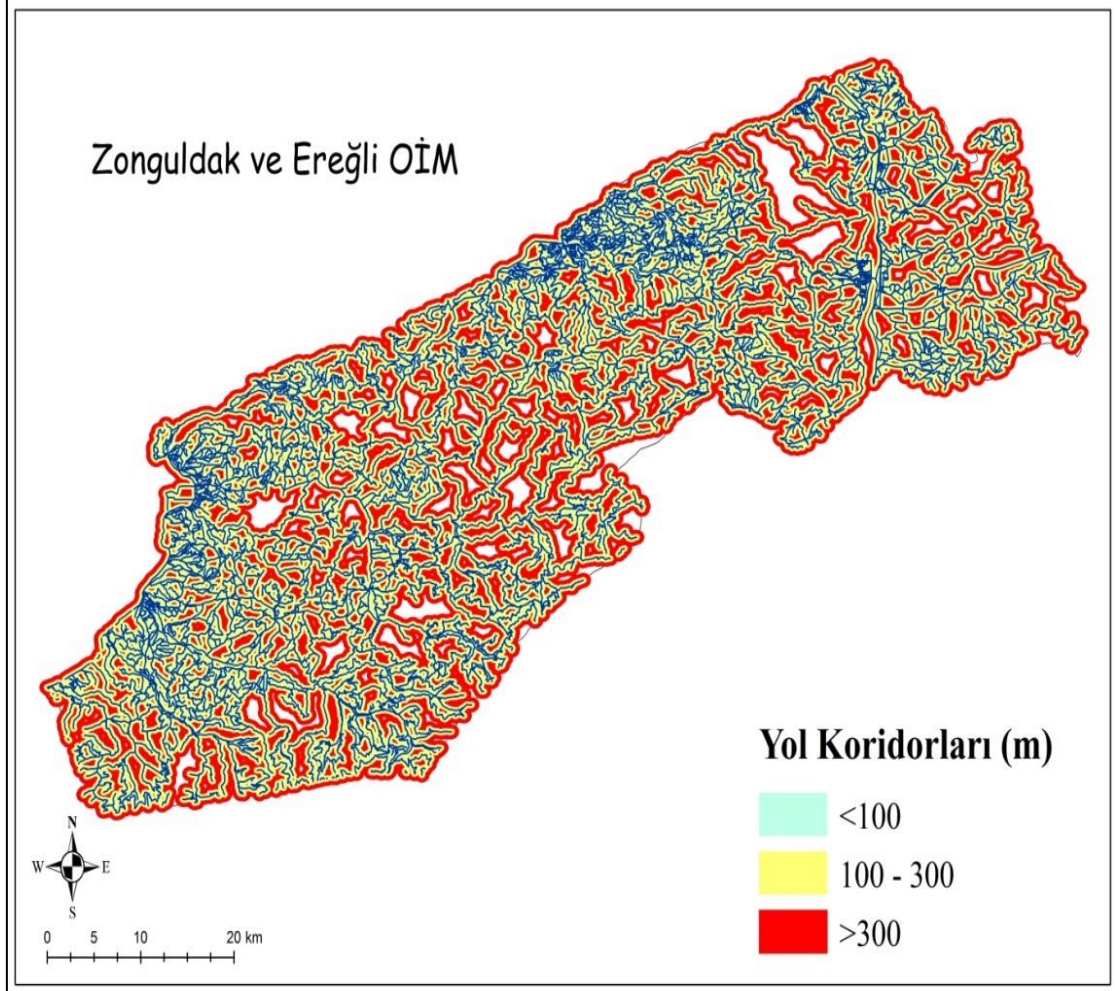


Şekil 6.9 Yükseklik haritası.

6.4.4 Yol ve Yerleşim Koridorlarının Oluşturulması

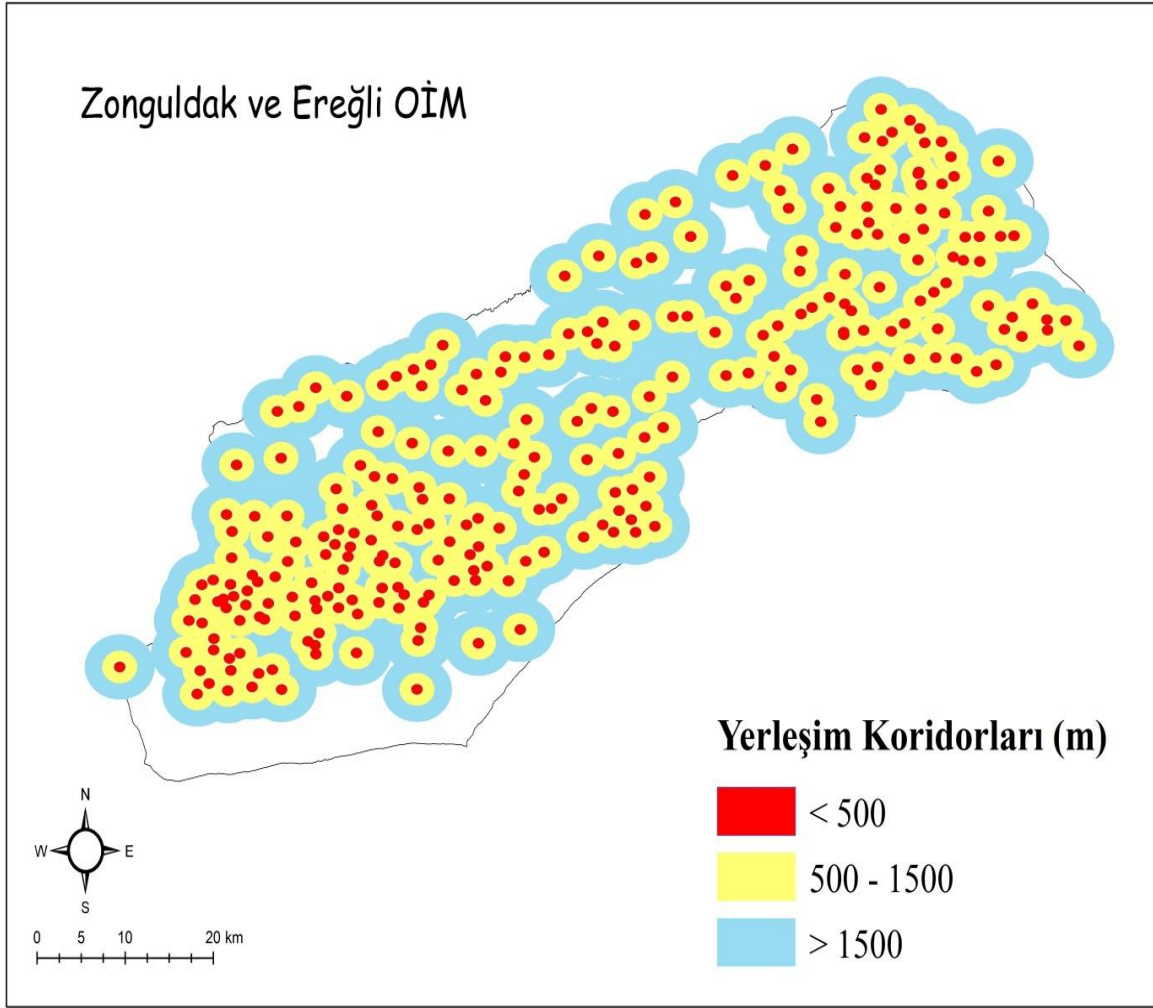
Yol verileri Zonguldak OBM’den temin edilen meşcere haritasından alınmıştır. Eksik olan yerler ise Google Earth üzerinden tamamlanmıştır. Bu yol verileri çalışma alanı sınırlarından kırılarak düzenlenmiştir. Daha sonra 100-300 metreler ile buffer (tampon) analizi yapılmıştır ve yol koridorları oluşturulmuştur (Şekil 6.10). Orman yangını risk haritası için kullanılan 101 adet koordinat ArcGIS’te yol koridorları içerisinde analiz edilmiştir. “Select By Location” modülü yardımıyla yol koridorlarına düşen orman yangını sayıları belirlenmiştir. Buna göre

yol verilerinin kendi içindeki ağırlıkları sırasıyla 6,4,2 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6.12). Yani yola mesafe olarak 100 metreden az olan yerlerde en fazla orman yangını meydana gelmiştir.



Şekil 6.10 Zonguldak ve Ereğli OİM yol koridorları.

Yerleşim merkezleri köyler dahil Google Earth üzerinden işaretlenip ArcGIS'e aktarılmıştır. Daha sonra 500-1500 metrelik tampon bölgeleri oluşturulmuştur. Sonuçta yerleşim koridorları oluşturulmuştur (Şekil 6.11). Yerleşim verilerinin kendi içlerindeki önem dereceleri sırasıyla 1,7,3 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6.12).



Şekil 6.11 Zonguldak ve Ereğli OİM yerleşim koridorları haritası.

6.4.5 Yangın Risk Haritasının Oluşturulması

Landsat 8 uydu görüntüsü ile oluşturulan sınıflandırma görüntü verisi, ASTER DEM 30 m ile elde edilen eğim, bakı ve yükseklik haritaları, piksel boyutu 30X30 m olacak şekilde değerlendirmeye alınmışlardır. Yerleşim ve ulaşımaya ait vektör katmanlar da yine aynı piksel boyutunda raster verisine dönüştürülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir.

Arazi örtü tipi/kullanımı (sınıflandırılmış görüntü), eğim, bakı, yükseklik, yola mesafe ve yerleşime mesafe haritaları çizelge 6.12’de verilen önem dereceleri yardımıyla düzenlenmiştir. Son olarak ArcGIS 10.5 programında “raster calculator” modülü ile (6.8) eşitliği hesaplanmıştır. Böylece Zonguldak ve Ereğli OİM için orman yangını risk alanları belirlenmiştir. (Şekil 6.12). Orman yangını risk alanları için hesaplanan yangın tehlike

indekslerinin alt sınır ve üst sınır değerleri Çizelge 6.13'te verilmiştir. Elde edilen orman yangını risk haritası düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırılmış ve görüntü filtrelenerek görselleştirilmiştir.

Çizelge 6.12 Yangın tehlikesi için değişkenlere ve sınıflara atanan derecelendirmeler.

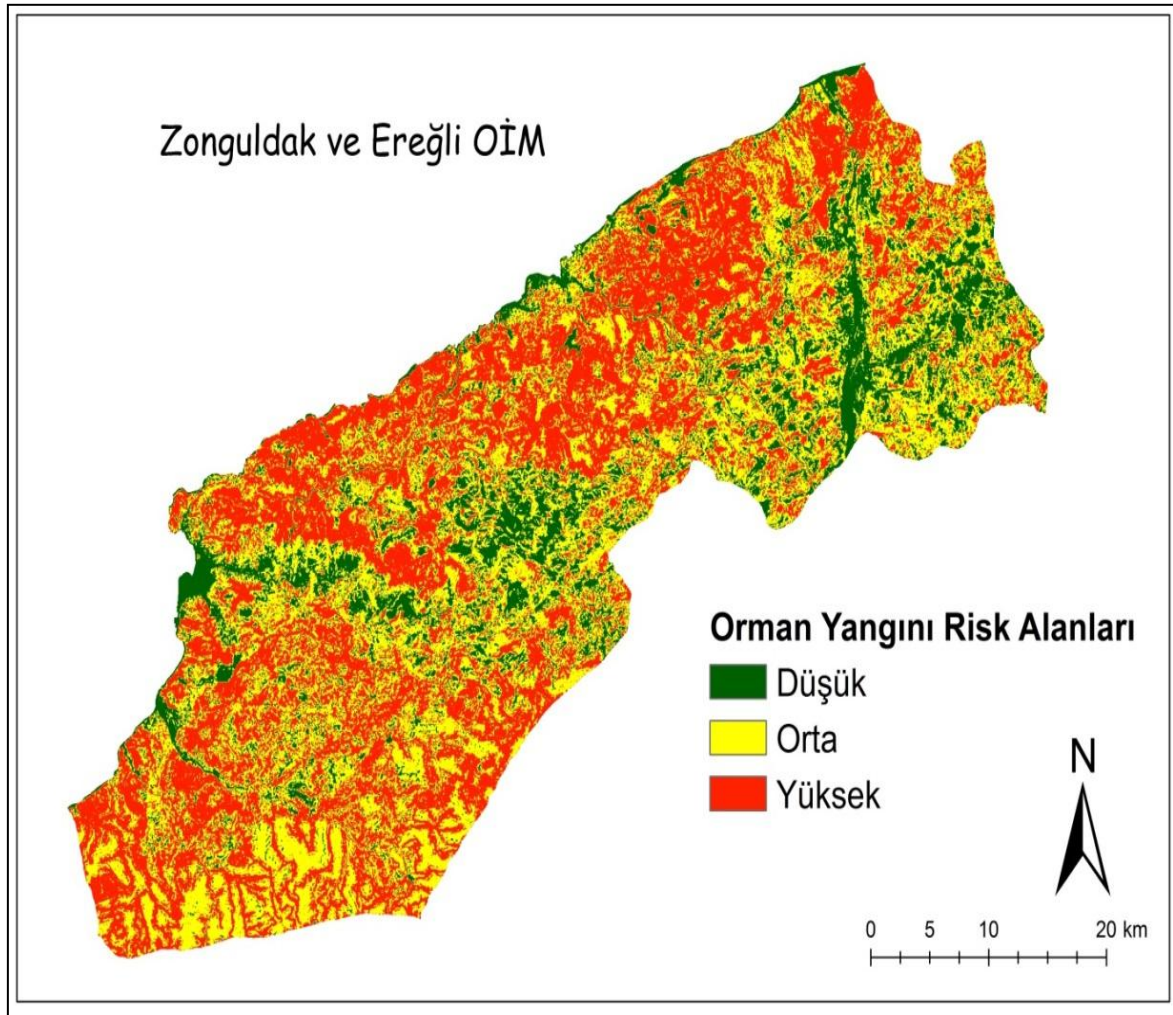
Değişkenler	Sınıflar	Önem derecesi
Arazi örtüsü tipi / bitki örtüsü durumu	Ormanlık alanlar	7
	Heterojen yapıda doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları	4
	Diğer alanlar	1
Eğim (°)	0-5	1
	5-10	3
	10-20	5
	20-30	2
	>30	1
Bakı	Kuzey	1
	Güney	1
Yükseklik (m)	<200	5
	200-400	4
	>400	3
Yerleşim yerlerine mesafe (m)	<500	1
	500-1500	7
	>1500	3
Yola mesafe (m)	<100	6
	100-300	4
	>300	2

$$YTI = 0.41 * C1 + 0.18 * C2 + 0.06 * C3 + 0.11 * C4 + 0.06 * C5 + 0.18 * C6 \quad (6.8)$$

6.8 eşitliğindeki YTI değeri yangın tehlike indeksini göstermektedir.

Çizelge 6.13 Orman yangını risk alanlarının yangın tehlike indeksi değerleri.

Risk Grubu	Alt sınır	Üst sınır
Düşük	1.45000005	3.99560780
Orta	3.99560780	4.96623522
Yüksek	4.96623522	6.11999989



Şekil 6.12 Zonguldak ve Ereğli OİM orman yangını risk haritası.

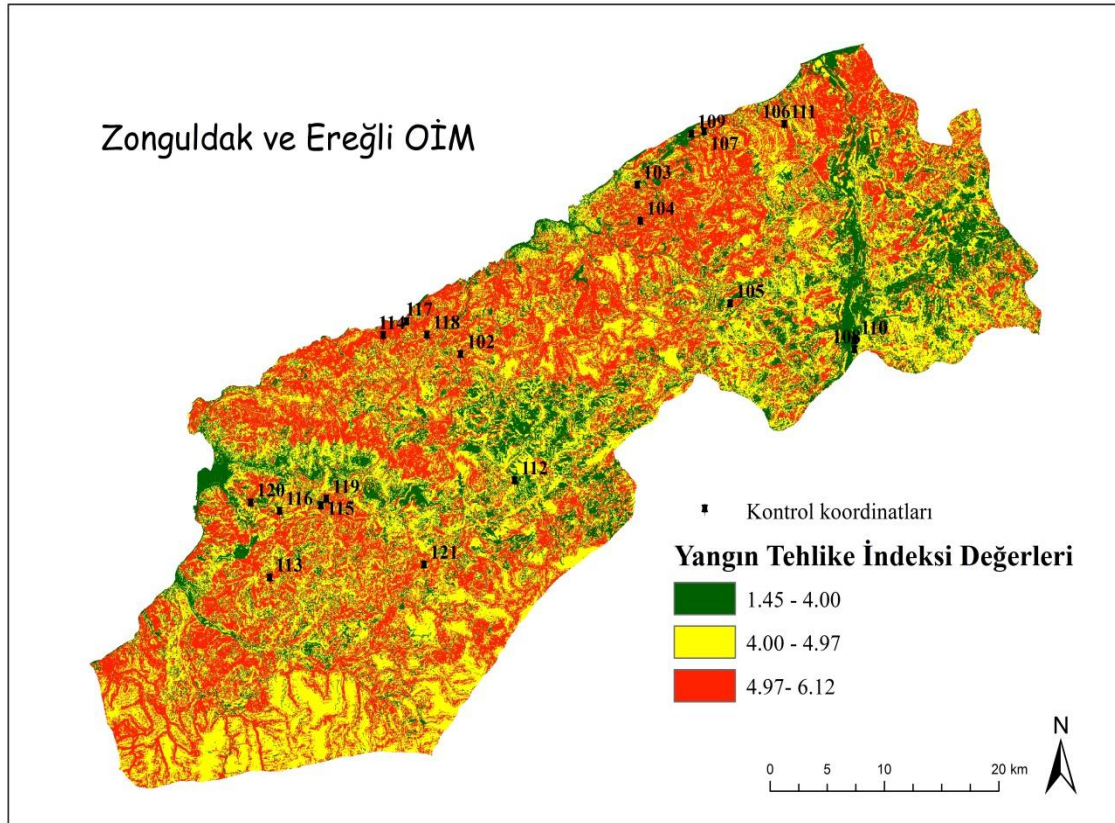
Oluşturulan orman yangını risk haritası CBS ormanında değerlendirildiğinde toplam alanın %18'inin (38885.3 ha) yangın riski düşük olan grupta yer aldığı görülmüştür. Toplam alanın %43'ü (91229.8 ha) yangına karşı orta derecede hassas olan yerlerde kalmıştır. Geri kalan %39'luk (83119.7 ha) alanın ise yangına karşı en hassas olan yüksek risk sınıfında yer aldığı görülmüştür (Çizelge 6.14).

Çizelge 6.14 Zonguldak ve Ereğli OİM orman yangını risk sınıflarının alansal dağılımı.

Yangın Tehlike Sınıfı	Alan (ha)	Alan (%)
Düşük	38885.3	18
Orta	91229.8	43
Yüksek	83119.7	39

6.4.6 Oluşturulan Yangın Risk Haritası İçin Doğruluk Değerlendirmesi

Arşiv araştırması sonucu elde edilen 121 adet orman yangınından 20 adedi yangın risk haritasında doğruluk değerlendirmesi yapmak için ayrılmıştır. Yangın risk haritasında, geçmişte meydana gelen bu 20 adet orman yangınının yeri incelenmiştir (Şekil 6.13). Buna göre bu yangınlardan 10 tanesinin yüksek, 9 tanesinin orta ve 1 tanesinin düşük risk grubunda olduğu görülmüştür (Çizelge 6.15). Düşük risk grubunda çok az koordinatın olması, oluşturulan haritanın yüksek doğrulukta olduğunu göstermektedir.



Şekil 6.13 Orman yangını risk haritasının doğruluk kontrolü yapmak için atılan koordinatlar.

Çizelge 6.15 Kontrol için kullanılan koordinatlarının yangın tehlike sınıfları.

NN	Y (m)	X (m)	YTİ değeri	YT Sınıfı
102	4578844.581	389318.088	4.78	Orta
103	4592937.700	404750.916	5.52	Yüksek
104	4589941.929	405036.293	5.30	Yüksek
105	4583057.553	412866.452	5.00	Yüksek
106	4597992.170	417612.543	4.87	Orta
107	4597366.224	410604.774	4.17	Orta
108	4579264.590	423742.892	4.17	Orta
109	4597164.220	409489.533	5.40	Yüksek
110	4580004.734	423750.675	2.22	Düşük
111	4597992.170	417612.543	4.87	Orta
112	4568348.006	394046.240	4.07	Orta
113	4560269.595	372628.681	3.99	Orta
114	4580431.620	382556.440	5.47	Yüksek
115	4566269.800	377111.338	4.98	Yüksek
116	4565807.310	373493.912	4.01	Orta
117	4581571.078	384596.434	5.29	Yüksek
118	4580463.416	386368.220	5.41	Yüksek
119	4566817.070	377586.260	5.40	Yüksek
120	4566499.460	370967.735	5.76	Yüksek
121	4561342.184	386115.629	4.78	Orta

BÖLÜM 7

SONUÇLAR

Orman yangınları diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de birçok can ve mal kaybına neden olan doğal afetlerin başında gelmektedir. Yangın öncesinde, sırasında ve sonrasında aşamaları izlemek, yangının olumsuz etkilerini en aza indirmek için önem arz etmektedir. Gelişen teknolojiler ile birlikte UA ve CBS, yapılacak müdahale ve planlamalar için oldukça önemli bir hale gelmiştir.

Bu tez çalışmasında UA ve CBS teknikleri kullanılarak, Zonguldak ve Ereğli OİM'nin orman yangını risk alanları belirlenmiştir. Çalışma alanında orman yangınında etkili olan faktörler; arazi örtü tipi/kullanımı, eğim, bakı, yükseklik, yerleşim durumu ve yol durumu olarak tespit edilmiştir. Bu faktörlerin ağırlıkları AHP yöntemine göre belirlenip tüm faktörler ArcGIS 10.5 programında değerlendirilmiştir. Sonuçta elde edilen orman yangını risk haritasına göre çalışma alanında toplam alanın %39'u yangına en hassas olan yüksek risk sınıfında, %43'ü orta risk sınıfında ve %18'i düşük risk sınıfında yer almaktadır. Bu sonuçlara göre toplam 215000 ha alanın yaklaşık 176000 ha alanı yangın riski açısından yüksek ve orta kısımda bulunmaktadır.

Çalışma alanı için oluşturulan orman yangını risk haritasında, geçmiş yıllarda meydana gelen ve analizlere dahil edilmeyen 20 adet orman yangını incelenmiştir. Bu 20 adet orman yangınının 10 tanesinin yüksek, 9 tanesinin orta ve 1 tanesinin düşük risk grubunda meydana geldiği tespit edilmiştir. Düşük risk grubunda çok az orman yangınının meydana gelmiş olması çalışmanın doğruluğunun yüksek olduğunu göstermektedir.

UA uydu görüntüleri kullanılarak CBS tabanlı yazılımların çok kriterli analizleri yardımıyla orman yangını risk haritalarının oluşturulması ve belirli aralıklarla tekrarlanması faydalı olacaktır. Bu çalışmada orman yangınlarını etkilediği belirlenen arazi örtü tipi, eğim, bakı, yükseklik, yerleşim, yol faktörlerine ek olarak iklim, yıllık yağış miktarı, rüzgar, nem gibi faktörler de eklenerek kullanılan denklemler geliştirilebilir.

Orman yangınlarına müdahaleye yönelik uygulanan ve bir altlık oluşturacağı düşünülen bu çalışma yönteminin yangına hassas diğer bölgeler için de geliştirilerek yaygınlaştırılması ülkemiz ormancılığı açısından faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Adıgüzel F, Kaya E ve Çerçioğlu M** (2016) Orman Yangınlarının Topografik Özelliklere Bağlı Olarak CBS ve Uzaktan Algılama Verileriyle Analiz Edilmesi: İbecik Orman İşletme Şefliği Örneği. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 13-14 Ekim 2016, Ankara, Türkiye, 902-904.
- Ahmady D M** (2017) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Porsuk Havzasında Baraj Planlama Çalışmalarının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 195 s.
- Allak S** (2017) Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Çanakkale Merkez İlçe Coğrafi Özelliklerinin Zamansal Değişiminin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Çanakkale, 81 s.
- Ateşoğlu A** (2014) Forest Fire Hazard Identifying. Mapping Using Satellite Imagery-Geographic Information System and Analytic Hierarchy Process: Bartın, Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15 (2): 715-725.
- Ateşoğlu A, Melemez K ve Uğur B** (2015) Orman Yangınına Hassas Bölgelerde Arazöz ile Müdahale Oranının Belirlenmesi (Bartın Orman İşletmesi Örneği). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 132-143.
- Başkurt Z M** (2017) Nükleer Santraller İçin Yer Belirleme Kriterlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 93 s.
- Bilgi S** (2007) Fotogrametri ve Uzaktan Algılamada Veri Elde Etme Yöntemlerinin Tarihsel Gelişimi ve Kısa Tarihçeleri. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 1(96): 1-8.
- Bingöl B** (2017) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Burdur İli Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 1(2): 169-182.
- Boran G** (2006) Çanakkale İlinin Ormanlık Alanlardaki Değişiminin Uydu Verileri ile Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale, 87 s.
- Bulut S ve Günlü A** (2016) Arazi Kullanım Sınıfları İçin Farklı Kontrollü Sınıflandırma Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 528-535.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Dağdeviren M, Akay D ve Kurt M** (2004) İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2): 131-138.
- Doğanay H ve Doğanay S** (2004) Türkiye’de Orman Yangınları ve Alınması Gereken Önlemler. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9(11): 31-48.
- Dong X, Li-min D, Guo-fan S, Lei T ve Hui W** (2005) Forest Fire Risk Zone Mapping From Satellite Images and GIS For Baihe Forestry Bureau, Jilin, China. *Journal of Forestry Research*, 16(3): 169-174.
- Eker Ö ve Abdurrahmanoğlu D M** (2018) Orman Yangınlarıyla Mücadele Harcamalarının Analizi: Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü Örneği. *Turkish Journal of Forest Science*, 2(2): 34-38.
- Erkal T ve Değerliyurt M** (2009) Türkiye’de Afet Yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22): 147-164.
- 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, Türkiye.
- Gerçek Y** (2018) Güneş Enerji Santralleri İçin CBS ile En Uygun Yer Tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 64 s.
- Gigovic L, Jakovljevic G, Sekulovic D ve Regodic M** (2018) GIS Multi-Criteria Analysis for Identifying and Mapping Forest Fire Hazard: Nevesinje, *Bosnia and Herzegovina. Tehnicki Vjesnik*, 25(3): 891-897.
- İnan Ç** (2018) Uydu Görüntü Verileri Kullanılarak Orman Yangın Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, İletişim Sistemleri Anabilim Dalı, İstanbul, 67 s.
- Javadi H** (2018) CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Tesis Yer Seçimi: CTP Boru Fabrikası İçin Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 92 s.
- 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.
- Kaya Ö** (2016) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleri il Kayseri’nin Şehirselsel Gelişiminin İzlenmesi ve Modellenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 116 s.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Köseoğlu G** (2014) CBS Teknolojilerinin Marina Yer Seçiminde Karar Destek Mekanizması Olarak Kullanılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 45 s.
- Küçük Ö ve Bilgili E** (2006) Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Yangın Davranışının Uygulamaya Aktarılması: Kastamonu Örneği. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6(2): 262-273.
- Mahdavi A, Shamsi S R F and Nazari R** (2012) Forest and rangelands' wildfire risk zoning using GIS and AHP techniques. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 10(1): 43-52.
- Malik T, Rabbani G ve Farooq M** (2013) Forest Fire Risk Zonation Using Remote Sensing and GIS Technology in Kansrao Forest Range of Rajaji National Park, Uttarakhand, India. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 2(1): 86-95.
- Marangoz A M** (2009) Uydu Görüntülerinden Kentsel Ayrıntıların Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yöntemiyle Belirlenmesi ve CBS Ortamında Bütünleştirilmesi. *Doktora Tezi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 119 s.
- Marangoz A M, Karakış S, Oruç M ve Büyüksalih G** (2005) Nesne Tabanlı Görüntü Analizi ve IKONOS Pan-Sharpned Görüntüsünü Kullanarak Yol ve Binaların Çıkarımı. *10.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart-1 Nisan 2005, Ankara, Türkiye.
- Özcan O ve Musaoğlu N** (2009) Taşkın Risk Analizinde Hidrolojik Modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi. *TUFUAB 5.Teknik Sempozyumu*, 4-6 Şubat 2009, Ankara, Türkiye.
- Özşahin E** (2014) CBS ve AHS kullanılarak Orman Yangını Duyarlılık Analizi: Antakya Orman İşletme Müdürlüğü Örneği. *Route Educational and Social Science Journal*, 3(1): 50-71.
- Pradhan B, Suliman M and Avang M** (2007). Forest Fire Susceptibility and Risk Mapping Using Remote Sensing and Geographical Information Systems (GIS). *Disaster Prevention and Management*, 16(3): 344-352.
- Sepetçi V** (2014) Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Orman Yangınlarına İlk Müdahale Sürelerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon,101 s.
- Sormaz M** (2013) Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Fiziki Coğrafya Konularının Öğretiminde Kullanımı: Veri Üretimi, Uygulama Örnekleri ve Öğrencilerin Değerlendirmeleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, İstanbul, 102 s.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Şahin E K** (2012) CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi Yöntemi Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi: Trabzon İli Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze,109 s.
- Şekertekin A İ** (2013) Uzaktan Algılama Verileri ile Bölgesel Çevre Etkilerinin Belirlenmesi: Zonguldak Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 83 s.
- Taşçı İ** (2018) Orta Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri Kullanarak Yanmış Orman Alanlarının Farklı Sınıflandırma Yöntemleri ile Sınıflandırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir,110 s.
- Tekeli A E, Sönmez İ, Erdi E, Arslan M, Çukurçayır M.L ve Demir F** (2007) Orman Yangınlarının Uzaktan Algılama Teknikleri ile Tespit Çalışmaları. *TMMOB Afet Sempozyumu*, 5-7 Aralık 2007, Ankara, Türkiye, 177-184.
- Uzun N** (2012) Mera Hayvancılığında Uydu Görüntü İşleme Teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Isparta, 83 s.
- Vatandaşlar C** (2012) Orman Yollarının Doğal Afetlerde Acil Ulaşım Yolu Olarak Kullanım Olanakları. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul,99 s.
- Vural G** (2018) 2009-2017 Tarihleri Arasında Avrupa'ya Giden Göçmenlerin Göç Rotalarının CBS Kullanılarak Görsel Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı, İstanbul, 91 s.
- Yavuz M ve Sağlam B** (2011) Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Orman Yangınlarında Kullanılması. *I.Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş, Türkiye, 235-242.
- Yılmaz Z** (2015) Tehlikeli Madde Taşımacılığında Riski de Dikkate Alan CBS Temelli Dinamik Güzergah Belirleme. *Doktora Tezi*, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Tedarik ve Lojistik Ana Bilim Dalı, Ankara, 115 s.
- URL-1** <<http://ahmetsertkan.blogspot.com/2008/07/orman-yanginlari.html>>, Ziyaret tarihi: 15.09.2018.
- URL-2** <<https://www.cfa.vic.gov.au/plan-prepare/how-fire-behaves>>, Ziyaret tarihi: 16.08.2018.
- URL-3** <<http://samanyolueksresi.blogspot.com/2016/12/astrofizik-notlarm-4-elektromanyetik.html>>, Ziyaret tarihi: 19.08.2018.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- URL-4** <<https://player.slideplayer.biz.tr/10/2919198/#>>, Ziyaret tarihi: 25.01.2019.
- URL-5** <<https://haritaonline.blogspot.com/2014/06/uzaktan-almada-sensor-sistemleri.html>>, Ziyaret tarihi: 13.02.2019.
- URL-6** <<http://www.kimyasalgelismeler.com/sektorler/tarim-ve-gida-teknolojileri/uzaktan-almada-ile-verimi-artirma.html>>, Ziyaret tarihi: 25.01.2019.
- URL-7** <<http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=104795913>>, Ziyaret tarihi: 15.02.2019.
- URL-8** <<http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=100827668>>, Ziyaret tarihi: 24.01.2019.
- URL-9** <<http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=100827672>>, Ziyaret tarihi: 24.01.2019.
- URL-10** <<https://www.integraldrones.com.au/comparing-ndvi-mapping-systems/>>, Ziyaret tarihi: 11.09.2018.
- URL-11** <<https://cbsakademi.ibb.istanbul/cbs-dunyayi-nasil-degistiriyor-1000-cbs-uygulamasi-ve-kullanimi/>>, Ziyaret tarihi: 11.09.2018.
- URL-12** <https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2017/CSS119/878121946_veri_kaynak_analizi_final_ders_notu.pdf>, Ziyaret tarihi: 11.09.2018.
- URL-13** <<https://haritaonline.blogspot.com/2014/06/cbsnin-temel-fonksiyonlar.html>>, Ziyaret tarihi: 11.09.2018.
- URL-14** <<http://www.zonguldak.gov.tr/cografya>>, Ziyaret tarihi: 16.08.2018.
- URL-15** <<https://zonguldak.tarimorman.gov.tr/Menu/33/Cografya-Yapi>>, Ziyaret tarihi: 16.08.2018.
- URL-16** <<http://www.cografya.gen.tr/tr/zonguldak/iklim.html>>, Ziyaret tarihi: 16.08.2018.
- URL-17** <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>, Ziyaret tarihi: 05.10.2018.
- URL-18** <<https://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>>, Ziyaret tarihi: 05.10.2018.
- URL-19** <http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=28#tab2>, Ziyaret tarihi: 05.01.2019.



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

EK A: OGM BELGE TALEBİ



T.C.
ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü



Sayı : 45642546-622.03-E.2361854

14.11.2018

Konu : Bilgi ve Belge Talepleri

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi : 05/11/2018 Tarih ve 39633678/622.03/15216 Sayılı yazınız.

İlgide kayıtlı yazınız ile Bölge Müdürlüğümüze bağlı Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlüklerinde bulunan son 10 yılda orman yangını çıkan bölgelerin yangın sicil fişlerini ve meşçere tiplerini gösteren ARCGIS verilerine ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır.

İstenilen bilgiler hakkında Harita Mühendisi Semra DİLEKÇİ'ye yardımcı olunacaktır.

Zonguldak İli örneği konulu yüksek lisans tez çalışmasında kullanılması istenilen ve idaremizden talep edilen bilgi ve belgelerden elde edilecek akademik çalışma sonuçlarının idaremizle paylaşılması orman yangınları konusunda yararlı olacaktır.

Bilgilerinize arz ederim.



e-imzalıdır

Zekeriya BEYAZLI

Bölge Müdürü



ÖZGEÇMİŞ

Semra DİLEKÇİ 1991’de Kahramanmaraş’ın Elbistan ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Elbistan’ın farklı ilçelerinde yer alan okullarında tamamladı. 2010 yılında Kocaeli Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2016 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans programına başladı ve halen yüksek lisans programını sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü

Tel: (+90) 534 566 03 49

E-posta: semradilekci1@gmail.com