

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

73409

**UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİYLE ORMAN YANGINI
ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Coşkun ÖZKAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Haziran 1998

Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Haziran 1998

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Filiz SUNAR

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ

Prof. Dr. Derya MAKTAV



HAZİRAN 1998

ÖNSÖZ

İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği programında gerçekleştirilen bu yüksek lisans çalışmasında uydu verileri kullanılarak orman yangını analizi yapılmıştır.

Bu çalışma sırasında tez yürütücülüğümü üstlenen, her aşamada bilgi ve deneyiminden yararlandığım sayın hocam Doç.Dr. Filiz SUNAR’a çok teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasındaki yardımları için Araştırma Görevlileri Yük.Müh. Nebiye MUSAOĞLU, Şinasi KAYA ve Hande Demirel’e, arkadaşlarım Ekrem MUŞ ve Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi Harun KARAMAN’a ve bana destek olan çok sevgili eşim ve aileme çok teşekkür ederim.

Ayrıca çalışma bölgesine ait yangın sonrası uydu görüntülerini temin eden EUROMAP şirketine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	II
ŞEKİL LİSTESİ	VI
TABLO LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
BÖLÜM 1 : GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 : ELEKTROMANYETİK ENERJİ VE ATMOSFER ETKİSİ	3
2.1 Elektromanyetik Enerji	3
2.2 Elektromanyetik Spektrum	4
2.3 Atmosferik Etkileşim	5
2.3.1 Atmosferik Saçılma	5
2.3.2 Atmosferik Yutulma	6
2.4 Cisimlerin Spektral Karakteristikleri	6
2.4.1 Bitki Örtüsünün Spektral Karakteristikleri	7
2.4.2 Zeminlerin Spektral Karakteristikleri	10
2.4.3 Suyun Spektral Karakteristikleri	11
BÖLÜM 3 : UYDU SİSTEMLERİ	12
3.1 Uydu Verisi	12
3.2 Çözünürlük	12
3.3 Landsat Uydu Sistemi	14
3.4 SPOT Uydu Sistemi	17
3.5 IRS-1C (Indian Remote Sensing 1-C)	20
BÖLÜM 4 : SAYISAL VERİ İŞLEME VE BİLGİ ÜRETİM METODLARI	23

4.1 Görüntü Verilerinin Geometrik Düzeltilmesi	25
4.1.1 Kayıt	26
4.1.2 Yeniden Örnekleme (Parlaklık Enterpolasyonu)	29
4.2 Çok Spektrumlu Görüntü Zenginleştirme	31
4.2.1 Oran Görüntüleri	31
4.2.2 IHS Dönüşümü	33
4.3 Sınıflandırma	35
4.3.1 Kontrolsüz Sınıflandırma	35
4.3.2 Kontrollü Sınıflandırma	38
BÖLÜM 5 : COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	41
5.1 Coğrafi Bilgi Sistemi Nedir?	41
5.2 Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri	44
5.2.1 Fonksiyonel Bileşenler	44
5.2.2 Teknolojik Bileşenler	46
5.2.3 Organizasyonel Bileşenler	47
5.3 Coğrafi Bilgi Sistemlerine Olan Gereksinim	47
5.4 Coğrafi Bilgi Sisteminin Yararları	47
5.5 Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	48
5.5.1 Veri Tabanı Modelleri	49
BÖLÜM 6 : UYGULAMA	50
6.1 Bölgenin Tanımı	50
6.1.1 Coğrafi Konumu	50
6.1.2 İklim	51
6.1.3 Jeolojik Yapı ve Toprak Durumu	52
6.1.4 Bitki Örtüsü ve Orman Durumu	52
6.2 Kullanılan Bilgisayar Donanım, Yazılım ve Uydu Verileri	54
6.3 Sayısallaştırma	57
6.4 Oran Görüntüleri	60
6.5 Spektral Profil Analizi	67
6.6 Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması	69
6.6.1 Sınıflandırmada Kullanılacak Uygun Bant Kombinasyonlarının Seçimi	69
6.6.2 Sınıflandırma	70

6.7 Verilerin Rektifikasyonu	76
6.8 Uydu Görüntülerinin Çakıştırılması	77
6.9 Orman Yangın Bilgi Sistemi	80
BÖLÜM 7 : SONUÇ	83
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	87



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Bir Uzaktan Algılama Sistemi.	4
Şekil 2.2 : Elektromanyetik Spektrum.	5
Şekil 2.3 : Çeşitli Cisimlere Ait Yansıtma Eğrileri.	7
Şekil 2.4 : Bitki ve toprağın spektral yansıtım eğrileri.	10
Şekil 3.1 : Radyometrik Çözünürlük.	14
Şekil 3.2 : Çözünürlükler (Landsat TM bant 1 için).	14
Şekil 3.3 : Landsat TM ve MSS sistemleri.	16
Şekil 3.4 : Landsat uydusu ve Landsat MSS ve TM algılama sistemleri.	17
Şekil 3.5 : Spot XS ve P verileri.	18
Şekil 3.6 : SPOT uydusu ve algılama sistemi.	19
Şekil 3.7 : IRS-1C uydusu.	20
Şekil 4.1 : Görüntü elemanı -Piksel.	24
Şekil 4.2 : Orijinal distorsiyonlu girdi görüntüsü ile çıktı görüntüsü arasındaki geometrik dönüşüm.	26
Şekil 4.3 : RMS (Karesel Ortalama Hata) Hata Toleransı.	29
Şekil 4.4 : Güneş ışınlarının topoğrafyanın düzensiz olmasından dolayı, yüzeyleri farklı seviyelerde aydınlatması.	33
Şekil 4.5 : Renk Küresi.	34
Şekil 4.6 : İki boyutlu uzayda görüntü elemanlarının dağılımı.	37
Şekil 4.7 : Kontrollü sınıflandırmadaki temel adımlar.	38
Şekil 4.8 : En Çok Benzerlik sınıflandırma yöntemiyle tanımlanmış olan olasılık yoğunluk fonksiyonları.	40
Şekil 5.1 : Vektör ve raster yapıda veri gösterimi.	43
Şekil 5.2 : Coğrafi veri türleri.	44
Şekil 6.1 : Bölgenin Coğrafi Konumu.	51
Şekil 6.2 : Landsat TM görüntüsü.	55
Şekil 6.3 : IRS-1C görüntüsü.	56
Şekil 6.4 : Bölgeye ait eşyükseklik eğrileri.	58
Şekil 6.5 : Orman grupları.	59
Şekil 6.6 : Landsat TM görüntüsünden elde edilen oran görüntüleri.	62
Şekil 6.7 : IRS-1C görüntüsünden elde edilen oran görüntüleri.	63
Şekil 6.8 : Landsat TM NDVI görüntüsünün IRS-1C NDVI görüntüsünden çıkarılmasıyla elde edilen yeni oran görüntüsü.	64
Şekil 6.9 : IRS-1C NDVI / TM NDVI oran görüntüsü.	65
Şekil 6.10 : IRS-1C Yakın kö. / TM Yakın kö. oran görüntüsü.	66
Şekil 6.11 : Spektral profil eğrileri; (a) Yangın öncesi Landsat TM verisi (b) Yangın sonrası IRS-1C verisi.	68
Şekil 6.12 : En Çok Benzerlik yöntemine göre sınıflandırılmış Landsat TM görüntüsü.	72
Şekil 6.13 : En Çok Benzerlik yöntemine göre sınıflandırılmış IRS-1C görüntüsü.	73
Şekil 6.14 : Sınıflandırma sonucunda "Yanan Alan" sınıfına dahil olmayan bölgeler.	75
Şekil 6.15 : IHS dönüşümünde uygulanan metodun akış şeması.	78
Şekil 6.16 : Spot P ve IRS-1C görüntülerinden elde edilen karşılaştırılmış görüntü.	79
Şekil 6.17 : ARCVIEW programının arayüzü ve pencereleri.	81

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 : IRS 1C ’deki algılayıcı karakteristikleri.	22
Tablo 3.2 : Uydu sistemlerinin karşılaştırılması.	22
Tablo 4.1 : Yeniden örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması.	30
Tablo 6.1 : Bölgenin İklim Verileri.	51
Tablo 6.2 : Yanan alanın, meşcere tipleri ve gelişim çağlarına göre oransal dağılımı.	53
Tablo 6.3 : Ağaçların doğal gelişme çağlarına göre ayrımı.	53
Tablo 6.4 : Kullanılan Uydu Verileri.	57
Tablo 6.5 : Kontrol noktaları.	67
Tablo 6.6 : Korelasyon Matrisi.	70
Tablo 6.7 : Korelasyon Matrisi.	70
Tablo 6.8 : Alansal değerlerin karşılaştırılması.	74
Tablo 6.9 : Transformasyon Katsayıları.	77
Tablo 6.10 : Landsat TM, SPOT P ve IRS 1C için elde edilen X, Y ve Total RMS değerleri.	77

ÖZET

Uzaktan algılama biliminde, uydular aracılığıyla yer yüzündeki cisimlerin yayınladığı ve yansıttığı elektromanyetik enerji dijital olarak kayıt edilir. Kaydedilen bu enerji bilgisayar ortamında işlenip, analiz edilerek yeryüzündeki kaynakların yönetimi, doğal ve kültürel çevrenin gözlenmesi olanaklıdır. Uzaktan algılamanın bu özelliği; hızlı, doğru ve konvansiyonel ölçme yöntemlerine göre daha ekonomik ve ayrıntılı bir araştırma olanağı sağlar.

Bu çalışmada ülkelerin en büyük doğal zenginlik kaynağı olan ormanların başlıca düşmanı olan yangın, yangın sonrası oluşan hasarın belirlenmesi amacıyla uzaktan algılama teknikleriyle incelenmiştir.

Bu çalışmada ilk olarak uzaktan algılamanın kısa bir tanımı yapıldıktan sonra çalışmanın genel amacı ile değerlendirmede göz önüne alınan kriterler ve elektromanyetik spektrum, atmosfer etkisi, cisimlerin spektral özellikleri açıklanmıştır.

Uydu sistemleri bölümünde, incelenen bölgeye ait dijital görüntülerin elde edildiği SPOT, LANDSAT ve IRS 1C uydularının ve taşıdıkları algılama sistemlerinin özellikleri açıklanmış ve bu özellikler kapsamında sistemler birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Daha sonra dördüncü bölümde, dijital görüntü, dijital görüntü işleme teknikleri ve bu teknikler kapsamında görüntü zenginleştirme ve sınıflandırma işlemleri anlatılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin verildiği beşinci bölümde, CBS'nin tanımı, birimleri ve bu çalışmada kullanılan CBS yazılımı ARCVIEW hakkında bilgi verilmiştir.

Uygulama bölümünde, bölgenin coğrafi tanımı, iklim ve bitki örtüsü ve jeolojik yapısı verilmiş yapılan diğer işlemler sırasıyla anlatılmıştır. Öncelikle mevcut 1/25000 ölçekli topoğrafik paftalarla yangın sonrası durumu yansıtan tematik orman haritaların sayısallaştırılması anlatılmıştır. Daha sonra oran görüntülerle yapılan çalışma anlatılmıştır. Yangın öncesi ve sonrası yanan bölgedeki yansıtım farklılığını ortaya koymak için yapılan spektral profil analizi şekilleriyle anlatılmıştır. Sınıflandırma çalışması, uygun bant kombinasyonlarının seçimi ve görüntülerin sınıflandırılmasıyla anlatılmıştır. Bu işlemler sonucunda elde edilen veriler (oran, sınıflandırma ve orijinal görüntü verileri) oluşturulacak CBS ortamında birleştirilmek üzere ülke koordinat sistemine (UTM) dönüştürülmüştür.

Son bölümde yapılan çalışmanın sonuç irdelenmesi yapılmıştır.

SUMMARY

FOREST FIRE ANALYSIS WITH REMOTE SENSING DATA

The earth is the only planet known to support life. The earth's energy balance, climate, biochemistry and cycling of chemical elements and water are effected by the abundance, distribution and function of terrestrial biodata in processes of global significance will require interdisciplinary cooperation, a global perspective and new research strategies. Remote Sensing provides the global perspective and is destined to be a key tool in developing new strategies and methodologies.

Major problems are geographic in nature; they involve vast areas of land and sea, climatic systems, regional distribution of water, vegetation, soil and rocks, lines of physical communication and trade, political, ethnic and language boundaries. The bulk of knowledge about the problems, their causes and possible solutions comes mainly from investigations of tiny and often isolated examples. A change for the better demands that the issues are addressed on the scale at which they really present themselves. Remote sensing does not directly hold forth solutions but supplies a publicly accessible pool of information that matches the interconnectedness, diversity and scale of global problems in a way that has never been possible before the last two decades of the twentieth century. It maximizes diversity of information and area of coverage at minimal cost and allows the interpreter to address several problems far more rapidly than by any other method.

Remote Sensing is the collection of information about an object without coming into physical contact with it. A remote sensing system consists of four components; a source, interaction with the earth's surface, interaction with the atmosphere and a sensor. The principal advantages of remote sensing are the speed at which data can be acquired from large areas of the earth's surface and the related fact that comparatively inaccessible areas may be investigated in this way. The uses, both existing and potential, of such data within the various environmental disciplines are legion. The applications are generally as fallow;

- Meteorology; e.g. profiling of atmospheric temperature, pressure and water vapor content, measurement of wind velocity.
- Oceanography; e.g. measurements of the sea surface temperature, mapping ocean currents and wave energy spectra.
- Glaciology; e.g. mapping the distribution and motion of ice sheets and sea ice, determining the navigability of sea ice.
- Geology, geomorphology and geodesy; e.g. identification of rock type, location of geological faults and anomalies, measuring the figure of the earth and observing tectonic motion.
- Topography and cartography; e.g. obtaining accurate elevation data and referring them to a given coordinate system, production and revision of maps.

- Agriculture, forestry and botany; e.g. monitoring the extent and type of vegetation cover and its state of health, identifying the host plants of pests, mapping soil type and determining its water content, forecasting crop yields.
- Hydrology; e.g. assessing water resources, forecasting meltwater run off from snow.
- Disaster control; e.g. warning of sand and dust storms, avalanches, landslides, flooding etc., monitoring the extent of floodwater, monitoring of pollution.
- Planning applications; e.g. generation of inventories of land use and monitoring changes, assessing resources, performing traffic surveys.
- Military applications; e.g. monitoring the movement of vehicles and military formations, assessing terrain.

Remote sensing of the environment comprises the measurement and recording of electromagnetic energy reflected from or emitted by the Earth's surface and atmosphere from a vantagepoint above the Earth's surface. Sensors mounted on aircraft or satellite platforms measure the amounts of energy reflected from or emitted by the earth's surface. Electromagnetic radiation is the link between the components of the remote sensing system. Electromagnetic radiation occurs as a continuum of a wavelength and frequencies from short waves. In remote sensing, mostly, visible and near infrared radiation in the waveband 0.4-3 μm , infrared radiation in the waveband 3-14 μm and microwave radiation in the waveband 5-500 mm is used. The Sun is a natural source of electromagnetic radiation.

Electromagnetic energy reaching the Earth's surface may be reflected, transmitted or absorbed. Reflected energy travels upwards through, and intersects with, the atmosphere; that part of it which enters the field of view of the sensor is detected by the sensor and converted into a numerical value to be transmitted to a ground receiving station on the Earth. The amount and spectral distribution of the reflected energy is used in remote sensing to infer the nature of the reflecting surface. A basic assumption is that individual targets (soils of different types, water, with varying degrees of impurities, rock of differing litologies, and vegetation and of various species) have an individual and characteristic manner of interacting with incident radiation which is described by spectral response of that target. Detection of variations in reflectance between objects is dependent upon a number of interrelated factors. The radiometric resolution of the sensor, the amounts of atmospheric scatter, the surface roughness of the objects and the spatial variability of reflectance within the scene. The remotely sensed information recorded as photographs or magnetic tapes or other data storage media, is used to characterize the condition/state of the surface at the time of measurements. To archive this information in a digital image format is the most common form of storage because of the increased amount of information that can be extracted from the data.

Image processing is generally considered to consist of the three steps of preprocessing, image enhancement, and classification. It is used to extract all the available information relevant to a given theme. Digital image processing techniques are applied to digital image data. A digital image format is a matrix whose row and column indices identify a point in the image and the corresponding matrix element

value identifies the gray level at that point each element of the array is discrete quantity:

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,n-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,n-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(n-1,0) & f(n-1,1) & \dots & f(n-1,n-1) \end{bmatrix}$$

Each region of the image is called a picture element, or pixel. The purpose of preprocessing is to remove systematic errors from the data. The most important preprocessing operations are the correction of radiometric and geometric errors, i.e. calibration of the detected signal and registration of the image data with true surface positions. The goal of Image enhancement is to increase the amount of information that can be visually interpreted from the data. The operations of image enhancement are contrast manipulation (i.e. gray level thresholding, level slicing, contrast stretching), spatial feature manipulation (i.e. spatial filtering, edge enhancement, Fourier analysis), multi image manipulation (i.e. multispectral band rationing and difference, principal components, vegetation components, intensity-hue-saturation color space transformations).

Image classification, is the process whereby an image is converted into some kind of thematic map, in which regions with similar properties are indicated in the same way. It is a problem of recognition in that the numerical values associated each pixel are normally required to be identified in terms of an observable earth surface cover type. There are two main approaches for classification: Supervised and unsupervised. In supervised classification useful information categories are defined and then their spectral separability are examined. In unsupervised classification spectrally separable classes are determined and then their informational utility are defined. For the supervised classification, there are three basic steps. In the training step representative training areas are identified and a numerical description of the spectral attributes of each land cover type of interest in the scene is developed. In classification step each pixel in the image data set is categorized into the land cover class it most closely resembles. After entire data set has been categorized the results are presented in the output step.

There are several classifiers for both type of classification process. Most accurate supervised classifier is Maximum Likelihood classifier. In this classification process, the mean vector, variance and correlation for each land cover class in the training data are firstly calculated. By this it is assumed that the data for each class are normally distributed. With this information the spread of pixels around each mean vector can be described using a probability function. Pixels from the whole data set are allocated to the class with which they have the highest probability of membership.

Remote sensing systems may be classified in a number of ways. The most useful distinctions we can draw are between active and passive systems and between imaging

and do not imaging systems. We may also distinguish sensing by the wavelength of the radiation to which they respond. Active systems illuminator the object of study with their own supplied radiation whereas passive systems sense naturally occurring (emitted thermal or reflected solar) radiation. An imaging system slightly harder to define. It is a system, either active or passive, to which measures the intensity of the radiation reaching and which does so as a function of position on the earth surface so that a two dimensional pictorial representation of the intensity can be constructed. A non-imaging system is one, which either does not measure radiation intensity or does not do so as a function of position on the earth surface.

After the first Landsat had been launched, remote sensing has proved valuable in various fields such as geology, hydrology, forestry etc. The current Landsat satellites named Landsat 4 and 5 were launched into repetitive circular sun synchronous near polar orbits. The satellite orbit is at an altitude of 705 km. Either the multispectral scanner or thematic mapper are carried on the satellites. Direct transmission of MSS TM data to ground receiving stations is made possible via the antennas on board the satellites. The TM is a highly advanced multi spectral scanner incorporating a number of spectral radiometric and geometric design improvements relative to the MSS. Spectral improvements include data acquisition of data in seven bands instead of four, with new in the visible (blue), mid infrared, thermal portions of the spectrum. Radiometrically, the performs its on board analog to digital signal conversion over a quantization range of 256 digital numbers. Geometrically, TM data resolution is a 30x30 m instead of 79x79 m.

Indian Remote Sensing (IRS 1C) was launched in April 1995. And it has been designed as a global mission to ensure availability of data all over the world. The IRS 1C satellite is placed in a polar sun synchronous orbit of 817 km. The IRS 1C has a unique combination of payloads consisting of three cameras; one operating in the panchromatic and the other to in the multi spectral bands these cameras are panchromatic camera (a resolution of 5.8 m), linear imaging self scanner (LISS 3) white filled sensors (WIFS).

Using remotely sensed data to evaluate natural forest resources is one of its most challenging applications. The principle reason for this difficulty is the lack of homogeneity in the surface cover in term of tree type density, height. Many different species may be represented and where their crown size is less then the resolution dimensions of the system employed each pixel represent mixture. One of the greatest hazards in forested or scrubland areas is fire. For the forested areas the blue and red light absorbed by chlorophyll and other pigments. There is a slight reflectance peak in the green, which is the reason that growing vegetation appears green. Reflectivity rises sharply in the region of 0.75 μm and reflection remains high in the near infrared region between 0.75 and 1.35 μm . This high reflection coefficient is due to the internal leaf structure. Between 1.35 and 2.5 μm internal leaf structure has some effect but the reflectance is largely controlled by leaf tissue water content.

Spectrally, a soil or rock is very much different from a plant. Their spectral reflections rise steadily with wavelength a peak and then fall off once more without having a sudden jump at the red infrared boundary.

In this study, the forest fire in Marmaris, province of Mugla has been examined by using satellite data. The images used are acquired from Landsat, Spot and IRS-1C satellites. In the first part of this thesis electromagnetic energy and the atmospheric effects to this energy, the spectral characteristics of the objects (especially for vegetation) have been explained.

In the second part, the most common platforms used on remote sensing (i.e. Landsat, Spot and IRS-1C), characteristics of satellites and sensors have been given.

In the following part, the digital image processing techniques covering rectification, enhancement (ratio imaging), classification (supervised and unsupervised) have been described.

In the next part, Geographic Information System (GIS) has been explained. Its components, advantage, data types used in GIS have been given.

In the application part of this study, the hazards in the forest area caused by the fire burning were analysed using the remotely sensed images. In order to determine the topographical structure of the area, standard topographic maps of 1/25000 scaled were used. The information about the structure of forest were derived by the forest map. With the digital image processing methods, such as spectral profile analysis, rationing, classification, the satellite images acquired after and before the fire were evaluated. From these remote sensing data spectral profile analysis, ratio images, classified images were obtained. Afterwards the images were rectified to the national projection system (UTM) using the ground control points to determine the type and the areal extent of the hazard. Finally all the data were added into the same database so as to construct a GIS. The aim of the establishing a GIS was to develop information and decision support systems to monitor and predict forest fire activity and to enhance fire management efficiency and effectiveness. In the result, differences occurred between the ground data and the areal extent derived satellite image data were examined.

In the last part the final evaluation of this application has been given. As shown in the final part the remote sensing data can be effectively used in analysis of forest fire damages. Especially GIS integration with remote sensing data is necessary and feasible to protect and manage forests before, during and after the fire burning.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Uzaktan algılama, cisimle elektromanyetik enerji arasındaki etkileşimi kaydeden uydu ve uçaklardan elde edilen görüntü ve ilgili verilerin toplanması, işlenmesi ve yorumlanmasıdır. Verilerin toplanması, elektro-optik tarama sistemler gibi farklı algılama sistemleri ile yapılır. Verilerin işlenmesi, farklı görüntü işleme teknikleriyle orijinal ham verinin kullanılabilir görüntü durumuna getirilmesidir. Yorumlama, görüntüden farklı kullanıcı kitlesi için anlamlı ve değerli bilgilerin elde edilmesidir. Cisim ve elektromanyetik ışıma arasındaki etkileşim, cismin fiziksel özellikleri ve uzaktan algılanan elektromanyetik enejinin dalga boyu ile belirlenir. Uzaktan algılama terimi, hedef karakteristiklerinin saptanması ve ölçülmesi amacıyla dönük olarak ışıık, ısı ve radyo dalgaları gibi elektromanyetik enerjiyi kullanan metotlara işaret eder. Görüntüleme için sonik enerjiyi kullanan sualtı ölçümleride bir uzaktan algılama yöntemidir. Uzaktan algılama bilimi, elektriksel, manyetik ve gravite ölçümleri gibi elektromanyetik ışımadan ziyade güç alanlarını ölçen jeofiziksel yöntemleri içermez. Bu çerçevede, uzaktan algılama geniş alanlara ait istenen zamanda çabuk veri sağlaması ve gelişen bilgisayar teknolojisine bağlı olarak; meteoroloji, oşinografi, jeoloji, jeomorfoloji, jeodezi, topoğrafya, kartoğrafya, ziraat, ormancılık, botanik, hidroloji, değişim saptanması, askeri vb. alanlarda uygulama imkanı bulmaktadır.

Bu çalışmalar sayesinde insanlığa, yaşamını sürdürebilmek ve gelecek nesillere daha iyi bir dünya bırakabilmek için sahip olduğu yeraltı ve yerüstü zenginliklerinden, topraktan, sudan ve havadan en ekonomik bir şekilde faydalanmak ve yeni kaynaklar oluşturmak için imkan verilmiş olmaktadır.

Ormanlar dünyamızın ciğerleridir. Ekolojik dengenin sürdürülebilmesi için çok iyi korunmalıdırlar. Özellikle yangınlar bu alanlar için en büyük felakettirler. Yangınlar

böyle bir zenginliği yok ederken aynı zamanda hayatı da tehdit etmektedir. Yangın sonrası oluşan dumanın, global ölçekte atmosfer ve iklim üzerinde önemli etkileri olmaktadır. Bunun için ekolojik ve ekonomik dengeyi olumsuz etkileyen yangınların çok iyi takip edilmesi, en kısa sürede, en etkili bir şekilde müdahale edilmesi ve yangından sonra da oluşan zararın, alansal ve orman türü açısından hemen tespit edilmesi gerekir. Yangın sonrası bölgenin, yanan ağaç türleri ve alansal yönden analizi, bu bölgenin tekrar ağaçlandırılması için önemli stratejik bilgiler sağlayacaktır. Genellikle oldukça geniş alanlar etkilendiği ve farklı türler saptanabildiğinden, bu tip çalışmalar için uzaktan algılama teknikleri çok uygundur. Ayrıca ormanların etkin yönetimi ve karar destek sistemleri için Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılmaktadır. Özellikle uzaktan algılama verileriyle birlikte Coğrafi Bilgi Sistemleri, yangınların önceden tahmin edilmesi, modellenmesi, yangın oluşumunun izlenmesi ve söndürme çalışmalarının organize edilmesi, yangın sonrası ise oluşan hasarın belirlenmesini içeren çalışmalarda elde edilen bütün verilerin sistemli bir şekilde kullanılmasına imkan vermektedir.

Bu çalışmada Muğla Orman Müdürlüğü'ne bağlı Marmaris Orman İşletme Şefliğinde 1996 Temmuz ayında meydana gelen orman yangını incelenmiştir. Bu çalışmada bölgeye ait 24.7.1996 tarihli Landsat TM, 22.8.1996 tarihli IRS-1C ve 15.11.1996 tarihli Spot P görüntü verileri kullanılmıştır. Ayrıca ait 1/25000 ölçekli standart topoğrafik paftalar ve yangın durumunu gösteren tematik orman haritası sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan bu harita verileri dijital görüntü işleme teknikleriyle (oranlama, sınıflandırma, karşılaştırma vb.) elde edilip Ülke Koordinat Sistemine dönüştürülen görüntü verileriyle birlikte Yangın Bilgi Sisteminde biraraya getirilmiştir. Bu sistemde yangın bölgesi alansal ve orman türü olarak irdelenmiş ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur.

BÖLÜM 2

ELEKTROMANYETİK ENERJİ VE ATMOSFER ETKİSİ

2.1 Elektromanyetik Enerji

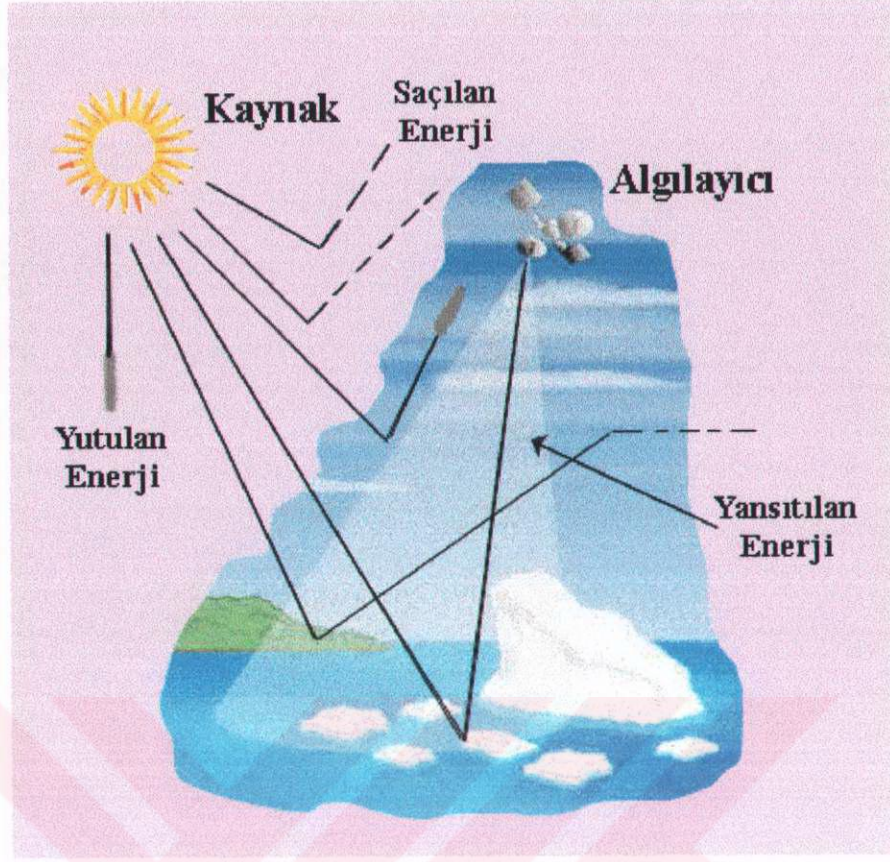
Elektromanyetik enerji C ışık hızı ile harmonik dalgalar halinde hareket eden bütün enerji şekillerini kapsar. Görünen ışık, radyo dalgaları, ısı, mor ötesi ve X-ışınları elektro manyetik enerji türlerindendir.

Elektromanyetik enerji katı, sıvı veya gaz halindedeki cisimle temasda şiddet, doğrultu, dalga uzunluğu, polarizasyon ve faz gibi bakımlardan birçok değişikliğe uğrar. Uzaktan algılamada bu değişiklikler saptanır ve kaydedilir. Bu işlem sonucu ortaya çıkan görüntü ve veriler, kayıt edilen elektromanyetik ışıımında değişikliğe neden olan cismin özelliklerinin uzaktan belirlenmesi için yorumlanır. [1]

Elektromanyetik ışıım şu fiziksel olayların etkisinde kalır:

- a) Işıım geçirilir.
- b) Işıım yutulur.
- c) Işıım neşredilir.
- d) Işıım saçılır.
- e) Işıım yansıtılır.

Cisim ve enerji arasındaki bu ilişkiler uzaktan algılamanın temelini oluşturur. Uzaktan algılamada, dalga uzunluğuna ve cismin sıcaklığına bağlı olarak ışıyan enerji miktarı önemlidir. Şekil 2.1 'de uzaktan algılama sistemi gösterilmektedir.

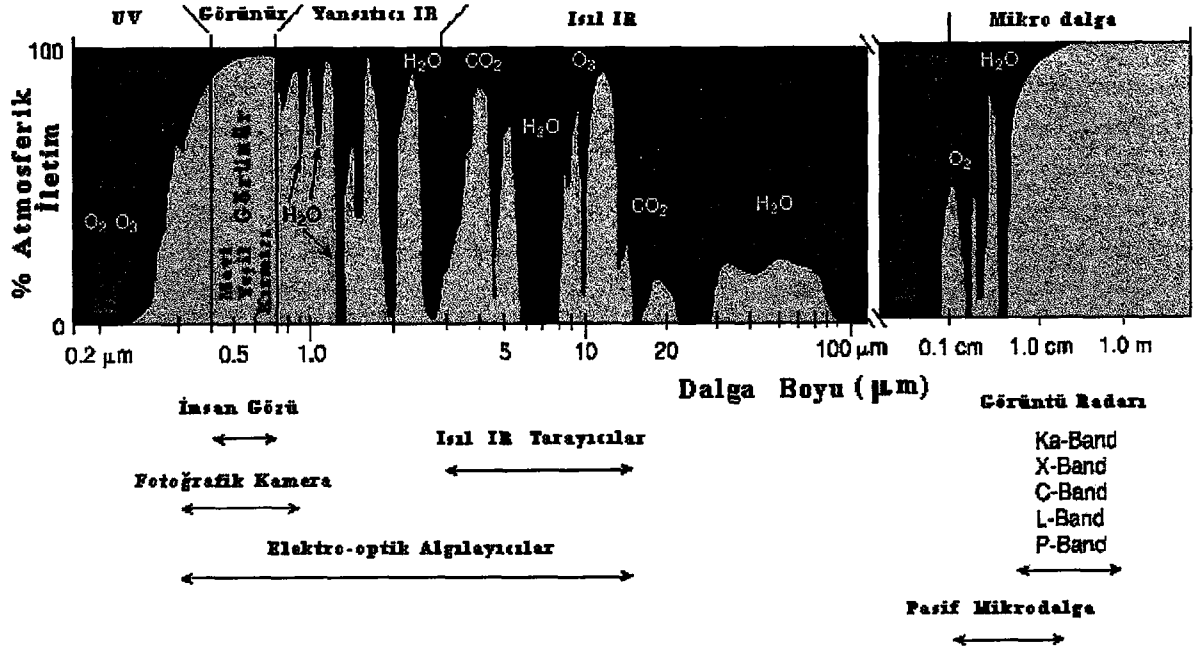


Şekil 2.1 : Bir Uzaktan Algılama Sistemi.

2.2 Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum 3×10^8 m/sn hızla hareket eden, dalga uzunluğu nanometrelerden kilometrelere uzanan sürekli enerji ortamıdır. Uzaktan algılamada en çok ilgilenilen dalga boyları $0,30 \mu\text{m}$ den $15 \mu\text{m}$ ye kadar uzanan dalga boylarıdır. Şekil 2.2 'de grafik olarak elektromanyetik spektrum gösterilmiştir.

Bu dalga boylarında elektromanyetik enerji prezisyonlu toleranslarda üretilebilen aynalar veya mercekler gibi katı metaryellerden yansıtılabilir ve kırılabilir. Belirli özelliklerin, hangi dalga boyunda nasıl bir yansıtma yaptığının bilinmesiyle, uzaktan algılanmış bir görüntü analiz edilip, temsil ettiği görünüm hakkında doğru kabuller yapılabilir.



Şekil 2.2 : Elektromanyetik Spektrum.

2.3 Atmosferik Etkileşim

Elektromanyetik ışınım, bir uzaktan algılama sistemi tarafından algılanmadan önce atmosfer içinden geçmek ve atmosferde belirli bir yol katetmek zorundadır. Işınımın atmosferdeki bu ilerleyişi sırasında atmosferik saçılma, yutulma ve kırılma nedeniyle, ışınımın hızı, frekansı, yoğunluğu, spektral dağılımı ve doğrultusunda değişimler olacaktır.

2.3.1 Atmosferik Saçılma

Saçılma, ışınımın atmosferdeki gaz molekülleri, duman, toz, yağmur damlaları, buhar ve tuz kristalleri gibi askıdaki maddelerden dolayı yansıma ve kırılması ile oluşur. Saçılma sonucu ışınım zayıflamaz, sadece yön değiştirir. Bu olay dalga boyuna bağlıdır. Kısa dalga uzunlukları, uzun dalga uzunluklarına göre daha çok saçılırlar. Buna Rayleigh saçılması adı verilir. Kısa dalga uzunluklu mor ötesi enerji ve mavi ışık, uzun dalga uzunluklu kırmızı ışık ve kızıl ötesi enerjiye göre çok daha fazla

saçılır. Gökyüzünün mavi renkte görülmesinin nedeni budur. Rayleigh saçılması temiz bir atmosfer için geçerlidir. Oysa gerçekte atmosferde çok sayıda askıda madde vardır. Duman, su buharı, tuz kristalleri, yağmur damlaları ve sis gibi askıdaki maddelerden boyutları gelen ışığın dalga uzunluğu civarında olanlar “Mie saçılması” olarak adlandırılan saçılmaya neden olurlar. Mie saçılması genel olarak dalga uzunluğuyla ters orantılı olup uzun dalga uzunluklu ışınım, Rayleigh saçılmasına göre daha çok etkilenir. Atmosferdeki askıda maddelerin büyüklükleri ışığın dalga uzunluğundan çok daha büyük ise bütün dalga uzunlukları eşit olarak saçılır.

2.3.2 Atmosferik Yutulma

Yutulma, enerjinin yeryüzüne ulaşmadan depolanmasına bir bakıma kaybolmasına neden olur. Yutulmadan dolayı büyük frekanslı bir ışınım, daha küçük frekanslı bir ışınımına dönüştürülür. Örneğin ışık ısıya dönüştürülür. Yutulma sonucu atmosfer ısınır. Güneş ışınlarının en fazla yutulduğu ortamlar ozon ve karbondioksittir. Elektromanyetik enerjinin, atmosferden oldukça az zayıflama ile geçtiği spectrum bölgelerine “Atmosfer pencereleri” adı verilir.

Uzaktan algılamada ışınım kaynağı, atmosfer etkisi ve algılayıcısının duyarlılığı, birbirini bütünleyen öğelerdir. Bu nedenle belirli bir iş için algılayıcı seçerken;

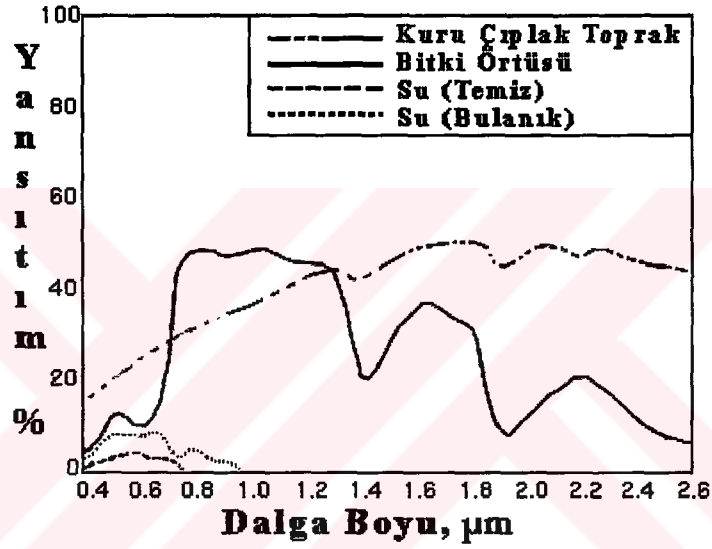
- 1- Algılanmak istenen spektral bölgede atmosferin geçirgenliği,
- 2- Algılama yapılacak enerjinin kaynağı, şiddet ve spektral bileşimi,
- 3- Algılanan enerjinin incelenen özelliklere etkisi

göz önüne alınmalıdır. [1]

2.4 Cisimlerin Spektral Karakteristikleri

Enerjinin kaybolmayacağı sadece şekil değiştireceği ilkesi göz önüne alınarak cisme gelen toplam enerji, cisim yüzeyi tarafından yansıtılan, geçirilen ve yutulan enerjinin

toplamına eşittir. Yansıtma, yutulma ve geçirilme özellikleri cisimlerin fiziksel özelliklerine ve gelen ışının dalga uzunluğuna bağlıdır. Her cisim üzerine gelen ışınımı farklı oranlarda yansıtır, yutar ya da geçirir. Yeryüzündeki cisimlerin tanımlanabilmelerin en önemli nedeni, spektral özelliklerinin değişiklik göstermesidir. Algılayıcıların tasarımı da bu değişiklikleri fark edecek ve istenilen ayrımları yapabilecek şekilde yapılır. Her spektral bant (kanal) elektromanyetik spekturumun bir bölümünde duyarlıdır. Şekil 2.3 'de değişik cisimlere ait spektral yansıtma eğrileri verilmiştir.



Şekil 2.3 : Çeşitli Cisimlere Ait Yansıtma Eğrileri.

2.4.1 Bitki Örtüsünün Spektral Karakteristikleri

Yeşil bitki örtüsünün spektral yansıtımı diğerlerinden farklıdır ve dalga boyuna göre değişir. Şekil 2.4 'de bitkilerin yansıtım eğrisi toprağın yansıtım eğrisiyle karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Görünür dalga boylarında pigmentasyon özellikle klorofil bitkilerin spektral duyarlılığında dominanttır. Yeşil yaprak yakın kızıl ötesi bölgede çok az enerji yuttuğu için bu bölgede yansıtım dikkat çekecek biçimde artar. Orta kızıl ötesi bölgede ise su belirli dalga boylarında enerjiyi kuvvetle yutar. Yeşil yapraklar çok fazla nem içerdiğinden bu bölgede su yutma bantları spektral duyarlılıkta dominanttır.

Spektrumun mavi ve kırmızı (0,4-0,5 μm ve 0,6-0,7 μm) bölgelerinde çok düşük bir yansıtım olduğu görülür. Bu düşük yansıtım, iki klorofil-yutma bandına karşılık gelir. Yutma bantlarında, yaprakta varolan klorofil, yaklaşık olarak 0,45 μm ve 0,65 μm arasında merkezlenmiş dalga boyunda, gelen enerjinin çoğunu yutar. Görünür dalga boylarında, yeşil bir yaprağa çarpan enerjinin çoğu yutulur ve çok azı yapraktan geçer. Bu nedenle enerji-denge denklemi, spektrumun görünür bölgesinde yutulmayan genel enerjinin geniş ölçüde yansıtılacağını belirtmektedir. İki klorofil-yutma bandı arasındaki bağıl bir yutma kaybı, yaklaşık 0,54 μm de bir yansıtım tepe noktası oluşmasına neden olur ki bu da, yeşil dalga boyu bölgesidir. Dolayısıyla normal, sağlıklı yaprakların gözümüze yeşil görünmesinin en büyük sebebi yeşil dalga boylarındaki oldukça düşük olan yutulmadır.

Eğer bir bitki stres altında ise ve klorofil üretimi azaldıysa, klorofil pigmentasyonunun eksikliği, bu bitkilerin klorofil-yutma bantlarında gelen enerjiyi daha az yutmasına neden olur. Bu tür bitkiler, özellikle spektrumun kırmızı bölgesinde çok daha fazla bir yansıtıma sahip olacaklar ve bu nedenle sarımsı veya klorotik görüneceklerdir.

İlgilenilen diğer pigmentler; karoten, ksantofil (her ikisi de sarı pigmentler) ve antosyaninleri (kırmızı pigmentleri) içerir. Karotenler ve ksantofiller, genellikle yeşil yapraklarda bulunurlar. Fakat sadece spektrumun mavi bölgesinde (yaklaşık 0,45 μm de) bir yutma bandına sahiptirler. Klorofil de mavi dalga boyunda yuttuğundan, normal olarak bu sarı pigmentleri maskeler. Bununla beraber, bir bitki yaşlandıkça, klorofil genellikle kaybolur ve bu kayboluş, karotenlerin ve ksantofillerin dominant olmasına neden olur. Bu durum, ağaç yapraklarının sonbahar da sarı renk olmasının temel nedenidir. Aynı şekilde, sonbaharda klorofil üretimi azaldığında, bazı ağaç cinsleri büyük miktarlarda antosyanin üretir ve bunun sonucu olarak da yapraklar, açık kırmızı bir görünüm alır.

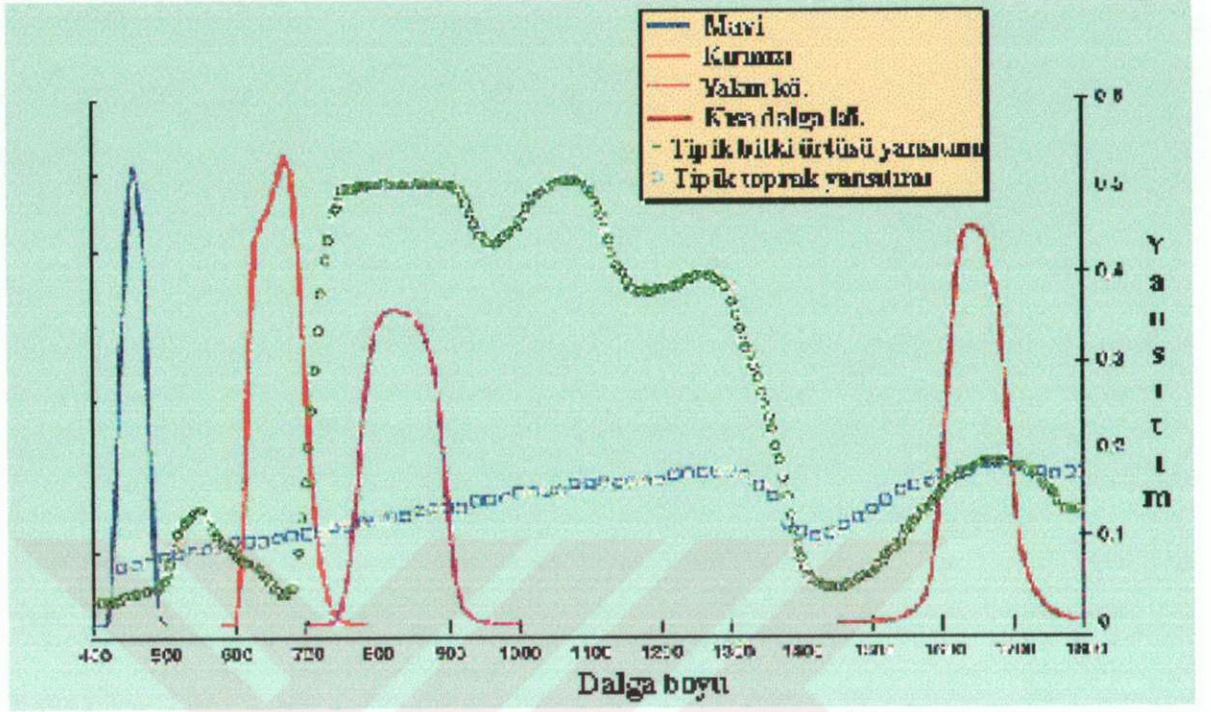
Bitki yapraklarının iç yapısı çok karmaşıktır ve yakın kızıl ötesi bölgedeki yansıtımı önemli ölçüde kontrol altında tutan da bu iç yapıdır. Birçok bitki cinsleri de yakın kızıl ötesi yansıtımda önemli farklar gösterirler. Görünür dalga boylarındaki yansıtım

farkları ise genellikle ihmal edilebilir. Tek bir yapraktaki yansıtım ile karşılaştırıldığında, çok sayıda yaprak tabakası, spektrumunun yakın kızıl ötesi bölgesinde daha yüksek bir yansıtıma (% 85 'e kadar) neden olabilecektir. Bunun nedeni, aditif yansıtımdır: İlk yaprak tabakasından (en üst) geçirilen ve ikinci bir tabakadan yansıyan enerji, ilk tabakadan kısmen tekrar geçirilir. Örneğin, kendisine gelen yakın kızılötesi enerjinin yaklaşık % 50 'sini yansıtan ve yaklaşık % 50 'sini geçiren bir yaprağı göz önüne alınırsa, geçirilen enerji ikinci yaprak tabakasına gelir. Burada bu enerjinin yarısı tekrar geçirilir (ilk enerjinin % 24 'ü) ve yarısı da yansır. Daha sonra bu yansıyan enerji, bu enerjinin yarısını (veya orijinalinin %12,5 'ini) geçiren ve yarısını yansıtan en üst yaprak tabakasından tekrar geçer. Bu ikili tabakalı örnekte, en üst yaprak tabakasına gelen toplam enerji içeri giren enerjinin % 62,5 'idir.

Orta kızıl ötesi dalga boylarında, yansıtım tepe noktaları, su-yutma bantları arasında, yaklaşık 1,6 ve 2,7 μm de oluşur. Örneğin; orta kızılötesinde yaprak yansıtımı, yaklaşık 1 mm derinlikteki bir su tabakasının yutmasıyla yaklaşık ters orantılıdır. Spektrumun orta kızıl ötesi bölgesinde, gelen güneş enerjisinin, bitki örtüsü tarafından yutulma derecesi, yaprakta var olan toplam su miktarının bir fonksiyonudur ve bu da sırasıyla, hem yaprağın nem muhteva yüzdesinin, hem de yaprak kalınlığının bir fonksiyonudur. Yaprakların nem muhtevası azaldıkça, orta kızılötesi dalga boyu bölgesindeki yansıtım dikkat çekecek biçimde artar. Ayrıca diğer birçok karmaşık enerji-madde karşılıklı etkileşimi, yakın kızılötesi dalga boylarında oluşur. Yapraklar nem kaybettikçe, iç strüktürlerinde oluşan aşırı değişimler yakın kızıl ötesi yansıtım etkiler.

Özetlenirse, spektrumun görünür, yakın kızılötesi ve orta kızılötesi bölgelerindeki yansıtımda büyük farklar vardır. Görünür dalga boylarında yaprakların pigmentasyonu dominant faktördür. Gelen enerjinin çoğu yutulur ve geri kalanı yansıtılır. Yaprakların iç strüktürü yakın kızıl ötesinin yansıtım dercesini kontrol eder ki burada gelen enerjinin yaklaşık yarısı yaprak tarafından yansıtılır, yaklaşık yarısı geçirilir ve çok azı da yutulur. Bitki örtüsünün toplam nem muhtevası, gelen enerjinin çoğu yapraktaki su tarafından yutulacak ve geri kalanı yansıtılacak şekilde orta kızıl ötesi yansıtımı kontrol eder. 0,98 μm ve 1,20 μm dalga uzunlukları arasında çalışan

algılayıcılarla hücre yapısında değişikliğe neden olan bitki hastalıklarını saptamak mümkündür. [2]



Şekil 2.4 : Bitki ve toprağın spektral yansıtım eğrileri.

2.4.2 Zeminlerin Spektral Karakteristikleri

Zeminlere ait spektral yansıtma eğrilerinin genel özelliği, yansıtmanın artan dalga uzunluğu ile artmasıdır. Zeminler için yalnız yansıtma ve yutma söz konusudur. Zeminler farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip malzemelerin bir karışımı olduklarından, yansıtma ve yutma özellikleri de farklılık gösterir. Yansıtma özelliği bakımından, zemin üst tabakalarının bileşimi önemli rol oynar.

Zeminlerin yansıtma özellikleri şu faktörlere bağlıdır;

1. Zeminin su muhtevası
2. Zeminin organik madde muhtevası
3. Zeminin doku ve yüzey pürüzlülüğü

4. Zemin oluşturan minerallerin cins ve miktarı. [1]

Genel anlamda bir zeminde su muhtevası arttıkça yansıtma özelliği azalır. Kuru bir zemin, ıslak bir zemine göre daha fazla yansıtır.

Diğer taraftan kaba ve kumlu zeminlerde yansıtma özelliği çok fazladır. Buna karşılık ince dokulu zeminlerde yansıtma özelliği azdır.

Zemini oluşturan minerallerin cins ve miktarı da yutulma bantlarının oluşmasına neden olarak yansıtma özelliğine etki eder. Işıl kızılötesi bölgede, su muhtevası fazla olan zeminler buharlaşma nedeniyle soğuyacaklarından koyu renkte görünürler. Kuru zeminler ise açık renk tonunda görünürler.

2.4.3 Suyun Spektral Karakteristikleri

Görünür bölgede suyun yansıtması, su yüzeyinin durumu, suda bulunan askıda maddeler ve suyun içinde yer aldığı ortamın tabanı ile yakından ilgilidir. Yine suyun yutması ve geçirgenliği de su içinde bulunan organik ve organik olmayan maddelerin miktar ve büyüklüğüne bağlıdır. Geçirgenlik bulanıklık oranında azalır ve maksimum olduğu bölge daha uzun dalga uzunluklarına doğru kayar. Suyun bulanıklılığı geçirgenliğin azalmasına neden olur. Sudaki klorofil miktarının artmasıyla birlikte, yansıma mavi dalga boyundan yeşil dalga boyuna doğru kayar.

Kızılötesi bölgede ise suyun ışınımı yutma özelliği ağır basar ve gelen ışınımın çoğu yutulur. Yansıma çok az olduğundan yansıyan kızılötesi bölgede suyu, zemin ve bitki örtüsünden ayırt etmek çok kolaydır.

BÖLÜM 3

UYDU SİSTEMLERİ

3.1 Uydu Verisi

Yeryüzünü gözleyen algılayıcı sistemleri taşıyan uyduların gelişimiyle, yer yüzeyi hakkında çok sayıda fotoğrafik ve diğer formda verilerin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu veriler, yeryüzündeki çeşitli kaynakların araştırılması, çevre kirliliğinin izlenmesi ve azalan doğal kaynak stoklarını artırmak ve kentlerin düzenli büyümelerinin planlanması gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilir.

Gerek yeni topoğrafik ve tematik haritaların yapılmasında gerekse güncelleştirme çalışmalarında, uzaktan algılama görüntüleri hız, doğruluk ve maliyet açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Uydu yüksekliklerinin sağladığı geniş görüş, uydu algılayıcılarının hareket hızı ve kullanılan spektral bant sayısı nedeniyle çok büyük miktarda veri üretilmektedir.

Yeryüzündeki doğal kaynakların araştırılmasında ve topoğrafik haritalama çalışmalarında veri sağlayan uydulara örnek olarak; LANDSAT, SPOT, IRS-1C, JERS-1 ve NOAA uyduları gösterilebilir.

3.2 Çözünürlük

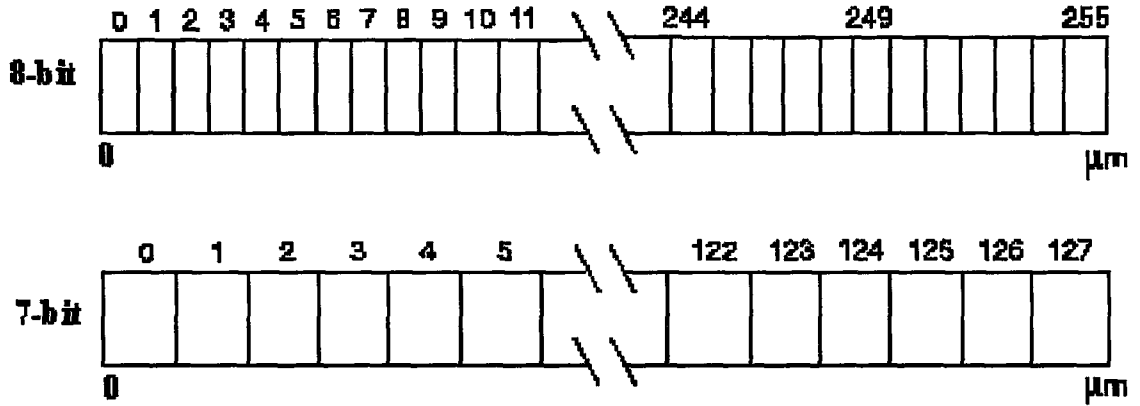
Çözünürlük genel olarak, ekranda görünen piksel sayısını veya görüntüdeki bir pikselin yeryüzündeki karşılığını ifade etmek için kullanılır. Bu tanımlama uzaktan algılanmış bir görüntü için yetersizdir. Uzaktan algılama uygulamalarında 4 farklı çözünürlük tipi incelenebilir.

- Spektral
- Uzaysal
- Radyometrik
- Zamansal

Spektral çözünürlük, algılayıcının kaydedebileceği elektromanyetik spekttrumun belirli dalga aralığını ifade eder. Örneğin Landstat TM'nin 1. bandı görünür bölgedeki 0,45 ve 0,52 μm arasındaki enerjiyi kaydeder.

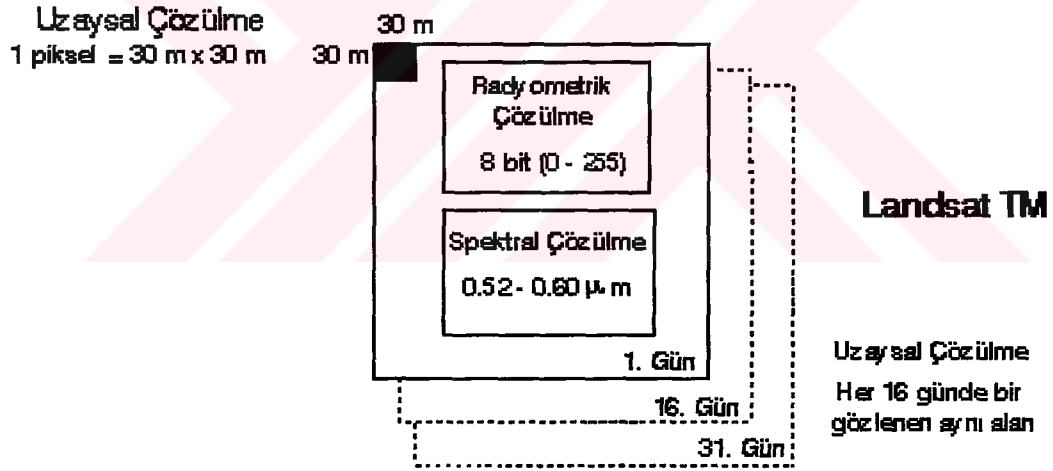
Uzaysal çözünürlük, herbir pikselin temsil ettiği arazideki alanı ifade eder veya algılayıcının kaydedebileceği en küçük objenin ölçüsünü ifade eder. Uzaysal çözünürlük anlık görüş alanı (AGA) olarak da ifade edilir. Fakat her zaman AGA, bir pikselin gösterdiği yeryüzündeki alanı ifade etmez. Verilen bir zaman noktasında tek bir detektörün gördüğü alanın ölçüsüdür. Örneğin, Landsat MSS için AGA 79x79 m dir. Fakat tarama geçişleri arasında 11,5 m'lik bir bindirme olduğu için, pikselin temsil ettiği gerçek alan 56,5x79 m'dir.

Radyometrik çözünürlük, herbir banttaki toplam olabilecek veri değerini ifade eder. Bu da kaydedilen enerjinin bölünebileceği bit sayısı ile gösterilir. Örneğin 8 bitlik bir veride, herbir piksel 0'dan 225'e kadar değişen veri değeri alabilir. Bu çözünürlük 7 bitlik veri için 0'dan 127'ye kadardır. Toplam parlaklık sayısı, 0,45 μm ile 0,52 μm arasındaki enerji için 8 bitlik veride 256 ve 7 bitlik veride 128'dir. Şekil 3.1 'de parlaklık değerleri 7 ve 8 bitlik veriler için grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Radyometrik Çözünürlük. [3]

Zamansal çözünürlük belirli bir bölgenin hangi sıklıkta algılanacağını ifade eder. Örneğin Landsat uyduları aynı bölgeyi 16 günde bir algılayabilirler. Çözünürlükler Şekil 3.2’de genel olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2 : Çözünürlükler (Landsat TM bant 1 için). [3]

3.3 Landsat Uydu Sistemi

Yeryüzündeki kaynakların araştırılması amacıyla NASA tarafından uzaya fırlatılan LANDSAT uydu sistemi beş uydudan oluşmaktadır. Landsat sistemi dünya etrafında yaklaşık kutupsal bir yörüngede dönen Landsat uyduları ile bu uydularda var olan algılayıcılar tarafından elde edilen verilerin alındığı ve değerlendirildiği yer

istasyonlarının oluşturduğu sistemdir. Yeryüzünden ortalama 900 km. yüksekliktedir. Sistem güneşle senkronize hareket ettiğinden ve dünyanın batıdan doğuya doğru dönmesi nedeniyle her bölgenin görüntüsü aynı bölgesel saatte elde edilmektedir.

Landsat 1, 2, 3 birinci jenerasyon ve Landsat 4 ve 5 ikinci jenerasyon uydularıdır. Bunlardan Landsat 4 ve 5 şu anda dünya etrafında belirli ve bilinen bir yörüngede dönmektedir ve kontrol edilebilmektedir.

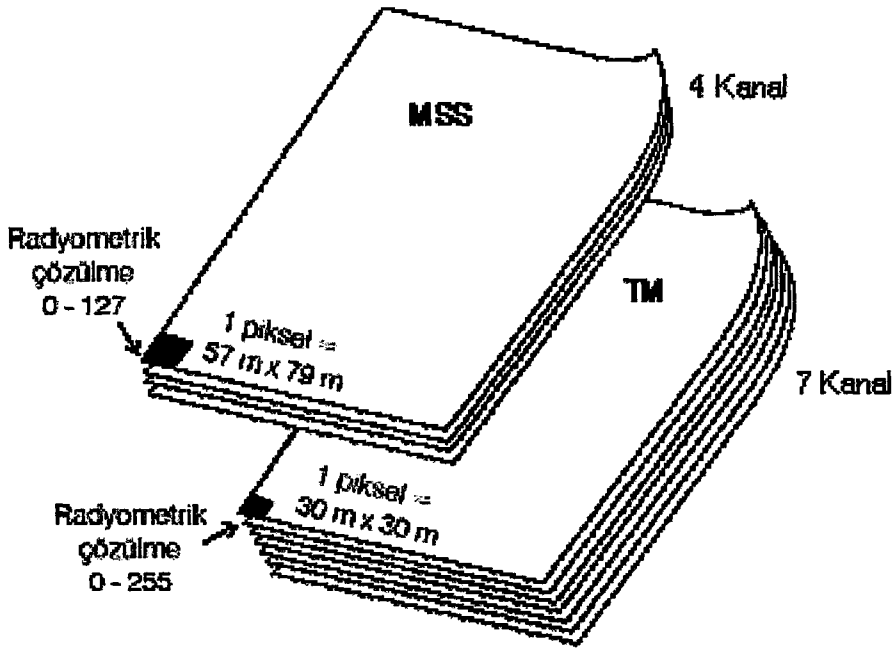
Landsat 1 ve 2'de üç kameralı RBV (Televizyon kameraları) ve 4 kanallı MSS (Çok spektrumlu tarayıcılar) sistemleri, Landsat 3'de 2 kameralı RBV ve 5 kanallı MSS sistemleri vardır. Landsat 4 ve 5'de ise 4 kanallı MSS ve 7 kanallı TM (Tematik Haritalayıcı) sistemleri bulunmaktadır.

MSS sistemi yaklaşık olarak 705 km yükseklikten 185 km'lik bir alanı taramaktadır. MSS sisteminden elde edilen veriler bitki envanterlerinin hazırlanması kadar genel jeolojik çalışmalar içinde kullanılırlar. Uzaysal çözünürlüğü 57x79 m olup anlık görüş alanı 79x79 m dir. Radyometrik çözünürlüğü 7 bit olup 8 bit olarak kaydedilmektedir.

MSS sisteminde elektromanyetik ışıınım (EMR) 4 kanalda kaydedilir:

- 1- Yeşil (0,50-0,60 μm).
- 2- Kırmızı (0,60-0,70 μm).
- 3- Yansıyan kızılötesi (0,70-0,80 μm).
- 4- Yansıyan kızılötesi (0,80-1,10 μm).

TM sistemi, MSS sistemi gibi çok spektrumlu bir tarayıcıdır. TM algılayıcıları spektrumun görünür, yansıyan kızılötesi, orta kızılötesi ve ısı kızılötesi bölgelerinden yansıyan ya da yayılan enerjiyi saptarlar. Şekil 3.3'de Landsat TM ve MSS verileri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



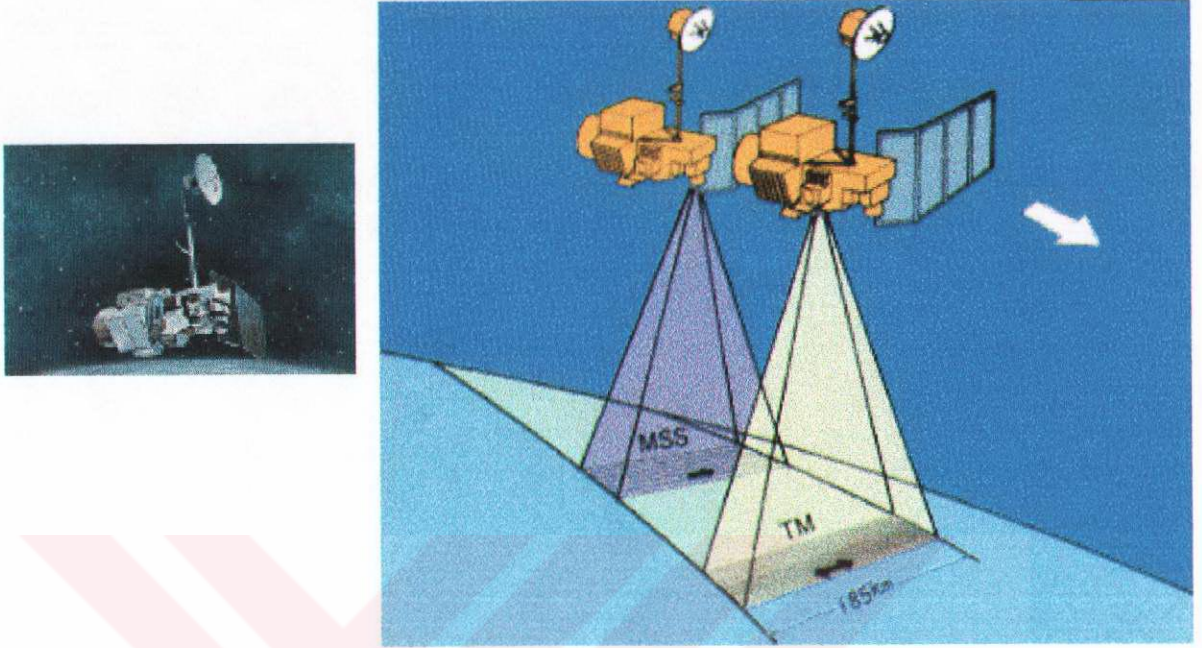
Şekil 3.3 : Landsat TM ve MSS sistemleri. [3]

TM sisteminde elektromanyetik ışıınım 7 kanalda kaydedilir:

- 1- Mavi (0,45-0,52 μm).
- 2- Yeşil (0,52-0,60 μm).
- 3- Kırmızı (0,63-0,69 μm).
- 4- Yansıyan Kızılötesi (0,76-0,90 μm).
- 5- Orta Kızılötesi (1,55-1,74 μm).
- 6- Isıl Kızılötesi (10,40-12,50 μm).
- 7- Orta Kızılötesi (2,08-2,35 μm).

TM sisteminin uzaysal çözünürlüğü sadece ısı kanal (120 m) hariç diğer kanalları 30 m'lik bir çözünürlüğe sahiptir. Radyometrik çözünürlüğü 8 bittir. Her TM bantı, 16 detektörden oluşan bir dizi kullanmaktadır. Sadece ısı kanal (6. bant) 4 tane detektör kullanır. Kanallardan 1, 2 ve 3. kanallar görünür bölgede kayıt yaparlar ve yol gibi kültürel özelliklerin belirlenmesi ve su detaylarının gösterimi için faydalıdır. Kanal 4, 5 ve 7 yansıyan kızılötesi bölgede algılama yapıp, kara ve su ayrımı için yararlıdır. Kanal 6 ise ısı kanal olup sıcaklık haritalarının yapımında

kullanılabilirler. Şekil 3.4 'de Landsat uydusu ve Landsat TM ve MSS sistemleri gösterilmektedir.



Şekil 3.4 : Landsat uydusu ve Landsat MSS ve TM algılama sistemleri.

3.4 SPOT Uydu Sistemi

Yeryüzündeki doğal kaynakların saptanması amacıyla yönelik diğer bir uydu sistemi; Fransızların geliştirip Şubat 86'da uzaya gönderdikleri SPOT uydusudur. Yaklaşık 822 km yükseklikte kutuplardan geçen bir yörüngeye sahiptir.

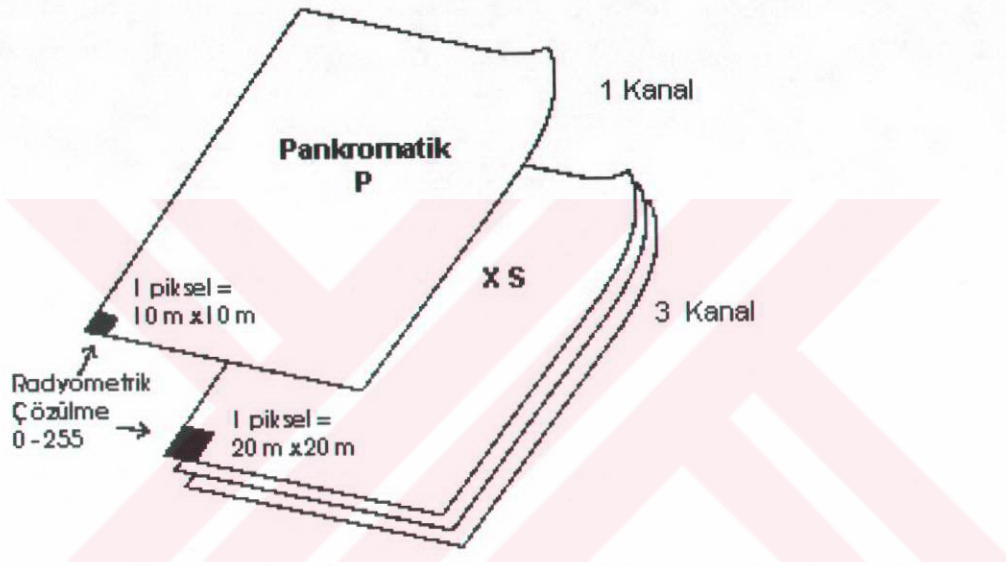
Spot uydusu 26 günde bir kere aynı bölgeyi görüntüler. SPOT tarayıcısı normal olarak nadir doğrultusunda olmayan eğik bir konumda da algılama yapabilir. Bu imkandan dolayı SPOT aynı bölgeyi daha sık algılayabilir. Algılama genişliği nadir doğrultusunda 60 km ve nadir dışı doğrultuda 80 km'dir. Spot uydusunda iki ana tarayıcı mevcuttur. Bunlar pankromatik ve çok spektrumludur.

SPOT P (bütün renklere duyarlı), 10x10 metre uzaysal ve 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahip olup bulunan tek kanal 0,51 ve 0,70 μm arasındaki enerjiyi algılar.

SPOT XS (çok spektrum), 20x20 m uzaysal, 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahip olup 3 bant içermektedir. Bu kanallar şunlardır:

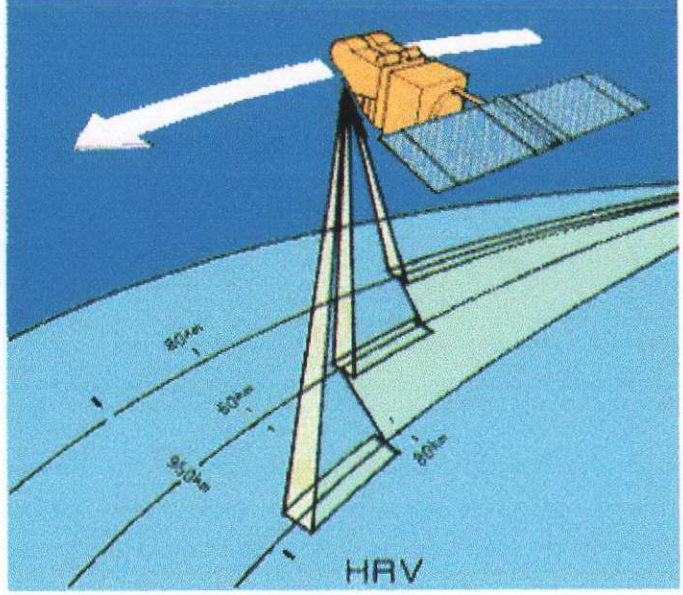
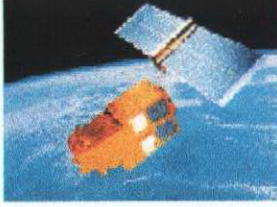
1. Yeşil (0,50- 0,59 μm).
2. Kırmızı (0,61- 0,68 μm).
3. Yansıyan kızılötesi (0,79- 0,89 μm).

Şekil 3.5 'de SPOT P ve XS veri özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



Şekil 3.5 : Spot XS ve P verileri. [3]

SPOT XS kirlilikten bitki örtüsü haritalanmasına kadar uzanan birçok çevresel sorunun incelenmesinde kullanılabilir. Şekil 3.6 'da Spot uydusu ve algılama sistemi gösterilmektedir.



Şekil 3.6 : SPOT uydusu ve algılama sistemi.

Landsat ve Spot uydu sistemlerinin benzer yönleri şöyle sıralanabilir:

1. Kuzeyden güneye ve güneyden kuzeye dairesel yörüngededirler.
2. Güneşe senkronize bir yörüngeye sahiptirler.
3. Elektromanyetik enerjiyi bir yada daha fazla kanalda algırlarlar.
4. Nadir doğrultusunda görüntü üretirler. Nadir doğrultusu, tarayıcı dedektörlerin tam altındaki doğrultudur.

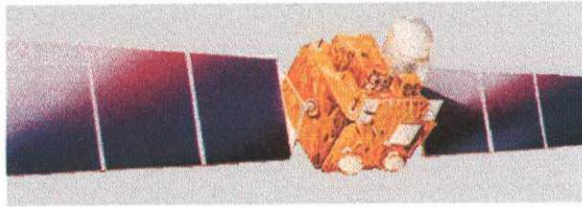
Landsat ve Spot'un farklı olduğu noktalar şunlardır:

1. Landsat MSS sistem tarayıcısının uzaysal anlamda çözünürlüğünün düşüklüğüne karşın, Spot P sistemi sadece daha yüksek çözme gücü değil aynı zamanda daha uzun ömürlü, daha düşük güç gereksinimli, daha düşük maliyetli olması açısından üstündür.
2. Landsat uydusunda herhangi bir görüntünün tekrarlanma zamanı çok uzun (16 veya 18 günde bir) olup Spot uydusunda nadir dışı gözleme olanağı ilgilenilen alanın daha sık görüntülenmesini sağlar. Bu doğal afetler ve ürün büyümesinin gözlenmesi açısından önemlidir.

3. Landsat görüntüsünün yerden yüksekliği, yaklaşık 900 km. olup uzaysal çözmesi MSS sistemi için 80 m, RBV için 40 m, ve TM için ısı bant hariç (120 m çözünürlüğe sahip) 30 m dir. Spot görüntüsünün yüksekliği ise 832 km. olup uzaysal çözünürlüğü XS (multispektral) için 20 m, Pankromatik için 10 m dir.
4. Landsat'ın yeryüzündeki 185x185 km yer örtüsüne karşın, SPOT 60x60 km'lik bir alan kapsar.
5. Landsat görüntüsünün geometrik doğruluğu yüksek olup fakat baz/yükseklik oranının düşük olması nedeniyle yükseklik ölçümlerinin yapılabilmesi için uygun değildir.
6. Spot görüntülerinden streskopik görüş elde etmek mümkündür.

3.5 IRS-1C (Indian Remote Sensing 1-C)

IRS- 1C (Hindistan Uzaktan Algılama Uydusu 1C) uydusu, 28 Aralık 1995'de kutupsal bir yörüngeye başarıyla yerleştirilmiştir. IRS-1C uydusu 1250 kg ağırlığında olup 817 km'lik bir yükseklikte güneş senkronizeli bir yörüngeye sahiptir. Dünya etrafındaki bir turunu 101.35 dk. yapmakta ve bir günde 14 tur atmaktadır. Bütün dünyayı toplam 341 dönüşle 24 günde taramaktadır. Şekil 3.7'de IRS-1C uydusu gösterilmiştir.



Şekil 3.7 : IRS-1C uydusu.

Bu uydu sisteminde bulunan üç kameradan biri pankromatik ve diğer ikisi de çok spektral kanallarda çalışmaktadır. Algılayıcı olarak CCD (Charge Coupled Device)

kullanarak “push-broom” tarama modunda çalışan bu donanımlar çözünürlükleri, tekrar algılama ve uygulama potansiyelleri ile diğer sistemlerden ayrılırlar.

Pankromatik kamera (PAN), 5,8 m uzaysal çözünürlükle görüntü algılayabilmektedir. Bu, kullanılan sivil algılama sistemleri arasındaki en yüksek çözünürlük değeridir. PAN kamerası 70 km’lik bir kaplama alanına ve 0,5-0,75 μm spektral çözünürlüğe sahiptir. Ayrıca nadir dışı gözleme yapabilme kabiliyetiyle aynı bölgeyi algılama frekansı 5 gündür. Bu şekilde stereo görüntü sağlanabilir.

Lineer Görüntüleme Tarayıcı (Linear Imaging Scanner-LISS 3) sistemi 4 banta sahiptir. Görünür ve yakın kızılötesine ek olarak kısa dalga kızılötesi (Short Wave IR) spektral bölgesinde (1,55-1,70 μm) de algılama yapabilir. Uzaysal çözünürlüğü görünür ve yakın kızılötesi bölgede 23,5 m ve kısa dalga kızılötesi bölgede 70 m’dir. Görünür ve yakın kızılötesi bölgede tarama genişliği 141 km ve kısa dalga kızılötesi bölgede 148 km’dir.

Diğer bir algılayıcı sistem olan Geniş Açılı Algılayıcı (Wide Field Sensor) sistemi ise doğal kaynakların sürekli görüntülenmesini sağlayan iki bantlı bir kamera sistemine sahiptir. Aynı bölge her 5 günde bir gözlenir. Bu iki bant görünür ve yakın kızılötesi bölgede 188.3 m uzaysal çözünürlük ve 810 km tarama genişliğiyle çalışırlar.

Tablo 3.1, IRS-1C sistemindeki algılayıcıların özelliklerini, Tablo 3.2 ise uydu sistemlerini karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

Tablo 3.1 : IRS 1C 'deki algılayıcı karakteristikleri. [4]

Sistem	LISS-3	PAN	WIFS
Spektral Kanallar(mm)	0.52-0.59 0.620-0.68 0.77-0.86 1.55-1.70	0.5-0.75	0.62-0.68 0.77-0.86
Yersel Çözünürlük(m)	23 (VNIR) 70 (MIR)	5.8	188
Tarama Genişliği(km)	140	70	810
Algılama Doğrultusu	Nadir	Nadir ve Nadir dışı	Nadir
Algılayıcı	CCD Kamera	CCD Kamera	CCD Kamera

Tablo 3.2 : Uydu sistemlerinin karşılaştırılması. [4]

	Landsat (ABD)	SPOT (Fransa)	IRS-1C(Hindistan)
Algılayıcılar:			
Pankromatik	Yok	Var	Var
Çok Kanallı	Var	Var	Var
Geniş Açılı	Yok	Yok	Var
Çözünürlük (m):			
Pankromatik	-	10	5.8
Çok Kanallı	30	20	23
Geniş Açılı	-	-	188
Tarama Alanı (km):			
Pankromatik	-	60	71
Çok Kanallı	185	60	141
Geniş Açılı	-	-	810

BÖLÜM 4

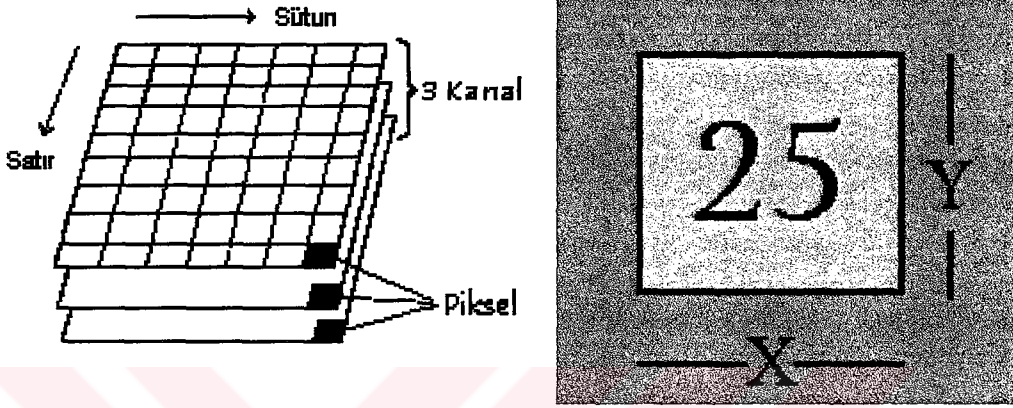
SAYISAL VERİ İŞLEME VE BİLGİ ÜRETİM METODLARI

Uzaktan algılama, yeryüzündeki kaynakların yönetimi, doğal ve kültürel çevrenin gözlenmesi ve haritalama amaçlarına yönelik olup, uzaya fırlatılan uydular aracılığıyla bu asrın son çeyreğinde gelişmeye başlamış ve bu gelişmesini hızla sürdürmektedir. Uzaktan algılama teknolojisinin gelişmesi büyük ölçüde bilgisayar alanındaki sayısal görüntü işleme (SGİ-Digital Image Processing) tekniklerinin gelişmesine bağlı olmuştur. Çok bantlı tarayıcılar ile alınan sayısal resimlerden bilgi çıkarmanın bilinen fotoğraflık yollarla zor hatta imkansız olmasının sonucu olarak bilgisayar teknolojisinden yararlanma yollarına gidilmiştir.

Görüntü, genel anlamıyla iki boyutlu bir işaret kayıdır. Fotoğraf veya televizyon ekranı gibi gözle görünen bir biçimde olabileceği gibi manyetik bantta yazılı bir kayıt veya bilgisayar belleğinde tutulan sayısal değerler biçiminde de olabilir. Görüntü, sürekli ayrık (analog sayısal) veya sürekli sayısal olarak oluşturulabilir. Bir fotoğraf üzerindeki parlaklık hem seviye olarak hem de konum olarak sürekli değişkenlik gösterir ve bu değişkenlik bilgisayar ortamında ayrık sayılar biçiminde temsil edilir. Bu yüzden bir resmin bilgisayara girebilmesi, onun belirli sayıda konum ve belirli sayıda parlaklık değeri ile ifade edilmesi ile mümkündür. Sayısallaştırma denen bu işlem resmin sürekli değişkenlerini ayrık değişkenlere dönüştürmek olarak da tanımlanabilir.

Bilgisayar açısından sayısal bir görüntü iki vektör dizisidir. Yani her elemanı vektör olan bir matristir. Görüntünün iki bağımsız değişkenini x ve y geometrik boyutları oluşturur. Matris elemanlarının değerleride her (x,y) noktasındaki fiziksel değişkenlerin değerlerini gösterir. İşlenmemiş orijinal bir görüntüde her matris elemanı karşı düştüğü coğrafi noktanın veya alanın ışıma değerlerinden oluşan bir

vektördür. Siyah beyaz bir resim için elemanlar vektör değil skalar değerlerdir. Belirli bir görüntü içindeki x ve y noktalarında belirli bir spektral bantta ve belirli bir t zamanında ölçülen spektral yansıtım değerlerinin, geometrik konumlara bağlı olarak kayıdır. Şekil 4.1'de çok spektrumlu (3 kanallı) bir görüntüye ait piksel gösterimi verilmiştir.



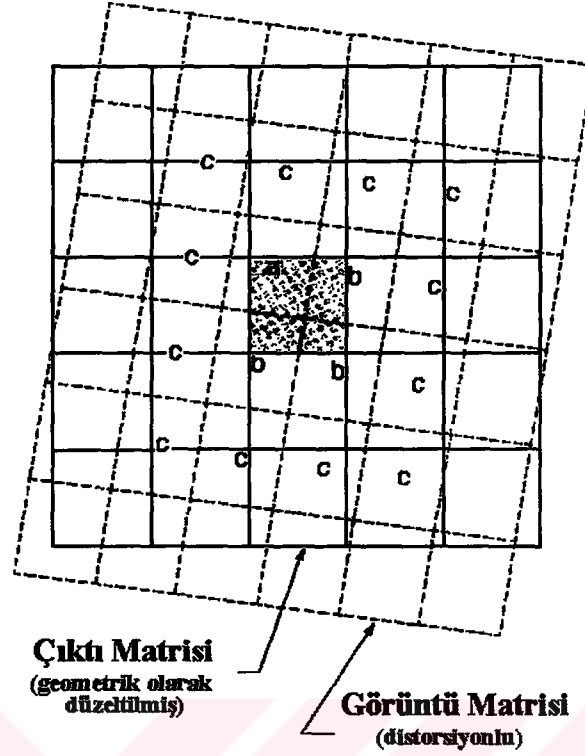
Şekil 4.1 : Görüntü elemanı -Piksel.

Bir resim, görüntü matrisini oluşturmak üzere gridlere bölündüğü zaman oluşan her alana bir resim elemanı yada piksel denir. Geometrik ayırım kavramı ile yakından ilişkili olan piksel sayısal bir görüntünün en küçük parçası olup genellikle kare biçimindedir. Yeryüzünde bir piksele karşı düşen alan ne kadar değişik görünüm ve değerlere sahip olursa olsun pikselin bir spektral banttaki değeri tek bir sayı ile ifade edilir. Sayısal bir resim yeterince büyütüldüğünde blok blok görünümleriyle pikseller ortaya çıkar. Buna karşılık sürekli bir resim büyütüldüğünde sadece genel netlik kaybı olur.

Genel anlamıyla sayısal bir görüntü, $G(i, j)$ matrisi ile ve bu görüntünün her bir pikseli matrisin bir elemanı ile temsil edilmektedir. Matris indeksleri i ve j , görüntü piksellerinin yerdeki konum koordinatlarını gösterir. Matrisin her elemanı $g(i, j)$ bir vektördür. Bu vektörün her elemanı skalar bir değerdir ve i, j koordinatlarındaki belli bir spektral bantta, bir zaman noktasında ölçülen enerji değerini verir.

4.1 Görüntü Verilerinin Geometrik Düzeltmesi

Orijinal uydu dijital görüntüleri, genelde geometrik distorsiyonları (sistemik veya sistemik olmayan) içerdiğinden harita amaçlı kullanılmazlar. Bu distorsiyonlar yükseklikteki, konumdaki ve algılayıcı platformun hızındaki değişimlerden, yeryüzü eğriliği ve atmosferik kırılma gibi birçok etmenden kaynaklanmaktadır. Geometrik düzeltmenin amacı, bu faktörlerle oluşan distorsiyonları gidererek, düzeltilmiş dijital görüntünün haritanın geometrik entegrasyonuna sahip olmasını sağlamaktır. Geometrik düzeltme işleminde 2 yaklaşım söz konusudur. İlk yaklaşımda, sistemik olan distorsiyonların hata kaynakları matematiksel olarak modellenerek düzeltme işlemi uygulanır. Sistemik olmayan (gelişigüzel) distorsiyonlar ile bilinmeyen (artık) sistemik distorsiyonların giderilmesini amaçlayan ikinci yaklaşımda ise, görüntüde homojen dağılmış, konumu belirgin (örneğin, yol kesişimleri veya farklı kıyı çizgisi özellikleri gibi) yer kontrol noktaları (GCP) ile bu noktaların harita karşılıkları arasındaki matematiksel bağıntı kurularak düzeltme işlemi tamamlanır (Richards, 1986). Yer kontrol noktalarının konumları, hem görüntü koordinatları (satır ve sütun) hem de yer koordinatları (haritadan ölçülmüş koordinatlar veya enlem/boylam değerleri) yardımıyla belirlenir. Yer koordinat sistemi ile görüntü koordinat sistemi arasındaki bağıntıyı sağlayan transformasyon eşitlikleri için gerekli katsayıların saptanımı, yer kontrol noktalarının her iki sistemdeki mevcut koordinat değerlerine En Küçük Kareler yönteminin uygulanmasıyla gerçekleştirilir. Şekil 4.2 'de orijinal girdi görüntüsü ile çıktı görüntüsü arasındaki geometrik dönüşüm gösterilmektedir. [5]



Şekil 4.2 : Orijinal distorsiyonlu girdi görüntüsü ile çıktı görüntüsü arasındaki geometrik dönüşüm.

4.1.1 Kayıt

Geometrik distorsiyonlardan dolayı uzaysal bir kayıttaki satır sütun görüntü verileri düzeltilmeli ve belirli bir harita projeksiyon sistemine entegre olmalıdır. Bu işlem iki şekilde gerçekleştirilebilir:

- Uydunun yörüngesine ait parametrelerden,
- Hem görüntü hem de referans koordinat sisteminde özdeş yer kontrol noktaları yardımıyla transformasyon modeli oluşturarak.

Parametrik olmayan ikinci seçenekteki yaklaşım en çok kullanılan seçenek olarak kabul edilir. Çünkü hataları tanımlamak için kullanılan yörüngesel geometri modeli tanımlanmamış olup geometrik bozukluklara neden olmaktadır (Mather, 1987). Görüntü koordinat sisteminde (Piksel değerleri x,y) ve referans koordinat sisteminde

(Harita koordinatları x,y) tanımlanabilen homojen dağılmış yer kontrol noktalarının seçimi objektif olarak yapılmaktadır. Bu koordinat sistemleri, polinom denklemleri kullanılarak ilişkilendirilebilir. Polinomların derecesi veya kompleksliği görüntünün geometrisi ve harita projeksiyon tipine bağlıdır. Uydu görüntüleri için genellikle 1. derece afin transformasyon yaygın olarak kullanılmakta ve yeterli sonuç vermektedir.[5]

Matematiksel gösterimde iki koordinat sistemi arasındaki bağıntı,

$$x=f_1(X,Y)$$

$$y=f_2(X,Y)$$

ile ifade edilir.

Burada,

f_1, f_2 : Transformasyon fonksiyonları,

x,y : Görüntü koordinatları (satır, sütun),

X,Y : Yer koordinatları (referans koordinat sisteminde).

Birinci dereceden polinom;

$$X=a_0+a_1x+a_2y$$

$$Y=b_0+b_1x+b_2y$$

İkinci dereceden polinom;

$$X=a_0+a_1x+a_2y+a_3x^2+a_4xy+a_5y^2$$

$$Y=b_0+b_1x+b_2y+b_3x^2+b_4xy+b_5y^2$$

Burada a ve b katsayıları dönüşüm matrisi katsayılarıdır.

Lineer olmayan distorsiyonların düzeltilmesi için 2. veya daha yüksek dereceden lineer olmayan polinomlar kullanılır.

En genel gösterimiyle t. dereceden bir polinom şöyle ifade edilir:

$$X=a_0+a_1x+a_2y+a_3x^2+a_4xy+.....+a_ny^t$$

$$Y=b_0+b_1x+b_2y+b_3x^2+b_4xy+.....+b_ny^t$$

Böyle bir t. dereceden dönüşüm için toplam bilinmeyen katsayı (a_i ve b_i) adedi; $((t+1)*(t+2))/2$ formülü ile bulunabilir. Bu sayı aynı zamanda denklem sisteminin çözülebilmesi için gereken minimum kontrol noktası (GCP) sayısıdır.

Görüntü koordinatları ve buna karşılık gelen referans koordinatları arasındaki dönüşümün doğruluğunu test etmek için RMS (Karesel Ortalama Hata) hatası kullanılır. Bu hata bir yer kontrol noktasının görüntüdeki konumu ile aynı noktanın dönüşüm sonrası (harita) konumu arasındaki uzaklığıdır. RMS hatası;

$$R_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{R_i}^2}$$

$$R_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{R_i}^2}$$

$$T = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Burada,

R_x ve R_y sırasıyla x ve y yönlerindeki karesel ortalama hata,

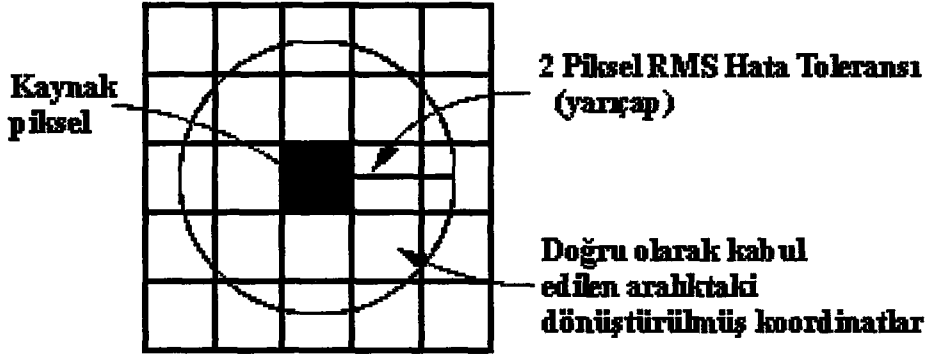
T: Toplam karasel ortalama hata,

n: Yer kontrol noktası sayısı,

X_{ri} ve Y_{ri} : i. yer kontrol noktasının düzeltme değerleri.

Dönüştürmenin en uygun şekilde yapılması için dönüştürme matrisleri ile karesel ortalama hata hesaplanır (Şekil 4.3). Yer kontrol noktalarının doğru tanımlanması,

kayıt doğruluğu yada konum doğruluğu için bir ön koşuldur. Bu noktaların haritadan okunması ya da sayısallaştırılması bir miktar belirsizlikler getirmektedir.



Şekil 4.3 : RMS (Karesel Ortalama Hata) Hata Toleransı. [2]

Çünkü harita gerçek bir konumun idealleştirilmesini ve genelleştirilmesini simgeler. Kusursuz bir tanımlama için GPS (Global Positioning System) teknikleri kullanılabilir. Ancak iyi bir tanımlama için, bu tekniklerin maksimum yaklaşımı, uydu görüntüsünden tanımlanabilen yer kontrol noktaları ile sınırlanmıştır. Tanımlama olanakları ise uzaysal çönlülüğü ile doğru orantılı olarak artmaktadır. [6]

4.1.2 Yeniden Örnekleme (Parlaklık Enterpolasyonu)

Yeniden örnekleme, kayıt işleminden sonra görüntünün seçilen referans koordinat sisteminin x ve y eksenlerine karşılık gelen yeni bir kareler ağı içerisine yeni veri dosya değerleri hesaplanacak şekilde yeniden örneklenmesidir. Bir başka deyişle dönüşüm işleminden sonra geometrik düzeltmesi yapılmış görüntü için piksel değerlerinin hesaplanmasıdır. Bu işlem orjinal görüntü verileri için uygulandığı gibi sınıflandırılmış veriler içinde uygulanmaktadır. Yeniden örnekleme işlemi için üç farklı yöntem kullanılmaktadır:

En Yakın Komşuluk Yöntemi: Düzeltilmiş görüntünün piksel değerleri orijinal görüntüdeki en yakın pikselin atanmasıyla elde edilmektedir. Hesaplama kolaylığının

yanısıra, orijinal piksel parlaklık değerleri bu yöntemde değişmez. Orijinal piksel değerlerinin çıktı görüntüsünde atanması sırasında oluşan kaymalar nedeniyle görüntüde kopuklukların oluşması bu tekniğin en olumsuz özelliğidir.

Bilineer Enterpolasyon Yöntemi: Bu yöntemle daha düz bir görüntü elde edilmektedir. Bilineer enterpolasyon yönteminde en yakın dört pikselin ağırlıklı ortalaması çıktı görüntüsünün piksel değeri olarak alınmaktadır. Geometrik açıdan daha doğruluklu bir yöntem olmasına karşılık, orijinal piksel değerleri değişmektedir.

Kübik Enterpolasyon Yöntemi: Bu yöntem en yakın onaltı pikselin ağırlıklı ortalaması alınarak yapılmaktadır. Diğer yöntemlere göre hesaplama zamanının uzunluğu ve karmaşıklığı ve orijinal piksel değerlerinin değişimi bu yöntemin olumsuz yanlarıdır. Olumlu yanları ise daha düz ve keskin bir görüntünün elde edilmesidir. Tablo 4.1 'de bu üç yöntem karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.1 : Yeniden örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması. [8]

Yöntem	Teknik	Hesap Zamanı	Avantaj	Dezavantaj
En yakın komşuluk	En yakın pikselin yaklaşık ağırlıklı ortalamasına dönüştürülür.	1 dk.	Hesaplama kolaylığı, sayısal değerler değişmediği için veri değerleri kaybolmamaktadır	Diyagonal doğrular ve eğriler üzerinde merdiven görüntüsü oluşmaktadır
Bilineer Enterpolasyon	En yakın 4 pikselin yaklaşık ağırlıklı ortalamasına dönüştürülür.	10 dk.	Uzaysal olarak 1. Yönteme göre daha doğru bir görüntü elde edilir.	Piksellerin ortalama değerleri alındığı için katlama etkisi olmaktadır. Kenar düzeltmesi olduğundan bazı veri dosya değerleri kaybolmaktadır.
Kübik Konvolüsyon	En yakın 16 pikselin ağırlıklı değeri ile dönüşüm yapılır.	20 dk.	En doğru örnekleme yöntemidir. Görüntü keskinleşmekte ve gürültü etkisi azalmaktadır.	Piksellerin sayısal değerleri değişmektedir. Hesaplama olarak yoğun olduğu için en yavaş yöntemdir.

4.2 Çok Spektrumlu Görüntü Zenginleştirme

Multispektral görüntülerin zenginleştirilmesi bir anlamda görüntü transformasyonudur. Kanallar arasında uygulanan aritmetik operasyonlar (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme), ana bileşen dönüşümü (PCA) ve IHS dönüşümü gibi değişik operasyonlar bu amaç için uygulanırlar. Bu dönüşümlerle, belli uygulamalar için orijinal görüntülerden daha iyi özellikler taşıyan, görsel yorumlanabilirliği daha iyi yeni görüntüler elde edilebilir. Çok spektrumda algılanmış görüntülerin zenginleştirme teknikleri, verinin birden çok kanalı üzerinde yapılır. Bu teknikler, benzer veri bantlarının sıkıştırılmasında, ya da gözle yorumlanabilir yeni veri kümelerini oluşturmada kullanılır.

4.2.1 Oran Görüntüleri

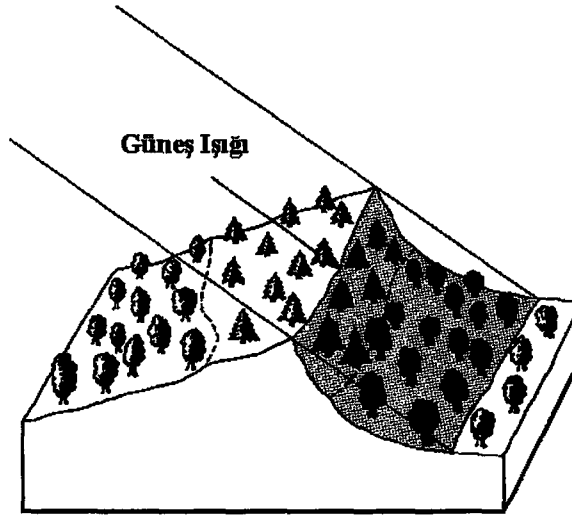
Bir görüntünün belirli spektrumundaki (kanalındaki) piksel değerlerinin bunlara karşılık gelen ikinci bir spektrumundaki piksel değerlerine bölünmesi işlemine “oranlama” denir. Bu uzaktan algılama görüntülerinde en çok kullanılan transformasyonlardan biridir. Multispektral görüntülerde belirli kanalların birbirlerine oranlanması ile yeni yapay görüntüler elde edilebilmektedir. Elde edilen oran görüntüleri yeni bir veri kümesi oluştururlar. Bu yeni veri kümesi gri renk tonlarına dönüştürülebilir. Genellikle büyük oran değerleri açık renk tonlarını gösterirken küçük değerler koyu renk tonlarına karşılık gelir. Oran değerleri ile elde edilen görüntülerin üstünlüklerinden bir tanesi topoğrafyaya bağlı olmaksızın benzer malzemelerin aynı oran değerine sahip olmaları nedeniyle cismin gölgede veya güneş altında kalmasının görüntüye etki yapmaması yani gölge faktörünün ortadan kalkmasıdır. Oran görüntülerinin diğer bir üstünlüğü ise, cisimlerin iki spektral bantta spektral yansıtma eğrilerindeki eğim değişimini belirgin duruma getirip bunların birbirlerinden kolaylıkla ayırt edilmesini mümkün kılarlar. Oran görüntülerinin en belirgin sakıncalı tarafı ise cisimlerin yansıtma özelliklerinin bastırılıp spektral yansıtma eğri karakteristiklerinin önem kazanmasıdır. Bu anlamda farklı yansıtma özelliğine

fakat benzer spektral yansıtma eğrisi eğimine sahip farklı cisimler benzer cisim olarak görülebilir ve orantı resimlerinde bu iki farklı cisim birbirlerinden ayırt edilemez. Uygulamada en yaygın olarak kullanılan oran, yakın kızılötesi ve kırmızı kanallarının oranlanması ile elde edilen, sağlıklı bitki örtüsünü ayırt etmek amacıyla oluşturulan ve bitki örtüsü indeksi olarak bilinen oran değeridir. Sağlıklı yeşil bitki örtüsü için bu oranın değeri büyük, sağlıklı bitki örtüsü için ise küçüktür. Böylelikle sağlıklı ve sağlıklı bitki örtüsü ayırımında bu işlem oldukça faydalı olacaktır. Şekil 4.4'de, gölgede kalan alt seviyedeki parlaklık değeri üst seviyedeki aydınlık bölgedeki parlaklık değerinden % 50 daha azdır. Çünkü üst ve alt seviyelere gelen güneş ışınları farklı eğime sahiptir. Dolayısıyla farklı yansıtma neden olmaktadır. Bu bölgeler aynı yüzey tipinde bulunuyor olsalar bile, iki bant için üst bölgedeki parlaklık değerlerinin farkı alt bölgedekinden iki kat daha büyük bir sonuç verecektir. Bu bölgelerdeki iki banda ait oranlar aynıdır. Bu durumda topoğrafik etki ekseriyetle ortadan kaldırılabilmektedir. Oranlamanın bu iki özelliği, topoğrafik etkinin azaltılması, oran değerleri arasındaki korelasyon ve verilen iki dalga boyu bantları arasındaki spektral yansıtma eğrisinin şeklinin bilinmesi biyocoğrafya ve jeolojik araştırmalardaki spektral oranlamayı yaygın kullanım alanına sunmaktadır. Herhangi belirli bir spektral oranın yararlılığı gerçekte uygulama tipine ve söz konusu cisimlerin spektral yansıtma karakteristiklerine bağlıdır.

Ugulamada en çok kullanılan bitki örtüsü indeksleri :

- Bitki Örtüsü İndeksi $VI = NIR / R$
- Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$
- Dönüştürülmüş NDVI $TNDVI = (((NIR - R) / (NIR + R)) + 0.5) * 0.5$

Görüldüğü gibi NDVI da mutlak bant değerlerinin yerine fark ve toplam değerleri kullanılmaktadır. Bu özellik, atmosferdeki değişimlerden daha az etkilenmesi beklenen NDVI oranını aynı bir yeryüzü parçasının zamana bağlı olarak kıyaslanması için daha avantajlı bir duruma getirebilir. Bu açıdan NDVI, VI dan daha sabittir.



Şekil 4.4 : Güneş ışınlarının topoğrafyanın düzensiz olmasından dolayı, yüzeyleri farklı seviyelerde aydınlatması. [5]

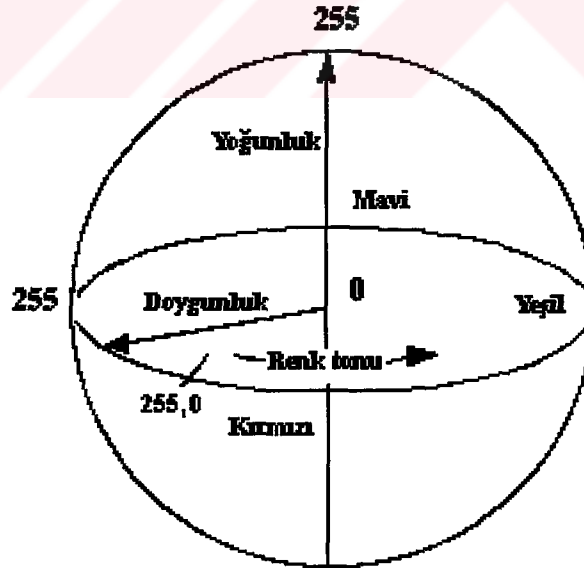
Bitki yoğunluğunu göstermek için, bitki örtüsü indeksleri (NDVI) oluşturulur. Yukarıda da bahsedildiği gibi, yeşil bitki örtüsü için bu indeksler iki farklı banta ait digital değerler arasındaki farkın, toplamına bölünmesiyle elde edilir. Elde edilen sonucun 1.0'dan küçük veya büyük çıkması durumuna göre uygun bir katsayı ile ölçeklendirilir. Bitki indeksi 1.0'a ne kadar yakınsa verim o kadar iyi olur. Oran görüntülerinde incelenen bölgenin tümüyle bitki örtüsüyle kaplı olmaması durumunda toprak yansıtımındaki değişimler oran değerlerini etkilemektedir. Eğer toprak yansıtımı düşük olursa oran değeri tahmin edilenden çok, tersi olursa tahmin edilenden az olur. Dönüştürülmüş Normalize Edilmiş Bitki İndeksi diğer iki bitki örtüsü indeksine (NDVI ve VI) nazaran daha az kullanılan bir indekstir.

4.2.2 IHS Dönüşümü

Primer (asal) renklerin (kırmızı, yeşil, mavi) toplanması yöntemine alternatif bir yaklaşım ise yoğunluk (Intensity), renk tonu (Hue), doygunluk (Saturation) sistemidir. IHS sistemi, insan algılamasına çok yakın bir şekilde renkleri sunar. Yoğunluk, bir rengin parlaklığının ölçüsüdür. Renk tonu, görülen rengin baskın dalga boyudur. Yeşil, kırmızı, sarı vb... gibi isimlendirilir. Bir rengin saflık derecesi o rengin

doygunluğudur. Saf bir renk, %100 doyurulmuştur ve %0 doygün bir renk tam olarak saf olmayan bir renktir. Bu renk bütün dalga boylarının eşit katılımıyla oluşur. IHS sistemi, Şekil 4.5 'de gösterilen renk küresine dayanmaktadır. Düşey eksen yoğunluğu, yarıçap doygunluğu ve ekvator kuşağında renk tonunu göstermektedir. Yoğunluk eksenini 0 dan 255 e kadar olan parlaklık değişimlerini göstermektedir. Hiçbir renk bağlantısı yoktur. Renk tonu değerleri kırmızı tonunun ortasında 0 dır ve saatin ters yönünde artar. Renk küresinin merkezinde 0 ve ekvator kuşağında 255 değerini alır. Kanallar arasındaki yüksek korelasyon nedeniyle RGB sisteminde uydu verilerinin renk görüntüleri düşük doygunluktur. Lineer yayılma tekniği uygulanırsa da görüntü pasteldir. Bu sorunu gidermek için IHS dönüşümü uygulanmaktadır:

1. RGB sisteminde herhangi üç kanaldaki verilerin IHS sistemindeki yoğunluk (I), renk tonu (H), doygunluk (S) sistemine dönüştürülür.
2. Orijinal doygün görüntüye lineer kontrast yayılımının uygulanması. Bu şekilde zenginleştirilmiş görüntünün parlaklığı artırılmış olur.
3. Yoğunluk, renk tonu ve zenginleştirilmiş doygün görüntülerin IHS sisteminden geriye doğru, RGB sisteminin üç görüntüsüne dönüştürülmesi.



Şekil 4.5 : Renk Küresi.

4.3 Sınıflandırma

Uzaktan algılamada sınıflandırma, cisimlerin farklı spektral yansıtma değerleri esasına dayanarak orijinal görüntüdeki her görüntü elemanını ait olduğu özellik grubuna ayırma işlemidir. Ayırt etme yada tanıma problemi her pikselin, algılama yapılan spektral bantlara göre farklılık gösteren sayısal değerler kümesinden yararlanılarak aşılmalıdır. [8]

Sınıflandırma işleminde dikkat edilecek konular genel olarak 4 adımda açıklanabilir:

1. Yeryüzü özelliklerini ortaya koyabilecek güvenilir kontrol alanlarının seçimi ve incelenmesi.
2. Görüntülerin algılanma zamanları ve çalışılacak spektral bantların amaca uygun olarak seçimi.
3. Orijinal verilerin türü ve çalışmasının amacına yönelik olarak sınıflandırma algoritmasının seçimi.
4. Sınıflandırılmış görüntü için doğruluk analizi.

Sınıflandırma yöntemleri, kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri olarak ikiye ayrılır. Kontrollü sınıflandırma da farklı spektral grupları temsil eden kontrol alanları kullanarak spektral ayrılabilirlik incelenmekte, buna karşılık kontrolsüz sınıflandırma da ise spektral olarak ayrılabilir sınıflar belirlenmekte ve bunlardan bilgi elde etme yoluna gidilmektedir.

4.3.1 Kontrolsüz Sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma yönteminde temel olan, kontrol verilerinin kullanımı yerine görüntüde belirsiz olan görüntü elemanlarını inceleyen ve görüntü dijital değerlerinde var olan doğal gruplaşmalara veya kümelere dayalı olarak bu elemanları çeşitli sınıflar altında birleştiren algoritmalar kullanılır. Burada temel olan, farklı sınıf tiplerine ait

olan verilerin birbirinden ayrılması için belirli bir örtü tipine ait olan dijital değerlerin ölçme uzayında birbirlerine yakın bir konumda bulunmasıdır.

Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda oluşacak sınıflar spektral sınıflardır. Çünkü bu sınıflar görüntü dijital değerlerindeki doğal gruplaşmalara bağlı olup, bu spektral sınıfların ne olduğu önceden bilinmemektedir. Oluşturulan sınıfların doğal özellikleri ancak daha sonra, o bölgeye ait hava fotoğrafları, topoğrafik haritalar ve var olan bilgilerle karşılaştırılarak belirlenir.

Her bir görüntü elemanını niteleyen dijital değerler veya ölçme vektörleri, bir eksen takımında şematik olarak gösterilebilirler (Şekil 4.6). Şekildeki iki boyutlu gösterimde Bant 3 e ait olan dijital değerler y ekseninde, Bant 4 e ait olan dijital değerler x ekseninde gösterilmiştir. Bu iki bant değeri her bir görüntü elemanının iki boyutlu ölçme uzayındaki konumu belirler. Aynı spektral özelliğe sahip olan görüntü elemanları kendi aralarında gruplaşarak, “noktalar bulutu” şeklinde belirlenecek her örtü tipi kategorisinin spektral paternlerinin çok boyutlu gösterilimini belirler. Şekilde üç ayrı gruplaşma belirgin bir şekilde görülmektedir. Sınıflandırılmış görüntünün, yer referans verisi ile karşılaştırılmasından sonra kümelerden birinin karşılık geldikleri sınıflar belirlenir. Örneğin şekildeki kümelerden biri orman bölgesine, diğeri şehir bölgesine ve kalan son küme de suyla kaplı kümeye karşılık gelmektedir.

Veri dizisinde mevcut olan doğal spektral gruplaşmaları belirlemede kullanılan birçok küme algoritmaları vardır. Kümeleme yönteminde, noktalar arasındaki uzaklığın belirlenmesi için Öklit uzaklığı, Mahalanobis Uzaklığı gibi uzaklık ölçüleri kullanılmaktadır. Öklit uzaklığı aşağıdaki formül ile tanımlanır ve gerek kontrollü gerekse kontrolsüz sınıflandırmada kriter olarak ele alınabilir.

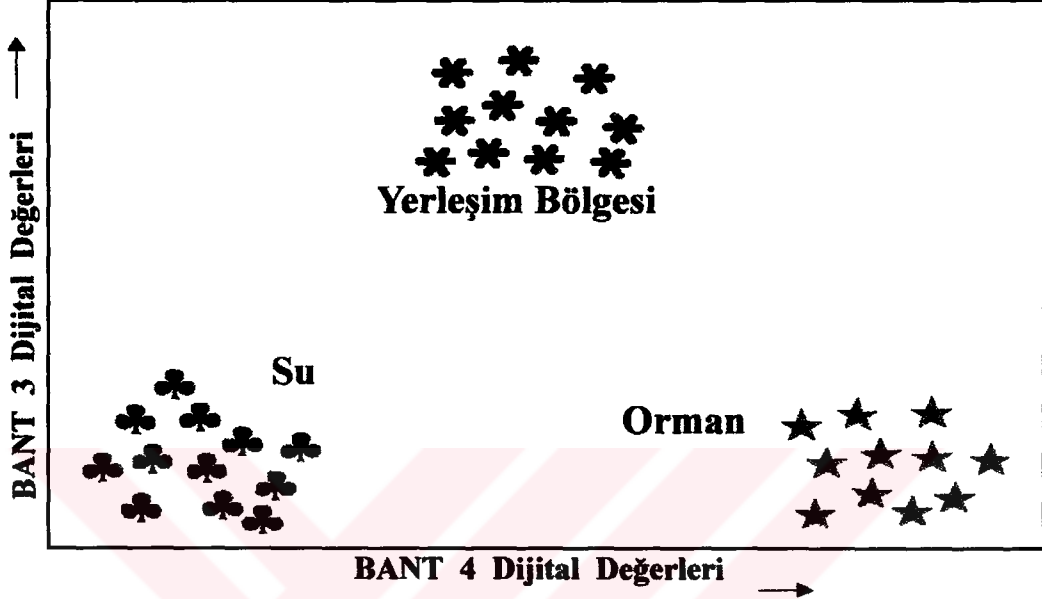
$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Burada,

$n = \text{boyut} = \text{bant}$,

$x, y = n$ boyutlu uzayda görüntü elemanlarının spektral değerleri,

$E = n$ boyutlu uzayda görüntü elemanlarının spektral değerleri arasındaki uzaklık.

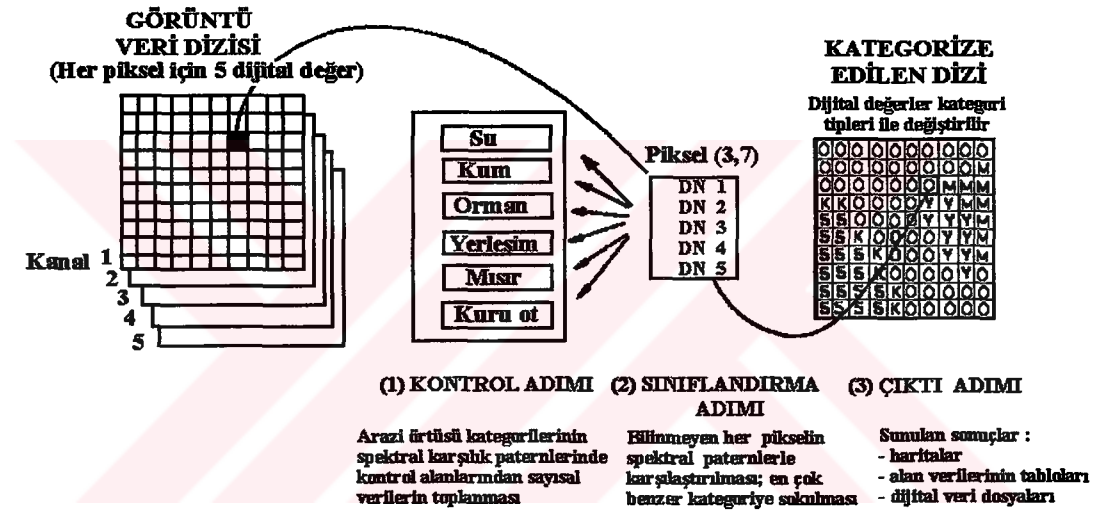


Şekil 4.6 : İki boyutlu uzayda görüntü elemanlarının dağılımı. [9]

Euclid uzaklığı sınıflandırmasında görüntü elemanlarının birbiri ile karşılaştırılması için Euclid uzaklığı kriter olarak alınmaktadır. Kümelerin merkezleri önce geçici olarak belirlenmekte olup her bir görüntü elemanının açılan kümelerden hangisine dahil edileceği ise o görüntü elemanı ile açılan küme merkezleri arasındaki uzaklığın hesaplanması ve başlangıçta kabul edilen Öklit uzaklığı değeri ile karşılaştırılması sonucu belirlenir. Bu belirlemede en küçük uzaklık değeri esas alınır. Kümeye katılan her yeni görüntü elemanı ile birlikte aritmetik ortalama hesaplanarak geçici küme merkezi n boyutlu uzayda ötelenmekte ve işlem geçici merkezin konumunda değişim oluşmayıncaya kadar iteratif olarak tekrarlanmaktadır.

4.3.2 Kontrollü Sınıflandırma

Diğer bir sınıflandırma yöntemi olan kontrollü sınıflandırmada belirli örtü tipini temsil eden örnek bölgeleri (kontrol bölgeleri), ilgilenilen her bir özellik tipi için spektral özellikleri tanımlayan sayısal bir yorumlama anahtarını derlemede kullanılırlar. Daha sonra veri dizisindeki her bir görüntü elemanı yorumlama anahtarındaki her kategori ile sayısal olarak karşılaştırılıp, en çok benzer olarak nitelendirildiği kategori ile adlandırılır. Tipik kontrollü sınıflandırma işleminde içerilen üç temel adım Şekil 4.7’de gösterilmektedir.



Şekil 4.7 : Kontrollü sınıflandırmadaki temel adımlar. [5]

Kontrol aşamasında, temsil edici nitelikteki kontrol bölgeleri belirlenir ve görüntüde ilgilenilen herbir arazi örtü tipinin spektral özellikleri için sayısal bir tanımlama geliştirilir. Bu aşamada aynı zamanda mevcut referans verileri ile verilerin uygulanacağı coğrafik bölgeye ait bilgilerden de yararlanır. İkinci aşama olan sınıflandırma aşamasında, görüntü verisindeki her görüntü elemanı en çok benzer olarak nitelendirildiği arazi örtü sınıfına dahil edilir. Eğer görüntü elemanı herhangi bir kontrol veri dizisi ile yeteri kadar bağdaşmıyorsa belirsiz olarak adlandırılır. Daha sonra bu aşamada herbir piksele atanan sınıf, yorumlanmış veri dizisinde (çıkı görüntüsü) yerini alır ve böylece çok boyutlu görüntü matrisi, karşılık gelen

yorumlanmış arazi örtü sınıfı tiplerinin oluşturduğu matrisi geliştirmede kullanılır. Tüm veri dizisi sınıflandırıldıktan sonra sonuçlar çıktı aşamasında farklı şekilde sunulur. Çıktı ürünleri genellikle tematik haritalar, çeşitli arazi örtü sınıfları için tüm görüntüye veya belirlenmiş alt görüntüye ait olan istatistiksel tablolar veya coğrafi bilgi sistemlerine dahil edilebilecek nitelikteki dijital veri kütükleri olarak oluşturulurlar.

En yaygın kontrollü sınıflandırma yöntemleri; “Gauss En Çok Benzerlik” ve “Parelel Kenar” sınıflandırma yöntemleridirler.

Gauss En Çok Benzerlik yönteminde, bilinmeyen bir görüntü elemanının sınıflandırılması için sınıf spektral paternlerinin varyans ve kovaryansı kantitatif olarak değerlendirilir. Bu değerlendirmede sınıf kontrol verilerini oluşturan noktalar kümesindeki dağılımın, Gauss dağılımı olduğu varsayılır. Bu varsayımın ışığı altında dağılım, ortalama vektörü ve kovaryans matrisi ile tanımlanır. Bu parametrelere bağlı olarak, belirli bir arazi örtü sınıfına ait olan bilinen bir görüntü elemanı için istatistiksel olasılık hesaplanır. Böylece olasılık yoğunluk fonksiyonları (Şekil 4.8), herbir sınıfa ait olan görüntü elemanının olasılığının hesaplanmasıyla belirlenmiş bir pikselin sınıflandırılmasında kullanılır. Her bir sınıf için olasılık değerlendiriminden sonra, görüntü elemanı en benzer olarak (en yüksek olasılık değeri) nitelendirildiği sınıfa sokulacak veya olasılık değerinin önceden belirlenen eşik değerinin altında kalması durumunda belirsiz olarak nitelendirilecektir. [10]

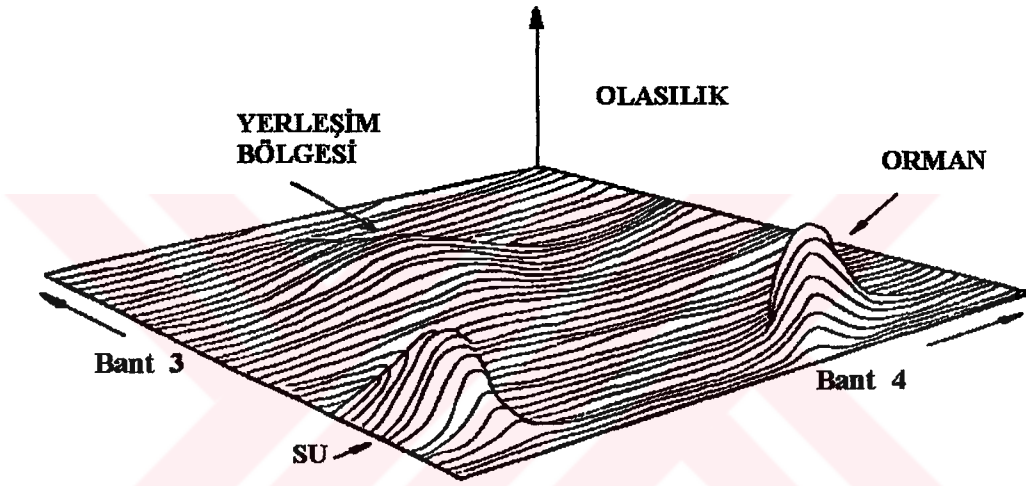
Bu yöntemde kullanılan formül aşağıdaki gibidir:

$$D = \ln(a_c) - [0.5 * \ln(|Cov_c|)] - [0.5 * (X - M_c)^T * (Cov_c^{-1}) * (X - M_c)]$$

burada,

- D = ağırlıklı mesfe (benzerlik),
- c = özel bir sınıf,
- X = aday pikselin ölçüm vektörü,

- M_c = c örnek sınıfının ortalama vektörü,
 a_c = aday pikselin c sınıfına ait olma ihtimal yüzdesi,
 Cov_c = c örnek sınıfındaki piksellerin kovaryans matrisi,
 $|Cov_c|$ = Cov_c nin determinantı (matris cebri),
 Cov_c^{-1} = Cov_c nin tersi,
 $\ln$ = doğal logaritma fonksiyonu,
 T = matris transpoze (devrik) fonksiyonu.



Şekil 4.8 : En Çok Benzerlik sınıflandırma yöntemiyle tanımlanmış olan olasılık yoğunluk fonksiyonları. [5]

BÖLÜM 5

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

Jeodezi ve Fotogrametri mühendisliği, yer yüzünün bütünü yada bir bölümüne ilişkin doğal arazi detayları (göl, akarsu gibi) ve arazideki yapay tesisler (yol, bina, su kanalı vb.) ile ilgili geometrik ve tematik bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi, belli bir ölçek ile amaca uygun bir izdüşüm sisteminde ve belli bir ortamda (çizgisel harita, foto harita, ortofoto harita veya sayısal harita üzerinde) depolanması ve kullanıcılara sunulması ve aynı zamanda arazi bilgilerinin depolandığı ortam ile arazi arasındaki ilişkilerin kurulması etkinlikleri ile uğraşır. Böylece arazi ile ilgili diğer çeşitli mühendislik disiplinleri (ormancılık, madencilik, şehir planlama, tarım vb.) ile birlikte araziye ilişkin ihtiyaç duyulan bilgileri sağlayarak, gerek disiplinler arası ve gerekse ilgili kurum, kuruluş ve kişilere karar ve destek hizmetleri sunar.

Coğrafi Bilgi Sistemine ihtiyaç duyulmasının temel nedeni, genel olarak bilgiye duyulan ihtiyaçtır. Bu nedenle bilgi, ortak bir kaynak olarak değerlendirilmeli belli kurum, kuruluş ve kişiler ilgi alanları ile ilgili bilgilerin toplanmasından, kaydedilip depolanmasından ve paylaşımından sorumlu olmalıdır.

5.1 Coğrafi Bilgi Sistemi Nedir?

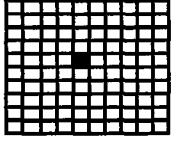
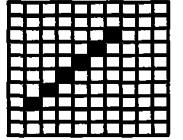
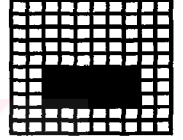
Mevcut literatürde yer alan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tanımlarına bakıldığında, CBS ile ilgili ne kadar farklı disiplin var ise en az o kadar farklı sayıda tanımın var olduğu görülmektedir. Bu Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bütünleşik bir teknoloji olmasının doğal bir sonucudur.

Coğrafi Bilgi Sistemi temelde bir bilgi sistemidir. Bilgi sistemleri genel olarak “Bilgi elde etmek için, verileri önceden belirlenmiş biçimlerde anlık yöntemlerle kullanılmak

üzere saklayan bir sistem” biçiminde tanımlanmaktadır. Bilgi sistemi terimi geniş anlamda veri/bilginin depolandığı ve kullanıldığı herşeyi kapsamaktadır. Böylece bilgi sistemi terimi bir uygulamayı, kullanılan veri dosyalarını ve bu sistemi çalıştırmak için kullanılan veri dosyalarını ve bu sistemi çalıştırmak için kullanılan bilgi teknolojisini içermektedir. Bununla beraber, bilgi teknolojisine dayanmayan sistemlerde bazen bilgi sistemi olarak adlandırılabilir. Coğrafi Bilgi Sistemleri ise “coğrafi nesnelere ait coğrafi verilerin toplanması, doğrulanması, depolanması, bu verilerin veri tabanı işlemleri, sorgulamalar, dönüşümler ve coğrafi analizler ile coğrafi bilgiye dönüştürülmesi ve coğrafi veri ve bilgilerin gösterimi için kullanılan gelişmiş bilgi sistemleridir”.

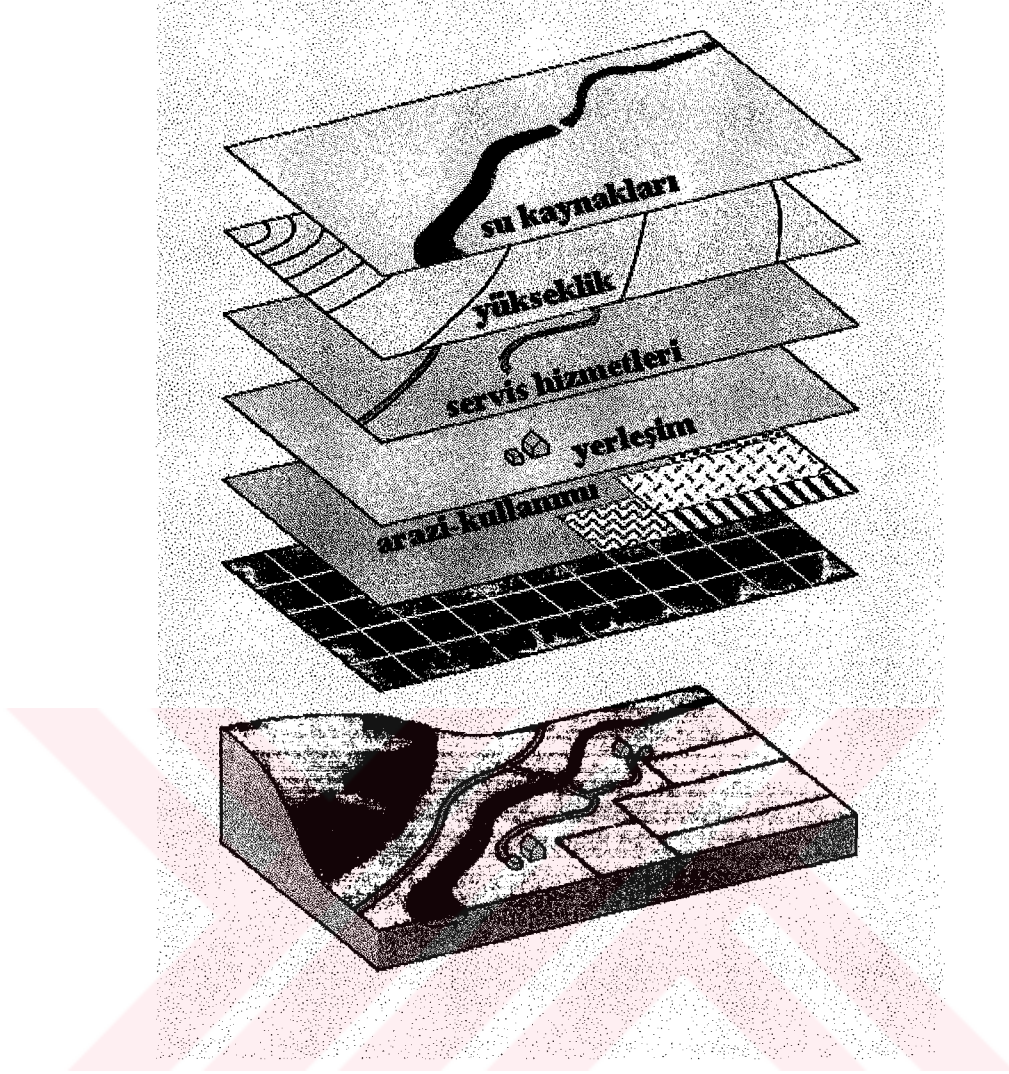
Bu tanımda sözü geçen coğrafi nesne yer yüzeyinin üstünde, üzerinde veya altında belli bir konumu ve biçimi olan somut veya soyut herhangi bir varlık veya olgu olabilir. Köprüler, yollar, ormanlık alanlar iletişim kuleleri somut coğrafi nesnelere birer örnektir. Diğer taraftan idari sınırlar, hava yolu güzergahları, şehirlerdeki gürültü alanları ise soyut tipte birer coğrafi nesnedir. Ayrıca coğrafi nesnelerin konum ve biçimleri zamanla değişikliğe uğrayabilir. [9]

Coğrafi nesnelere ait Coğrafi Bilgi ise konum ve biçimi ifade eden uzaysal (geometrik, grafik) bilgi ve nesnenin özniteliklerini veren semantik bilgi (grafik olmayan) olmak üzere iki ana parçadan oluşur. Grafik veriler, bilgisayar depolama tekniği açısından vektör ve raster (tarama) olmak üzere iki ayrı yapıda olabilir. Vektör veri yapısında, nokta detaylar koordinat çiftleri ile, çizgi detaylar çizgi üzerindeki noktalar zinciri ile, alan detaylar ise alanı çevreleyen çizgiler ile temsil edilirler. Raster (tarama) veri yapısında tüm detay türleri, koordinatları (satır ve sütun numaraları) bilinen resim elemanları ile temsil edilirler (Şekil 5.1).

Detay Tipi	Vektör Yapı		Raster Yapı	
	Sayısal	Analog	Sayısal	Analog
Nokta	X, Y Koordinatları	●	Piksel	
Çizgi	Başlangıç ve bitim noktalarının X, Y si ile		Piksel	
Alan	Kapalı alanın köşelerinin X, Y si ile		Piksel	

Şekil 5.1 : Vektör ve raster yapıda veri gösterimi.

Coğrafi Bilgi Sistemleri coğrafi nesnelerin birbirleri arasındaki metrik, topolojik ve düzen ilişkilerine ait bilgileride içermelidirler. Hatta coğrafi nesneler ile coğrafi olmayan nesneler arasındaki ilişkilere de örneğin parsel ile kişi arasındaki ‘parselde hisse sahipliği’ne, gereksinim duyulduğundan Coğrafi Bilgi Sistemleri çoğu kez coğrafi olmayan kişi, tapu belgesi gibi nesnelere ait bilgileri de içerirler. Ayrıca her bilgi sisteminde olduğu gibi meta veriler (veriye ait veriler, veri sözlüğü) bir coğrafi bilgi sisteminde mutlaka bulunması gerekenler arasında yer alır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 : Coğrafi veri türleri.

5.2 Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri

Coğrafi Bilgi Sistemlerine fonksiyonel, teknolojik ve yönetim açılarından bakıldığında farklı bileşenlerden oluştuğu görülür. [11]

5.2.1 Fonksiyonel Bileşenler

Fonksiyonel açıdan bakıldığında bir CBS de veri aktarma, veri depolama, veri işleme, coğrafi analiz ve veri sunma bileşenlerinin var olması gerekir. Teknolojinin rolü ise bu fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlayan donanım ve yazılım araçları sunmaktan

ibarettir. Yönetim ise fonksiyonel ve teknolojik bileşenlerin yanısıra insan ve mali kaynakların yönetimi ile bütünü oluşturmayı ve amaca ulaşmayı hedefler.

Veri aktarma; veri toplama, doğrulama ve kalite kontrol gibi faaliyetleri içerir. CBS için gerekli veriler farklı kaynaklardan ve farklı teknolojiler kullanılarak toplanabilir. Coğrafi veri toplama yöntemlerinin başlıcaları;

- Arazi de ölçme,
- Fotogrametri,
- Uzaktan algılama,
- Harita ve doküman sayısallaştırma,
- Coğrafi bilgi ithali. [11]

Veri depolama fonksiyonu daha çok bilinen veri yönetim işlemlerinin dışında veri yapılandırma üzerinde yoğunlaşır. Geometrik veri raster veya vektör yöntemleri ile temsil edilirken her iki yapıda da farklı veri yapıları söz konusudur. Örneğin vektör CBS lerde çoğunlukla spaghetti yapıda toplanan veriler, daha sonra kenar-düğüm yapısına, tam topolojik yapıya dönüştürülmektedir.

Veri işleme fonksiyonu CBS içinde nesneler ve bunların veri tabanları arasındaki ilişkiyi sağlamak için kullanılır. Şu şekilde gruplandırılabilir:

- Semantik verilerin, yani nesne tanımlayıcı ve özniteliklerin veri tabanına girilmesi, değiştirilmesi, silinmesi vb.,
- Nokta ve çizgi tipi geometrik elemanların girilmesi, konumunun değiştirilmesi, ölçeklendirilmesi, döndürülmesi, simetrik transformasyonu, biçiminin değiştirilmesi, nokta sayısının azaltılması, bölünmesi, kopyalanması, birleştirilmesi gibi bilgisayar destekli tasarım işlemleri,
- Nokta, çizgi ve alan detay bileşenlerinin topolojik değerlendiriminin değişmesi,
- Afin ve projektif dönüşümler,
- Projeksiyon dönüşümleri,
- Sınıflandırma, kodlama, tutarlılık ve format kontrolleri.

Coğrafi analiz bir dizi coğrafi işlemden oluşan ve coğrafi verinin bilgiye dönüştüren ve üretilen bu bilginin yeni bilgilerin üretilmesinde kullanılması ile ortaya çıkan bir bileşendir.

Sorgulama işlemleri hem coğrafi analiz kapsamında, hem coğrafi veri işleme kapsamında ve hem de veri sunma kapsamında yer alabilir. Bir CBS nin uzun hesaplamalara gerek kalmadan cevaplayabileceği soruların toplamı o CBS nin “sorgulama uzayı” olarak adlandırılır. Bu uzayın genişliği ve cevap süre performansı büyük ölçüde verinin depolandığı mantıksal ve fiziksel coğrafi veri yapısının bir fonksiyonudur. Sorgulama uzayı bir sorgu listesidir. Bu sorgulama tipleri şu gruplar altında toplanabilir:

- Grafikten veri tabanına sorgulamalar,
- Veri tabanından grafiğe sorgulamalar,
- Metrik sorgulamalar,
- Topolojik sorgulamalar,
- Düzen sorgulamaları,
- Veri tabanı sorgulamaları,

Veri sunma işlemi ise toplanan ve CBS içinde üretilen raporlar, grafikler, haritalar, ekran görüntüler, coğrafi veri ihraç dosyaları vb. pekçok şekillerde kullanıcılara sunulmasını kapsar. [11]

5.2.2 Teknolojik Bileşenler

Aslında teknolojik bileşenler yukarıda sıralanan fonksiyonel bileşenleri kolaylaştıran donanım ve yazılım araçlarından ibarettir ve doğal olarak bunları sağlayan firmalar ile CBS projeleri gerçekleştiren resmi ve özel organizasyonların iş ilişkilerinin nerede ise tamamına konu olmaktadır. Diğer bir deyişle bu sektörde de çözümler yada çözüm kalıpları değil araçlar satılmaktadır. [11]

5.2.3 Organizasyonel Bileşenler

Bir CBS projesinin başarıya ulaşmasında organizasyonel bileşenler belki de en az fonksiyonel ve teknolojik bileşenler kadar önemlidir. Organizasyonel bileşenler insan kaynaklarının yönetimi, mali kaynakların yönetimi, kalite yönetimi, risk yönetimi, zaman yönetimi gibi proje yönetim konularının yanısıra organizasyonların ve iş süreçlerinin analizi ve yeniden yapılandırılması gibi konuları içerir. [11]

5.3 Coğrafi Bilgi Sistemlerine Olan Gereksinim

Aşağıda sayılan nedenler CBS kullanımında yönetimleri, daha etkin olmaya, verilerdeki tutarsızlıkları ortadan kaldırmaya ve veri paylaşımını kolaylaştırmaya teşvik etmektedir. [9]

- Verinin toplanması ve işlenmesindeki güçlükler,
- Verinin güncel olmaması,
- Verinin doğru olmaması,
- Veri standartının bulunmaması,
- Verilerin tutarsız olması,
- Verilere kolay ulaşamaması,
- Veri paylaşımında karşılaşılan güçlükler.

5.4 Coğrafi Bilgi Sisteminin Yararları

Coğrafi Bilgi Sistemi ile ilgilenen kişilerin bu sisteme yönelmelerinin ilk nedeni, böyle bir sistemin kendi faaliyet alanlarında sağlayacağı yararlardır. CBS kullanılması ile maliyet-yarar kriteri dikkate alınarak bir değerlendirme yapıldığında, sistemin kullanıcısı olan kurum ve kuruluşa, üretim artırma ve maliyeti düşürme yararları ile birlikte uzun vadede stratejik yararlar sağlayacaktır. CBS'nin yararları nitelik olarak şöyle sıralanabilir:

- Bilgilerin paylaşımı,
- Bilgi fazlalığı, karmaşası ve tutarsızlığının önlenmesi,
- Bilgilerin biraraya getirilmesi,
- Bilgilerin sınıflandırılması. [9]

5.5 Veri Tabanı Yönetim Sistemleri

Bir veri tabanı, nesnelerle ilgili bilgiler ve bunların birbirleri ile olan ilişkilerinin toplamıdır. Bir veri tabanı içerisinde bilgilerin toplanması ve değerlendirilmesindeki amaç daha önce ayrı ve birbirinden bağımsız olan gerçek olayların ilişkilendirilmesidir.[12]

Veri tabanı yönetim sisteminin avantajları;

- Merkezi kontrol,
- Etkili bir şekilde paylaşım,
- Veri özgürlüğü,
- Direkt kullanım girişi,
- Veri fazlalığı ve tekrarı kontrol edilebilir,
- Kullanıcı taleplerine cevap verebilir.

Veri tabanı yönetim sisteminin dezavantajları;

- Maliyet,
- Dosya işlemeden daha karışık,
- Merkezi risk.

5.5.1 Veri Tabanı Modelleri

Veri tabanları belli veri modellerine uygun olarak kurulur. Bir veri tabanının organizasyonu veri modeli olarak isimlendirilir. Veri tabanlarını organize etmede kullanılan veri modelleri şunlardır:

- Hiyerarşik veri modeli,
- Ağ veri modeli,
- İlişkisel veri modeli,
- Nesneye yönelik veri modeli.

Hiyerarşik veri modelinde, veriye ağaç yapısı sayesinde ulaşılır. Varlıklar arası ilişki bire çoktur. Bu sistemin anlaşılması ve güncelleştirilmesi kolaydır. Büyük veri gruplarına hızlı erişme imkanı verir. En büyük dezavantajı veri ilişkilerinin değiştirilmesinin zor olması çapraz sorgulamaya mevcut hiyerarşinin izin vermemesidir.

Ağ veri modeli, hiyerarşik modelin genişletilmesidir. Varlıklar arası ilişki çoka çoktur. Bu model hiyerarşik modelin bazı eksikliklerinin üstesinden gelmiştir.

İlişkisel veri modelinde hiyerarşi yoktur. Veriler iki boyutlu tablolarda depolanır. İlişkisel model kullanılarak herhangi bir tablodaki öznitelikler tekli veya çoklu olarak sorgulanabilir. Varlıklar arası ilişki bire birdir. CBS ler için en uygun veri tabanı yönetim sistemidir.

Nesneye (coğrafi varlığa) yönelik veri modelinde her varlık bir sınıftır. Her varlığın kendine özgü özniteliği ve diğerleriyle ortak özniteliği olabilir. Diğer veri modellerinde tümünden gelimci yapıya uygun olarak önce nesneler sınıflandırılır ve bunların öznitelik tabloları arasında ilişki kurulur. [9]

BÖLÜM 6

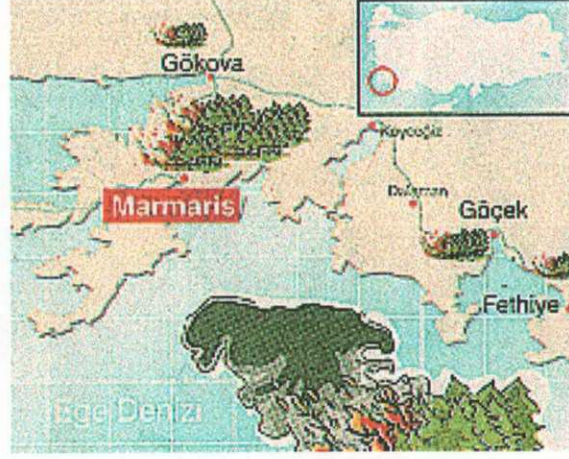
UYGULAMA

Günümüzde Uzaktan Algılama orman ve yeşil alanların yönetimi ve korunmasında önemli bir araç haline gelmektedir. Özellikle orman yangınlarının yangın öncesi ve sonrası tesbit edilmesi, izlenmesi ve hasarın belirlenmesi için uzaktan algılama verileri kullanılmaktadır. Yangından önce ormanlık alanlar için günlük hava şartları (nem, rüzgar hızı, bulut örtüsü ve sıcaklık) ile bütünleşik olarak yangın tehlike indekslerinin hazırlanması ve buna göre gereken tedbirlerin alınması mümkündür. Yangından sonra ise yangın alanındaki hasarın tesbiti ve rehabilitasyon çalışmalarının planlanması için kullanılabilir.

6.1 Bölgenin Tanımı

6.1.1 Coğrafi Konumu

Marmaris İlçesinin kuzey batısında Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, Marmaris Orman İşletmesi ve Çetibeli İşletme Şefliği sınırları içerisinde 42 derece batı, 40 derece doğu meridyenleri ve 35 derece kuzey, 33 derece güney paralelleri arasında kalan coğrafi bölgede 27 Temmuz 1996 da bölgenin kuzeyinde bir noktadan yangın başlamıştır. Yangın daha sonra Hisarönü ve Marmaris İşletme Şefliği ormanlarındaki yayılarak 4 gün sürmüştür. Yanan alanlar genellikle belirtilen işletme şefliklerinin kuzeybatı genel bakışındaki değişik bakılardadır. Arazi kırık bir yapıya sahip olup yanan alanlar çoğunlukla çok eğimli ve sarp eğim grupları içinde kalmaktadır. Şekil 6.1’de bölgenin coğrafi konumu gösterilmiştir. [13]



Şekil 6.1 : Bölgenin Coğrafi Konumu.

6.1.2 İklim

İklim sınıflamasına göre, yanan alanlar Akdeniz ikliminin "Asıl Akdeniz İklim Tipi" içinde kalmaktadır. Bu iklim tipinde genel olarak yazlar sıcak ve kurak kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Yangın geçiren alanların yakınındaki Marmaris Meteoroloji İstasyonunun bazı iklim verileri aşağıda Tablo 6.1’de verilmiştir. [14]

Tablo 6.1 : Bölgenin İklim Verileri.

Yıllık Ortalama Sıcaklık:	18.6 derece
Ortalama Sıcaklığın +10 dereceden yüksek olduğu Ortalama gün sayısı	332.8
En yüksek sıcaklık (Mutlak Maxima)	47 derece
En düşük sıcaklık (Mutlak Minima)	-4 derece
Ortalama bağıl nem	% 65
Ortalama yağış miktarı	1257 mm
Günlük en çok yağış miktarı	202 mm
Ortalama kar yağışlı günler sayısı	-
Ortalama rüzgar hızı	2.9 m/sn
En hızlı rüzgar yönü ve hızı	SE 35.4 m/sn

6.1.3 Jeolojik Yapı ve Toprak Durumu

MTA'nın 1/100000 ölçekli harita verilerine göre yanan alanların büyük kısmı serpantin (genç ve yaşlı serpantin oluşumları) serpantinize peridotit ve kalker anakayalardan oluşmaktadır. Topraklar genelde sıgı yer yer orta ve orta derindir. Kalker anakayaların büyük bölümü dikey çatlaklı olup, çatlaklar arasında bitkilerin gelişmesini sağlayacak toprak mevcuttur. Serpantin anakayaların belirli bir bölümünde orman kurma açısından yeterli fizyolojik derinlik bulunmaktadır. [13]

6.1.4 Bitki Örtüsü ve Orman Durumu

Bu yangın alanındaki ormanlar daha önceleri de büyük (1914 ve 1946) ve küçük yangınlar geçirmiştir. Yangından sonraki doğal koşullar içinde Kızılçam jenerasyonlarının kesintiye uğradığı yerlerde ise zengin bir maki florası oluşmuştur. Yanan alanların büyük bölümü Kızılçam (*Pinus brutia* Ten) ormanlarıyla kaplıdır. Bu Kızılçam ormanları genelde II. ve III. bonitet sınıfları içinde bulunmaktadır. Kapalılığın bozulmuş veya edafik koşullar nedeniyle Kızılçam ormanlarının seyrek olduğu yerlerde alt tabakada maki türleri yer almaktadır. Geçmişteki yangınlarla Kızılçam ormanlarında doğal gençleşme koşullarının oluşamadığı yerler ise zengin bir maki florası ile kaplıdır. Bu maki florası içinde yer yer bireysel, küme veya küçük gruplar halinde Kızılçam ağaçları bulunabilmektedir.

Bozuk orman alanları ve makilik alanlarla yer yer ormanın alt tabakasında yer alan maki elemanlarını Kermes meşesi (*Quercus coccifera*), Mazı meşesi (*Quercus infectoria*), Sandal (*Arbutus andrachne* ve *Arbutus unedo*), Harnup (*Ceratonia siliqua*), Akçakesme (*Phillyrea latifolia*), Sakız (*Pistacia lentiscus*), Menengiç (*Pistacia terebinthus*), Defne (*Laurus nobilis*) gibi bazı maki elemanları, dere içlerinde ise Hayıt, Mersin (*Myrtus communis*), Zakkum türleri oluşturmaktadır. Ayrıca Sığla (*Liquidambar orientalis*) gibi ağaç türleri de dere vejetasyonu içerisinde yer almaktadır.

Yanan alandaki meşcere tipleri ve gelişim çağlarına göre oransal dağılımları Tablo 6.2’de gösterilmiştir. [13]

Tablo 6.2 : Yanan alanın, meşcere tipleri ve gelişim çağlarına göre oransal dağılımı.

Meşcere Gelişim Çağları	Yanan Alan (%)
Gençlik-sıklık	8
Gençlik-sıklık-direklik	3.8
Direklik	8
Direklik-ince ağaçlık	1
İnce ağaçlık	12.4
İnce ağaçlık-kalın ağaçlık	15
Kalın ağaçlık	16
Bozuk orman alanları ve makilikler	35.8

Meşcere; ağaç türü yada ağaç türü bileşimi, büyüme yada kuruluş biçimi ve yaş gibi özellikleri aynı olan ve bu özelliklerin hepsi birkaçı yada biri bakımından kendisini çevresindeki orman parçasından açık olarak ayıran ve en az 1 hektar büyüklükteki orman parçasına verilen isimdir. Meşcere gelişim çağları ağaçların göğüs orta çapına göre belirlenirler. Göğüs orta çapı, ağacın topraktan 1.3 metre yükseklikteki gövdesinin çapıdır. Bu değerlere göre ağaçların doğal gelişme çağları Tablo 6.3’de verilmiştir.

Tablo 6.3 : Ağaçların doğal gelişme çağlarına göre ayrımı.

Doğal Gelişme Çağları	Göğüs Çapı (cm)
Gençlik ve Sıklık	1 - 7.9
Sırlıklık ve Direklik	8 - 19.9
İnce Ağaçlık	20 - 35.9
Orta Ağaçlık	36 - 51.9
Kalın Ağaçlık	52 den yukarı

Sayısallaştırılan yangın durumunu gösterir tematik haritadaki orman grupları verimli, bozuk ve ağaçlandırma olarak düzenlenmiştir. Verimli orman, iyi yetişme ortamı koşullarında, iyi kuruluş özellikleri gösteren artım ve büyümesi yüksek olan bu nedenle odun üretiminde kullanılan orman tipidir. Ağaç gövdeleri düzgün ve iyi boyludur. Bu orman tipi işletilmeye (kesilip çoğaltılmaya) elverişlidir. Bozuk orman, yetişme ortamı koşullarının elverişsizliği sonucunda artım ve büyüme gücü zayıf ağaçlarla onlara eşlik edebilen ağaççık ve çalılardan oluşan orman tipidir. Hiçbir zaman işletme amacıyla kesilmez ve doğal haliyle bırakılırlar. Ağaçlandırma tipi orman, ekim veya dikim yoluyla kurulan ormanlardır.

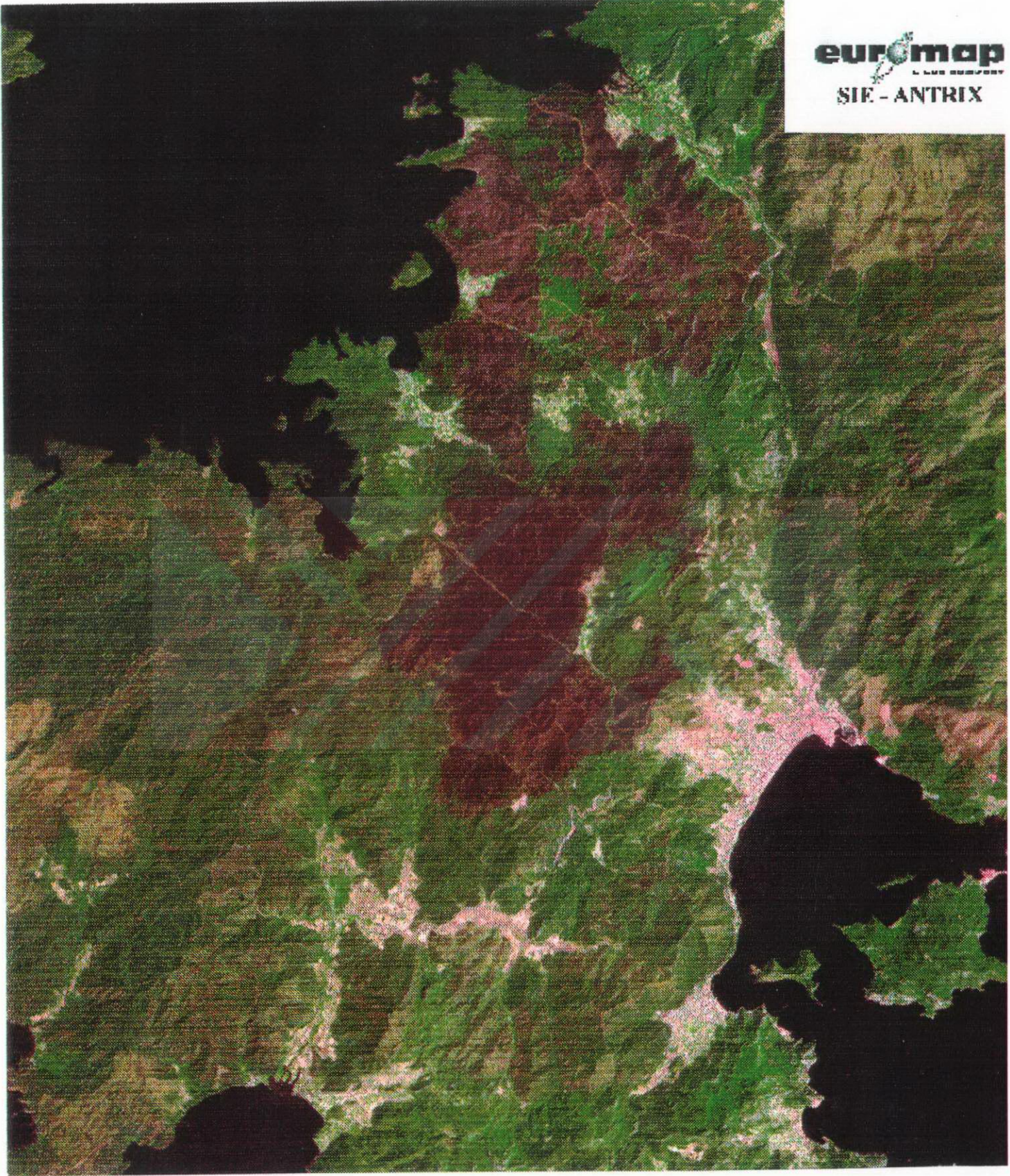
6.2 Kullanılan Bilgisayar Donanım, Yazılım ve Uydu Verileri

Bu çalışmanın uygulama bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Uzaktan Algılama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Novell işletim sistemi altında çalışan bilgisayar şebeke ağında 7 tane kişisel bilgisayar, bir tane A0 sayısallaştırıcı, 2 tane renkli yazıcı ve bir tanede A3 tarayıcı bulunmaktadır. Yazılım olarak ERDAS 7.5 ve IMAGINE 3.1 görüntü işleme programları ile Autocad R12,14 bilgisayar destekli tasarım (CAD) programları ve ARC View 3.0, NT ARC Info coğrafi bilgi sistemi (GIS) programları kullanılmaktadır.

Bu çalışmada üç farklı uydudan alınan görüntü verileri kullanılmıştır. Bunlar; 24.07.1996 tarihli, 30 metre çözünürlüğe sahip 7 kanallı Landsat TM sistemine ait görüntü ve 22.08.1996 tarihli, 25 metre çözünürlüğe sahip Hindistan'ın IRS 1C uydusu LISS sistemine ait 4 kanallı bir görüntü ve SPOT Pankromatik'e ait 15.11.1996 tarihli, 10 metre uzaysal çözünürlüğe sahip tek kanallı görüntüdür. Görüldüğü gibi TM görüntüsü yangından önce, SPOT P ve IRS-1C görüntüleri ise yangından sonra elde edilmişlerdir. IRS-1C görüntüsü, sadece bu çalışmada kullanılmak üzere Euromap şirketinin desteğiyle elde edilmiş olup, ilk 3 kanalı içermektedir. Bunlar; Yeşil, Kırmızı ve Yakın Kızılötesi kanallar olup, Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR) kanal bulunmamaktadır.



Şekil 6.2 : Landsat TM görüntüsü.



Şekil 6.3 : IRS-1C görüntüsü.

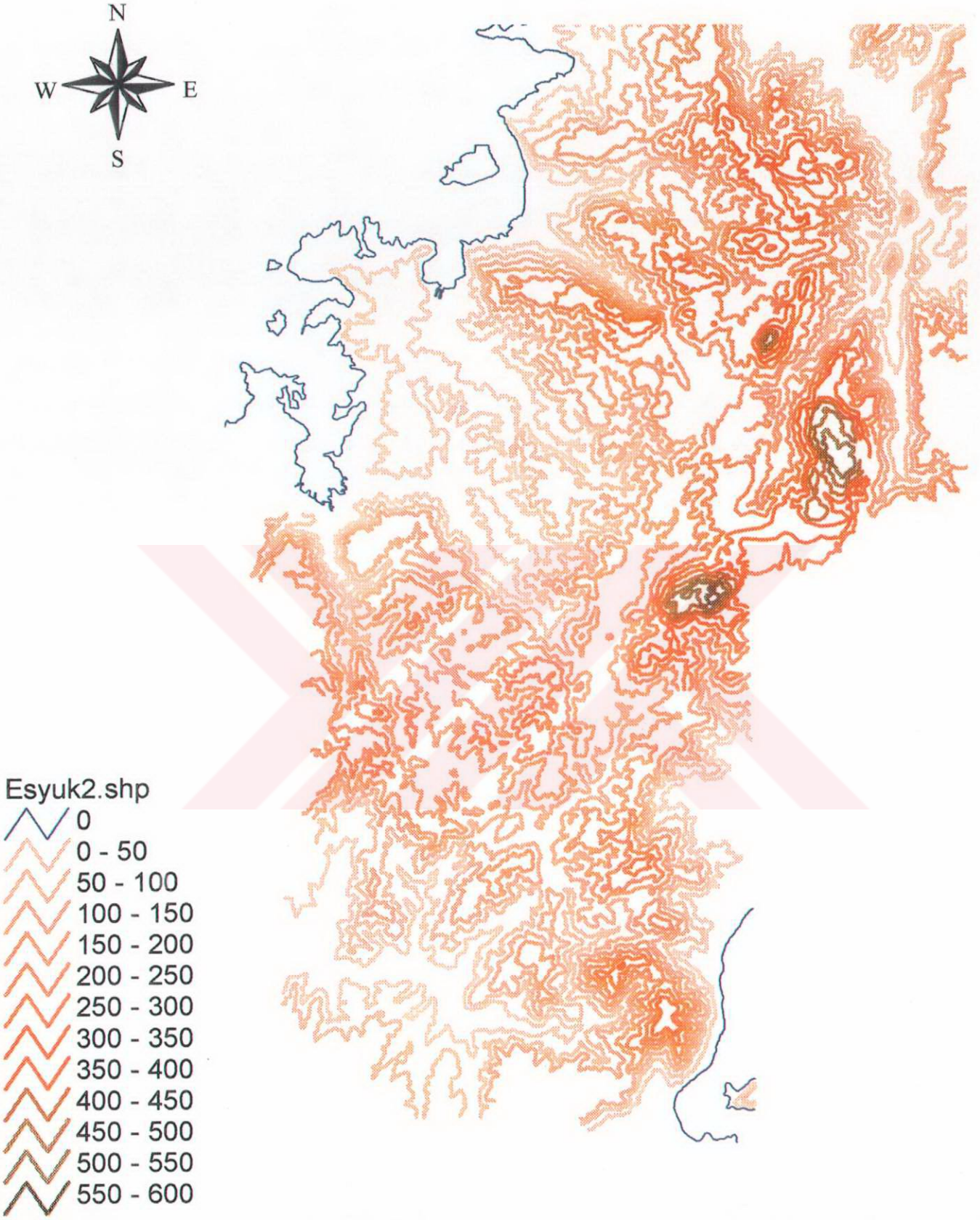
Tablo 6.4’de, kullanılan uydu verilerinin genel özellikleri verilmektedir. Şekil 6.2 ve 6.3’de sırasıyla Landsat TM ve IRS-1C uydu görüntüleri gösterilmektedir.

Tablo 6.4 : Kullanılan Uydu Verileri.

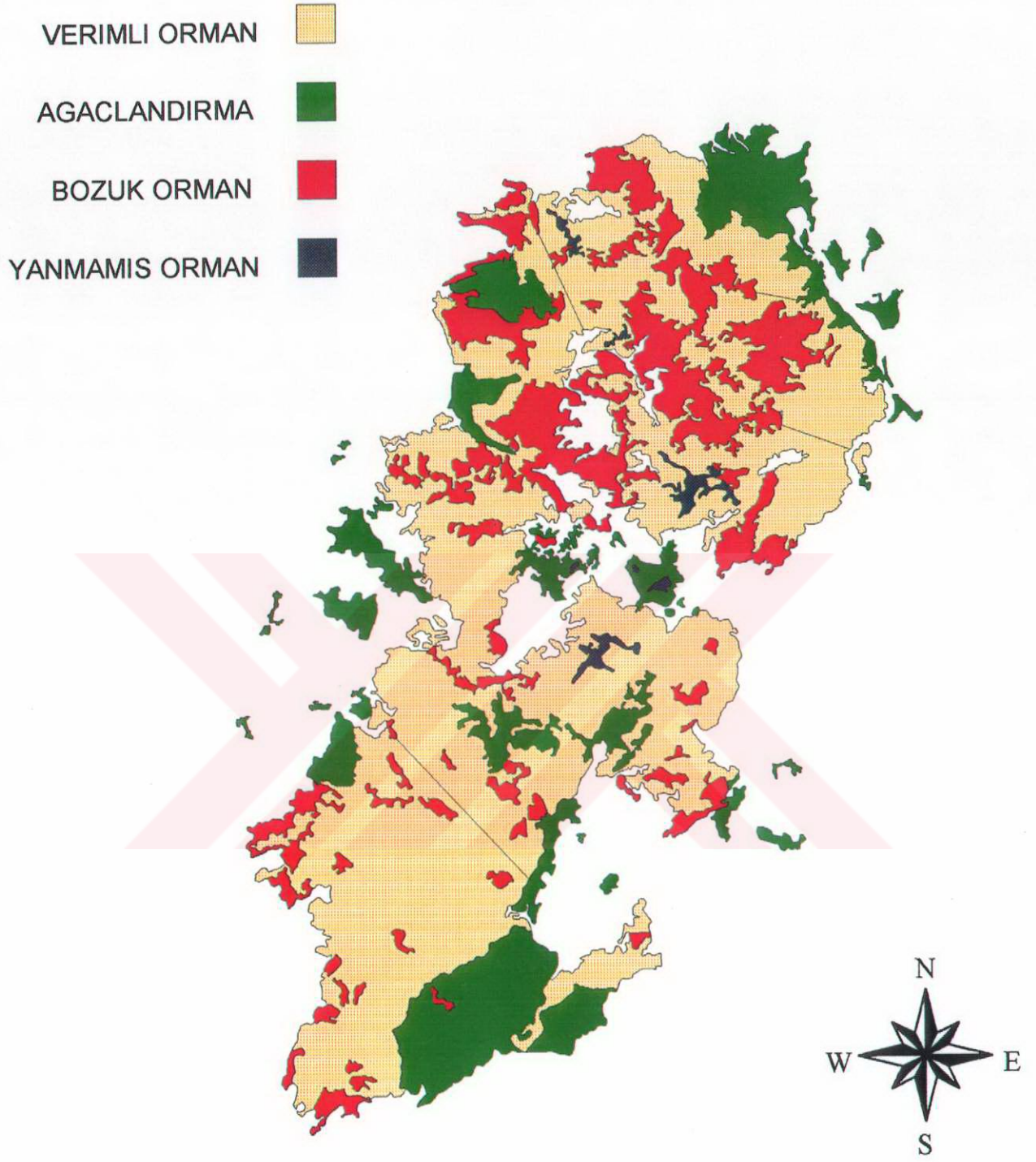
	Landsat (ABD)	SPOT (Fransa)	IRS-1C(Hindistan)
Algılama Tarihi	24.07.1996	15.11.1996	22.08.1996
Çözünürlük (m)	30 m	10 m	25 m
Kanal Sayısı	7	1	3

6.3 Sayısallaştırma

İncelenen bölgenin topoğrafik durumunun belirlenmesi için 3 adet 1/25000 ölçekli standart topoğrafik harita paftaları (O20a3, O20a4 ve O20b1) ile Muğla Orman Bölge Müdürlüğü tarafından hazırlanmış yangın durumunu gösterir 1/25000 ölçekli tematik harita Microstation bilgisayar destekli tasarım (CAD) programı ortamında sayısallaştırılmıştır. Topoğrafik haritalardaki eşyükseklik eğrileri 50 metrede bir seçilmiştir. Bölgenin yangından sonraki durumunu gösteren tematik haritada yanan bölge ormanın yapısına göre; verimli, bozuk ve ağaçlandırma şeklinde 3 gruba ayrılmıştır. Şekil 6.4 eşyükseklik eğrilerini ve şekil 6.5 de grupları göstermektedir.



Şekil 6.4 : Bölgeye ait eşyükseklik eğrileri.



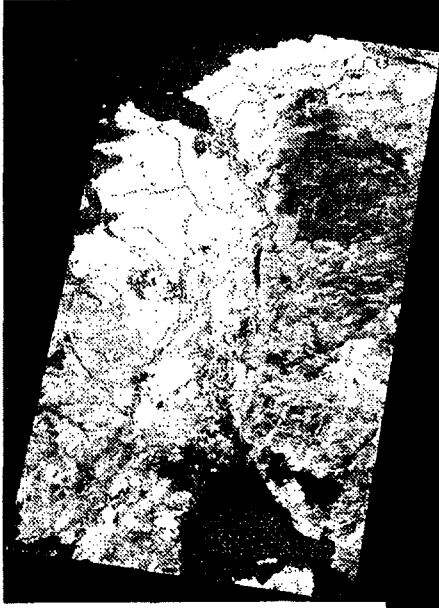
6.4 Oran Görüntüleri

Bu çalışmada multispektral Landsat TM ve IRS-1C verilerine yukarıda belirtilen 3 bitki örtüsü indeksi uygulanmış ve karşılaştırmalı olarak analiz edilmişlerdir. Şekil 6.6 da TM görüntüleri için elde edilen VI (Bitki İndeksi), NDVI (Normalize Edilmiş Bitki İndeksi) ve TNDVI (Dönüştürülmüş Normalize Edilmiş Bitki İndeksi) görüntüleri görülmektedir. VI görüntüsünde yeşil bitki örtüsü yüksek bir yansıtım değerine yani beyaz renk tonu değerine sahiptir. Verimli orman yapısı ile bozuk yapı (kapalılığı azalmış) birbirinden az da olsa ayırt edilebilmektedir. Yerleşim, kayalık ve çıplak toprak olan kısımlar düşük bir yansıtım değerine yani siyah renk tonu değerine sahip olup, buda o bölgede bitki örtüsünün olmadığını göstermektedir. NDVI görüntüsünde ise doğal ve yapay detaylarla orman dokusundaki verimli ve bozuk kısımların ayırt edilebilirlik derecesinin iyi olduğu görülmektedir. Yerleşim bölgelerinin kayalık ve çıplak zeminden daha düşük bir yansıtım değerine yani siyah renk tonu değerine sahip olduğu görülmektedir. TNDVI verisinde görüldüğü gibi yeryüzü detaylarının ayrımı iyi olup bitki örtüsü fakir olan yerler düşük bir yansıtım değerine sahipken bitki örtüsünce zengin olan yerler daha yüksek bir yansıtım değerine sahiptir.

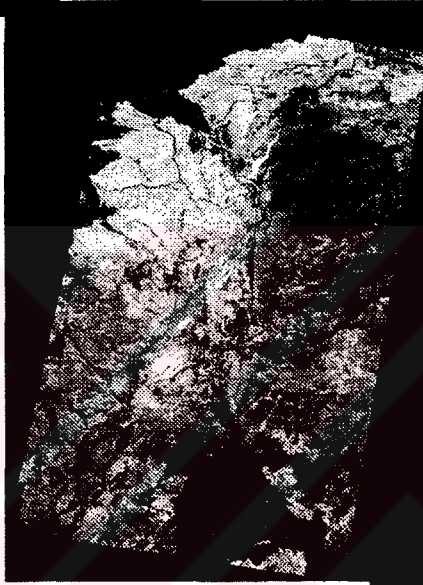
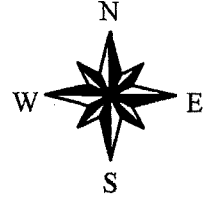
Şekil 6.7 de IRS-1C görüntüsünden elde edilen oran görüntüler görülmektedir. VI (Bitki İndeksi) görüntüsü, Landsat TM de olduğu gibi genellikle yüksek bir yansıtım değerine yani beyaz renk tonuna sahiptir. Yanan bölgede ise düşük bir yansıtım yani siyah renk tonu hakimdir. NDVI (Normalize Edilmiş Bitki İndeksi) görüntüsünde yanan bölgenin sağlıklı bölgeden ayırım derecesi VI görüntüsünde olduğu gibi yüksek değildir. Bu bölgedeki yansıtım, bozuk orman alanları ve çıplak toprak bölgeleriyle yakınlık göstermektedir. TNDVI (Dönüştürülmüş Normalize Edilmiş Bitki İndeksi) görüntüsü de NDVI görüntüsüne benzer bir görünüme sahiptir. Ayrıca yanan bölgedeki aydınlanma ve yansıma farklılıklarını ortadan kaldırıp spektral anlamda daha iyi karşılaştırılabilir düzenli bir görüntü elde etmek için Landsat TM ve IRS-1C verilerinden elde edilen oran görüntüler birbirinden çıkarılmıştır. Bu çıkarma işlemi sonucunda yeni bir oran-fark görüntüsü elde edilmiştir. Şekil 6.8'de bu görüntü gösterilmektedir. Görüldüğü gibi yanan alan özellikle bölgenin kuzeyinde daha belirgin olup alt kısımlarda çıplak toprak bölgeleriyle benzer bir yansıtım vermektedir.

Değişimin zamana bağlı olarak saptanması için değişik zamanlarda elde edilen görüntülerden çıkarılan bu NDVI görüntüleri birbirlerine oranlanarak yeni oran görüntüsü elde edilmiştir. Ayrıca yangın öncesi TM ve yangın sonrası IRS-1C görüntülerindeki karşılıklı aynı spektral bölgeye ait kızılötesi kanalı birbirlerine oranlanarak değişim gözlenmiştir. Şekil 6.9 ve 6.10'da sırasıyla bu oran görüntüleri görülmektedir.

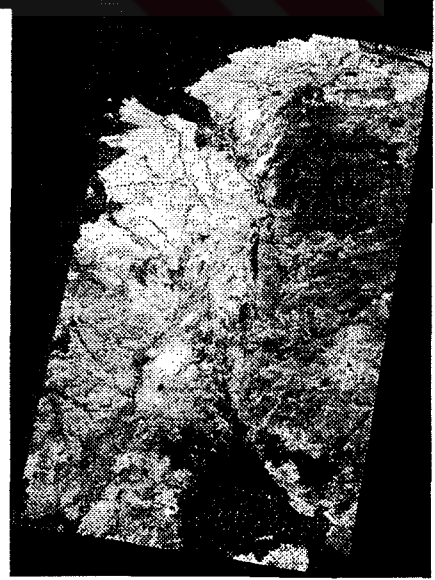




(a)

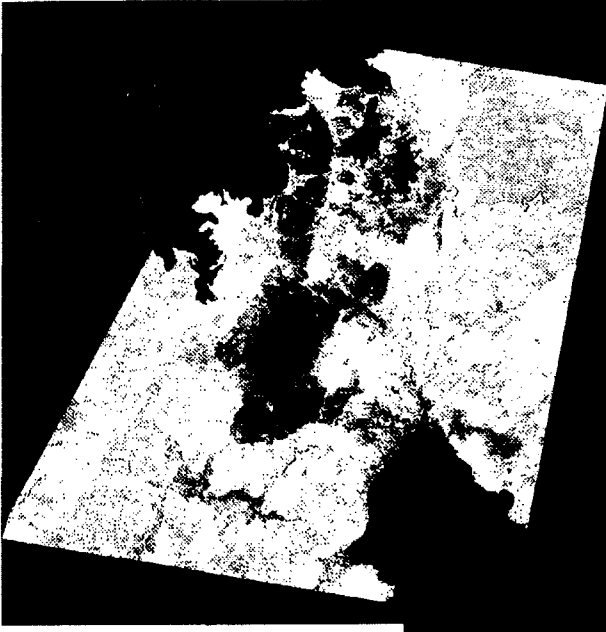


(b)

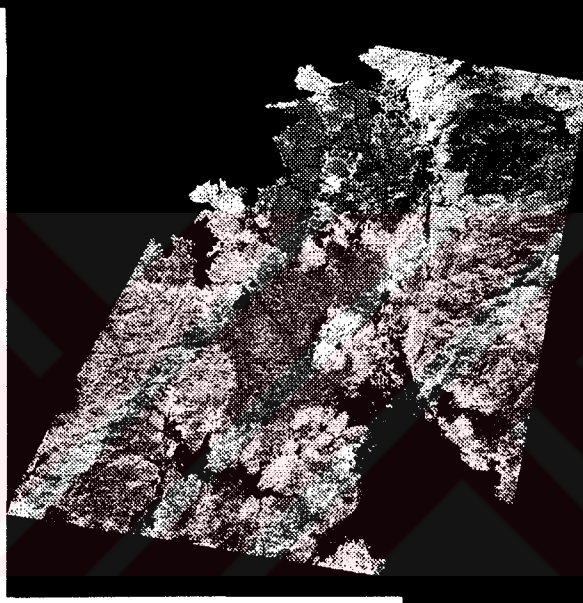
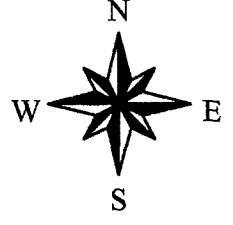


(c)

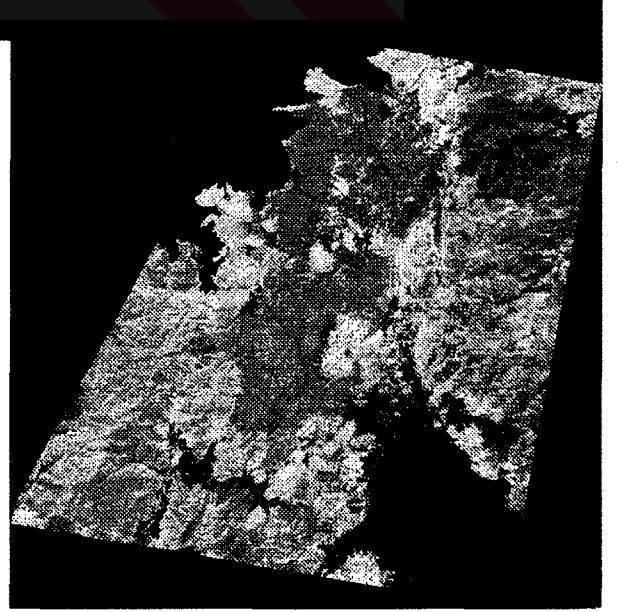
Şekil 6.6 : Landsat TM görüntüsünden elde edilen oran görüntüleri.



(a)

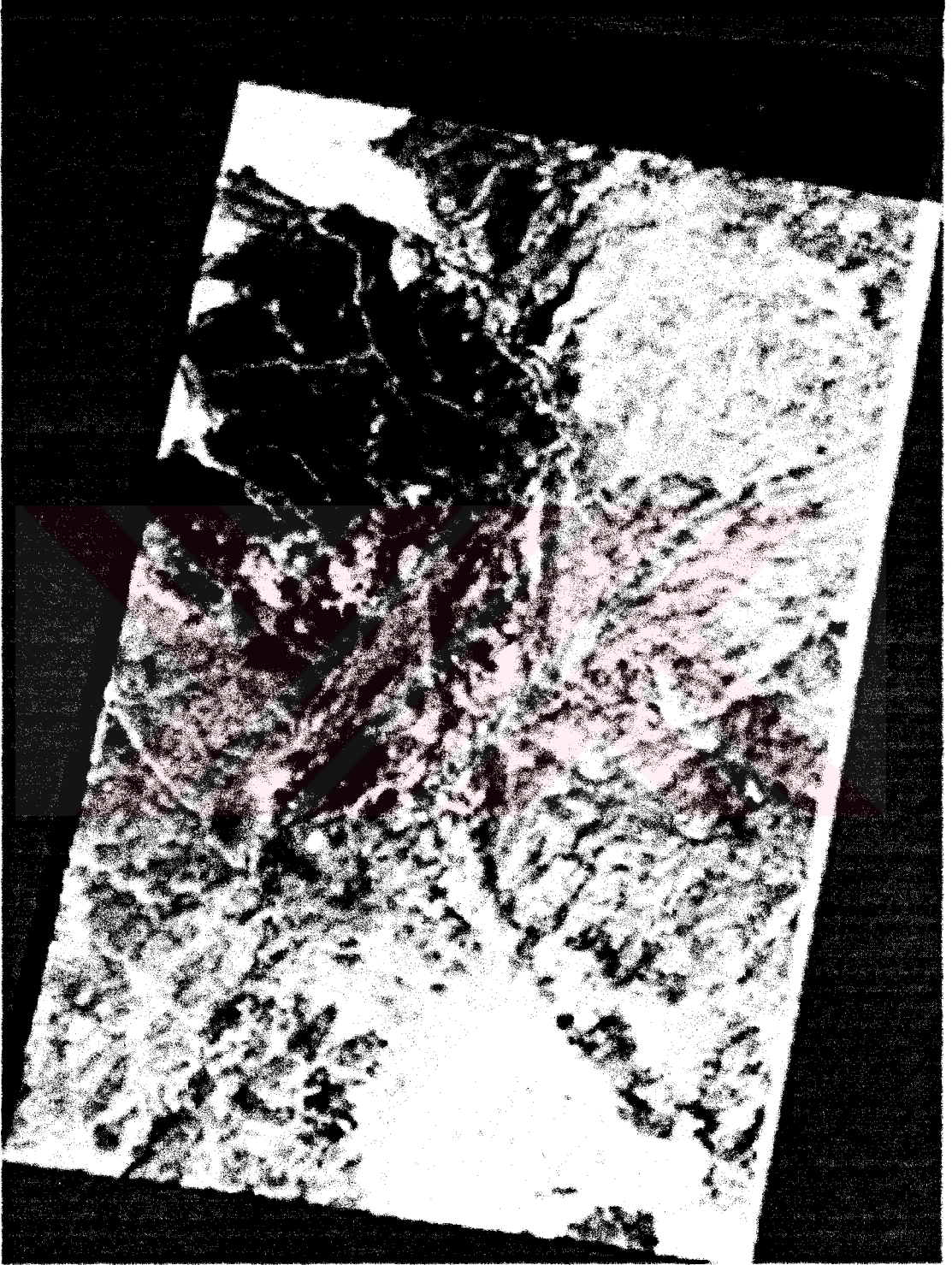


(b)

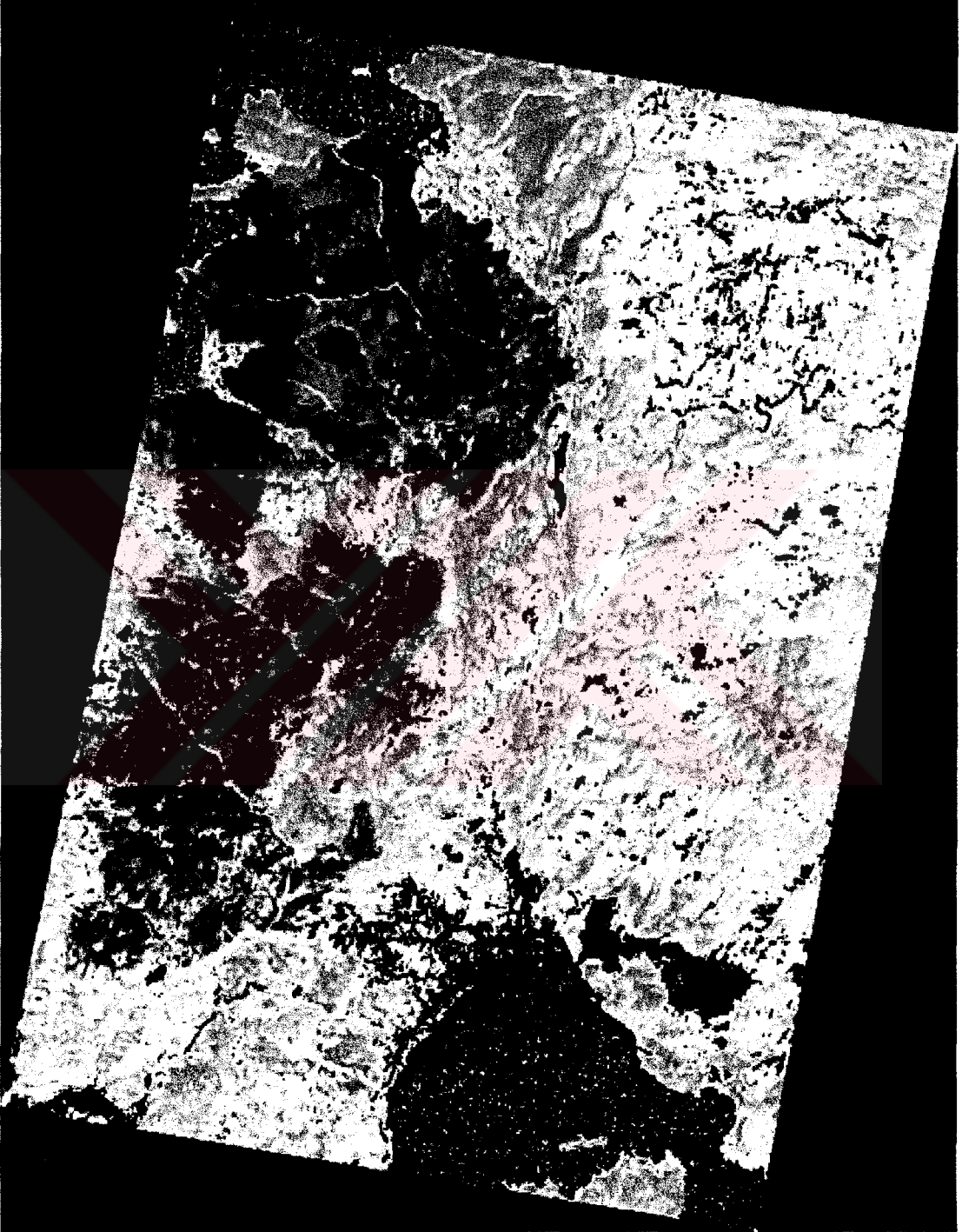


(c)

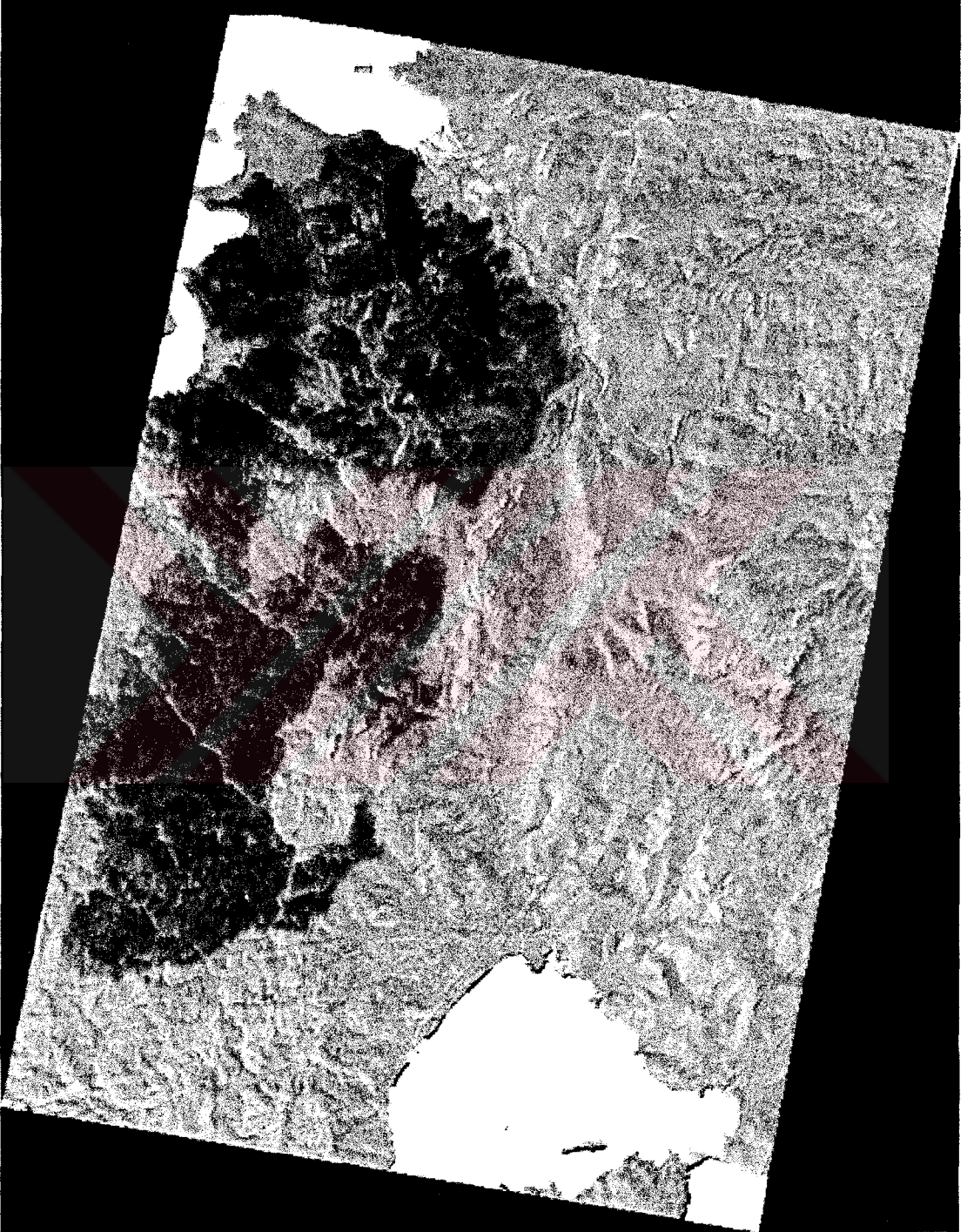
Şekil 6.7 : IRS-1C görüntüsünden elde edilen oran görüntüleri.



Şekil 6.8 : Landsat TM NDVI görüntüsünün IRS-1C NDVI görüntüsünden çıkarılmasıyla elde edilen yeni oran görüntüsü.



Şekil 6.9 : IRS-1C NDVI / TM NDVI oran görüntüsü.



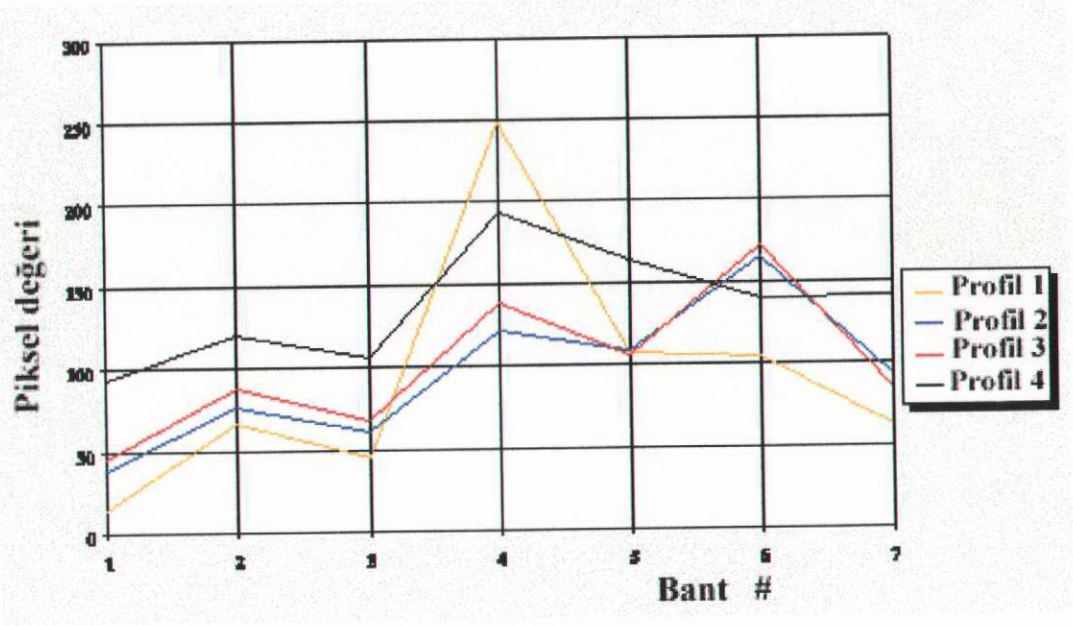
Şekil 6.10 : IRS-1C Yakın kö. / TM Yakın kö. oran görüntüsü.

6.5 Spektral Profil Analizi

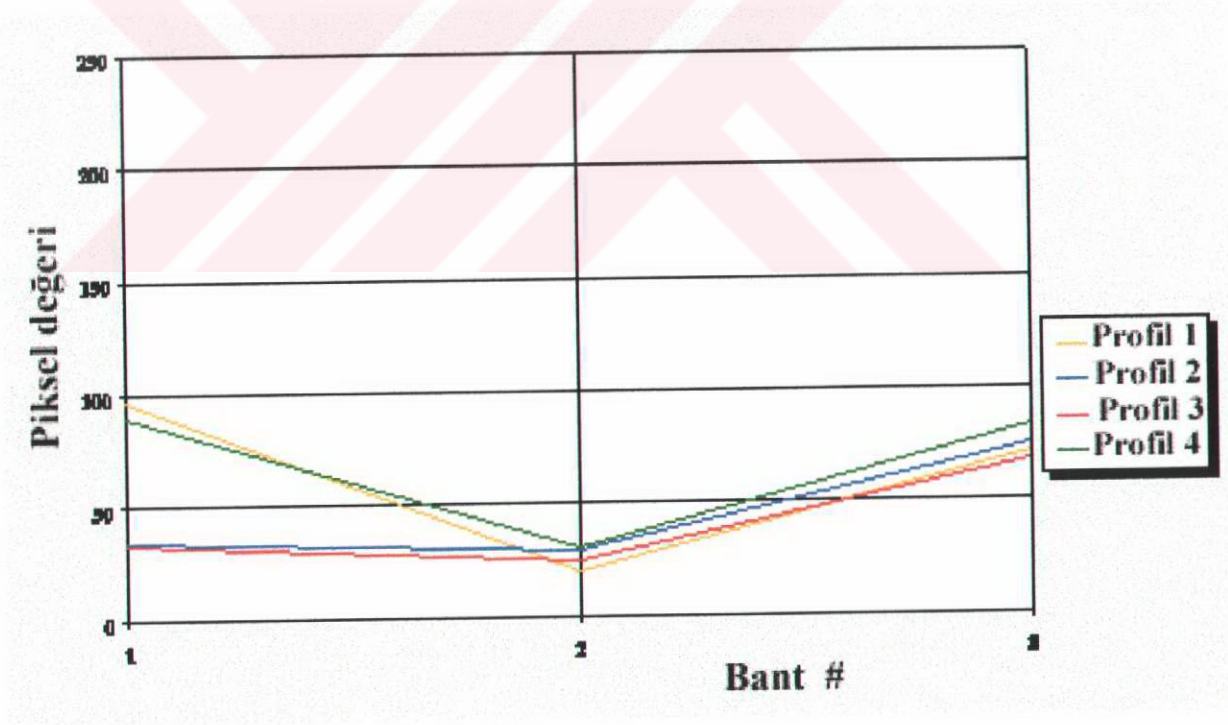
Yangın bölgesine ait 4 kontrol noktasında, yangın öncesi Landsat TM ve yangın sonrası IRS-1C görüntülerinden elde edilen spektral eğriler karşılaştırılmıştır. Bu 4 kontrol noktasının UTM koordinatları Tablo 6.5’de verilmiştir. Noktalardan 1 ve 2 nolu noktalar yanmamış, 3 ve 4 nolu noktalar ise yanmış bölgeye ait noktalardır. Şekil 6.11’de görüldüğü gibi yangın öncesi elde edilen spektral eğriler (a) karakteristik sağlıklı bitki örtüsünün spektral eğrisi ile benzeşim göstermektedir. Yanmış bölgenin spektral yansıtım eğrisi ise (b) oldukça farklı karakterdedir. Elde edilen bu farklılık, yangına bağlı olarak bitki örtüsünde meydana gelen değişimlerin uydu görüntülerinde saptanıp analiz edilmesine ve sınıflandırılmış görüntülerin daha doğruluklu yorumlanmasına olanak vermektedir.

Tablo 6.5 : Kontrol noktaları.

Nokta No:	Koordinat Değerleri (metre)	
	X	Y
1	609634	4090189
2	612484	4093989
3	607684	4080164
4	606784	4082589



(a)



(b)

Şekil 6.11 : Spektral profil eğrileri; (a) Yangın öncesi Landsat TM verisi (b) Yangın sonrası IRS-1C verisi.

6.6 Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması

6.6.1 Sınıflandırmada Kullanılacak Uygun Bant Kombinasyonlarının Seçimi

Uydu görüntüsünü bilgisayar ortamında renkli görüntüleme olanağı üç kanal ile sınırlı olduğundan multispektral veride mevcut olan bilginin tümünü görsel olarak algılamak genellikle çok zordur. Dijital görüntü analizinde, kanallar arasında mevcut olan yüksek korelasyon nedeniyle oluşan spektral fazlalığı kaldırmak ve böylelikle orijinal verilerden maksimum bilgi ve/veya özellik çıkartımını sağlamak esastır. Özellik, görüntüde görülebilen fakat daha çok görüntü verisinin (tek bant veya bant kombinasyonu değerleri) istatistiksel karakteristiklerini içeren bilgilerdir. Uygun bant kombinasyonlarının belirlenmesi için çalışma alanına ait çok spektrumlu veri dizisindeki korelasyon irdelenmiş ve oluşturulan korelasyon matrisindeki korelasyon katsayıları incelenerek minimum korelasyona sahip bantlar sınıflandırma için en uygun bant kombinasyonu olarak seçilmiştir. Tablo 6.6, incelenen bölgeye ait Landsat TM multispektral veri dizisi için korelasyon değerlerini göstermektedir. Bazı bantlar arasında görülen yüksek korelasyon (bant 1 ve 2, bant 2 ve 3, bant 5 ve 7 gibi...) değerleri ilgili bantlardaki dijital değerlerin (parlaklık değerleri) birbirlerine oldukça yakın olduğunu göstermektedir. Analiz sonrasında, minimum korelasyonlu kanalların 1, 3, 4 ve 3, 4, 7 olduğu gözlenmiştir. Bu iki grup içinden sınıflandırmaya esas teşkil edecek kanal kombinasyonu 3 ve 4 olarak belirlenmiştir [14].

Tablo 6.7, incelenen bölge için IRS-1C uydu görüntüsünün korelasyon matrisini göstermektedir. Tabloda da görüldüğü gibi 1 ve 2. bantlar arasındaki korelasyon en düşük olduğundan sınıflandırmada kullanılacak bantlar 1 ve 2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.6 : Korelasyon Matrisi.

TM BANT	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0.84160	0.86174	0.31441	0.69775	0.59408	0.77822
2		1	0.97561	0.68751	0.91705	0.79815	0.92302
3			1	0.59585	0.91506	0.79213	0.94659
4				1	0.75255	0.63631	0.61388
5					1	0.83999	0.96788
6						1	0.80939
7							1

Tablo 6.7 : Korelasyon Matrisi.

IRS 1C Bant	1	2	3
1	1	0.73391	0.77216
2		1	0.96587
3			1

6.6.2 Sınıflandırma

Sınıflandırma işleminde ISODATA (Iterative-Self Organizing Data Analysis Technique) ve Gauss En Çok Benzerlik yöntemleri kullanılmıştır. ISODATA yönteminde görüntü elemanları iteratif olarak sınıflandırılmaktadır. İşleme rastlantısal kümelere atanan belirli ortalama değerleriyle başlanır ve işlem bu keyfi ortalama değerlerinin verideki küme değerlerine öteleninceye kadar tekrarlanarak devam eder. Bu yöntemde kümeler, kontrollü sınıflandırmadaki örnekleme bölgeleri gibi elde edilebilmekte ve uygun bulunan kümeler diğer kontrollü sınıflandırma yöntemlerinde de kullanılabilmektedir.

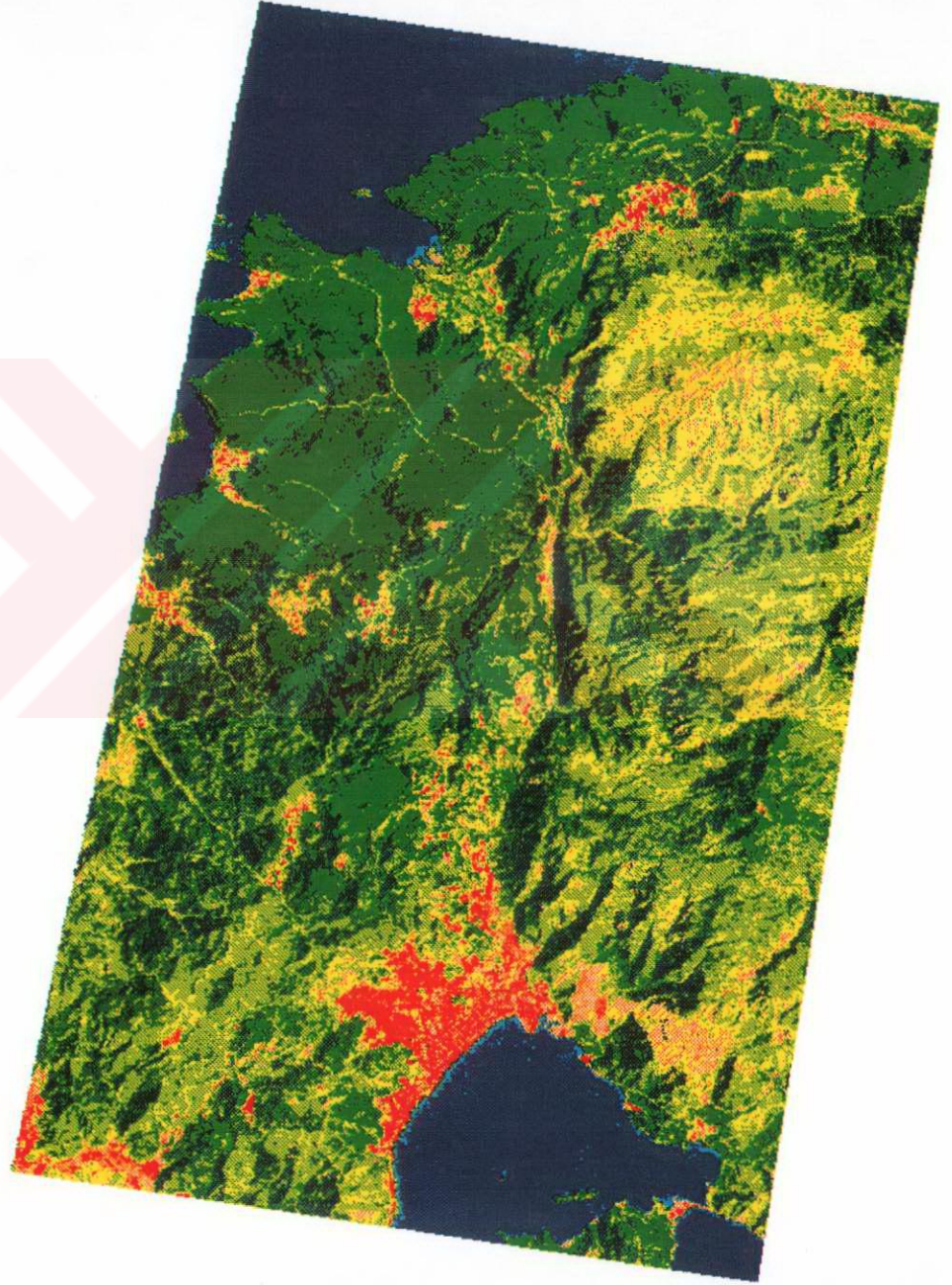
Landsat TM görüntüsü önce ISODATA yöntemiyle sınıflandırılmıştır. Küme sayısı 25 olarak girilen sınıflandırma sonucunda oluşan kümeler topoğrafik ve yangınla ilgili tematik haritalardan yararlanarak irdelenmiş ve bazı kümeler atılarak/birleştirilerek küme sayısı 18'e indirilmiştir. Bu kümelere kontrollü sınıflandırma algoritmalarından

olan Gauss En Çok Benzerlik yöntemi uygulanmıştır. Bu işlem sırasında TM görüntüsünde bulunan bütün kanallar değil daha önce en uygun bant kombinasyonu olarak belirlenen kanallar kullanılmıştır. Elde edilen sonuç görüntü bölgeye ait yardımcı veriler ile birkez daha irdelenmiş ve oluşan sınıflar için lejant hazırlanmıştır. Şekil 6.12’de bu sınıflandırma sonucu elde edilen Landsat TM görüntüsü verilmektedir. Sınıflandırılmış görüntünün arazi kullanımı haritası ile genel olarak uyum içinde olduğu fakat incelenen bölgenin kuzey kesimlerinde bozuk orman yapısında ve güney kesimlerin ise verimli orman yapısında farklılıklar olduğu görülmektedir. Özellikle bölgenin güneyindeki orman örtüsünde gösterilen verimli yapının geçen zamanla bozulduğu (kapalılık derecesinin azaldığı) saptanmıştır.

Landsat TM görüntüsü için yapılan sınıflandırma işlemi, yangından 15 gün sonra alınan IRS-1C görüntüsü için de yapılmıştır. Önce ISODATA yöntemiyle veriler doğal spektral gruplarına ayrıştırılmış ve sonra “Gauss En Çok Benzerlik yöntemi” ile uygun bant kombinasyonu kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Oluşan sınıflar için elde mevcut bulunan topoğrafik ve tematik haritalar yardımıyla lejant hazırlanmıştır. Şekil 6.13’de bu sınıflandırma sonucu oluşan görüntü gösterilmiştir. Bu verinin sınıflandırılmasındaki amaç yangın bölgesinin tespit edilerek alansal hasarın ortaya konulması ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’nden alınan tematik harita ile yanan bölgelerin karşılaştırılmasıdır. Sınıflandırma sonucunda yanan bölgeye ait alansal değer 6290,062 hektar olarak belirlenmiştir. Elde mevcut bulunan yangın bölgesine ait tematik haritadaki değer ise 7100 hektardır. Görüldüğü gibi yaklaşık 800 hektarlık bir fark bulunmaktadır. Tematik haritada belirtilen



YERLESİM	
VERİMLİ ORMAN	
BOZUK ORMAN	
CIPLAK TOPRAK1	
CIPLAK TOPRAK2	
KAYALIK	
DENİZ	

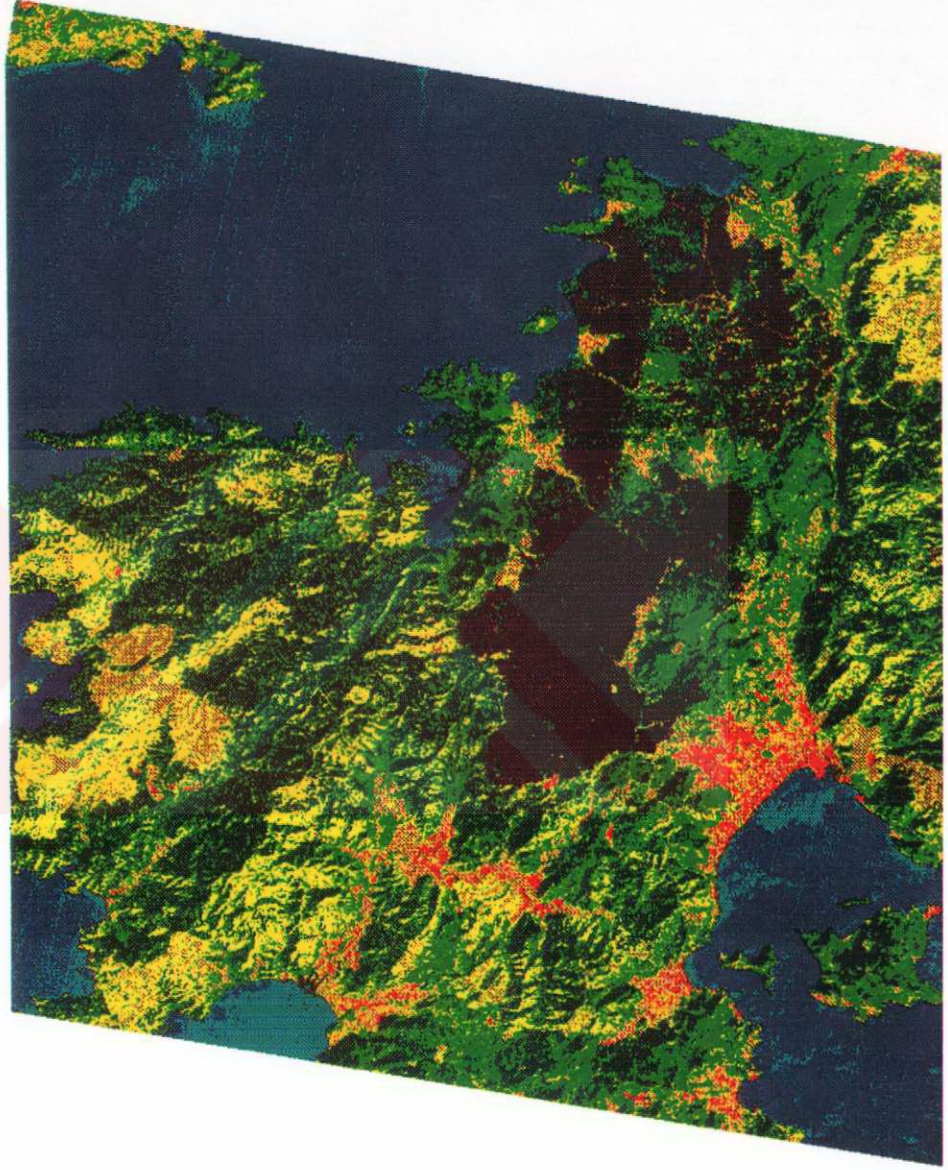


1:150000

Şekil 6.12 : En Çok Benzerlik yöntemine göre sınıflandırılmış Landsat TM görüntüsü.



YERLESİM	
YANMIS ORMAN	
VERİMLİ ORMAN	
BOZUK ORMAN	
CIPLAK TOPRAK1	
CIPLAK TOPRAK2	
KAYALIK	
DENİZ1	
DENİZ2	



1:200000

Şekil 6.13 : EN Çok Benzerlik yöntemine göre sınıflandırılmış IRS-1C görüntüsü.

ağaçlandırma bölgelerinden bazıları, sınıflandırma işlemi sonucunda elde edilen uydu görüntülerinde yanmış alan sınıfına dahil olmamışlardır. Ayrıca tematik haritadaki veriler yersel çalışmalarla genelleştirilerek elde edilmiş ve bu yaklaşık değerler üzerinden alansal veriler planimetrik değerlendirmeye elde edilmiştir. Tablo 6.8’de alansal değerler karşılaştırmalı olarak verilmektedir ve Şekil 6.14’de yanan alan sınıfına dahil olmayan ağaçlandırma bölgeleri kırmızı daire içinde gösterilmişlerdir. Yapılan analiz sonucu, sınıflandırmada yanan alan sınıfına dahil olmayan ağaçlandırma bölgelerinin alansal değerlerinin toplamı 844,2 hektar olarak bulunmuştur. Tematik verilerle sınıflandırma verileri arasında görülen 804 hektarlık alansal farkın buradan kaynaklandığı görülmektedir. Oluşan 40 hektarlık fazlalık ise hem sınıflandırma doğruluğu hem de vektör verilerin sayısallaştırılma doğruluğu içinde düşünülebilir. Bu nedenlerden dolayı alansal veriler arasındaki fark doğal karşılanabilir.

Tablo 6.8 : Alansal değerlerin karşılaştırılması.

Yöntem	Alan Değeri (Hektar)
Yersel Çalışmalar	7094,159
Uydu Verileri	6290,062
Alansal Fark	804,097

Yangın sonrasına ait mevcut diğer bir veri kaynağı olan SPOT P görüntüsüne uygulanan ISODATA sınıflandırma yönteminden ise istenen sonuç alınamamıştır. Bu sınıflandırmada da beklenen özellikle yanmış bulunan bölgenin, sağlıklı orman yapısından ayırt edilebilmesiydi. Fakat istenen amaç doğrultusunda bir netice alınamamıştır. İstenen bilginin çıkarılamamasının sebebi, verinin tek kanallı olması ve elektromanyetik bölgenin 0,51-0,73 μm kısmında algılama yapması nedeniyle spektral ayırt etmede yeterli spektral çözünürlüğe sahip olamamasıdır. Diğer bir nedendir görüntünün yangından 3,5 ay gibi bir süre sonra elde edilmiş olması ve bu süre zarfında küçük otsu bitkilerin yetişmiş olması düşünülmektedir.



1:100000

Şekil 6.14 : Sınıflandırma sonucunda “Yanan Alan” sınıfına dahil olmayan bölgeler.

6.7 Verilerin Rektifikasyonu

Bölüm 4 de açıklandığı gibi rektifikasyonda amaç; dijital görüntüde, algılayıcı platformun yükseklik, konum ve hızındaki değişimlerle yeryüzü eğriliği, atmosferik kırılma gibi faktörlerden oluşan geometrik distorsiyonların giderilip dijital görüntünün haritanın geometrik entegrasyonuna sahip olmasını sağlamaktır. Bu düzeltme için yer kontrol noktaları (GCP) kullanılmıştır. Yer kontrol noktaları hem hedef harita koordinatları hem de uydu görüntü koordinatları bilinen noktalardır. Bu noktalar, görüntüye olabildiğince iyi dağılmış, görüntüde doğrulukla işaretlenebilen kalıcı, belirgin (örneğin, yol kesişimleri, farklı kıyı çizgisi özellikleri, tarla sınır kesişimleri vb...) noktalar olmalıdırlar. Yer koordinat sistemi ile görüntü koordinat sistemi arasındaki bağıntıyı sağlayan transformasyon eşitlikleri 1. dereceden bir polinom olarak seçilmiştir. Bu eşitliklerin katsayıları, yer kontrol noktalarının her iki sistemdeki mevcut koordinat değerlerinin En Küçük Kareler yönteminin kullanılmasıyla hesaplanmıştır. [6]

Yer kontrol noktalarının seçimi için 1/25000 ölçekli topoğrafik partalardan yararlanılmıştır. Hem uydu görüntüleri üzerinde hem de topoğrafik haritalarda net olarak görülebilen noktalar seçilmiştir. Seçilen bu noktaların ülke koordinatları (UTM) topoğrafik haritalardan lineer interpolasyon ile elde edilmiş, veri dosya koordinatları ise kullanılan ERDAS programı ile otomatik olarak girilmiştir. Landsat TM için 31, SPOT P için 74 ve IRS 1C için de 74 tane yer kontrol noktası seçilerek işleme sokulmuştur. Çalışma alanının oldukça dağlık ve yoğun bir bitki örtüsüyle kaplı olmasından dolayı noktaların çoğu kıyı bölgelerinden seçilmiştir.

1. Derece dönüşüm formülleri şu şekildedir:

$$X = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y$$

Burada; X ve Y yer koordinatları, x ve y veri dosya koordinatları ve a,b elemanları ise dönüşüm katsayılarıdır. Dönüşüm için hata sınırı, RMS, $\pm 0,5$ piksel alınmıştır.

Tablo 6.9’da herbir uydu verisi için dönüşüm katsayıları; a_0 , a_1 , a_2 , b_0 , b_1 , b_2 ve Tablo 6.10’da ise dönüşüm sonucu elde edilen RMS değerleri verilmiştir.

Tablo 6.9 : Transformasyon Katsayıları.

	Landsat TM	SPOT P	IRS 1C
a_0	607010,918	605607,592	592733,953
a_1	29,7979482	9,7920485	24,6067209
a_2	-4,7579439	-2,3146861	-4,4567815
b_0	4100166,636	4097173,939	4099943,287
b_1	-4,7199224	-1,7446634	-4,3073313
b_2	-29,6555707	-9,7477263	-24,5761100

Tablo 6.10 : Landsat TM, SPOT P ve IRS 1C için elde edilen X, Y ve Total RMS değerleri.

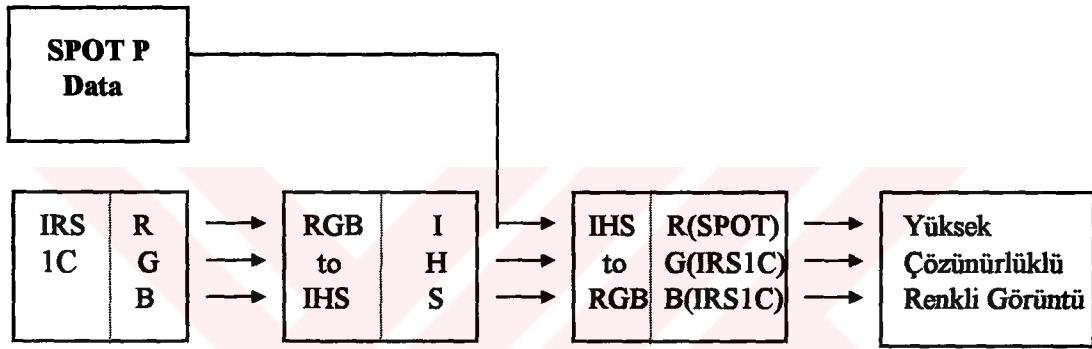
	X RMS	Y RMS	TOTAL RMS
Landsat TM	0,35666	0,28305	0,45533
SPOT P	0,36522	0,31028	0,47923
IRS 1C	0,33308	0,35975	0,49027

Bu dönüşüm katsayıları ile hem orijinal hemde işlenmiş (sınıflandırılmış ve oran görüntüleri) uydu görüntüleri ülke koordinat sistemine bağlanarak CBS ortamında beraber analiz edilmişlerdir.

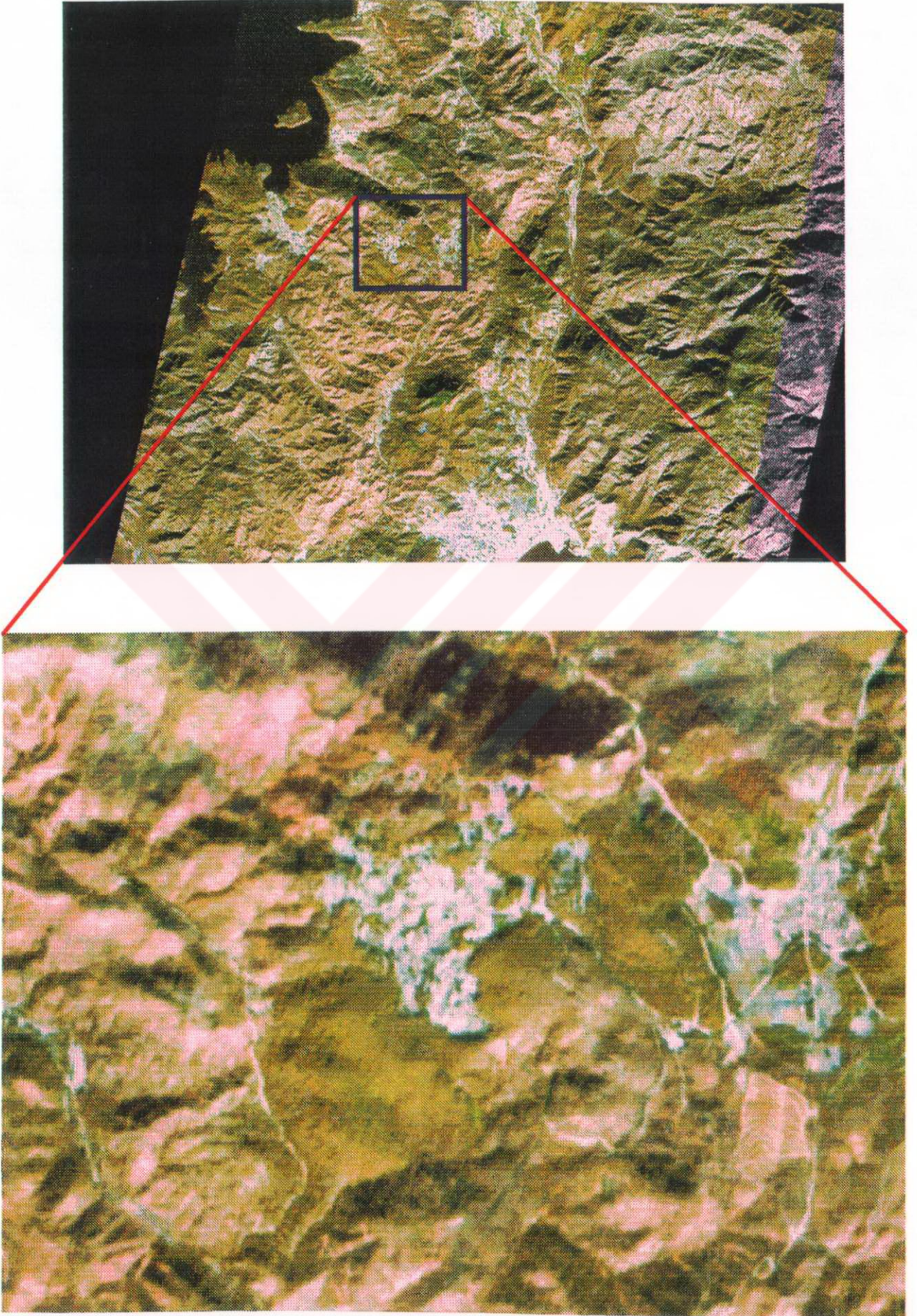
6.8 Uydu Görüntülerinin Çakıştırılması

Uydu görüntülerinin görsel açıdan yorumlanabilirliğini ve yüzey örtü sınıflarının ayırt edilebilirliğini arttırmak için farklı iki platformdan elde edilen görüntüler tek bir veri setinde toplanabilir. Çakıştırma işleminde, bilinen en yaygın teknik IHS dönüşümüdür. Bu çalışmada da 10 m yersel çözünürlüğe sahip tek kanallı SPOT P görüntüsüyle, yaklaşık 25 m çözünürlüğe sahip mevcut 3 kanallı IRS-1C görüntüsü çakıştırılıp yanan bölgenin daha detaylı görüntüsünün elde edilmesi amaçlanmıştır. Çakıştırma işleminin yapılabilmesi için iki görüntünün satır-sütun sayısı ile veri dosya koordinatları aynı

olmalıdır. Şekil 6.15'deki akış şemasında da görüldüğü gibi işleme IRS-1C görüntüsündeki Yeşil, Kırmızı ve Yakın Kızılötesi kanalları, RGB olarak işleme sokulmuş ve mevcut ERDAS yazılımındaki algoritma aracılığıyla IHS dönüşümü uygulanmıştır. Daha sonra elde edilen Yoğunluk (Intensity) kanalı ile SPOT P kanalı yer değiştirilerek ve ters işlem uygulanarak RGB modu yeniden elde edilmiştir. Sonuçta oluşan görüntü 10 m yersel çözünürlüğe sahip spektral olarak zenginleştirilmiş multispektral bir görüntüdür. Şekil 6.16'da oluşturulan çakıştırılmış görüntü verilmektedir.



Şekil 6.15 : IHS dönüşümünde uygulanan metodun akış şeması.



Şekil 6.16 : Spot P ve IRS-1C görüntülerinden elde edilen çakıştırılmış görüntü.

6.9 Orman Yangın Bilgi Sistemi

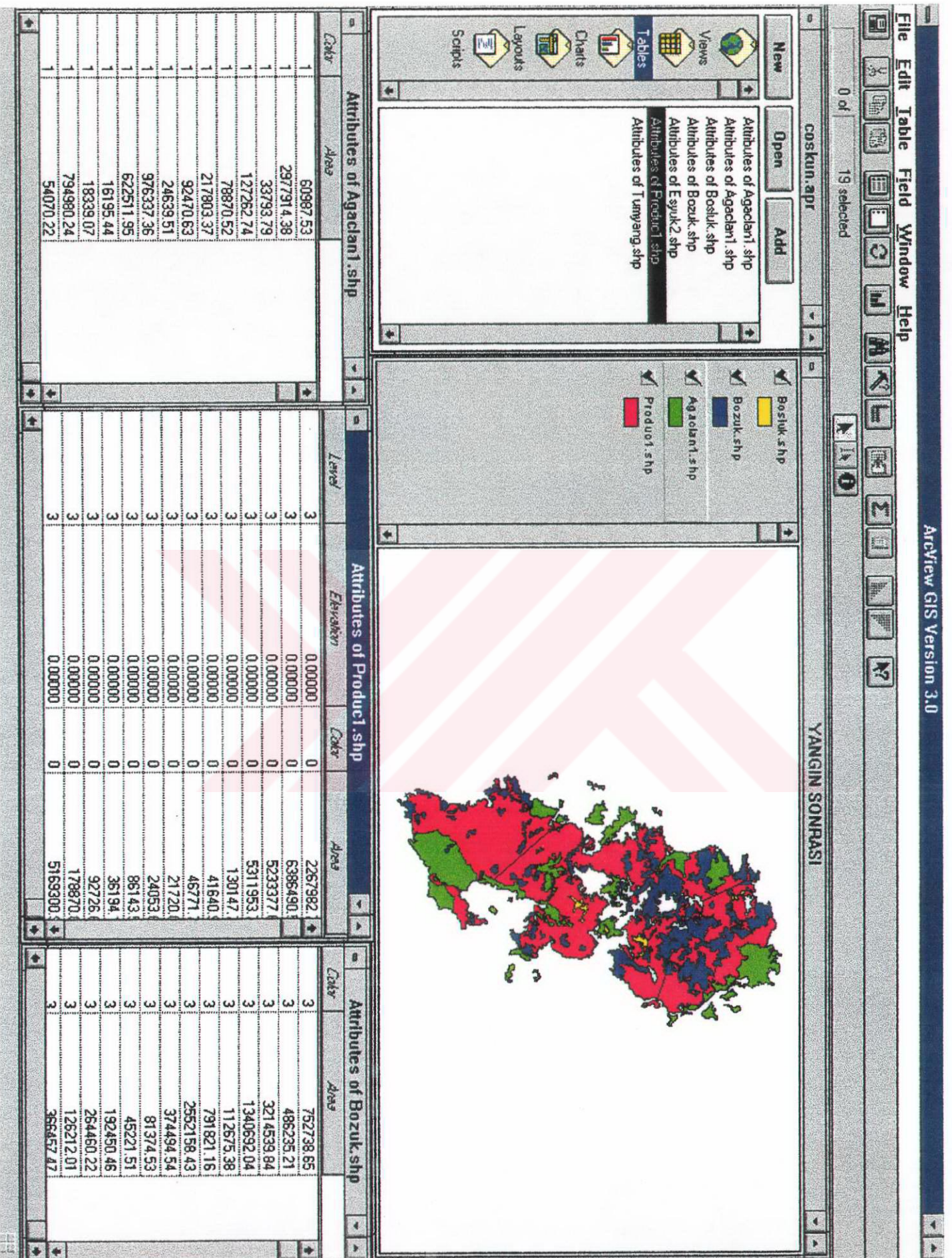
Ormanların korunması ve gelecek nesillere sağlıklı bir şekilde aktarılması için gereken etkin planlama ve yönetim, orman bilgi sistemini gerektirir. Uydu görüntüleriyle desteklenen, orman yangınıyla ilgili bir bilgi sistemine duyulan gereksinimin nedenleri aşağıda sıralanmıştır:

- Yangın öncesinde toprak yapısı, meteorolojik koşullar ve orman türüne bağlı olarak yangın risk alanlarının belirlenmesi ve buna bağlı olarak gereken kontrol ve tedbirlerin yerine getirilmesi,
- Yangın sırasında söndürme çalışmalarının en etkili bir şekilde organizasyonunun sağlanması ve yürütülen çalışmaların izlenmesi,
- Yangın sonrası oluşan hasarın tespiti ve buna bağlı olarak orman rehabilitasyon çalışmalarının toprak ve topoğrafik yapıya bağlı olarak modellenmesi.

Bu amaçları gerçekleştirecek bir bilgi sistemindeki girdi verileri şu kaynaklardan elde edilebilir:

- Uydu sistemlerinden elde edilen görüntüler ve hava fotoğrafları,
- Topoğrafik, jeolojik ve amenajman haritaları,
- Meteorolojik ölçümler.

Bu çalışmada kullanılan ARCVIEW programı, verilerin gösteriminde, araştırılmasında, sorgulanması ve analizinde coğrafi bilgilerin etkin bir şekilde kullanılmasını ve sunulmasını sağlayan bir CBS programıdır. Bu programın önemli bir özelliğide, veri tabanı sisteminden çizelge verilerinin (öznitelikler vb.) bu programa aktarılmasındaki kolaylıktır. Böylece coğrafik olarak veriler görüntülenebilir, sorgulanabilir, özetlenebilir ve organize edilebilir. Şekil 6.17’de ARCWIEV programının arayüzü ve pencereleri görülmektedir.



Şekil 6.17 : ARCVIEW programının arayüzü ve pencereleri.

ARCVIEW uygulamasında oluşturulan katmanlar yangından önce ve yangından sonra olarak iki ana bölümde incelenmiştir. Yangın öncesi analiz için oluşturulan görüntüde katman olarak bölgenin topoğrafik yapısını yansıtan eşyükseklik eğrileri ile Landsat TM'e ait orijinal, sınıflandırılmış ve oran görüntüleri yer almaktadır. Burada amaç yangından önce arazinin durumunu yansıtmaktır. Yangın sonrası analizde ise, yangın bölgesine ait verimli, ağaçlandırma ve bozuk orman vektör verileri, IRS-1C'ye ait orijinal, sınıflandırılmış ve oran görüntüleri ile karşılaştırılmış IRS-1C+SPOT P görüntüleri ayrı katmanlar olarak girilmiştir. Vektör verilerin tablo değerleri düzenlenip poligon yapısında olan orman sınıflarının alan değerleri hesaplatılmıştır. Tüm yangın alanına ait alansal değer sınıflandırmadan elde edilen alan değeriyle karşılaştırılmıştır. Hazırlanan bu verilerin farklı ölçeklerde çıktılarının alınabilmesi için programın "LAYOUT" modunda düzenlemeler yapılmıştır.

Bu CBS uygulamasında sorgulama yapılmamış, daha çok eldeki mevcut verilerin bütünü aynı koordinat sisteminde (UTM) olacak şekilde tek bir ortamda toplanmış ve bu verilerin coğrafi analizi ile yangın sonrası hasar tespiti alansal olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bütün verilerin CBS ortamında toplanması ile daha sonraki çalışmalara baz teşkil edecek sistemli ve etkin bir bilgi kaynağı (database) elde edilmiştir.

BÖLÜM 7

SONUÇ

Ormanlar bütün dünyada ülkelerin en büyük doğal zenginlik kaynağıdır. Ekolojik dengenin içindeki önemli rolünün yanı sıra endüstride de ormansal ürünlerin kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Bu kadar önemli bir olgu olan ormanların en büyük düşmanı yangınlardır. Her yıl çıkan onlarca yangınla dünyanın ciğerleri konumunda olan ormanlar büyük zarar görmektedirler. Orman yangınları bitki örtüsü ve buna bağımlı fauna, toprak, hava kirliliği, bölgesel iklim ve hatta genel iklim üzerinde büyük etkiye sahiptirler. Yangınlarda orman kayıpları kaçınılmaz olup, yangınların çevreye ve özel mülkiyete büyük zararları vardır. Yangınların ormanın kendini yenileme özelliğine verdiği olumsuz etki ve hayata verdiği zarar kolaylıkla farkedilebilir. Burada önemli olan yangından dolayı oluşan zararın büyüklüğü ve ciddiyetinin yangını önlemek için yapılan masraf ve çalışmalara değip değmeyeceğidir. Bu sebeple orman yangınlarının neden olacağı zararların önceden bilinerek önlem alınması gerekmektedir. Orman yangınlarının neden olduğu hasarların modellenmesinde değişik yaklaşımlar mevcut olmasına karşılık, günümüzde zaman ve maliyet açısından etkin olarak mekansal bilginin elde edilmesi, işlenmesi ve görüntülenmesi için Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi yeni tekniklerin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Uzaktan algılama ve CBS, ormanların ve yeşil alanların yönetiminde önemli bir araçlardır. Orman kaynaklarının planlanması ve yönetilmesi için yapılan çalışmaların çok amaçlı yararlanma ve süreklilik prensiplerine göre ve ormancılığın ihtiyaçlarını karşılayacak, sorunlarının çözümünde yardımcı olacak bir tarzda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. CBS, bu şekildeki çalışmalara imkan tanıyacak ve yeni bir boyut kazandıracaktır.

Uzaktan algılama verileri yardımıyla yangın öncesinde bölgenin yeşil bitki örtüsü yoğunluğu ve meteorolojik koşullar (rüzgar hız, nem, bulut tabakası ve sıcaklık) göz önünde bulundurularak yangın potansiyel indeksleri hazırlanabilir. Ayrıca uydu görüntülerinin sınıflandırılmasıyla orman türü ve kullanımı belirlenebilir. Yangın anında bölge sürekli izlenerek durum değerlendirilmesi yapılabilir ve söndürme çalışmaları optimal bir şekilde organize edilebilir. Örneğin bölgeye ait yol paftaları, topoğrafik ve yerleşim paftaları sayısallaştırılarak CBS ortamında uzaktan algılanmış verilerle birleştirilip yanan alanın yerleşim alanlarına olan uzaklığı, söndürme ekiplerinin konumu ve hedefe en kısa yoldan ve en kısa zamanda intikallerinin sağlanması uygulanabilir. Yangın sonrasında ise yanan alanlar belirlenip alansal değerler genel ve orman türüne göre ortaya konulabilir.

Elde edilen her türlü mekansal veri ve bunların öznitelikleri bir CBS ortamında bütünleştirilebilir. Bu bütünleşik CBS ile yangın davranış modelleri hazırlanabilir. Yangın davranış modellemesinde amaç, verilen herhangi bir yoğunluklu nokta için

yangın davranışını ve yüzey yangını için yayılma parametrelerini hesaplamaktır. Böyle bir model için girdiler iki boyutlu rüzgar alanı, yer parametreleri, yanacak madde yoğunluğu ve yanacak bölgenin detaylı bir açıklaması olacaktır. Orman yangın modellerinin CBS modelleriyle bütünleştirilmesiyle yönetim alanında yangın tehlike durumuyla ilgili yeni bir bakış açısı kazanılabilir. Bu analizlerle örneğin arazide belirli bir noktada başlayan yangından dolayı oluşan zarar potansiyelleri hesaplanabilir. Bu zarar potansiyeli yangın noktasının hassas objelere (bina, demiryolu, yangına hassas ekosistem alanları vb.) olan mesafesine bağlıdır. Burada bahsedilen mesafe kavramı direkt uzaklık yerine yangının yayılma davranışını (karakteristiğini) da dikkate almalıdır. Bu yaklaşımda yayılma simülasyonu, verilen çevresel şartlar altında herhangi bir yerden başlayan yangının herhangi bir objeye ulaşması için gereken zamanın hesaplanmasında kullanılabilir.

CBS tabanlı karar destek mekanizmaları orman yöneticilerine ve doğal kaynak yöneticilerine planlama, ormanlık alanlar hakkında bilgi üretme ve etkili kaynak yönetimi için karar vermelerinde yardımcı olan sistemlerdir. Kaynakların yönetiminde ki artan güçlükler ve daha yüksek talepler hergün değişen dünyadaki geçerli orman yönetimini karakterize etmektedir. CBS, orman yönetiminde eldeki verilerin bütünleştirilmesi için önemli bir ortam olmasına rağmen kaynak analizleri için tüm potansiyelleri kullanılmamaktadır. İlgili kurumlar yeni teknolojiyle yeni bir bilgi tasarımı oluşturmak yerine eski sistemi otomatikleştirmeye çalışmaktadırlar.

Bu çalışma kapsamında Muğla Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Marmaris Orman İşletme Şefliğinde 1996 Temmuz ayında meydana gelen orman yangını incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda yanan bölge, orman türü ve alansal olarak ortaya konmuştur. Elde edilen alansal değerler Orman Bölge Müdürlüğü'nün verileriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda Uzaktan Algılama verilerinden elde edilen alan değeriyle (6290.062 hektar), ilgili kurum tarafından belirtilen alan değeri (7094.159) arasında 804.097 hektarlık bir fark bulunmuştur. İlgili kurum tarafından hazırlanan tematik haritada belirtilen ağaçlandırma bölgelerinden bazıları, sınıflandırma işlemi sonucunda elde edilen uydu görüntülerinde yanan alan sınıfına dahil olmamışlardır. Ayrıca tematik haritadaki veriler yersel çalışmalarla genelleştirilerek elde edilmiş ve bu yaklaşık değerler üzerinden alansal veriler planimetrik değerlendirmeye elde edilmiştir. Yapılan analiz sonucu, sınıflandırma işlemi sonucunda, yanan alan sınıfına dahil olmayan ağaçlandırma bölgelerinin alansal değerlerinin toplamının, yaklaşık olarak meydana gelen alansal fark kadar olduğu görülmüştür.

Elde edilen yangın öncesi ve sonrası sınıflandırılmış ve oran görüntüleri UTM koordinat sistemine dönüştürülmüş ve sayısallaştırılan topoğrafik ve tematik verilerle karşılaştırılmak üzere ARCWIEV Coğrafi Bilgi Sistemi programında bütünleştirilmiştir. Bu işlem sonucunda yangınla ilgili bütün veriler aynı ortamda düzenli bir şekilde toplanmış ve karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Sonuç olarak yangın alanında uzaktan algılama verileriyle yapılan bu tip bir çalışmayla bölgedeki alansal veriler güvenilir bir şekilde elde edilmektedir. Ayrıca bölgenin doku farklılığı ortaya çıkarılıp yangın sonrası doğru bir envanter çalışması yapılabilir. Bu değerlendirmeler uydu görüntüleri ve dijital görüntü işleme teknikleriyle çok kısa bir sürede elde edilebilmektedir. Hızlılık özellikle hasarın en kısa zamanda doğru olarak

tespit edilerek bölgedeki tekrar ağaçlandırma çalışmalarının başlatılabilmesi için önemli bir avantajdır. Ayrıca bütün verilerin CBS ortamında toplanması ile daha sonraki çalışmalara baz teşkil edecek sistemli ve etkin bir bilgi kaynağı elde edilmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] ÖRMECİ, C. ; Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri), İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, (1987).
- [2] SWAIN, Philip H., and DAVIS, Shirley M.; Remote Sensing (Quantitative Approach),
- [3] ERDAS Field Guide; Second Edition, Version 7.5, July, 1991.
- [4] DEEKSHATULU, B.L. ve JOSEPH, G. ve CHANDRASEKHAR, M.G.; Indian Remote Sensing Satellite (IRS-1C)-The New Beginning of a New Era, Current Science, Vol.7, No.7, (1996).
- [5] LILLESAND, T.M. and KIEFER, R.W.; Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons, (1987),
- [6] JANSSEN, L.L.F., and VAN DER WEL, F.J.M.; Accuracy Assessment of Satellite Derived Land Cover Data: A Review, Photogrametric Engineering & Remote Sensing, Vol.60, (1994).
- [7] Manuel of Remote Sensing; American Society of Photogrametry Falls Church, Va, (1975).
- [8] MATHER, P.M.; Computer Processing of Remotly Sensed Images (1987).
- [9] YAĞIZ, Erol.;
- [10] SUNAR, Filiz.; Körfezlerdeki Su Kalitesinin Uydu Görüntü Verileri Yardımıyla İncelenmesi, Doktora Tezi, (1991).
- [11] BATUK, G., vd. ; Veriden Bilgiye Coğrafi Bilgi Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul, (1996).
- [12] ARANOF, S.; GIS: A Management Perspective, WDL Publications, (1989)
- [13] BOYDAK, M. ve DİRİK, H.; Marmaris OrmanYangını ile Yanan Alanların Silvikültürel Açidan Değerlendirilmesi ve Uygulama Önerileri (1996).
- [14] SUNAR, F. ve vd.; Uzaktan Algılama Yöntemleri Kullanılarak Ürün Rekolte Tahmini.

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Erbaa'da (Tokat) doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kırıkkale'de sırasıyla Kake İlkokulu ve Atatürk Ortaokulu'nda tamamladı. Liseyi Ankara'da Tapu ve Kadastro Meslek Lisesi'nde bitirdi.

1992-1993 öğretim yılında İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. Haziran 1996 yılında mezun oldu. 1996-1997 öğretim döneminde yüksek lisans programına başladı.

Mezuniyetinden Aralık 1997 tarihine kadar EMI Harita ve Bilgi İşlem şirketinde operatör olarak çalıştı. Daha sonra 1997 Aralık ayı içerisinde Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği bölümünde Araştırma görevlisi olarak göreve başladı.

Halen bu görevine devam etmektedir. Evlidir.