

39444

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

39444

İSTANBUL ÇATALCA BÖLGESİNDE UZAKTAN ALGILAMA

YÖNTEMLERİ İLE METROPOLİTEN ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeodezi ve Fot. Müh. F.Zehra ALKAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 1 Eylül 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 2 Eylül 1993

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Cankut ÖRMECİ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Olcay ÖZTAN

: Doç.Dr. Oğuz MÜFTÜOĞLU

EYLÜL 1993

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Programında gerçekleştirilen bu Yüksek Lisans Çalışmasında uydu verileri yardımı ile İstanbul Metropoliten alanı içerisinde Çatalca bölgesinde analizleme çalışmaları, yersel verilerle kıyaslanmış ve bölgeye en uygun değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır.

Bu çalışma süresince değerli bilgilerinden yararlandığım ve desteğini gördüğüm danışman hocam Prof. Dr. Cankut ÖRMECI' ye, başta Doç. Dr. Oğuz MÜFTÜOĞLU olmak üzere İTÜ Uzaktan Algılama Anabilimdalı öğretim üyelerine en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarından dolayı Arş. Gör. Çiğdem GÖKSEL ve Arş. Gör. Murat KURUOĞLU' na çok teşekkür ederim.

Desteklerinden dolayı aileme ve tüm arkadaşlarıma ayrıca sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Önsöz	ii
İçindekiler	iii
Semboller ve Kısaltmalar	v
Özet	vi
Summary	vii
Bölüm - 1 : GİRİŞ	1
Bölüm - 2 : Elektromanyetik Enerji ve Spektral Işınım Özellikleri	4
2.1. Elektromanyetik Enerji	4
2.2. Elektromanyetik Spektrum	5
2.3. Atmosfer Etkisi	7
2.4. Cisimlerin Spektral Yansıtması	9
Bölüm - 3 : Elektromanyetik Işınım Algılanması , Algılama Sistemleri ve Özellikleri	12
3.1. Fotoğrafik Algılama Sistemleri	12
3.2. Fotoğrafik Olmayan Algılama Sistemleri	13
3.3. Algılama Platformları	13
3.4. Uzay Araçları	13
3.4.1. Landsat Uydu Sistemi ve Özellikleri	15
3.4.2. Landsat Görüntü Verilerinin Kayıtlı Olduğu Manyetik Bantın Fiziksel Özellikleri	21
Bölüm - 4 : Uzaktan Algılamada Sayısal Görüntüler , İşlenmesi ve Sınıflandırılması	25
4.1. Sayısal Görüntü	25
4.1.1. Piksel Parametreleri	25
4.1.2. Görüntü Parametreleri ve Görüntü İşlemesinin Matematiksel Yapısı	26
4.2. Görüntü İşlemesinin Matematiksel Yapısı	27
4.3. Görüntü Sınıflandırmasının Matematiksel Yapısı	28
4.3.1. Bayes Teoremi	28
4.3.2. Ayırım Fonksiyonları	30
4.3.3. N Boyutlu Dağılım	30
4.4. Görüntü Verilerinin Sınıflandırılması	34
4.4.1. Maximum-Likelihood Sınıflandırma Yöntemi	39
4.4.2. Minimum Uzaklık Yöntemi	40
4.4.3. Kümeleme Yöntemi ile Sınıflandırma	41
4.5. Erdas Görüntü İşleme Sistemi ile Sınıflandırma İşlem Aşamaları	42
4.5.1. Kontrollü Sınıflandırma İşlem Aşaması	42

4.5.1.1. Örnekleme Bölgelerinin Seçilmesi ve İşlenmesi	42
4.5.1.2. Örnekleme Sınıflarının Değerlendirilmesi	43
4.5.1.3. Örnekleme Bölgelerinin Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi ...	45
4.5.2. Kontrolsüz Sınıflandırma İşlem Aşaması	47
4.5.2.1. Ardışık Kümeleme (Sequential Clustering) Sınıflandırma Yöntemi	48
4.5.2.2. ISODATA Kümeleme Yöntemi	50
Bölüm - 5 : Uzaktan Algılama Şehircilik Uygulamaları	52
5.1. Uzaktan Algılamada Şehircilik	52
5.1.1. Halihazır Şehircilik Uygulama Harita Çalışmaları	53
5.1.2. Ulaşım İnceleme ve Değerlendirme Çalışmaları	54
5.1.3. Özel Mühendislik Proje Çalışmaları	54
5.1.4. Belediye İmar ve Resmi Denetimler	55
5.1.5. Bina ve Nüfus Tahminleri	55
5.1.6. Yapı Nitelik ve Kalite Çalışmaları	56
5.2. Uzaktan Algılama Teknikleri ile Şehir Veri Edinimi	57
Bölüm - 6 : İstanbul Çatalca Bölgesinin Türkiye ve Bölgesindeki Yeri , Bölgeye Ait Görüntü Verilerinin Yorumlanması ve Yer Verileri ile Karşılaştırılması	59
6.1. Uygulama Bölgesi İstanbul Çatalca'nın Türkiye ve Bölgesindeki Yeri	59
6.1.1. Doğal Nitelikleri ve Konumu	59
6.1.2. Çatalca Bölgesi Arazi Kullanımı	61
6.1.3. Çatalca Bölgesinin Genel Olarak Değerlendirilmesi	62
6.2. İstanbul Çatalca Uygulama Bölgesinden Uzaktan Algılama Verisi ile Oluşturulan Görüntü Analizi	64
6.2.1. Uygulama Bölgesi Görüntü Verilerinin Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi	64
6.2.1.1. Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi Kullanarak Görüntü Oluşturulması	64
6.2.1.2. Kontrolsüz Sınıflandırma Yöntemi Kullanılarak Görüntü Oluşturulması	70
6.2.1.3. Sınıflandırılmış Görüntülerin Değerlendirilmesi	73
Sonuçlar	79
Kaynaklar	81
Ek ' ler	83
Özgeçmiş	89

SEMBOLLER ve KISALTMALAR

ASCII	Amerikan Standart Kodu
AGA	Anlık görüş açısı
BINARY	İkili sayı sistemi
BSQ	Band-Sequantial
BIL	Bant-Interleaved
BIP	Bant Interleaved by Pixel
BOT	Begining of Tape
CCT	Computer Computable Tabe
EBCDIC	İkili Kodlu Desimal Sistem
EOF	End of File
EOT	End of Tape
ERST	Earth Resources Technology Satellite
GIS	Geographic Information System
HDDT	High Density Dijital Tape
IFOV	Instantaneous Field of View
ISODATA	Iterative Self-Organizing Data Analysis Tecnique
JM	Jeffrise-Matusita Uzaklığı
LANDSAT	Land-Satellite
NASA	National Aeronautics and Space Administration
MSS	Multispectral Scanner System
RBV	Return BeamVidicon
SBD	Signature Binary Data
SD	Euclide Uzaklığı
SEASAT	Sea-satellite
TM	Thematic Mapper
USGS	United States Geological Survey
USDA	United States Department of Agriculture

ÖZET

Endüstrileşme ile paralel olarak uzay teknolojisinin hızla gelişmesi, dünya nüfusunda oranın artması ve buna bağlı olarak tükenen doğal kaynakların incelenmesi, çevre ile ilgili diğer sorunlar, yerleşim ve araziden yararlanma, doğal enerji kaynakları, hammadde ve çevre koşulları gereksinimlerinin karşılanması, deniz ve kara yüzeyleri ile alt yapıların özellik ve konumlarının incelenmesi konularının hızlı, ekonomik ve güncel şekilde sağlanmasını gerektirmektedir. Uzaktan algılama arada mekanik bir temas olmaksızın cisimden yayılan ışının nitelik ve nicelik yönünden değerlendirilmesi ile cismin özelliklerinin uzaktan ortaya konması ve ölçülmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Çok yönlü bilgisayar sistem ve programlarının hızla gelişmesi ile uzaktan algılama pek çok bilim dalı içerisinde uygulama alanı bularak geniş bir şekilde kullanılmaktadır.

Uzay teknolojisine gelişmesine bağlı olarak çeşitli amaçlarla çok sayıda uydu, günümüzde işlevini sürdürmektedir. Bu uydular arasında yeryüzeyinin bilimsel araştırılmasına yönelik olarak algılama yapan LANDSAT (land-satellite) uydularından ikinci varyasyon olarak bilinen LANDSAT 4 ve 5 uyduları çok spektrumlu tarayıcı (MSS) ve tematik haritalama (TM) sistemleri ile yeryüzeyi algılanmaktadır. 1.3.1984 tarihinde yörüngeye oturtulan Landsat-5 uydusu, diğer algılayıcılara göre 30 m çözünürlük ve 7 kanal sayısı üstünlüğü nedeni ile bir çok alanda kullanılmaktadır.

Oluşturulan renkli görüntüler, konturollü sınıflandırma yöntemlerinden Maksimum Likelihood ve minimum uzaklık, kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinden Ardışık kümeleme ve ISODATA kümeleme yöntemlerine göre farklı kanallardan sınıflandırılmıştır. Bölgenin yersel bilgileri ışığında özellikleri değerlendirilerek sınıflandırılmış görüntülerin yorumları yapılmıştır. Bölgenin analizinin uydu verileri ile en iyi şekilde belirlenebileceğini çalışma sonuçları göstermiştir. Böylelikle uygulama bölgesinin yerleşim, sanayi, orman, ekili ve sulara kapalı alanları hakkında yeterli bilgiyi sağlamak üzere çalışma sonuçları hazırlanmıştır. Ayrıca farklı sınıflandırma yöntemleri ile oluşturulan görüntülerin yorumları kendi aralarında da kıyaslanarak sonuçların benzerliği ortaya konmuştur.

METROPOLITAN ANALYSES IN ISTANBUL-CATALCA SAMPLE BY REMOTE SENSING METHODS

SUMMARY

Remote Sensing is the science of detection the nature of objects on the earth surface without touching them. With development of the earth's thecnology fastly,many problems became to be solved.Increasing of the human population in connection with environmental pollution,urban planning,reduction of natural resourses and the others expect urgent and economical solution. The matter like that require interdisciplinary cooperation,modern research strategies and a global perspective. Remote sensing will be an important key tool for solving environmental probems in many kinds of sciencetific branches.

Remote sensing methods provide not only an overall view of the ground surface but also enable specific areas to be examined in great details. Acquisition of information about an object are ensured by sensors. Sensor systems used in remote sensing are photographic and non-photographic systems and space programs by aircraft and airborne which enable us to apply the improved capability to study natural resources,economic potentials,environmental engineering applications from data obtained that devices.

Application of remote sensing have two steps in general. Acquisition of data using proper sensors and data analysis as computer image processing,classification and interpretation.

The source, the atmospheric path, the target and the sensors are four component of remote sensing data-acquisition system. Electromagnetic radiation is the form between the compenents of the remote sensing system. Electromagnetic radiation occurs as a continuum of wavelengths and frequencies from short wavelength, high frequency cosmic waves to long wavelength, low frequency radio waves. In remote sensing, visible and near infrared radiation in the waveband 0.4-0.9 μm infrared radiation in the waveband 5-500 mm are used. The sun is a basic source of electromagnetic radiation. Energy of sun is spectrally distributed through the electromagnetic spectrum which is reflected, transmitted, absorbed and emitted. The reflected energy passes back through the atmospher and again is subjected to spectral and intensity modifications.

The acquisition of data from aircraft sensors used in remote sensing applications is affected by the atmosphere between the sensor

and the target. The atmosphere affects remote sensing data as scattering and absorption of energy. Scattering occurs when radiation is reflected by particles in the atmosphere and causes some of the energy to be directed outside the field of the sensors. Pure scattering is said to occur in the absence of all absorption.

Photographic and non-photographic systems used for data acquisition in remote sensing have capability of sensing visible and near infrared regions of the electromagnetic spectrum. The airborne scanner has improved methods for detecting and recording both the visible, near infrared and longer-wavelength bands, such as thermal infrared and microwave energy. A rotating mirror which sends the radiation on to a detector is used for scanning. Purpose of scanner is to detect measure and record electromagnetic energy. Commonly used non-photographing systems are satellite-based systems.

The development of satellite-based MSS (Multi Spectral Scanner) systems for commercial use had been started to take information from space in 1960s but MSS imagery became available in 1970s. The majority of satellite MSS imagery has been obtained from unmanned platforms, in particular from the LANDSAT series of satellites.

The LANDSAT satellite system, ERTS (Earth Resources Technology Satellite) was initiated in 1967 by NASA. LANDSAT-1 was launched in 1972 and equipped with a RBV (Return Beam Vidicon) television camera system and four waveband MSS. Since it was launched, remote sensing has proved valuable in various fields such as geology, hydrology, forestry, urban planning, etc. LANDSAT-2 was launched in 1975 and LANDSAT-3 was launched in 1978. LANDSAT 1, 2 and 3 had an orbit height of 910 km and capacity to image the entire Earth's surface every 18 days. Second generation of LANDSAT satellites are LANDSAT-4 and LANDSAT-5 were launched (1983 and 1984) into repetitive, circular, sun-synchronous, near-polar orbits. The satellite orbit is at an altitude of 705 km. These satellites have either the MSS or Thematic Mapper (TM) sensors. Transmission of MSS and TM data to ground receiving stations is made possible via the antennas onboard the satellite. The TM sensor is a highly advanced MSS incorporating a number of spectral, radiometric, and geometric design improvements relative to the MSS. The acquisition of data are included in seven bands.

Radiometrically, the TM performs its onboard analog to digital signal conversion over a range of 256 digital numbers. Geometrically, TM data resolution is a 30x30 m and have repetitive multispectral coverage and minimal image distortion.

LANDSAT data initially used to obtain a synoptic view of a large area of the Earth's surface for interpretation with aid of aerial photographic interpretation techniques but today, advantage of the digital image processing of remote sensing data, the monitoring of marine

environments, urban and industrial areas, etc. has become one of the most effective and upto date observation techniques.

In remote sensing, digital images are defined by discrete picture elements called pixels. The average brightness of small area within a scene is formed associated pixels. The size of this area affects the scene. The image has a great number of pixels and is formed a matrix. The image is held on magnetic tape and in particular on computer compatible tape (CCT).

Multispectral images require special consideration and are stored in interleaved formats BIP, BIL or BSQ.

Image processing and classification stages are the basis of remote sensing. Image processing helps the analyst supervise the process choosing the information categories or classes, selecting training areas the method is called 'Supervised Classification'. In supervised classification, the analyst employs a computer algorithm locating naturally occurring specifications from a heterogeneous sample of pixels.

Multispectral classification is the process of sorting pixels into a finite number of individual classes or categories of data, based on their data file values. If a pixel satisfies a certain set of criteria, the pixel is assigned to class that corresponds to that criteria.

Depending on the type of information extracted from the original data, classes may be associated with known features on the ground or may simply represent areas that look different to the computer.

Pattern recognition is the science and art of finding meaningful patterns in data, which can be extracted through classification. By spatially and spectrally enhancing an image, pattern recognition can be performed with the human eye.

With a computer system, statistics are derived from the spectral characteristics of all pixels in an image. Then, the pixels are sorted based on mathematical criteria.

The classification process forms into two parts; training and classifying. Training is the process of defining the criteria by which patterns are recognized in the data. The resulting of training is a set of signatures being statistical criteria for a set of proposed classes. After training pixels of an image are sorted into classes based on the signatures, by use of a classification decision rule which is a mathematical algorithm uses particular statistics, contained in the signature, to sort the pixels.

By identifying patterns, computer system can be trained to identify pixels with similar characteristics. If the classification is accurate,

then each resulting class represents an area of interest within the data that corresponds with the pattern that you originally identified.

Beside supervised training, unsupervised training is more computer automated. Some parameters which the computer uses are specified by the analyst to uncover statistical patterns that are inherent in the data. These patterns do not necessarily correspond to directly meaningful characteristics of the scene. They are simply groups of pixels with similar spectral characteristics. Unsupervised training is dependent upon the data itself for the definition of classes. This method is usually used when less is known about the data before classification. Analyst is responsible to attach meanings to resulting classes after classification. Unsupervised classification is only useful if the classes can be appropriately interpreted.

Usually, classification is performed with a set of target classes in mind. Such a set is called a classification system and the purpose of this system is to provide a framework for organizing and categorizing the information that can be extracted from the data. Most systems have a hierarchical structure, which can describe a study area in several levels of detail.

Maximum Likelihood (Bayesian) algorithm assumes that the histograms of the bands of data have normal distributions and rule is based on the probability that a pixel belongs to a particular class. The basic equation supposes that these probabilities are equal for all classes. If a priori knowledge is known that the probabilities are not equal for all classes, weight factors for particular classes can be specified. This variation of the Maximum Likelihood decision rule is known as Bayesian decision rule (Hord 1982). Advantages of this rule is to take the most variables into consideration consequently it is accurate. In spite of this, Maximum Likelihood is very parametric, meaning that it relies heavily on a normal distribution of data in each input band. The computation of this process takes a long time and this time increases with the number of input bands. Maximum-likelihood tends to overclassify signatures with relatively large values in the covariance matrix. If there is large dispersion of the pixels in a training sample, then the covariance matrix of that signature will contain large values.

The Minimum Distance decision rule calculates the spectral distance between the measurement vector for the candidate pixel and the mean vector for signature. When spectral distance is computed for all possible values of all possible classes, the class of the candidate pixel is assigned to the class for which spectral distance is the lowest. The advantages of this rule, since every pixel is spectrally closer to either one sample mean or another, there are no unclassified pixels. Minimum distance is the fastest decision rule to compute. However, Minimum Distance does not consider class variability. For example, a class like an urban land cover class is made up of pixels with a high

variance, which may tend to be farther from the mean of the signature. In a minimum distance classification, outlying urban pixels may be improperly classified. Inversely, a class with less variance, like water, may tend to overclassify, because the pixels that belong to the class are usually spectrally closer to their mean than those of other classes to their means.

Unsupervised training requires minimal initial input. It is based on the natural groupings of pixels in image data when they are plotted in spectral space. According to parameters specified, these groups can later be merged, disregarded, manipulated or used as the basis of signature.

In the sequential method, pixels are examined one at a time. The spectral distances between each analyzed pixel and the means of previously defined clusters are calculated. Each pixel either contributes to an existing cluster, or begin a new cluster, based on the spectral distances. Clusters are merged if too many are formed.

Pixels are analyzed beginning with upper left corner of the image and going left to right, line by line. The measurement vector of the first pixel becomes the the mean vector of the first cluster, with the weight of 1. The weight of each cluster is the number pixels in it. In merging and comparing clusters, the weight is taken in to consideration. Due to sequential methods requires little set up only a few parameters need to be determined.

The advantage of sequential method is much faster than the other clustering methods and the preparation of methods is easier. However it is slightly biased to the top of the data file, since the first pixels that are analyzed tend to weight the means of the clusters more heavily. the method is prametric that means the algorithm works on the assumption that the data distribution is normal.

ISODATA clustering stands for " Iterative Self - Organizing Data Analysis Technique ". This method is iterative in that it repetedly performs an entire classification and recalculates statistics and locates clusters with minimum user input.

The ISODATA process begins with a specified number of arbitrary cluster means and processes repetively, so that those arbitrary means will shift to the means of the clusters in data. It is not biased to the top of the data file, as are the one-pass clustering algorithms.

The advantages of ISODATA methods are that it is not as parametric as the other clustering algorithm and not geographically biased to the top of the dta file, because it is iterative. On the other hand the disadvantages of it are that it can processes many times , and is the slowest of the clustering methods.

In this study LANDSAT-5 TM data dated 6.9.1992 were evaluated to Catalca region in Istanbul Metropolitan area classifications by means of computer assisted techniques.

Firstly, by classification of Maximum-Likelihood methods, training samples are processed, evaluated and interpreted in different band combination by means of supervised classification rules. After the same topics are applied by Minimum Distance method with supervised training

Secondly with unsupervised classification methods Sequential Clustering and ISODATA clustering, process are examined by uncontrolled in unsupervised classification rule.

Methods are compared with supervised and unsupervised methods. Because of supervised methods are controlled by the analyst, results are more positive than unsupervised methods. But in some condition unsupervised decision rule is suited. In this study this rule is applied for comparing with the other results.

The results showed that Remote Sensing Methods are very suitable and contain understandable easy applications in mind.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Uzaktan algılama arada doğrudan bir temas olmaksızın yeryüzündeki cisimlerin fiziksel özellikleri ile ilgili bilgilerin elde edilmesi ve görüntüler şeklinde oluşturulması bilimidir. Tanım genişletilirse uzaktan algılama, arada mekanik bir temas olmaksızın bir cisimden yayılan ışınımın nitelik ve nicelik yönünden değerlendirilmesi ile cismin özelliklerinin uzaktan ortaya konması ve ölçülmesi şeklinde tanımlanabilir. Elektromanyetik ışınım ve akustik enerjinin veya nükleer ışınım veya bir ortamdaki kuvvet alanlarının algılanması uzaktan algılama konularıdır. Işığın göz ile görülmesi, derinin ısıyı hissetmesi ve sesin kulak ile duyulması esasında uzaktan algılama işlemleridir [1].

Günümüzde uzaktan algılama yöntemleri büyük bir oranda çok çeşitli yer ve çevre bilimleri problemlerine uygulanmaktadır. Bu problemlerden insan nüfusunun hızla artmasına bağlı olarak tükenen doğal kaynaklar, beslenme ve yerleşim gibi sorunlar, yeryüzü çevresinin geniş boyutlar içerisinde, hızlı ve ekonomik olarak araştırılmasını gerekli kılmaktadır. Uzay çağıının teknolojisinde yeryüzü kaynakları hakkında bilgi gereksiniminin anahtarının uzaktan algılama olması nedeni ile gelişmiş ülkelerin uzay programları içinde ayrı bir yeri, gelişmekte olan ülkeler içinde kaçınılmaz bir değeri vardır ve günümüzde ayrıca gelecekte de büyük bir uygulama potansiyeli içermektedir.

Uzaktan algılamada kullanılan algılama sistemleri, fotoğraflık ve fotoğraflık olmayan sistemler ile uzay programlarını içermektedir. Algılama sisteminin seçimi, belirlenmek istenilen özelliğe ve bu özelliğin çevresi ile olan spektral duyarlılığına bağlıdır. Uzaktan algılama, farklılıkları değişik dalga boylarına duyarlı algılayıcılarla saptayarak yeryüzü şekillerinin havadan veya uzaydan tanınmasını sağlamaktadır. İncelenen yeryüzü şekillerinin özelliklerinin multispektral olarak değişik dalga uzunluğu kanallarında algılanarak ortaya çıkarılması uydu sistemleri ile sağlanır.

Uydu sistemleri ile algılama, tekrarlı bir şekilde algılamaya olanak verdiğinden yeryüzündeki değişiklikler doğal çevreleri içerisinde belirlenebilir. Su ve hava kirlenmesi, toprak erozyonu bölgeleri, orman yangınları, volkanik yapı, doğal afetler, kuraklık bölgeleri, bulut ve sis gibi zeminin su içeriğine etki eden olaylar

ve ayrıca şehir alanlarındaki yapılaşma, genişleyen yerleşim bölgeleri, ulaşım ağının belirlenmesi konuları, uydular ile ülke sınırlarını aşacak boyutlarda saptanabilir. Uzaktan algılama uygulaması özellikle planlama için henüz bir altlık, harita ve istatistik bilgi birikimi gibi bilgilere sahip olmayan az gelişmiş bölgeler için hayati değer taşır.

Uydulardan elde edilen görüntü verileri fotoğraf şekline dönüştürülüp çıplak gözle incelenerek yorumlanabilirliği gibi bilgisayarlarda çeşitli algoritmalar kullanılarak sayısal olarak da değerlendirilebilirler. Sivil amaçla uzaktan algılama görüntülerinin sayısal olarak işlenmesi 1972 yılında fırlatılan ilk Landsat uydusu verilerinin elde edilmesinden sonra başlamıştır.

Gerekli bilgiler uydu görüntülerinin içerdiği büyük veri hacminden multispektral sınıflandırma yöntemleri ile filtrelenir. Sınıflandırma yöntemleri, cisimlerin elektromanyetik spektrumun değişik dalga uzunluğu bölgelerinde farklı ışıma özellikleri göstermesine dayanır ve algılanan cisimlerin otomatik olarak tanınmasına ve birbirleri ile sınıflandırılmasına olanak sağlar. Sınıflandırma işleminde kullanılan teknik özelliklere göre iki ana bölüm söz konusudur. [1]. Kontrollü sınıflandırma yöntemi. [2]. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi. Kontrollü sınıflandırma işleminde bilinmeyen resim elemanı pikseller, önceden verilmiş (işlenmiş) örnek sınıfların spektral özellikleri ile karşılaştırılır ve en büyük uyum gösterdiği sınıfın içine alınır. Buna karşılık kontrolsüz sınıflandırma işleminde ise özellik uzayında oluşan kümeler herhangi bir örnek sınıf olmaksızın iteratif olarak belirlenir.

Sonuç olarak uzaktan algılama yöntemleri ile Jeoloji haritalarının yapımı, maden aramalarında arazi yapısının belirlenmesi, orman haritaları, ürün zararlarının ve bitki hastalıklarının zamanında belirlenmesi, bitki envanterinin hesaplanması, tarım sahaları ve sulama potansiyeli, yerleşim planlaması, tahıl gibi önemli ürün rekoltelerinin saptanması, yeşil alanlar ile nemli toprakların belirlenmesi mümkün olabilmektedir.

Günümüzde gelişen teknoloji, sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak artan çevre sorunlarından hava ve deniz kirliliği uzaktan algılama yöntemleri ile incelenerek belirlenebilmektedir. Ayrıca zamanla nesli tükenmekte olan canlıların toplu sayımı, çevre düzenlemesi bakımından erozyon olayının izlenmesi, taşkın sel

alanlarının belirlenerek gerekli çözümlerin getirilmesi , su yosun durumlarının belirlenmesi, balık sürülerinin tespit edilerek göç bölgelerinin saptanması, sulardaki tuzluluk ve penetrasyon haritalarının çıkarılması, ısı nedeni ile sularda oluşan kabarmanın tespiti, akıntı haritalarının ve dalgalılığın çıkarılması, ayrıca arazi kullanım haritalarının hazırlanarak bölgesel ve ülkesel planlama için gerekli verilerin elde edilmesi gibi konular uzaktan algılama ile gerçekleştirilebilmektedir.

Bu tez çalışmasında Landsat-5 uydusu TM (Thematic Mapper) algılayıcısı ile 6.9.1992 tarihinde algılanan İstanbul Metropolitlen alanı içerisinde Çatalca bölgesinin uydu görüntüsü İ.T.Ü. Uzaktan Algılama Anabilim Dalında bulunan ERDAS görüntü işleme sisteminde oluşturulmuş ve bu bölge şehir yerleşimi ve gelişimi açısından ele alınarak uygun sınıflandırma yöntemleri kullanılarak incelenmiştir.

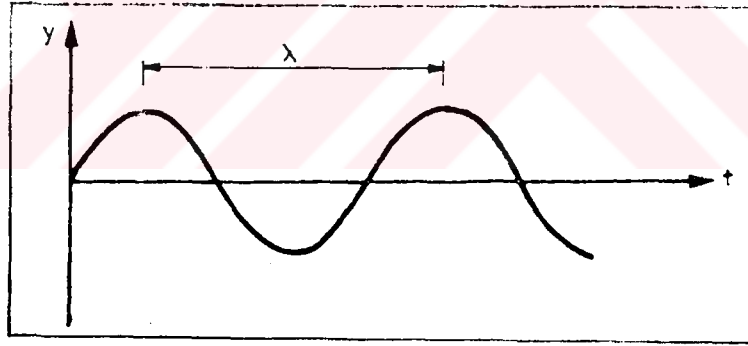


BÖLÜM 2 ELEKTROMANYETİK ENERJİ VE SPEKTRAL IŞINIM ÖZELLİKLERİ

2.1 Elektromanyetik Enerji

Elektromanyetik enerji c ışık hızı ile harmonik dalgalar şeklinde hareket eden bütün enerji şekillerini kapsar. Harmonik dalgalar eşit ve periyodiktir (Şekil 2.1). Görünen ışık, radyo dalgaları, ısı, mor ötesi ve x- ışınları elektromanyetik enerji şekillerindedir. Bir hareketinin iki tepe noktası arasındaki uzaklığı (λ) dalga uzunluğu ve birim zamanda bir noktadan geçen tepe noktası sayısına ise dalganın (f) frekansı denir. Dalga hareketi için aşağıdaki bağıntı geçerlidir [1].

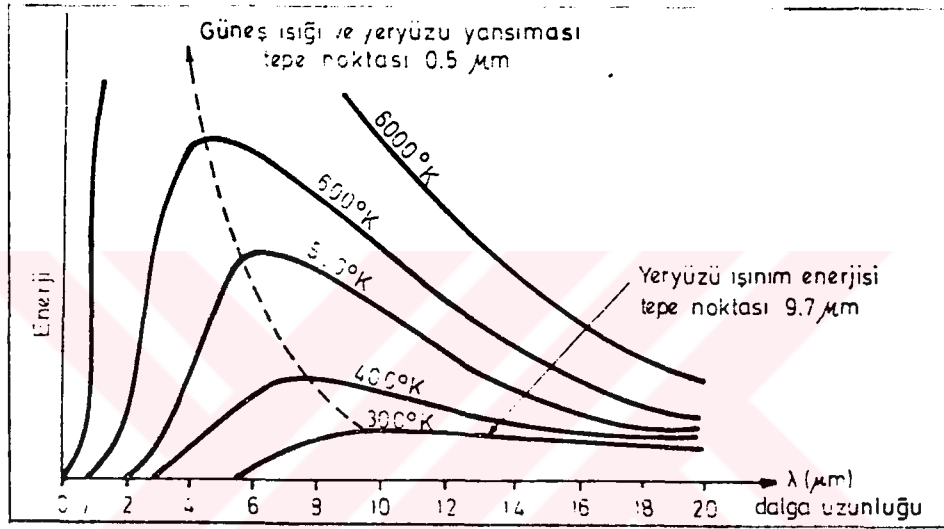
$$c = f \times \lambda \quad (2.1)$$



Şekil 2.1 Harmonik dalga

Uzaktan algılamada dalga uzunluğuna ve cismin ısisına bağı olarak ışıyan enerji miktarı önemlidir (şekil 2.2). Güneş 6000° K (1°K=273°c)' ilk yüzey ısisı ile tepe noktası 0.5 mm olan ve yeşil ışığa karşılık gelen bir bölgede fazla miktarda enerji yaymaktadır. Gündüz yeryüzüne gelen ve yansıyan maksimum enerji görünen bölgededir ve yine 0.5 mm dalga uzunluğuna sahiptir. Yeryüzeyinin ortalama ısisı ise 290°K (17°C) civarındadır ve ışıyan enerji kızıl ötesi bölgede olup tepe noktası yaklaşık 9.7 mm 'dir. Bu enerji yansıyan güneş enerjisine göre az olmakla birlikte geceleri dominanttır ve kızıl ötesi bantta algılama için enerji kaynağını oluşturmaktadır [1].

Elektromanyetik enerji katı, sıvı veya gaz halindeki cisimle temasta şiddet, doğrultu, dalga uzunluğu, polarizasyon ve faz gibi bakımlardan bir çok değişikliğe uğrar. Uzaktan algılamada bu değişiklikler saptanır ve kayıt edilir. Bu işlem sonucu ortaya çıkan görüntü ve veriler, kayıt edilen elektromanyetik ışıınımda değişikliğe neden olan cisim özelliklerinin uzaktan belirlenmesi için yorumlanır. Uzaktan algılamanın temelini oluşturan ışıınımların geçirilmesi, yutulması, neşredilmesi, saçılması ve yansıtılması olarak bilinen fiziksel olaylar elektromanyetik ışıınımları etkilerler.



Şekil 2.2 Değişik ısılarda cisimlerden yayılan enerjinin spektral dağılım eğrileri.

2.2 Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum 3×10^8 m/sn hızla hareket eden, dalga uzunluğu nanometrelerden kilometrelere kadar uzanan sürekli enerji ortamıdır. Bütün cisimler az ya da çok elektromanyetik enerji yayarlar. Enerji maksimumu artan ısı ile kısa dalga uzunluklarına doğru kayar. Atmosferde yayılan elektromanyetik enerji miktarı enerji kaynağının dalga boyuna bağlıdır. Şekil 2.3., dalga boyları ile algılama bantları ile elektromanyetik spektrumu göstermektedir.

Fiziksel özelliklerdeki farklılıklar nedeni ile dalga uzunluklarına göre ayrılan bölgelerin özellikleri özetle şöyledir;

δ ışını dalga uzunluğu $\lambda < 0.03 \mu m$ olup güneşten gelen ışıınımların atmosferin üst tabakalarınınca yutulduğundan dolayı uzaktan algılamada önemsizdir, x- ışını ($0.03 \mu m < \lambda < 3 \mu m$) atmosfer tarafından tamamen yutulduğundan uzaktan algılamada kullanılmaz, mor ötesi ($3 \mu m < \lambda < 0.4 \mu m$) dalga uzunluğunun 0.3 mm'den küçük olan

kısmı ozon gazı tarafından yutulur, fotoğrafik morötesi ($0.3 < \lambda < 0.4 \mu\text{m}$) atmosfer tarafından geçirilmesine rağmen burada saçılma fazladır. Görünür ışın ($0.4 < \lambda < 0.7 \mu\text{m}$) film ve dedektörlerce saptanabilir ayrıca yeryüzü yansıtmasının maksimum olduğu bölgedir, kızıl ötesi ($0.7 < \lambda < 300 \mu\text{m}$) bölgede cismin etkisi dalga uzunluğu ile değişir ve geçirimli kısımlarda (Atmosfer pencereleri) algılama yapabilir. Yansıyan kızılötesi ($0.7 < \lambda < 5 \mu\text{m}$) bölgesi güneş ışıını olup 0.7 ile $0.9 \mu\text{m}$ arasındaki ışıını film ile saptanabilir ve fotoğrafik kızılötesi ışıını olarak adlandırılır, ısılkızılötesi ($3 < \lambda < 5 \mu\text{m}$) ve ($8 < \lambda < 14 \mu\text{m}$) bölgesi ısıl bölgede atmosfer pencereleridir ve görüntü optik ve mekanik tarayıcılarla elde edilir, son olarak da mikrodalda ($0.3 < \lambda < 300 \text{ cm}$) bölgesi her türlü hava koşulunda pasif veya aktif olarak görüntüye olanak sağlar.

Elektromanyetik spektrum bölgelerinde kesin bir sınır söz konusu değildir ve ayırım her tip ışıını algılamadaki değişik yöntemlerden ortaya çıkmıştır.

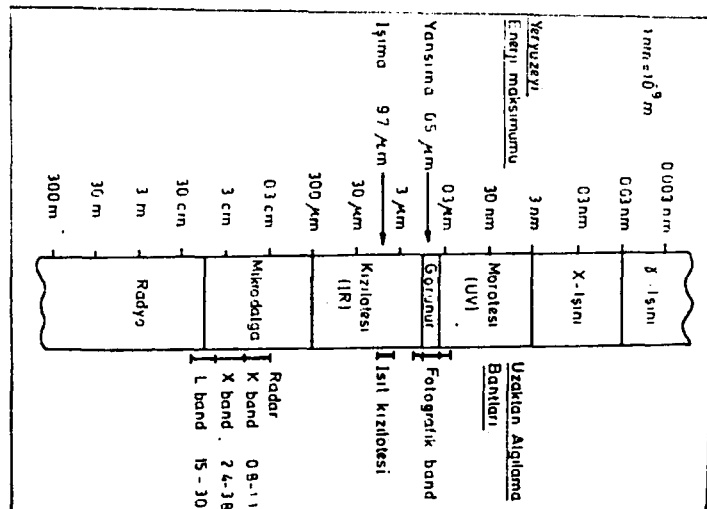
Elektromanyetik enerjinin cisimlerle ilişkisi kuantum teorisi ile açıklanır. Bir foton (Kuantum)'nun enerjisi;

$$E = h \cdot f \quad (2.2)$$

olup, kuantum Joule (J) cinsinden enerjisi ve h , Planck sabiti ($6,626 \times 10^{-34} \text{ J.sn}$) dir. Bu ifade ;

$$E = h \cdot c / \lambda \quad (2.3)$$

Şeklinde yazılırsa dalga uzunluğu ile enerjinin birbiri ile ters orantılı olduğu tanımlanabilmektedir. Buna göre dalga uzunluğu arttıkça enerji miktarı azalır. Bu bağıntı, uzaktan algılamada cisimlerden doğal olarak ışıyan uzun dalga uzunluklu ışıını algılamanın kısa dalga uzunluklu ışıınıma göre daha zor olmasının nedeni ile ifadesini bulmaktadır [1].



Şekil 2.3 Elektromanyetik Spektrum

2.3. Atmosfer Etkisi

Kaynağına bakılmaksızın uzaktan algılayıcılar tarafından algılanan bütün ışınım atmosferde belirli bir yol alır. Bu yol uzaydan çekilen fotoğraflar için güneş ışığının bütün atmosferden geçip, kaynaktan tekrar algılayıcıya ulaşmasında olduğu üzere atmosferde çok uzun bir yol alabilir veya uçaktan taşınan ısı bir algılayıcı ile yeryüzündeki bir cisimden doğrudan doğruya neşredilen ışınım algılanmasında olduğu üzere atmosferde kısa bir yol alabilir. Bu nedenle atmosfer etkisi izlenen yol farkına bağlı olarak değişiklikler gösterir. Atmosfer genel anlamda bir algılama sistemi tarafından algılanan ışınımın yoğunluk ve spektral bileşimine etki eder. Bu etkiler ise atmosferik saçılma ve yutulma sonucu ortaya çıkar.

Güneş ışınımı, atmosferde gaz molekülleri ve duman, buhar, toz, tuz kristalleri, yağmur damları gibi askıda maddeler nedeni ile saçılır. Saçılan ışık şiddeti;

$$I = I_0 \cdot \exp(-k \cdot \lambda^n \cdot s) \quad (2.4)$$

deyimi ile tanımlanır. Burada I_0 başlangıç anındaki ışık şiddeti, ışığın dalga boyu λ , k ve n atmosfer koşullarına bağlı katsayılar ve alınan yol ise S 'dir [2].

Bu teori dielektrik bilyalarla yaptığı deneyler sonucu Mie tarafından 1908'de ortaya konmuştur. Büyüklükleri ışığın dalga uzunluğundan kat kat küçük ($r < 0.1\lambda$) atmosferdeki gaz molekülleri dielektrik bilyalar kabul edilip, ışığın bu moleküllere çarpması sonucu ortaya çıkan saçılma için Rayleigh, n katsayısını (-4) olarak hesaplamıştır. Formül (2.4) ifadesinden saçılmanın, dalga uzunluğunun dördüncü kuvveti ile ters orantılı olduğu, dolayısı ile kısa dalga uzunluklarının uzun dalga uzunluklarına göre çok daha fazla saçıldığı görülür. Rayleigh adı verilen bu saçılma, büyüklükleri gelen güneş ışınımının dalga uzunluğuna göre çok küçük olan gaz molekülleri nedeni ile ortaya çıkar. Rayleigh saçılması gök yüzünün mavi renkte gözükmesinin nedenidir. Güneş ise mavi mavi ışınım saçılmasından dolayı sarımtırak kırmızı gözükür. Saçılma olmasa idi gökyüzü siyah, güneş parlak beyaz gözükcekti. Güneşin doğuş ve batışı sırasında gökyüzünün kırmızılığının nedeni de yine Rayleigh saçılmasıdır. Güneş ışınları bu sırada atmosferde çok uzun bir yol izledikleri için kısa dalga uzunluklu ışınım saçılır ve uzundalga uzunluklu kırmızı ve turuncu renkler göze ulaşır.

Rayleigh saçılması temiz bir atmosfer için geçerlidir. Gerçekte atmosferde çok sayıda askıda madde vardır. Çapları $0.01 \mu\text{m}$ 'den $100 \mu\text{m}$ ve daha büyük değerlere ulaşan duman, su buharı, tuz kristalleri, sis ve yağmur damlaları gibi askıdaki maddelerden boyutları gelen ışınım dalga uzunluğu civarında olanlar Mie saçılması olarak adlandırılan saçılmanın ortaya çıkmasından olurlar. Mie saçılması dalga uzunluğu ile ters orantılı (λ^{-1}) olup, uzun dalga uzunluklu ışık Rayleigh saçılmasına göre daha fazla etkilenir. Öyle üzeri güneşin tam tepede olması durumunda atmosferde en kısa yol izleyeceği için saçılma en alt düzeyde olduğundan gökyüzü beyaz renkte görünür. Saçılma ışığın gölgelerinde tamamen koyu renk yerine mavimtrak gözükmesine neden olur. Ayda çekilen fotoğrafların ayrıcalığı Ay'da saçılmaya neden olacak atmosferin bulunmamasından dolayı gölgelerin tamamen siyah renkte gözükmesidir [1] [2].

Atmosferdeki askıda maddelerin büyüklükleri ışığın dalga uzunluğundan çok daha büyük ise ($>10 \lambda$) bütün dalga uzunlukları eşit olarak saçılır (λ^0). Örneğin yağmur damlası böyle bir saçılmaya neden olur. Bu nedenle bulut ve sis renksiz olmasına rağmen beyaz renkte görünürler (Çizelge 2.1). Saçılma hava resimciliğinde kontrastı azaltan bir etkiye sahiptir [2].

Tablo 2.1 Atmosferik Saçılma

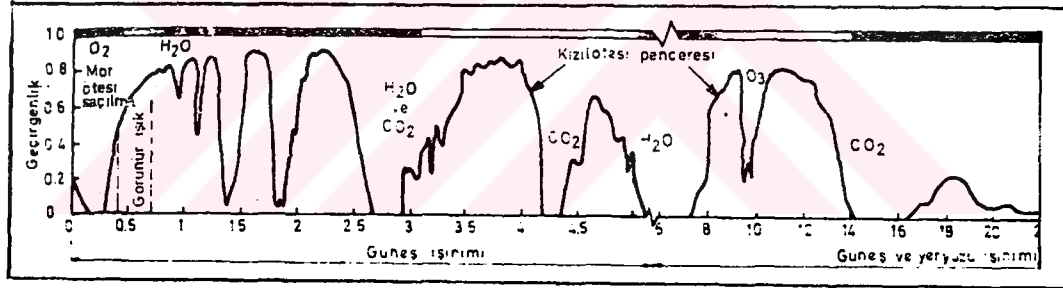
<u>Dalga uzunluğuna Bağlılık</u>		<u>Tane boyutu (λ cinsinden)</u>	<u>Tane cinsi</u>
(Rayleigh)	λ^{-4}	$<< 0.1$	Gaz molekülleri
(Mie)	λ^{-1}	$0.1 - 1.0$	Duman, sis, pus
	λ^0	>10	sis, su buharı, bulut

Saçılmanın tersine yutulma enerjinin yeryüzüne ulaşmadan atmosferde depolanmasına neden olmaktadır. Bir ortam içinde ortama giren büyük frekanslı bir enerji daha küçük frekanslı bir enerjiye dönüştürülmektedir. Örneğin ışık ısıya dönüşür. Yutulma sonucu atmosfer ısınır. Güneş ışınımı fazla miktarda yutulmaktadır. Güneş ışınımının en fazla yutulduğu ortamlar su buharı, karbondioksit ve ozondur. Güneşten gelen enerji, katı ortamlara işleyebilme özelliğine sahip ve x- ışını bölgesinde azdır ve ionosferde tamamen yutulurlar. Morötesi ışınlar içinde bu durum geçerlidir. Atmosferdeki enerji akışı bakımından $0.2 - 100 \mu\text{m}$ dalga uzunluklarındaki güneş ışınımı önemlidir. Güneş ışınımına ait toplam enerjinin %99'u $0.2-5 \mu\text{m}$ arasındaki spektral bölgede yer alır, $2 \mu\text{m}$ üzerindeki kısımda ise çok azdır [1].

Elektromanyetik enerjinin geçirdiği dalga uzunluğu bölgeleri Atmosfer pencereleri olarak adlandırılır (Şekil 2.4).

Gözün duyarlılık bölgesi bir taraftan güneş ışınımının en fazla olduğu bölge, diğer yandan da bir atmosfer penceresi ile çakışmaktadır. Yeryüzü ve güneşin ısı enerjilerinin algılandığı bölgeler kızılötesi pencerelerdir ve $3.0-4.0 \mu\text{m}$, $4.4-5.0 \mu\text{m}$ ile $8.0-14.0 \mu\text{m}$ arasında ısı algılayıcılarla algılama yapılır. Yeryüzü ışınımının %9'u $8.0-14.0 \mu\text{m}$ arasındaki kızıl ötesi pencereden uzaya ulaşır. Bu nedenle de ışıksızın atmosferden yeryüzünü gözlemek ve algılamak mümkündür.

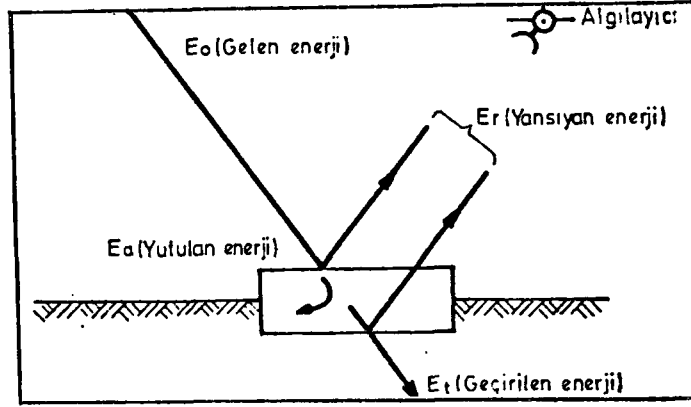
Uzaktan algılamada algılayıcılar seçilirken atmosfer etkisi ve algılayıcının duyarlılığının bütünlüğü göz önünde bulundurularak algılanmak istenen spektral bölgede atmosferin geçirgenliği, algılama yapılacak enerji kaynağının şiddeti ile spektral bileşimi ve incelenecek özelliklere algılanan enerjinin etkisi önemli etkenlerdendir [2] [3].



Şekil 2.4 Dalga uzunluğuna bağlı olarak atmosferin geçirgenliği.

2.4 Cisimlerin Spektral yansıtması

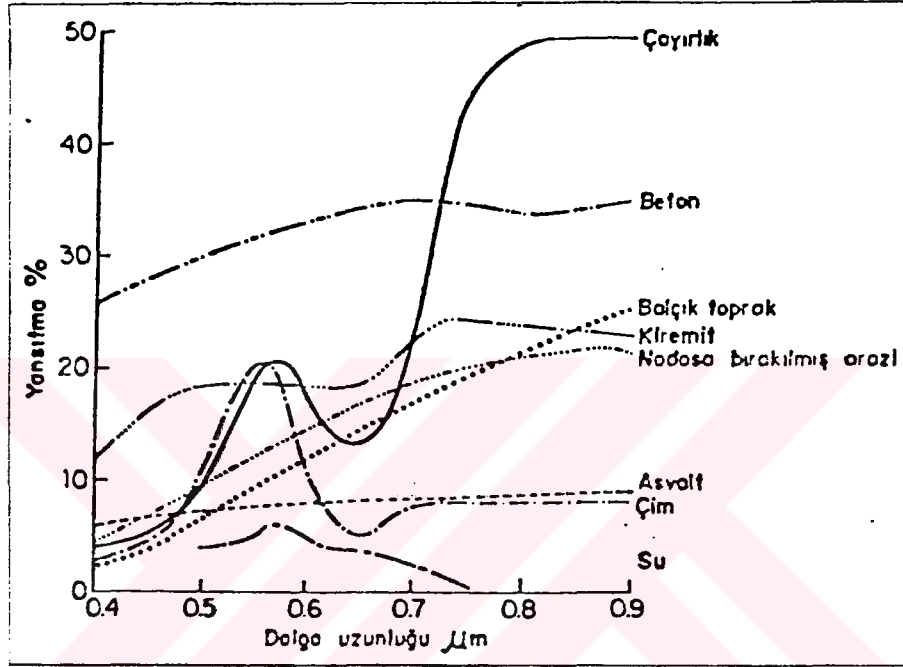
Cisimlerin fiziksel özelliklerine bağlı olarak yansıtma, yutulma ve geçirilme özellikleri ile ışınımın dalga uzunluğuna bağlı olarak bir cisme gelen toplam enerji cisim yüzeyi tarafından yansıtılan, geçirilen ve yutulan enerjilerin toplamına eşittir (Şekil 2.5). Cisimlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile görünürlük bölgesinde oluşan spektral değişiklikler "renk" olarak adlandırılan olgunun ortaya çıkmasına neden olur.



Şekil 2.5. Elektromanyetik enerji ve yeryüzündeki cisimler arasındaki enerji bileşenleri

Bir çok uzaktan algılama sistemi temelde yansıma enerjisinin ağır bastığı dalga uzunluğu bölgesinde çalıştığından cisimlerin yansıtma özellikleri çok önemlidir. Yansıyan enerji miktarı, cisme gelen toplam enerjiden yutulan ve geçirilen enerji kadar daha azdır. Yüzeyin toplam yansıtması "Albedo" olarak adlandırılan büyüklük ile deyimlendirilir (yansıtılan enerjinin gelen toplam enerjiye oranı). yansıma yüzey pürüzlülüğü ile ilgili olduğundan gelen ışınlar cilalı yüzeylerden doğrudan, diğer yüzeylerde ise yansır. Dağıtıcı yansıtma sonucu cisimler ışık saçan duruma gelirler ve görülebilirler. Tam yansıtma da cisimler ışınım cisimden geldiği doğrultuda görünürlerse de ışık yoğunluğunun fazlalığı nedeni ile göz kamaşır. Cisimlerin dağıtıcı yansıtmasına neden olan yüzey pürüzlülüğünün değeri 10 mm-0.1 mm değeri arasında değişir. Artan dalga uzunluğu ile dağıtık yansımanın oranı azalır ve tam yansıma şekline dönüşür. Bu yüzden bir yüzey kısa dalga uzunluklarının dağıtık, uzun dalga uzunluklarının tam yansıtılabilir (Şekil 2.6). Uzaktan algılamada belirli bir yüzey, yüzey pürüzlülüğünün gelen enerjinin dalga uzunluğu ile karşılaştırılması sonucu karakterize edilir. Yüzeye erişen enerjinin dalga uzunluğu yüzeydeki yükseklik farklarından veya yüzeyi oluşturan tane boyutlarından çok küçükse dağıtık yansıma söz konusudur. Uzaktan algılama arazi özelliklerinin dağıtık yansıtmasının ölçülmesi ile ilgilidir. Her cisim yansıtma bakımından farklı bir davranış gösterir ve bu davranış "Spektral Yansıtma Eğrisi" denilen bir eğri ile gösterilir. Eğri, dalga uzunluklarına bağlı olarak yüzeyden yansıyan ışınımı, yüzeye gelen toplam ışınım yüzdesi olarak değerlendirilir. Spektral yansıtma özellikleri belirli spektral bölgelerde arklılık gösteren cisimler bu bölgelere duyarlı uzaktan algılama görüntülerinde farklı gri renk tonu ve renklerde gözükürler. Bu nedenle cisimlere ait spektral yansıtma özelliklerinin bilinmesi, belirli bir uygulama için gerekli uzaktan algılama verisinin elde edilmesi gereken dalga uzunluğu bölgesinin seçiminde önemli rol oynar. Bir çok cismin

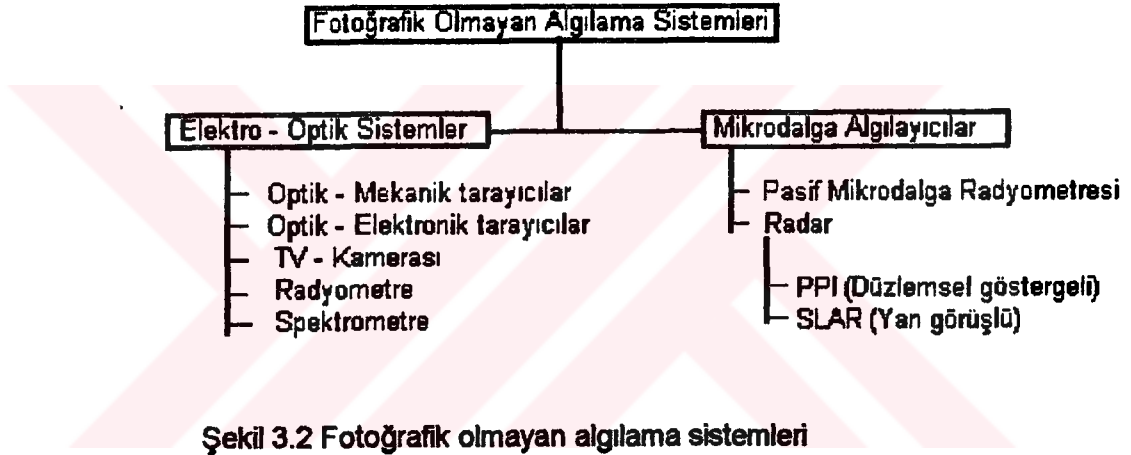
ek bir kritere gerek kalmaksızın yalnız spektral özelliklerinden yararlanarak tanımak, belirlemek mümkündür. Uzakta algılama "sınıflandırma" işlem aşamasında bu tanıma problemi genelde cisimlerin spektral yansıtma değerlerindeki farklılıktan yararlanılarak çözülür [1] [2]. Şekil 2.6 'da çeşitli cisimlerin yansıtma eğrileri örnek olarak verilmiştir.



Şekil 2.6 Çayırık, beton, balçık toprak, kremit, nadasa bırakılmış arazi, asfalt, çim ve su için farklı yansıtma eğrileri

3.2 Fotoğrafik Olmayan Algılama Sistemleri

Fotoğrafik olmayan algılama sistemleri incelenen yüzeylerden herhangi bir şekilde (Yansıtma, yayılma gibi) ortaya çıkan elektromanyetik ışınım elektron akımına ya da saptanabilir diğer elektriksel işaretlere dönüştürülürler. Çıkış gerilimi doğrudan doğruya sisteme gelen ışınım şiddetine bağlıdır. Bu algılayıcılarla cisimlerden yansıtılan ışınımın yanısıra cisimlerin neşrettikleri orta ve ısı kızıltesi ışınım ile yansıtılan ve neşredilen mikrodalgalar algılanır. Detektör adı verilen elemanlar yardımı ile kızıltesi bölgede algılana elektromanyetik ışınım elektriksel işaretlere dönüştürülür. Spektrumun belirli bölgelerine duyarlı algılayıcıların aynı anda kullanılması ile de çok spektrumlu (Multi-Spektral) görüntüler elde edilir. Bu sistemler yapım ve çalışma şekline göre Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Fotoğrafik olmayan algılama sistemleri

3.3 Algılama Platformları

Uzaktan algılama algılayıcıları değişik taşıyıcılara monte edilerek kullanılırlar (Tablo 3.1). Algılama platformları ve platformlardan elde edilen veri kullanma alanları gösterilmektedir [1].

3.4. Uzak Araçları

Uzaktan algılamada kullanılan bu modern sistemler, atmosferin sınırlayıcı faktöründen kurtularak dünyayı gözleme olanağına kavuşmuşlardır. Algılama amacı ile roket, uydu ve uzay istasyonu gibi değişik uzay araçları insanlı ve insansız uzay uçuşları ile kullanılmaktadırlar.

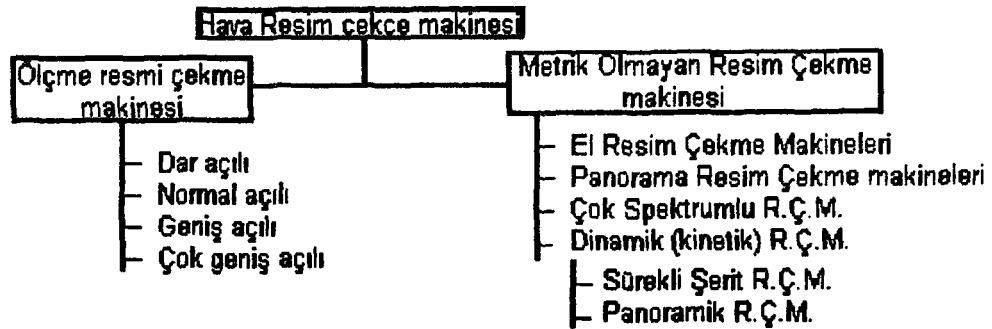
BÖLÜM 3. ELEKTROMANYETİK IŞINIM ALGILAMASI, ALGILAMA SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Uzaktan algılamada doğal ışınım asıl kaynağı olan güneş ışınımının yansıtılan, saptırılan ve yüzeyde yutulup daha sonra tekrar gönderilen kısımları algılanır. Bu algılama sırasında, görünür ışından santimetre, hata metrelere varan radyo dalgalarını da kapsayan spektral bölgede algılayıcının yapısı, elde edilecek sonucun inceliği ve algılayıcının algılama yaptığı bantlarla cisimlerin spektral özelliklerinin uygun olması çok önemlidir. Algılama sistemlerinden uygulanada kullanılan sistem dışında sistemler özetle verilmiştir.

3.1 Fotoğrafik Algılama sistemleri

Yeryüzeyinin uçaklardan çekilmiş fotoğrafları, uygulama alanındaki çok yönlülüğü ve yaygınlığı bakımından uzaktan algılamada önemli yer tutar.

Fotoğrafik algılama sistemleri odak uzaklığı ve resim çekme makinesinin metrik olup-olmayışına göre farklı türlere ayrılırlar (şekil 3.1) Kullanılan filimler siyah-beyaz ile renkli (normal ve kızılötesi) olmak üzere başlıca iki bölüme ayrılırlar. Her iki film türünde de çözülme duyarlılığı ve renk duyarlılığına bağlı olarak görüntü, ışığa duyarlı gümüş tuzlardan oluşmuş emülsiyonlar üzerine pozlandırılarak uygun fotoğrafik işlemlerden geçirildikten sonra elde edilir.



Şekil 3.1 Hava fotoğrafı çekmede kullanılan fotoğrafik sistemler.

Uzaktan algılamada asıl öneme sahip olan uzay uçuşları insansız türden olanlardır. Bu uzay araçları yardımı ile dünyaya veri veri gönderme, uygun uydular (COSMOS, SPOT, LANDSAT, SMS gibi) ve belirli uzaklıklardan filmler şeklinde ya da elektronik olarak sağlanmaktadır. Bu bölümde uygulama sistemi olarak kullanılan Landsat uydu sistemi anlatılacaktır.

Tablo 3.1 Algılama Platformları (Huss'a göre)

Algılama Platformu	Yükseklik	Ölçek	Uygulama Alanı
Kule, pylon Balon, helikopter	300 m	1/100-1/500	Şehir, trafik planlaması Restorasyon, arkeoloji
Uçak, helikopter	300-3500 m	1/500-1/20000	Topoğrafik, tematik haritalama tarımsal envanter
Basıncılı odalı uçak	3500-9000 m	1/10000-1/60000	Topoğrafik, tematik haritalama tarımsal envanter
Jet uçağı	9-15 km	1/30000-1/100000	Yeryüzünün algılanması Meteorolojik izleme
Jet uçağı, roket	>15 km	1/100000	Yeryüzünün algılanması Meteorolojik izleme
Roket, dünya çevresinde dönen uydu, uzay istasyonu	150-1500 km	1/1000000	Haberleşme tekniği
Geostationer (yer sabit) uydu	36000	---	Haberleşme tekniği
Roket		---	Uzayın keşfi

3.4.1 Landsat Uydu Sistemi ve Özellikleri

Landsat uyduları dünyanın daha çok karasal bölümlerinde araştırma yapmak üzere jeoloji, kartoğrafya, okyanus bilimi, ziraat, ormancılık, arazi kullanımı, çevre bilimleri, şehircilik ve bölgesel planlama, tematik haritalama, harita güncelleştirilmesi, doğal afetlerin belirlenmesi gibi konularda geniş alanların çok spektrumlu görüntülerini elde etmektedir.

Landsat uyduları, Amerikan Jeolojik Araştırma Grubu (USGS "United States Geological Survey") ve Amerika Zirai Araştırma Gurubu (USDA) "United States Department of Agriculture" destekleri ile NASA (National Aeronautics and Space Adminstration) tarafından projelendirilmiş ve Landsat serisinin ilkinin oluşturan ERST-1 (Earth Resources Technology Sattelites) uydusu 3.8.1972 tarihinde bir THORDELTA roketi ile fırlatılarak yörüngeye oturtulmuştur. ERST-1 6.1.1978'e kadar işlevini sürdürmüştür. Bu uydu yer yüzeyini multi-spektral olarak algılayan sivil amaçlı ilk insansız uydudur. Bu uydu ile yapılan 300 farklı deney sonucu yaklaşık 300 000 yer görüntüsü elde edilmiştir [2] [3].

ERTS-2, 1.1.1975 tarihinde fırlatılmadan önce SEASAT oşinografik uyduları ile karışmasını önlemek için LANDSAT-1 olarak değiştirilmiştir ve 6.1.1978'e kadar araştırmalarına devam etmiştir.

LANDSAT-2, 22.1.1975 yılında LANDSAT-1 ile aynı yörüngeye oturtulmuştur 27.7.1983'te yörüngeden çıkarılmıştır.

LANDSAT-3, 5.3.1978'de yörüngeye oturtulmuş ve 7.9.1983'te işlevini yitirmiştir.

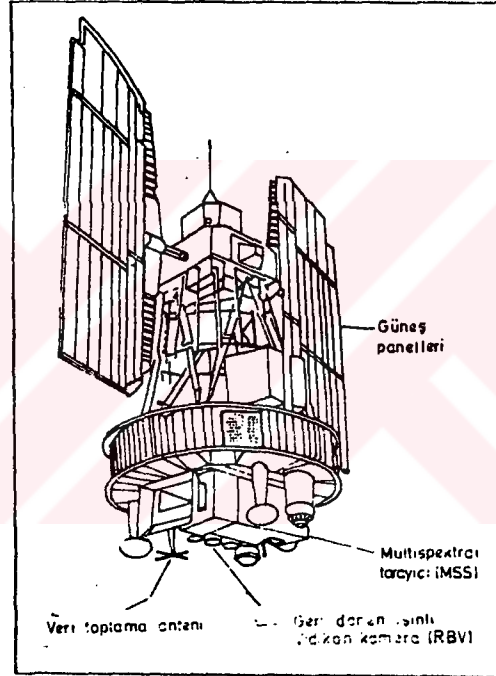
LANDSAT-4, 16.7.1978 tarihinde farklı bir yörüngeye oturtulmuştur, Şubat 1993'te arıza dedeni ile faliyetine son verilmiştir.

LANDSAT 1, 2 ve 3 uydularında MSS (Multi - Spectral Scanner) ve RBV (Return Beam Vidicon) algılayıcılarına sahiptirler. LANDSAT-4 uydusu ise daha küçük çözünürlüklü TM (Thematic Mapper) algılayıcısına sahiptir.

Halen araştırmalarını sürdüren LANDSAT-5 uydusu ise 1.3.1984'te uzaya fırlatılarak LANDSAT-4 ile aynı yörüngeye oturtulmuş ve MSS ve TM algılayıcıları vardır (EK-A).

Landsat uyduları özellikleri açısından birinci ve ikinci varyasyon olmak ikiye ayrılmaktadır. Birincisi Landsat 1-2-3 uyduları ve ikincisi ise Landsat 4-5 uyduları.

Landsat 1-2-3 (şekil 3.3) yaklaşık 950 kg ağırlığında, 4 m genişliğinde ve yeryüzünde uçuş ykseklėđ 900 Km olan RBV ve MSS algılayıcılarına sahip uydulardır.



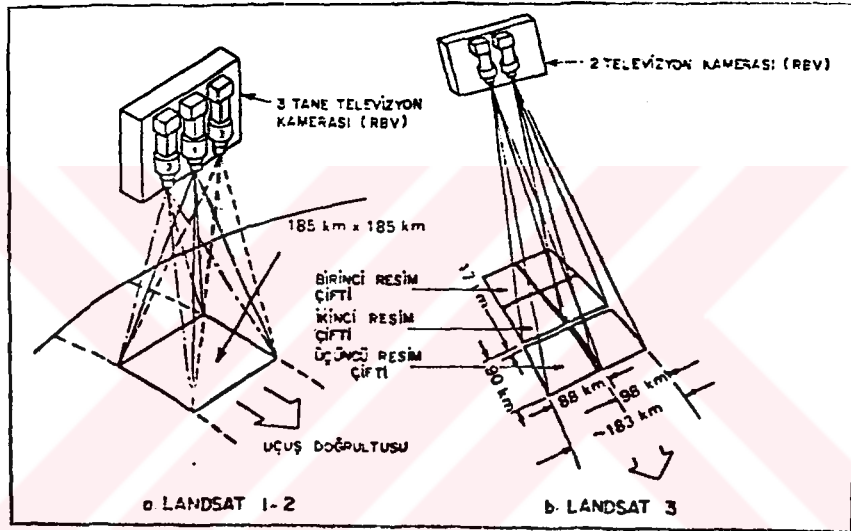
şekil 3.3 Landsat 1-2-3 uyduları teknik zellikleri

Landsat 1-2 üç tane televizyon kamerasından oluşmuş RBV sistemi ile 4 kanallı MSS'e, Landsat-3 iki RBV ve 5 kanallı MSS'e sahiptirler. Landsat 1-2 RBV yeryüzü znrlđđ 80 m, Landsat-3'n 30 m ve her üç uydusu MSS znrlđđ 79 m dir. şekil 3.4'te bu uyduların algılama düzeni görülmektedir.

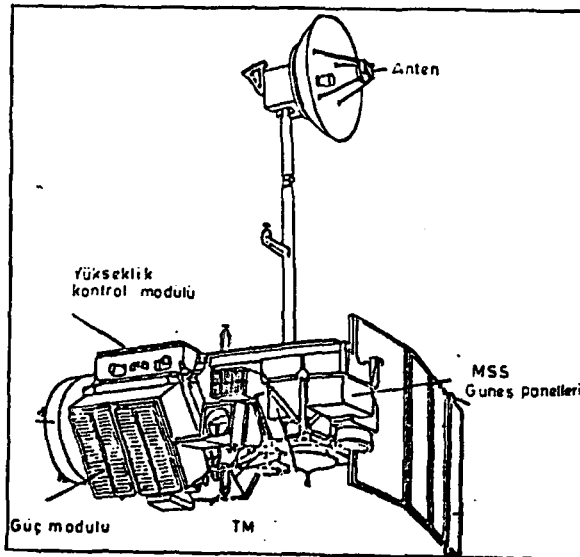
Güneşten gelen ışık ışını atmosferden geçerken saçılır ve yutulur, yeryüzüne ulaşan ışında yeryüzüne yansır ve yutulur. Algılayıcıya gelen ışın algılanır. Algılama uydunun ykseklėđ, yörünge kontrolü ve dünya ile haberleşme için gerekli g

kadmiyum bataryalarına bağlanmış güneş panelleri ile sağlanmaktadır. Algılanan sinyal işlenip yeryüzü istasyonuna gönderilir veya kaydedilir ve bu istasyonlara ulaşan sinyaller işlenerek CCT (Computer Competable Tape), HDT (High Dentsity Tape) ve film olarak hazırlanırlar.

Landsat-4 ve 5 varyasyonu (şekil 3.5) MSS ve TM algılayıcıları taşıyan 705 km uçuş yüksekliği 1994 kg ağırlığındadır. TM algılama sistemi geometrik doğruluk, spektral çözünürlük, radyometrik incelik açısından MSS tarayıcı sistemine göre üstünlükler göstermektedir.



Şekil 3.4. LANDSAT 1-2-3 uydularında TV. kamerası ile çok spektrumda algılama düzeni



Şekil 3.5 Landsat-4 ve 5 uyduları.

TM sistemi batıdan-doğuya, doğudan-batıya tarama yaparak veri elde eder. MSS ise yalnızca batıdan-doğuya doğru tek yönde tarama yapar. TM sisteminin ilk altı kanalının yeryüzü çözünürlüğü ise 120 m dir. TM sistemi kanalları özellikleri Tablo 3.2 'te gösterilmiştir.

Tablo 3.2 TM kanallarının Özellikleri

Kanal No	Algılanılan Spektral Bölge (µm)	Temel Uygulama Alanları
1	0.45-0.52	Sığ sularla kaplı alanların haritalanması toprak-bitki ve iğne yapraklı-yayvan yapraklı ağaç ayrımı
2	0.52-0.60	Arazi kullanım haritası, sağlıklı bitkilerin belirlenmesi çalışmaları
3	0.60-0.69	Jeomorfolojik harita, bitki örtüsü haritası kirliliğin belirlenmesi çalışmaları
4	0.76-0.90	Bitki ayrımı çalışmaları su yapısı yorumlaması
5	1.55-1.75	Sularla ilgili ısı haritaları, bitkilerin içerdiği su miktarını belirleyen haritalar
6	10.4-12.5	Bitkisel ısı dağılım çalışmaları, ısı haritaları yapımı
7	2.08-2.35	Kaya toprak ayrımı, hidrotermal haritalar

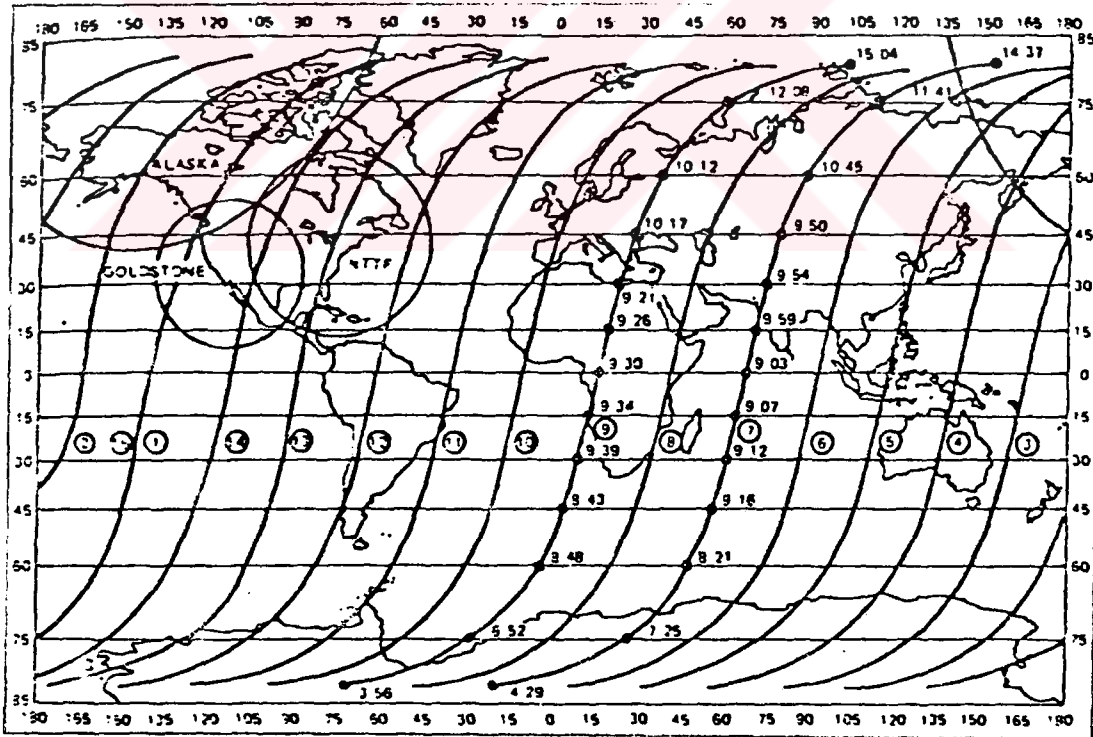
Landsat görüntüleri mühendislik araştırmalarında uzaktan algılama verilerinin en uygun kaynağı olmuştur. Her bir Landsat görüntüsü yaklaşık 33 000 km² gibi büyük bir alanı kapsamaktadır. Aynı bölgelerin farklı mevsim ve yıllarda algılanması ile zamana bağlı değişiklikler belirlenebilmektedir. Landsat verilerinin uygun bilgisayarlarda sayısal olarak işlenmesi ile elde edilen görüntüler yorumlamaya ve hesap yöntemlerine uygundur. TM'nin çözünürlüğünün 30 m'ye ulaşması, 1:100000 ölçeğindeki haritanın inceliğine karşılık gelmektedir. Harita güncelleştirme çalışmalarında ise ölçek 1:50 000'e kadar çıkmaktadır [2].

Landsat 1-2-3 aynı yörüngede üzerinde ve dünyadan yaklaşık 900 km yükseklikte, landsat 4-5 ise 705 km civarındadır. Bütün Landsat uyduları kutup yörüngesinde kuzey-güney doğrultusunda dönmektedir. Landsat 1-2-3 dünyada etrafında dönmesi 103 dakika, Landsat 4-5'in ise 99 dakikadır [2].

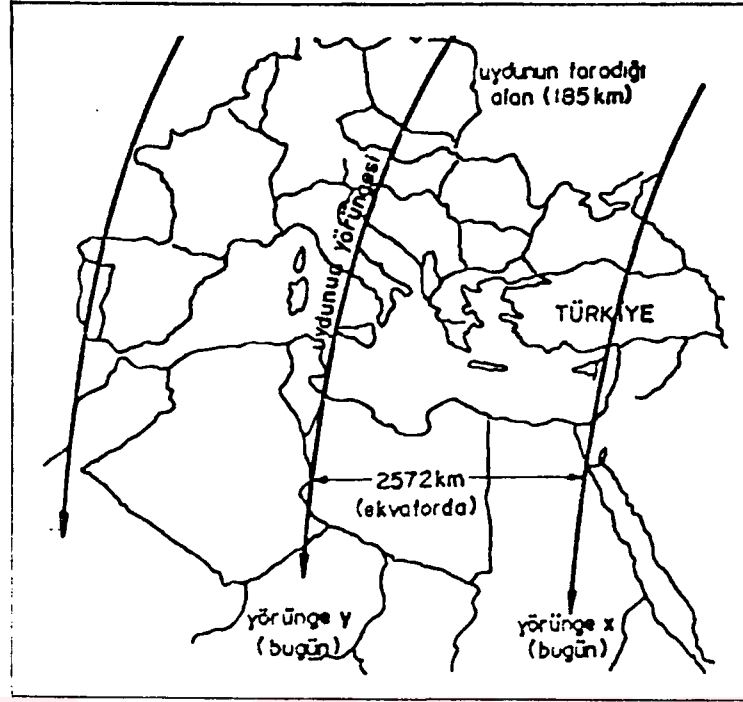
Landsat 4-5 uyduları Dünya'yı yaklaşık 15 dilime ayırarak taramaktadır. (Şekil 3.6). Bir günde yaklaşık 14.6 yörüngelik yol almaktadır. İki yörünge arasındaki uzaklık 2752 Km, Landsat 1-2-3 için ise yaklaşık 2861 Km dir.

Şekil 3.7 de, Türkiye ve İtalya'dan geçen iki ardışık yörünge görülmektedir. Kutuplara yaklaştıkça enine örtü oranları artmaktadır. (Tablo 3.3, Şekil 3.8)

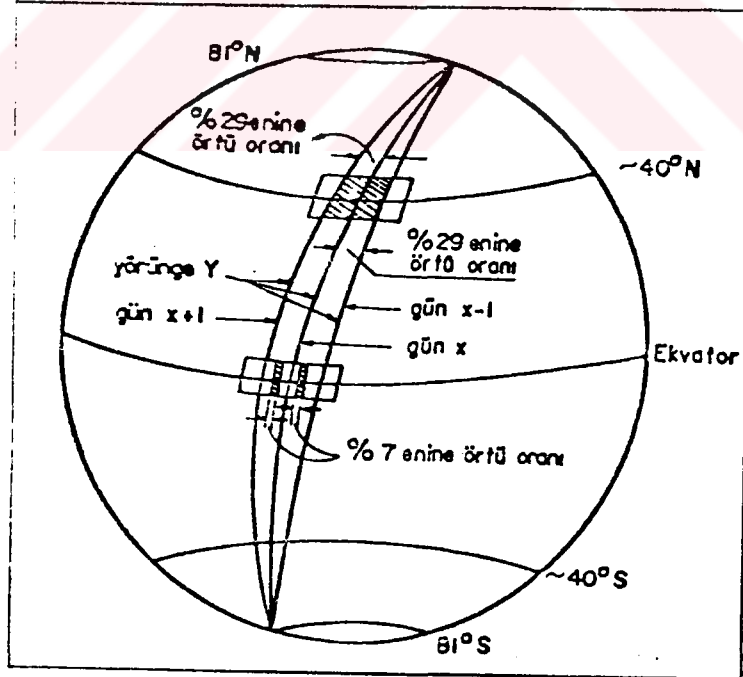
Landsat 1-2-3 ile yeryüzünün tamamen taranması 18 gün, Landsat 4-5 ile 16 gün almaktadır. Bunun için gerekli yörünge sayısı ise 233 tür. Yörüngeler her gün 1.54° ötelenmektedir. 16. günün 1. yörüngesi ile 1. günün 2. yörüngesi üst üste çakışarak yeryüzünün tamamı taranmaktadır. Öteleme bir önceki güne göre batıya doğru 171.5 Km dir. Her 16 gün sonunda dünya küresinin 82° kuzey ve güney enlemleri arasında kalan kısmı tam olarak algılanır.



Şekil 3.6 Landsat 4-5 için günlük hareketler ve bir yörüngedeki bölgesel zaman değişimi (gündüz)



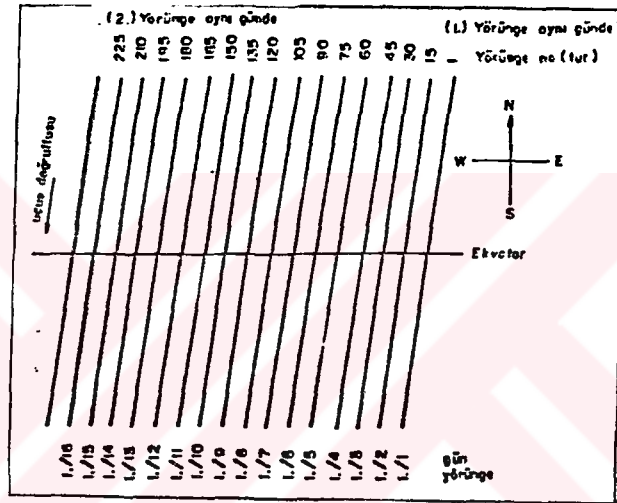
Şekil 3.7 İki ardışık yörünge arasındaki (doğudan-batıya) uzaklık



Şekil 3.8 Landsat 4-5 içinenine örtü oranlarının ekvatordaki durumu ve kutuplara doğru artışı

Tablo 3.3 Landsat Uydu görüntülerinde örtü oranları

ENLEM ()	ÖRTÜ ORANI (%)	
	Landsat 4-5	Landsat 1-2-3
0	7.3	14
10	8.7	15.4
20	12.9	19.1
30	19.7	25.6
40	29	34.1
50	40.4	44.8
60	53.6	57
70	68.3	70.6
80	83.9	85



Şekil 3.9 16 günde bir yörünge ötelenmesi

3.4.2 Landsat Görüntü Verilerinin Kayıtlı Olduğu Manyetik Bantın Fiziksel Özellikleri

Landsat uydularının taşıdıkları algılayıcılar ile algılanan sinyaller yeryüzü istasyonlarına iletilir. Bu sinyaller yeryüzü istasyonlarında işlenerek bilgisayarlara uygun bantlara (CCT) dönüştürülür, geometrik ve radyometrik düzeltmeler getirilebilir. Türkiye'yi içeren görüntü bantları İtalyada roma Yakınlarındaki Facina (TELESPAZIO) yer istasyonunda veya Amerika'daki EROS veri merkezinden elde edilmektedir.

Landsat bantlarının içeriği genel olarak ele alındığında ; yeryüzünde 185

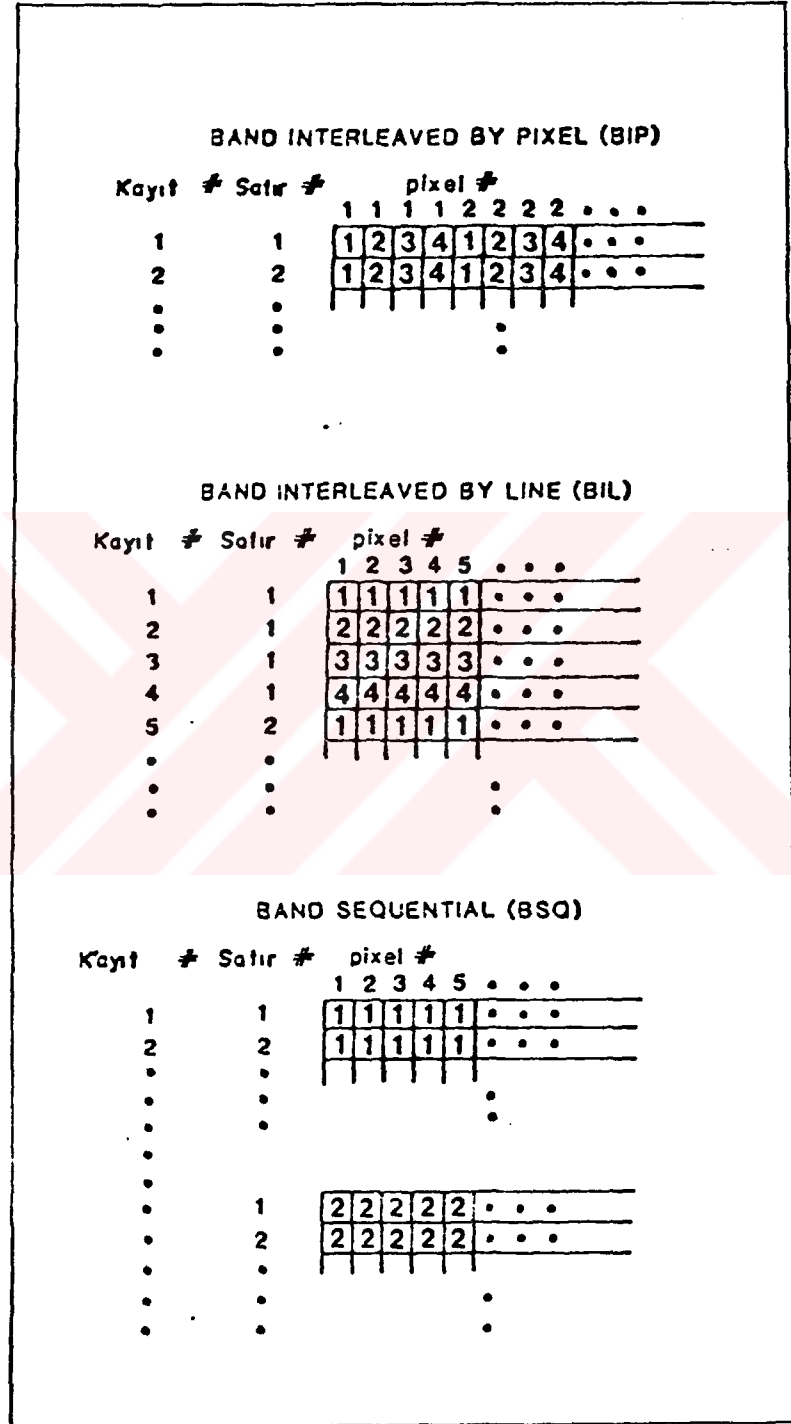
km'ye karşılık gelen genişlikte yaklaşık 2340 tarama satırını içerdği görülmektedir. Görüntü elemanlarının her satırdaki toplam sayısı 3000-3450 piksel arasında değişmektedir. Gerçek piksel genişliği tarayıcının çözünürlüğüne bağlı olarak değişmektedir.

Görüntü verilerinin kayıtlı olduğu CCT Bantları 1.5 inç. genişliğinde 730 m uzunluğunda polyester veya mylar kaplı standart manyetik bantlardır. Kayıt uzunluğu 315, 630, 260 bit/cm, izi 9 veya 7 olabilmektedir. Bantın izinin olması tercih edilmektedir.

Veriler BSQ (Band - Sequential), BIL (Band Interleaved by Line), BIP (Band Interleaved by Pixel) formatında kayıtlı olabilmektedir. BSQ formatında her kanal için görüntü ile ilgili ek bilgiler ve görüntü verileri olmak üzere kanal sırasına göre kayıt edilmektedir. BIL formatında önce görüntü ile ilgili ek bilgiler ve onu izleyen görüntü verileri kanallara karşılık gelen ilk satır ve onu izleyen satırlar olarak bütün veri bir kütüğe kayıtlıdır. BIP formatında ise BIL'de olduğu gibi tek kütüklüdür ve kanalların sırasına göre ilk satırlar piksel piksel kayıtlıdır (Şekil 3.10)

Bantlarda kayıtlar BOT (Beginning of Tape) ile başlar, EOF (End of File) veya EOR (End of Record) ile boşluk bırakarak ayırım yapar, EOT (End of Tape) ile biter (Şekil 3.11).

Düzeltilmeler getirilmiş Landsat MSS, CCT'ler 5 farklı kayıttan oluşmuştur. JSC başlık kaydı Landsat başlık kaydı, geometrik dönüşüm kaydı, radyometrik düzeltilmelerle ilgili bilgileri veren kayıt ve MSS veri kayıtlarıdır. JSC (Jhonson Space Center) başlık kaydında kodlama, BINARY ve EBCDIC kodlarının karışımı olarak yapılmıştır. Diğer veriler kullanıcının seçimine bağlı olarak EBCDIC veya ASCII kodlarında düzenlenebilmektedir. Görüntü verilerinin kayıtları ise yalnızca BINARY kodunda kayıt edilmektedir [2].



Şekil 3.10 LANDSAT multi-spektral görüntülerinin üç genel formatı (dört kanal için)

KÜTÜK	KAYIT KODU	KAYIT	KAYIT UZUNLUĞU
JSC	EBCDIC	BOT	
		JCS Başlık	3060 bayt
LANDSAT	EBCDIC veya ASCII	EOF	
		LANDSAT Başlık	1440 bayt
		EOR	
		Geometrik dönüşüm	2700 bayt
		EOR	
		rodymetrik kalibrasyon BAND 4	1620 bayt
		EOR	
		rodymetrik kalibrasyon BAND 5	1620 bayt
		EOR	
		rodymetrik kalibrasyon BAND 6	1620 bayt
GÖRÜNTÜ VERİSİ	BINARY	EOR	
		rodymetrik kalibrasyon BAND 7	1620 bayt
		EOR	
		rodymetrik kalibrasyon BAND 8	1620 bayt
		EOF (End of file)	
		görüntü verisi satır 1 BAND 4	3780 bayt
		EOR Kayıt sonu (End of record)	
		görüntü verisi satır 1 BAND 5	3780 bayt
		EOR	
		görüntü verisi satır 1 BAND 6	3780 bayt
		EOR	
		görüntü verisi satır 1 BAND 7	3780 bayt
		EOR	
		görüntü verisi satır 1 BAND 8	3780 bayt
		EOR	
		EOR	
		görüntü verisi satır 228 BAND 7	3780 bayt
		EOF	
		LE OT	
		EOT (End of tape)	

Şekil 3.11 CCT'lerin kayıt düzeni

BÖLÜM 4.UZAKTAN ALGILAMADA SAYISAL GÖRÜNTÜLER, İŞLENMESİ VE SINIFLANDIRILMASI

4.1. Sayısal Görüntü.

Uzaktan algılama verileri sayısal değerler topluluğudur. Bu değerler sınıflandırma işleminin temelini oluştururlar. Sayısal değerler görüntüye dönüştürülür, işlenir, renklendirilir ve istatistiksel olarak değerlendirilir, yorumlanır.

Sayısal görüntüler piksel olarak deyimlendirilen görüntü elemanlarından oluşmaktadır. Pikseller görüntüyü oluşturan en küçük parçalardır. Yeryüzünde küçük bir alana karşılık gelen bölgenin ortalama parlaklık değeri bir sayıdır ve bir piksele karşılık gelmektedir. Sayısal görüntü, değişik dalga boyundaki ışınım vektörlerinin sayısal ifadesidir. Işınım vektörlerinin parametreleri görüntüdeki farklılıkları oluşturmaktadır. Görüntüdeki detayların belirlenmesi piksel büyüklüğüne bağlıdır. Ekranda iyi bir görüntü oluşturabilmek için piksel boyutunun 0,1 mm den daha küçük olması beklenir.

4.1.1 Piksel Parametreleri.

Bir pikselle belirlenen yeryüzü alanı, algılayıcı sistemin yüksekliği ve tarayıcının " anlık görüş açısı " ile tanımlanır. Anlık görüş açısı, yeryüzünün taranması sırasında tek bir elemanın geometrik izdüşümle taşınan açısıdır. Sayısal görüntü elde eden bir tarayıcının çalışma düzeni yeryüzündeki küçük bir alanı tarayıp o bölgenin spektral değerlerini okuması biçimindedir. Tarayıcı optiğin açısal ayırım gücünü belirleyen anlık görüş açısı AGA (IFOV Instantaneous Field of View) bir piksele karşılık gelmektedir. Sayısal bir görüntüye geometrik düzeltmeler getirildikten sonra AGA ve piksel bağlantısı bire bir olmayan çıkar, pikseller birbirini örtebilir ya da aralarında boşluk olabilir [2].

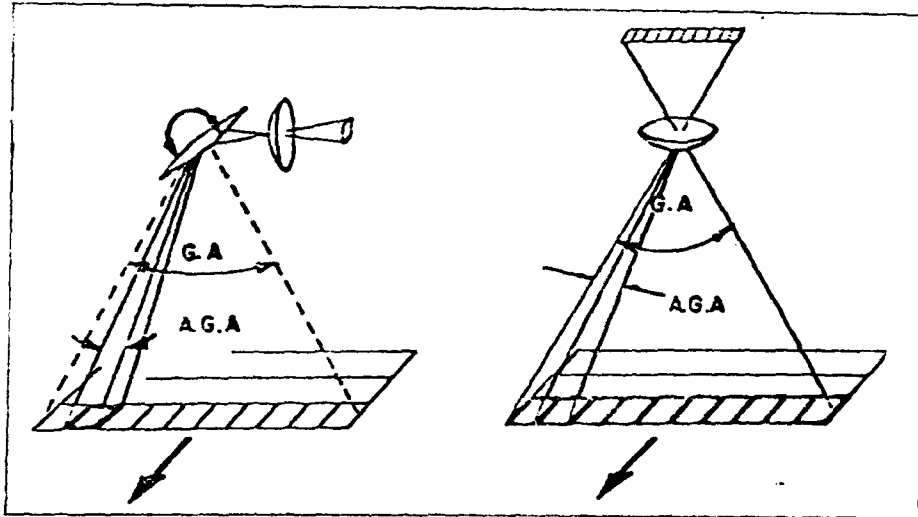
Farklı algılayıcı tipleri için AGA'nın geometrik gösterimi sözkonusudur. Her piksele karşılık gelen arazinin ışınım, parlaklığını göstermek için bitlerin sonlu bir sayısı kullanılmaktadır. Yeryüzünün sürekli ışınımı sayısal görüntüdeki gri tonların ayırımı için sayısallaştırılmaktadır. Bir sayısal görüntüde her piksel bir bit ile

katlanmıştır. Bir bit, parlaklık değerlerinin gösterilmesi için düzenlenmiş sekiz binary sayısından oluşmuştur. Uygulamada kullanılan Landsat 4-5'de bulunan TM için her piksel sekiz binary sayısından oluşmuş ve parlaklık değerleri 0 ile 256 arasındadır.

Bir piksel üç büyüklüğü tanımlar. (1) Algılayıcının AGA'sının yeryüzünde tasarlanan lineer boyutu. (2) Ardışık AGA'ların birbirlerine göre durumu. (3) Ölçülen ışınım gösteren bit'lerin sayısı. Bu parametreler elde edilen görüntünün yersel ve geometrik olarak çözünürlüğünü belirlemektedir. Ayrıca çözünürlüğü, algılayıcının elektronik özellikleri, AGA'nın algılanması sırasındaki hareket, yeryüzü ve atmosferik koşullar da etkiler [2].

4.1.2. Görüntü Parametreleri ve Görüntü İşlenmesinin Matematiksel Yapısı

Uzaktan algılamada algılayıcının " Görüş alanı " (GA), "Anlık görüş açısı " (AGA) parçalarının biraraya gelmesi ile oluşan görüntüdeki piksellerin toplam sayısını belirler (Şekil 4.1). Bu sayı milyonların üzerindedir. Bu yüzden veriler uygun ve modern bir bilgisayarda depolanıp işlenmelidir. Görüntüler aynı anda elektromanyetik spektrumun farklı kanallarından görüntülenmektedir.



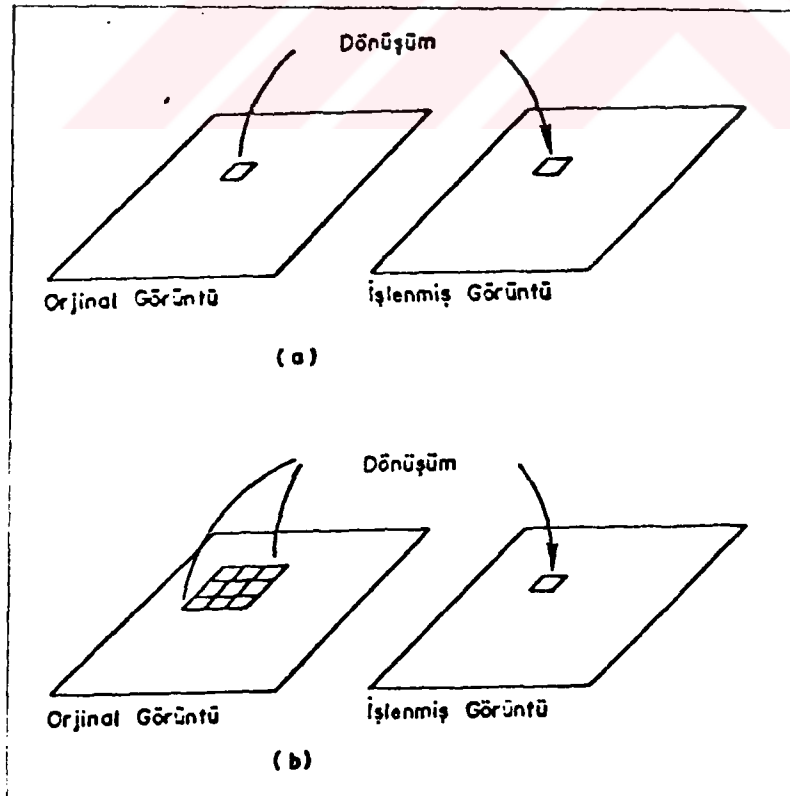
Şekil 4.1. (a) Optik - Mekanik (MSS, TM) ve (b) Optik elektronik algılayıcıların (SPOT / HRV) tarama sistemleri ve AGA'ların geometrik izdüşümü.

4.2. Görüntü İşlenmesinin Matematiksel Yapısı.

Görüntü işleme genel olarak iki şekilde gerçekleştirilir. (1) Piksel dönüşümü (2) Komşu dönüşüm.

İki yöntem orjinal görüntü pikselinin dönüşümünü içermektedir. Çıkış görüntüsü yeni bir değer olmaktadır. Dönüşüm orjinal görüntü pikselinin gri tonlarına bağlıdır ve kontrast attırımı ile farklı kanalların oranlarını kullanmaktadır.

İkinci yöntem ise pikseli çevreleyen komşu pikselleri de kapsayan bir dönüşümdür ve bu piksellerin gri tonlarına bağlıdır. Kontrast artırımı (edge enhancement) ve interpolasyon yöntemleri ile de ilgilidir. Bu bölgesel etki, işlenen piksel çevresindeki piksellerin ağırlıklı toplamı ile giderilirse "lineer filitreleme (Linear Spectral Filtering) olarak deyimlendirilir. Lineer filitreleme ve bir optik sistemle oluşan görüntü yapısı arasında güçlü bir benzerlik vardır (Şekil 4.2) [2].



Şekil 4.2 Görüntü İşlenmesi (a) Piksel dönüşümü (b) Komşu dönüşümü

4.3. Görüntü Sınıflandırmasının Matematiksel yapısı.

Görüntü işlenmesi amacı, görüntü kalitesinin artırılması ve böylece görüntü yorumlamasının kolaylaştırılmasıdır. Görüntüye ait yersel bilgiler yorumlamanın doğruluğunu destekler. Yorumlayıcının yorumlama yeteneği karar verme işleminin başarılı olmasına etkindir. Örnekleme bölgelerinin titiz bir şekilde seçilmesinden sonra sınıflandırma işlemi en uygun yöntemle sonuç bilgisayar yardımı ile gerçekleştirilir. Sınıflandırma işleminde amaç sayısal ve tekrarlı işlemlerle yorumlayıcının karar vermekte güçlük çektiği durumlara çözüm getirmektir. Uydu verilerinin bilgisayarla yapılan sınıflandırılması ile yeryüzünün büyük alanlarına ait modern ve güncel haritaları hazırlanarak yeryüzü ile ilgili yeterli bilgi potansiyeli karşılanabilir.

Görüntü sınıflandırması mevcut veriler içersinden istatistiksel değişkenleri belirleyerek yapılan bir karar verme işlemidir. Karar verme teorisi matematiksel işlemlerle sağlanır. Bir pikselin hangi sınıfa gireceğine karar verilirken istatistiksel olarak belirli bir hata bulunur. Her bir piksel minimize edilerek bazı hata kriterleri bütün bölge için uygulanır. Pikseller tek tek ele alındığında sınıflandırmaya oldukça büyük sayıda piksel girer. Sınıflandırmanın matematiksel temeli Bayes Teorisine dayanır [2].

4.3.1 Bayes Teoremi

Uzaktan algılamada, ölçme değerleri olan her bir pikselin grilik tonları yeryüzünün özelliklerini belirlemektedir. Bu değerler bir pikselin sınıfını belirlemektedir. Örnek olarak bitki örtüsü ve toprak ayırımının yapılacağı bir çalışma tek kanal için ele alınsın. Bu durum, görüntünün baskın olan özellikleri içinde tek boyutlu iki sınıflı bir sınıflandırma problemidir.

Her sınıfı ayrı ayrı ele alacak olursak, her sınıfın özelliğini belirleyen bağıl frekans histogramları Şekil 4.3'te verilmiştir. Burada koşullu olasılık fonksiyonları $P(x/1)$, $P(x/2)$ birim alana sahiptir ve bir pikselin özelliğini belirleyen x değerine göre sınıf 1 veya 2'ye girebilme olasılığını belirlemektedir.

X Ölçme değerinin olasılık fonksiyonu ilgili görüntü alanındaki sınıf i 'de olabilmesi, $P(i)$ ön olasılıkla gösterilirse olasılık fonksiyonları $P(x/i)$, $P(i)$ ölçme değeri X ' in sınıf i 'de olabilme olasılığını göstermektedir (Uzaktan algılamada ön olasılıklar

haritalar, tarihsel veriler, arazi çalışmaları gibi dış kaynaklardan alınmaktadır. Sınıflandırma kararı pikselin sahip olduğu ölçme değeri X 'in örnekleme bölgelerinden hangisine ait olduğu belirlemektir. Son olasılık değeri $P(1/X)$ Bayes kuralı ile belirlenmektedir.

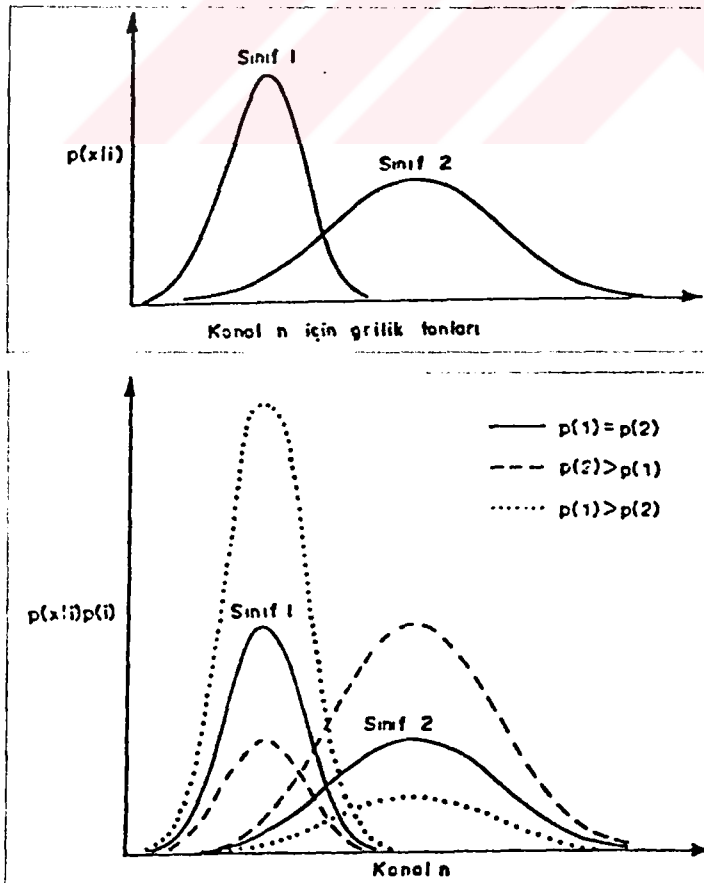
$$P(1/X) = P(X/1) / P(X)$$

$$P(X) = P(X/1)P(1)$$

Burada karar kuralının çalışması; eğer $P(1/x)$ değeri $P(2/x)$ değerinden büyükse, x ölçme değerine sahip pikselin sınıf 1'e dahil edilmesi şeklindedir. Benzer şekilde $P(2/x)$ değeri $P(1/x)$ değerinden büyük ise piksel sınıf 2'ye atanır. $P(x)$ değerinin her iki sınıf için aynı olduğu durum söz konusu ise Bayes karar kuralı uygulanır. Bayes karar kuralı;

$$P(x/1)P(1) > P(x/2)P(2)$$

ise piksel sınıf 1'e atanır.



Şekil 4.3. Ön olasılığın sınıfların belirlenmesine etkisi.

$P(x/2) P(2) > P(x/1) P(1)$ ise piksel sınıf 2'ye aittir.

Son olasılık değerinin birbirine eşit olduğu durumlarda

$$P(1/x) = P(2/x)$$

veya

$$P(x/1) P(1) = P(x/2) P(2) \quad (4.3.)$$

piksel en yakınındaki bölgeye atlayabilmektedir.

Uygulamada güvenilir ön olasılıkları elde etmek zordur ve genellikle eşit olarak alınmaktadır. İki sınıf olması durumunda ön olasılık 0.5 alınır. Dış kaynaklı veriden ön olasılık incelikli olarak bulunabiliyorsa sonuçlar da daha olumlu olmaktadır.

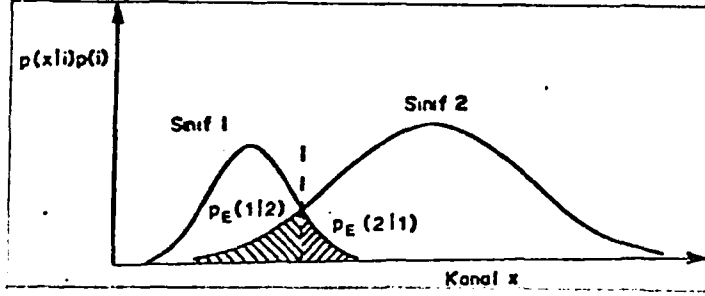
4.3.2 Ayrım fonksiyonları

Bayes ayırım kuralı aşağıda gösterildiği gibi tekrar ele alınabilir. Sınıflandırma hatasının toplam olasılığı Şekil 4.4' de gösterilmektedir. Bu olasılık, fonksiyonlarının birbirlerini örten kısımların altındaki alan olarak verilmektedir. Toplam olasılık hatası sınıf bölüşümünün her iki tarafından hesaplanan, hatalı kararlardan elde edilen olasılıkların toplamıdır. Bayes optimal bölüşüm bu hataları minimuma indirmektedir. Bu bölüşümde sağa ve sola kaydırılma, sınıflardan birinin daha büyük bir alanı içermesine neden olmaktadır. Bu da toplam hatayı artırmaktadır. Ön olasılıklar tekrar ele alındığı zaman karar sınırları $P(2) > P(1)$ ise sola, $P(1) > P(2)$ ise sağa kaymaktadır.

Ön olasılıkların güvenilir tahminleri yapılabilirse, bu tahminlere bağlı olarak bir sınıf hatasının diğer sınıflardan büyük olmasına göre karar sınırları değiştirilebilmektedir. Böylece aradaki noktanın hangi sınıfa gireceğine karar verilmektedir. Örnek olarak ender görülen bir sınıfın bütün oluşumlarının belirlenmesi için yapılan bir çalışma sonucunda bu sınıfın ön olasılığı çok düşük olacaktır. Buna yapay bir yüksek olasılık vererek bu sınıfın atlanmaması sağlanmalıdır. Ortaya çıkabilecek yanlış tanımlamalar alternatif verilerden çıkarılabilir. Analizcinin daha iyi bir yorum yapabilmek için seçtiği ön olasılıklar bazen gerçeğe uygun olmayabilir. Bu durumda dikkatli çalışma ve olasılıkların sınıflandırma işlemindeki yeri önemlidir.

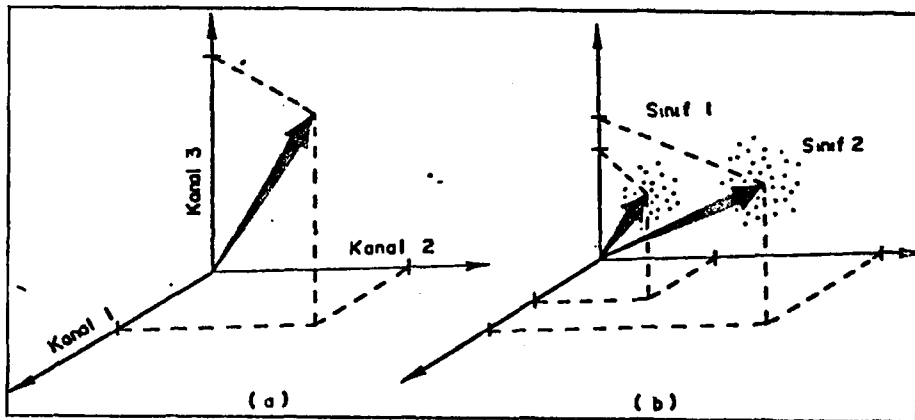
4.3.3. N Boyutlu dağılım

Tek boyuttan -N- boyuta ve iki sınıftan çok sınıfa genişletilme işlemi, matematiksel sonuçları açısından oldukça karışıktır. Bir pikselin tek boyutlu (tek kanallı) özellik değerleri veri ölçme değişkeni X noktası ile gösterilmektedir.



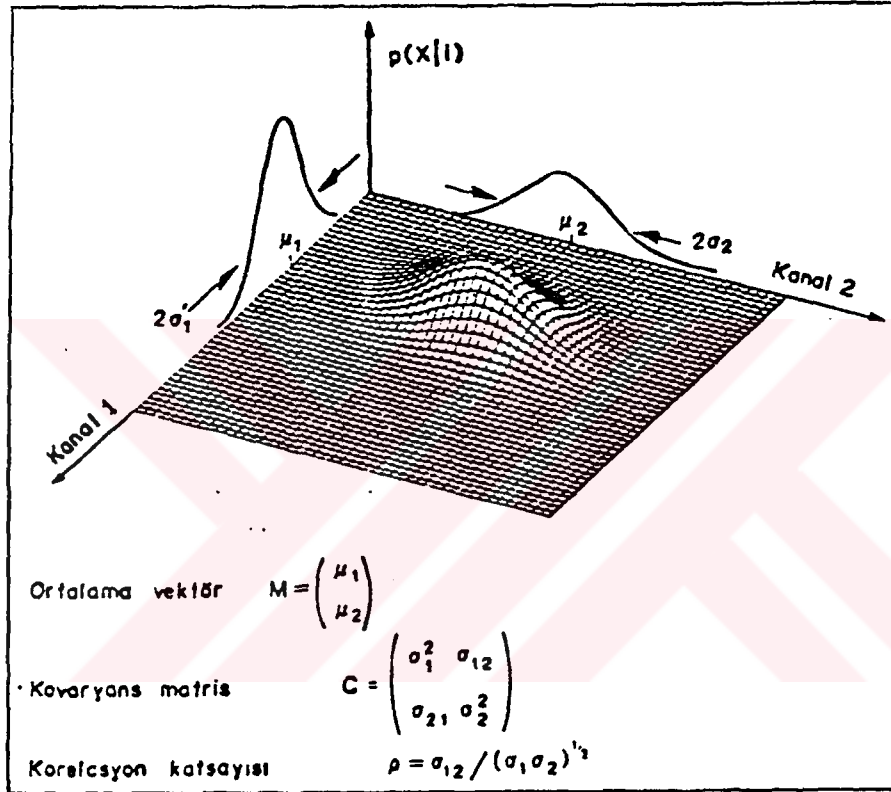
Şekil 4.4 Maximum Likelihood sınıflandırması için hata olasılığı P

Ölçme vektörü -N- bileşenli X değerini almaktadır. Şekil 4.5 a'da tek bir pikselin farklı üç kanaldaki ölçme değerlerine göre konumu Şekil 4.5b' de ise üç kanaldaki ölçme değerlerine göre oluşan iki farklı sınıfın kümeleşmesi özellik uzayında gösterilmektedir. $P(x/i)$ çok kanallı çalışmada çok değişkenli olasılık fonksiyonudur. Sınıf bölüşümünün iki boyutlu ele alınması durumunda eğriler, üç boyutluda yüzeyler, -N- boyutluda çoğul yüzeyler olmaktadır. Bu boyutsal genişlemeyi incelemek amacı ile çok boyutlu durum için normal dağılım ele alınırsa; sınıf ortalaması μ ve varyans s^2 ile gösterilmektedir. Benzer şekilde iki boyutlu bir normal dağılım parametreleri ortalama sınıf vektörü M ve bir boyutlu varyansın iki boyutluya benzetilmesi sonucu kovaryans matris C ile gösterilmektedir [2].



Şekil 4.5 Üç boyutlu durum için piksel vektörleri (a) Tek piksel konumu (b) Tüm piksellerin konumu

İki farklı kanaldan gelen grilik değerlerine karşılık X_1 ve X_2 ekseninin her biri üzerine dağılımın izdüşümü sınıf ortalama vektörünün bileşenleri olan iki sınıf ortalaması μ_1 ve μ_2 ile gösterilmektedir. Kovaryans matrisinin diğer elemanları i inci sınıfa ait alınan N sayıdaki pikselden oluşan bir örnekleme bölgesinden hesaplanmaktadır (Şekil 4.6) [4].



Şekil 4.6 İki boyutlu normal dağılım parametreleri

$$\sigma_{12i} = \sum_{t=1}^n [X_1(t) - \mu_1][X_2(t) - \mu_2] / (n-1) \quad (4.4)$$

Burada $X_1(1)$ ve $X_2(1)$, örnekleme bölgesinin iki farklı kanaldaki değerleridir.

İki boyutlu dağılım için kovaryans matrisi;

$$C_i = \begin{pmatrix} \sigma_{11i} & \sigma_{12i} \\ \sigma_{21i} & \sigma_{22i} \end{pmatrix} \quad C_i = \begin{pmatrix} \sigma_{1i}^2 & \sigma_{12i} \\ \sigma_{21i} & \sigma_{2i}^2 \end{pmatrix} \quad (4.5)$$

Burada σ_{12} , σ_{21} 'e eşittir. Kovaryans matrisi simetriktir. Daha büyük boyutlar için de bu durum geçerlidir. Köşegenlerdeki elemanlar her bir boyut için dağılım varyanslarıdır. $\sigma_{11i} = \sigma_{21i}$ her zaman pozitifdir. Köşegen elemanlarının dışındakiler için bu zorunluluk yoktur.

Korelasyon katsayısı, matrisin köşegen dışındaki elemanları ile aşağıdaki formülle belirlenmektedir.

$$\rho_{12i} = \sigma_{12i} / (\sigma_{11i} - \sigma_{22i})^{1/2} \quad -1 < \rho_{12i} < +1 \quad (4.6)$$

ρ_{12} 'in farklı değerler alması durumunda iki boyutlu bir normal dağılıma etkisi şekil 4.7'de gösterilmektedir. ρ_{12} 'in -1 ve +1'e yakın değerler alması, iki boyutu oluşturan farklı iki alanın grilik değerleri arasında kuvvetli bir lineer bağımlılık olduğunu belirtmektedir. ρ_{12} değeri sıfıra yakınsa, iki boyut arasındaki korelasyon küçüktür. İki boyuttan -N- boyuta geçildiğinde kovaryans matrisinin köşegen dışındaki elemanları olmaktadır. Bu -N- boyutlu görüntü verilerinin korelasyonsuz olması veri analizlerinde kolaylık sağlamaktadır.

-N- boyutlu normal dağılım için genel çok değişkenli durumda i'inci sınıfta olma olasılığı;

$$P(x/i) = (1 / |C_i|^{N/2} (2\pi)^{N/2}) \exp [- 1/2 (X-M_i)^T \Sigma^{-1}_i (X-M_i)] \quad (4.7)$$

burada;

X = - N - boyuttaki piksel özellik vektörü.

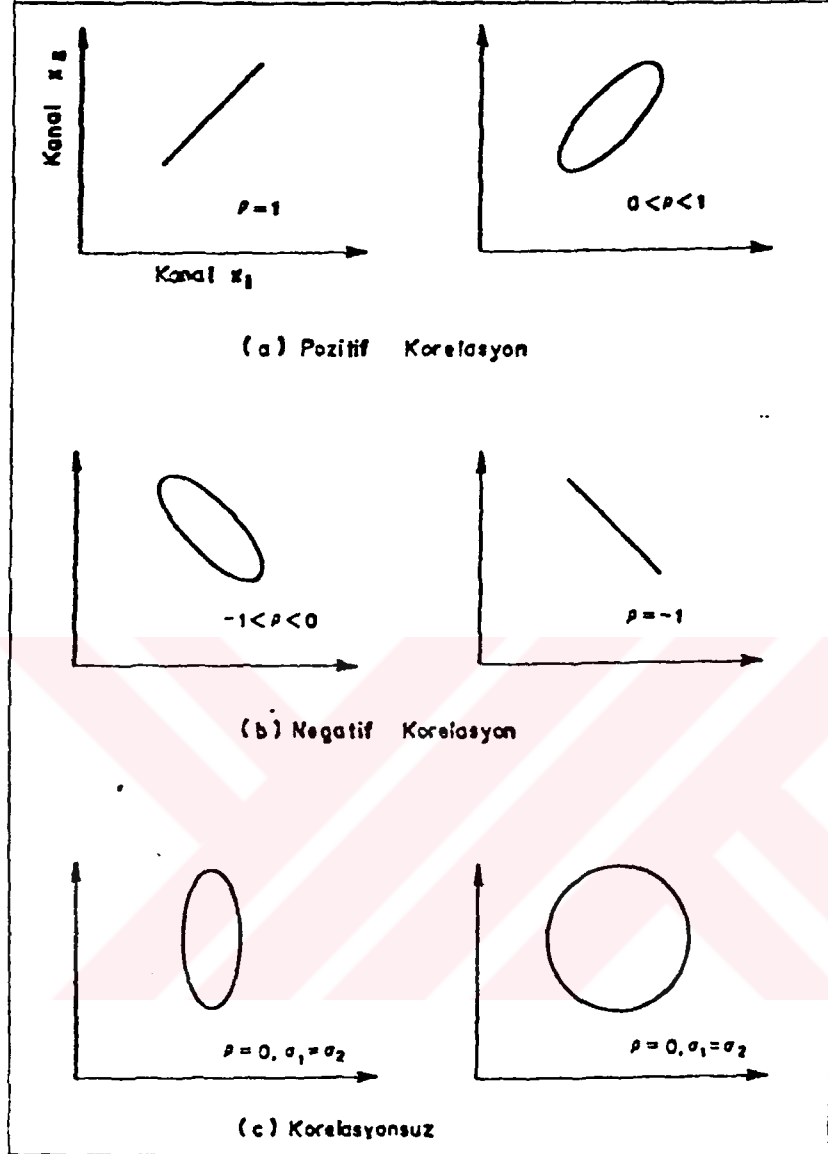
M = Sınıf i için n*n ortalama vektörü.

C = Sınıf i için n*n simetrik kovaryasyon matrisi.

Bayes optimal ayırım fonksiyonu -N- boyut için aşağıdaki gibidir;

$$D_i(X) = \ln [P(i)] - (N/2) \ln(2\pi) - (1/2) \ln |C_i| - (1/2) (X-M_i)^T \Sigma(X-M_i) \quad (4.8)$$

Bu formül Duda ve Hart tarafından 1973 yılında ortaya konmuştur. Eşitlik (4.8)'le tanımlanan değerler, Moncimum - Likelihood sınıflandırma yönteminde farklı sınıfların ortalama ve kovaryasyon matrisleri arasındaki bağlantılara bağlı özel bir durumdur.

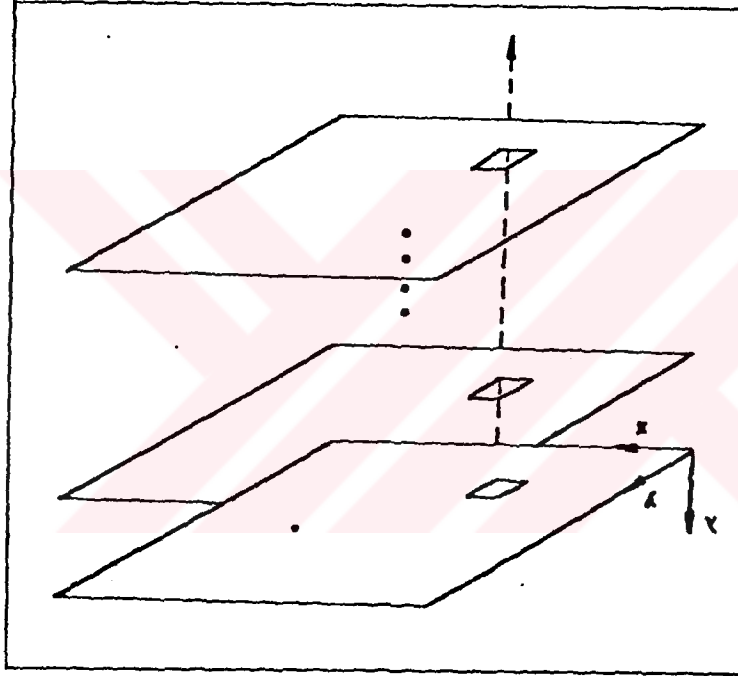


Şekil 4.7. Korelasyon katsayısının iki boyutlu normal dağılımına etkisi

4.4 Görüntü verilerinin Sınıflandırılması.

Sınıflandırma başta istatistik olmak üzere bir çok bilim dalında incelenen ve kullanılan bir konudur ve model belirleme (Pattern Recognition) adı altında klasik bilim dallarından bağımsız gelişmiş bir alanın ana bölümlerinden biri olarak ele alınmaktadır. Görüntü verilerinin sınıflandırılması görüntülerin yorumlanma ve analizinin uygun yöntemlerle bilgisayarlar tarafından yapılması ile sağlanmaktadır. Bu işlemdeki amaç, eldeki yansıma ya da grilik değerlerine karşılık gelen verilerden o verilerin karşılık geldiği cisimlerin belirlenmesidir. Bu verilerle yapılan sınıflandırma

İşlemleri matematiksel formüllerle ifade edilebilmektedir. Günümüzde sınıflandırma, uzaktan algılanan görüntülerden bilgisayar yardımı ile harita yapımı için en uygun yaklaşımdır. Sınıflandırma işleminin sonunda, sınıflandırılan piksellerin bir haritası elde edilir. Sınıflandırma işlemi sırasında aynı bölgenin farklı kanallardan algılanan görüntülerine karşılık gelen gri tonlara indirgenerek görüntü verileri karşılaştırılmaktadır. Bir multispektral koordinat görüntüde her piksel uzay koordinatları olan X , Y ve spektral koordinat (Dalga Boyu) ile tanımlanmaktadır (Şekil 4.8) [2].



Şekil 4.8. Bir multi-spektral görüntünün koordinatları

-N- kanallı görüntüde bir piksel için -N- tane gri tonu yeryüzündeki aynı bölgeye karşılık gelmektedir. Multispektral görüntüler her bir pikselin bir vektörle gösterilen -N- boyutlu özellik uzayını tanımlamaktadır.

Spektral piksel ölçümlerinin her bir sınıf için vektörlerin bir kümesi olması nedeni ile genel olarak sınıflandırma için iki kanaldan fazlasına gereksinim duyulur. Sınıflandırma sırasında sınıflar arasında kesin ayırım yapabilmek için bir çok hesap yöntemi kullanılmaktadır. Sınıflar arsında korelasyon olduğunda veriler özellik uzayından bir çizgi boyunca şeritsel dağılım gösterirler. Korelasyonsuz veriler özellik

uzayında küreleşme göstererek dalresel bir alanda dağılmaktadır. Bunu etkileyen nedenler doğadaki düzensizlik, atmosfer koşulları, algılama aletlerinin yapısı vb.

Sınıflandırma işlemi sırasında, analizci görüntü verisinden örnekleme bölgelerini seçerek veya daha önce belirlenmiş olan spektral özelliklerden yararlanarak sınıflandırma işini yönetiyor veya etkiliyorsa bu " Kontrollü Sınıflandırma " olarak tanımlanır.

Kontrollü sınıflandırma yönteminin bir alternatifi ise sınıflandırma işlemi süresince analizcinin herhangi bir şekilde sınıflandırma işlemine etkisi olmadığı " Kontrolsüz Sınıflandırma " yöntemidir. Bu yaklaşım, çok sayıda bilinmeyen pikselin görüntü verisinde mevcut olan doğal guruplaşmalarını irdeleyen karmaşık algoritmaların kullanılmasına neden olmaktadır. Bu yöntem, görüntü verisine ait örnekleme bölgelerinin çok kısıtlı olduğu veya hiç olmadığı hallerde geniş kullanım alanı bulmaktadır.

Her iki sınıflandırma yönteminde de temel amaç pikseli sahip olduğu yansıma değerine göre yeryüzünde o piksele karşılık gelen sınıf oluşturduğu kümelere atmaktadır.

Bir cisimler topluluğundan belirli özellikler verilebilen veriler alınabilmektedir. Bu cisimler topluluğu n adet sınıftan ($i, i=1, \dots, n$) oluşmaktadır. Her veri $-N-$ boyutlu bir vektördür. Bu cisimler topluluğunda her sınıf oranını belirleyen ön olasılık $P(i, i=1, \dots, n)$ ve her sınıf içinde ölçülen özelliklerin dağılımını gösteren sınıflar için koşullu olasılık dağılımları $P(X/i)$ dir. Bir veri vektörü X 'e göre seçimi yapabilmek için $P(i/X)$ değerlerinin her sınıf için hesaplanması ve en büyük değeri veren sınıfın seçilmesi gerekmektedir. Bayes teorisine göre ;

$$P(i/X) = P(X/i) P(i) / \sum_{i=1}^n P(X/i) P(i) \quad (4.9)$$

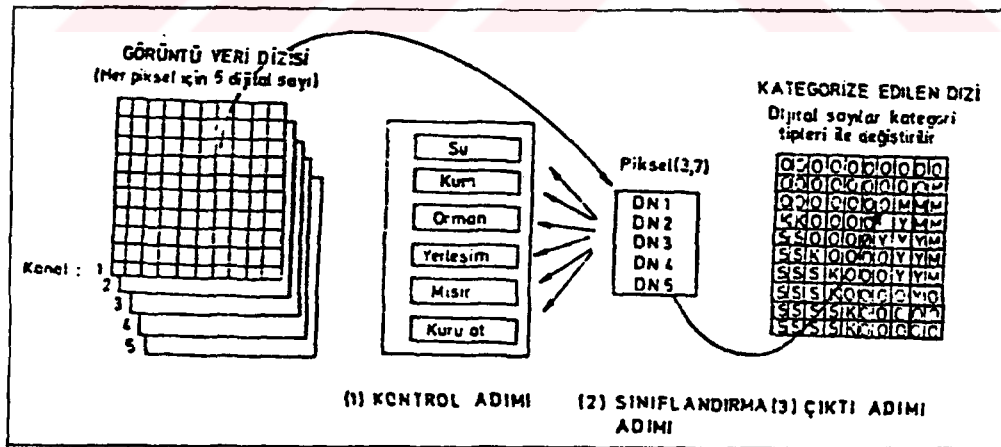
idi. Uygulamada karşılaşılabilecek üç durum göz önüne alınırsa;

1. Durum : Sınıfların sayısı n , ön olasılıklar $P(i)$ ve koşullu olasılıklar $P(X/i)$ bilinmektedir. Bu durumda yukarıda verilen Bayes kuralı uygulanarak, her veri vektörü X 'in hangi sınıftan geldiğine karar verilebilmektedir. Örnek olarak en yakın komşu (Nearest Neighbor) sınıflandırılması verilebilir.

2. Durum : Sınıfların sayısı n biliniyor, $P(I)$ ve $P(X/I)$ bilinmiyor olabilir. Her sınıftan alınmış örnekler mevcut ise, bu durumda alınan örneklerle olasılık dağılımları belirlenerek buradan sonuca gidilebilir veya olasılık dağılımlarını hiç hesaplamadan doğrudan sınıflandırma yapılabilir. Genellikle $P(X/I)$ 'nin bir normal (Gauss) dağılımı gösterdiği varsayımı ile problem bu dağılımın ortalama vektörü m ve kovaryans matrisi C 'nin bulunmasına indirgenebilmektedir. Bu duruma en belirgin örnek kontrollü sınıflandırma kapsamına giren Maximum Likelihood sınıflandırmasıdır.

3. Durum : Sınıflarla ilgili olarak olasılık dağılımları veya herhangi bir ön bilgi bilinmemektedir. Bilinenler yalnızca veri vektörleridir. ($X = X_1, X_2, \dots, X_n$). Sınıf sayısı bilinemez veya bilinmeyebilir. Bu durumda elde edilen veriler incelenerek, uygun algoritmalarla bağlantılar oluşturularak kümelemelere gidilir. Oluşan kümelerin, sınıfların sonucu olduğu varsayılarak kümelemlerle sınıflar belirlenir. Yöntemler kümeleme yöntemi ve en kısa uzaklık (Euklid Uzaklığı) yöntemi gibi kontrolsüz sınıflandırma içinde yer alan örneklerdir.

Kontrollü sınıflandırma işleme içeriğinde temel adımlar aşağıdaki şekil 4.9'da gösterilmektedir. Buradaki adımlar üç aşamada gerçekleştirilmektedir. (1) Kontrol adımı, (2) Sınıflandırma adımı, (3) çıktı adımıdır [4].



Şekil 4.9. Kontrollü sınıflandırmada temel adımlar

Kontrol aşamasında, temsil edici nitelikteki kontrol bölgeleri belirlenir ve görüntüde ilgilenilen herbir arazi örtü tipinin spektral özellikleri için sayısal bir tanımlama geliştirilir. Bu adımda referans verilerden de yararlanır (Verilerin uygulanacağı coğrafi bölgeye ait bilgiler). İkinci aşamada görüntü verisindeki her

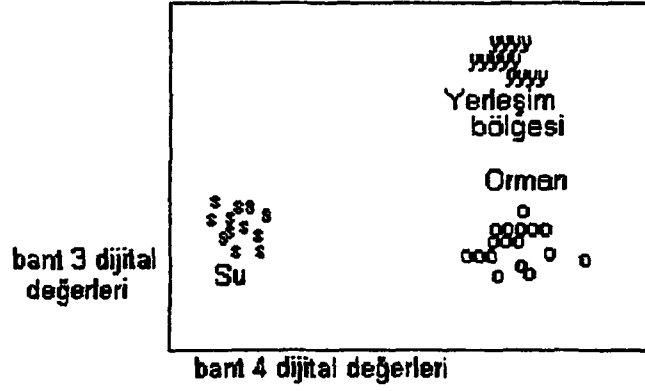
görüntü elemanı en çok benzer olarak nitelendirildiği arazi örtü sınıfına alınır. Eğer görüntü elemanı herhangi bir kontrol veri dizisi ile yeteri kadar bağdaşmıyorsa "belirsiz" olarak adlandırılır. Daha sonra bu aşamada her bir piksele atanan sınıf, yorumlanmış veri dizisinde "çıktı görüntüsü" yerini alır. Tüm ver dizisi sınıflandırıldıktan sonra sonuçlar çıktı aşamasında farklı şekillerde sunulur. Çıktı ürünleri genellikle tematik haritalar, çeşitli arazi örtü sınıfları için tüm görüntüye veya belirlenmiş görüntüye ait olan istatistiksel tablolar veya coğrafi bilgi sistemlerine (GIS) dahil edilebilecek nitelikli dijital veri kütükleri olarak oluşturulurlar [4].

Ençok bilinen kontrollü sınıflandırma yöntemleri " Gauss en çok benzerlik (Maximum Likelihood)" yöntemi, "Paralel kenar" yöntemi ve "Lineer Diskriminant Fonksiyonu" sınıflandırma yöntemleridir [5].

KontROLSÜZ sınıflandırma yönteminde ise sınıflandırma için temel olan kontrol verilerinin kullanımı yerine görüntüde belirsiz olan görüntü elemanlarını inceleyen ve görüntü dijital değerlerinde var olan doğal guruplaşmalara veya kümelere dayalı olarak bu elemanları çeşitli sınıflar altında birleştiren algoritmalar kullanılır. Farklı sınıf tiplerine ait olan dijital değerlerin ölçme uzayında birbirlerine yakın bir konumda bulunması gereklidir.

KontROLSÜZ sınıflandırma sonucunda oluşacak sınıfla görüntü dijital değerlerindeki doğal guruplaşmalara bağlı olan önceden ne olacağı bilinmeyen spektral sınıflardır. Bu sınıfların doğal özellikleri sonradan bölgeye ait hava fotoğrafları, topoğrafik haritalar ve var olan bilgilerle karşılaştırılarak belirlenir.

Herbir görüntü elemanını niteleyen dijital değerler veya ölçme vektörleri, bir eksen takımında şematik olarak gösterilebilir (şekil 4.10). 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 konumunu belirler. Aynı spektral özelliğe sahip olan görüntü elemanları kendi aralarında guruplaşarak, "noktalar bulutu" şeklinde belirlenecek her örtü tipi karegorisinin spektral paternlerinin çok boyutlu gösterilimini belirler. Sınıflandırılmış görüntünün, yer bilgileri ile karşılaştırılmasından sonra kümelere her birinin karşılık geldikleri sınıflar belirlenir.



Şekil 4.10 İki boyutlu uzayda görüntü elemanlarının dağılımı

Veri dizisinde mevcut olan doğal spektral gruplaşmaları belirlemek üzere kullanılan "Euklid - Uzaklığı" yöntemi gibi kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri mevcuttur. Ayrıca hem kontrollü hem de kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinin özelliklerini içeren "melez" sınıflandırma yöntemleri de söz konusudur.

4.4.1 Maximum - Likelihood sınıflandırma yöntemi

Bu sınıflandırma yönteminde esas, örnekleme bölgelerinin ön verilere göre saptanmasıdır. İkinci durumda ele alınan temel noktalar ışığında sınıflandırma yapılır. Bilinen ya da varsayılan dağılım normal (Gauss) ise, bilinmeyen parametreleri; alınan örnekleme bölgelerinin ortalama vektörü M ve kovaryans matrisi C aşağıdaki bağıntılar kullanılarak bulunmaktadır.

$$M = (1/N) \sum_{i=1}^n X_i \quad (4.10)$$

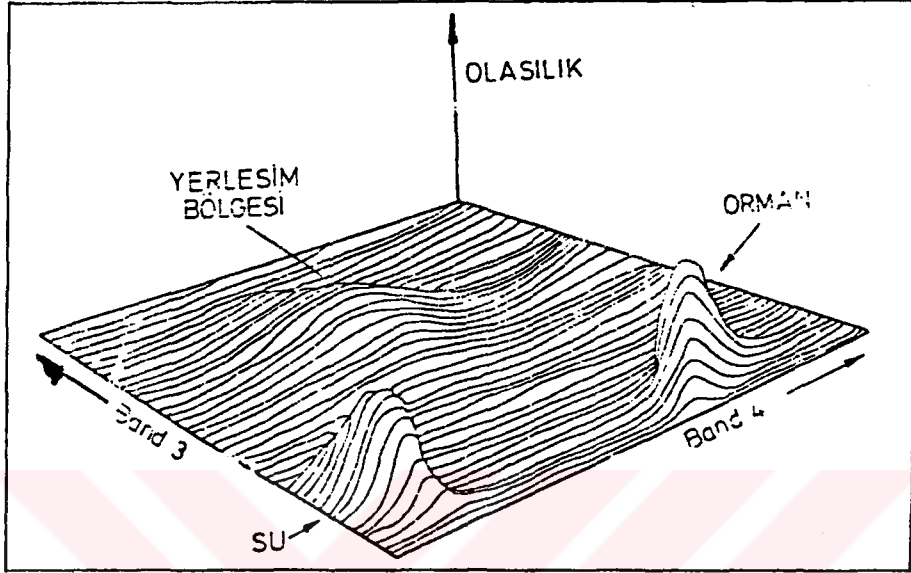
$$C = (1/N) \sum_{i=1}^n (X - M_i)(X - M_i)^T \quad (4.11)$$

Burada n ilgili sınıftaki örnek sayısıdır. Her sınıf için normal dağılım kabul edilen $P(X/i)$ olasılık fonksiyonunun ortalama vektörü alınan örnekleme bölgelerine göre hesaplandıktan sonra görüntüdeki her pikselin başında belirlenen sınıflardan hangisine en yakın olduğuna göre sınıflandırma yapılır. Kullanılan uzaklık Mahalanobis uzaklığı ise bağıntı şu şekildedir.

$$d_{mi} = [(X - M_i)^T C_i (X - M_i)]^{1/2} \quad (4.12)$$

d_{mi} , X vektörünün i sınıfına uzaklığını göstermektedir. Her piksel, uzaklığı en küçük (minimum d_{mi}) olan sınıfa alınır.

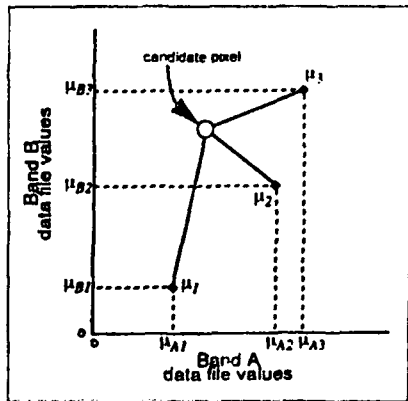
Gauss ile tanımlanan dağılımı ile tanımlanan parametrelere bağlı olarak belirli bir arazi örtü sınıfına ait olarak bilinen bir görüntü elemanı için olasılık yoğunluk fonksiyonları şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Maximum Likelihood yöntemi ile sınıflandırılmış olan olasılık yoğunluk fonksiyonları

4.4.2. Minimum uzaklık (Minimum Distance) Yöntemi

Minimum uzaklık yöntemi, her bir aday piksel için ölçme vektörü ve her bir örnek için ortalama vektör arasındaki spektral uzaklığı hesaplar (Şekil 4.12).



Şekil 4.12 Minimum spektral Uzaklık

Şekildeki aday piksel üç sınıf içersinden en yakın olanına atanır.

Sınıflandırma yöntemi için hesaplanacak spektral uzaklık "Euclid" uzaklığına dayanır.

$$SD_{xyc} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\mu_{ci} - X_{xyi})^2}$$

Burada, n bant sayısı, i özel bant, c özel bir sınıf, X_{xyi} bant i deki x, y piksel dosya değeri, μ_{ci} c sınıfı örnek sınıf içinli banttaki veri dosya değeri, SD_{xyc} koordinatlı pikselden c. sınıfa olan spektral uzaklıktır.

C sınıfının tüm olası değerleri için spektral uzaklık hesaplanır ve aday piksel SD uzaklığı ile en yakın olduğu sınıfa atanır.

Yöntemin avantajı, işlem sırasında sınıflandırılmayan piksel kalmaması ve hızlı işlenmesidir.

Dezavantajı ise, sınıflandırılmaması gerekli piksellerin sınıflandırılıyor olması ve sınıf değişkenlerini ihmal etmesidir.

4.4.3 Kümeleme yöntemi ile Sınıflandırma

Olasılık dağılımları hakkında bilgi edinilmediği ve örnekleme bölgelerinin bilinmediği veya sağlıklı istatistik değerlerin olmadığı durumlarda başvurulacak kontrolsüz sınıflandırma yöntemi olarak bilinen "kümeleme" yönteminde sınıflar kümeleşme özelliğinden belirlenebilmektedir. Bu işlem için üç yardımcı büyüklük tanımlanmaktadır. (1) Özellik uzayında yer alan noktalar arasındaki uzaklık, (2) kümeler arasındaki uzaklık, (3) kümeleşme kriteri. Noktalar arasındaki uzaklığın belirlenmesi için Euklid- uzaklığı, Mahalanobis uzaklığı, L_1 (blok) uzaklığı gibi uzaklık ölçütleri kullanılmaktadır. Noktaların oluşturduğu kümeler arasındaki uzaklığı belirlemek için de çeşitli yollar vardır. En basit yol önce küme merkezlerinin ve sonrada küme merkezleri arasındaki uzaklığın belirlenmesidir. Kümeleşme kriteri olarak, küme içindeki noktalar arasındaki uzaklığın minimum, küme merkezleri arasındaki uzaklığın ise maksimum olması öngörülmektedir.

4.5. ERDAS Görüntü İşleme Sistemi ile Sınıflandırma İşlem Aşamaları.

4.5.1 Kontrollü Sınıflandırma İşlem Aşaması

Kontrollü sınıflandırma işlemi görüntü verisi hakkında öncül bilgiler gerektirir ve aşağıdaki sorulara yanıt bekler.

- Hangi tip sınıfların oluşturulmasına gerek vardır? (Toprak, arazi kullanımı, bitki, yerleşim, sanayi,...)
- Hangi sınıfların veri içerisinde olması olasıdır?

Kontrollü sınıflandırmada veri sınıflandırma için örneklerin istatüsel ölçütünü saptamak için sisteme yardımcı olmak üzere, verilerin tanımlanma ve örneklerin belirleme başarısı uygulayıcının uzmanlığına bağlıdır.

Güvenilir örnekleri seçmek için sınıflandırma içine alınacak pikseller hakkında öncelikle, uzaysal veya spektral özellikler araştırılır. Gerçek yer bilgileri doğrultusunda, belirlenen bölgelerin özel karakterlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu işlemde arazi çalışması, hava fotoğrafı analizi, kişisel deneyim v.b. ile gerçekleşir.

Sınıflandırma işlemi iki bölümde gerçekleşir. (1) Örnekleme bölgelerinin seçilmesi ve işlenmesi, (ön sınıflandırma), (2) sınıflandırma (uygun yöntemin kullanılması yardımı ile) [6].

4.5.1.1. Örnekleme Bölgelerinin seçilmesi ve işlenmesi

Örnekleme bölgelerinin tanımlanması işlemi sınıflandırma işlemi boyunca görüntü verisi içerisindeki anlamlı örneklerin belirlenerek seçilmesi bilimi ve sanattır. Bir görüntünün uzaysal ve spektral olarak zenginleştirilmesi yardımı ile örnekleme bölgeleri uygulayıcı (analizci) tarafından görsel olarak oluşturulmaktadır.

Örnekleme bölgeleri bir örnek içinde pikseller yardımı ile gösterilen coğrafik alanlardır ve gerçek arazi verileri veya hava fotoğrafları desteğiyle öncelikle tanımlanır. Diğer bir deyimle örnekleme bölgeleri tanımlanabilir. Örnekler veya olası sınıflar olup tanımlanmak istenilen pikseller topluluğunu oluştururlar. Herbir örnekleme bölgesi tanımlanmaya çalışılan bir sınıfı temsil eder. Bunun için geniş sayıda piksel seçimine

gerek yoktur. Bu bölgelerin seçiminde büyük ölçüde uygulayıcının veri hakkında geniş bilgiye sahip olması, bölge üzerinde çalışması ve sınıfları iyi bir şekilde saptaması önemlidir.

Örnekleme bölgeleri "ERDAS" görüntü işleme sistemi kullanılarak çekirdek piksel (SEED) seçimi ile piksel piksel belirlenmektedirler. Bu bölgeler için sınıflar oluşturmak üzere örnek pikseller yardımı ile istatistiksel değerler hesaplanır ve histogramlar çıkarılır. Belirlenebilecek spektral veya uzaysal limitler içinde sınıflar görüntü alarmları ile istatistik değerleri hesaplanmadan önce test edilir. Bu test sınıflandırılacak örnekler için yaklaşık bir bölge alarmı verip orjinal piksellere karşılaştırılma olanağı sağlamaktadır [6].

Seçilen her bir sınıf örnekleme bölgesini tanımlayan istatistiksel veriyi oluşturur ve sınıflandırma işlemi sırasında kullanılırlar. Örnekleme bölgeleri bilgisayarda özel dosyalarında saklanırlar. Herbir sınıflandırma yönteminin girdi (Input) olarak gereksinim duyduğu istatistiksel parametreler SBD (Signature Binary Data) adı verilen örnek dosyalarında saklanırlar. Bu dosyalar aşağıdaki bilgileri içermektedirler;

- Herbir örneğin adı,
- Görüntü verisinde bulunan bant sayısı,
- Her bir örnek için her bir banttaki minimum veri değerleri,
- Her bir örnek için kovaryans matrisi,

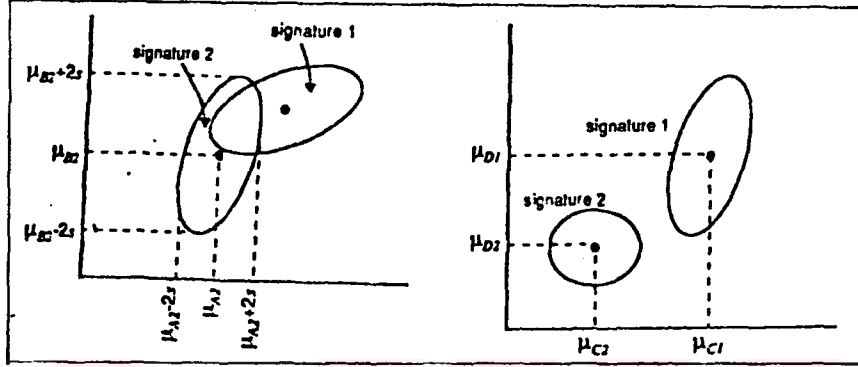
Bir sonraki aşama örnekleme bölgelerinin işlenmesi (Signature Manipulation) dir. Herhangi bir şekilde ve zamanda sınıflar yaratılabilir, test edilebilir, silinebilir veya diğer sınıflarla birleştirilebilir. Bu işlem kontrolü veya kontrolsüz sınıflandırma işlemine başlamadan gerçekleştirilebilir. Sınıfların birleştirilmesi işlemi kompleks sınıflandırma oluşumu sağlamaktadır [6].

4.5.1.2. Örnekleme Sınıflarının Değerlendirilmesi

Her bir örnek sınıfı için sınıflandırılmak istenilen piksellerin doğruluğunun kontrolü için değerlendirme işlemleri yapılabilmektedir. Bu işlemler şöyle sıralanabilir;

- Alarm testi,
- Elips diyagramları çizimi,
- Olasılık matrisi hesabı,
- İstatistiksel uzaklık hesabı,
- İstatistik ve histogram analizi,

Alarm testi, olası sınıflandırması yapılacak bir örneğin orijinal veri ile karşılaştırılmasına olanak sağlar. Bu test sırasında sınıflandırma ölçütlerine uygun pikseller ekranda görüntü üzerinde farklı renk değerleri ile aydınlanır. Referans yer verileri ve uygulayıcının tanımlama uzmanlığı yardımı doğrultusunda sınıfların doğruluğunun belirlenmesi bu işlem ile gerçekleştirilebilir [6].



Şekil 4.13 Örnek sınıfların Elips Diyagramları

Elipsler geniş örtülü oluşuyorsa örnek sınıfları tanımlayan piksellerin spektral karakterleri grafiklenen iki bant içinden seçilemeyecektir. En iyi durum üst üste örtülerin oluşmamasıdır fakat bazen bu durum beklenebilir. Şekil 4.12 'de ilk grafik için standart sapma 2 olarak alınmıştır. Bu değer değiştirilebilir. Elips çizimlerinin analizi ile standart sapma değerleri belirlenebilir. Elips grafikleri değerlendirilmesi ile tüm bant çiftleri için hangi sınıfların ve bantların doğru sınıflandırma sonuçları verilebileceği saptanabilir. Olasılık matrisi (Contingency Matris) değerlendirilmesi ile örnekleme işlemi yapılan piksellerle sınıflandırılmış pikseller karşılaştırılabilmektedir. Bu yüzden işlem ancak kontrollü sınıflandırma işleminden sonra oluşturulabilir. Herbir örnekleme bölgesindeki pikseller her zaman homojen dağılım göstermezler ve her piksel sadece sınıfları belirleyen istatistiklerde rol oynarlar. Bununla birlikte eğer her bir örnek için sınıf istatistikleri diğer örneklerden farklı ise piksellerin büyük çoğunluğu beklenildiği gibi sınıflandırılır. Bu değerlendirme ile örnek pikseller en yüksek olasılık yöntemi kullanılarak oluşturulur daha sonrada piksellerin sayısı ve yüzdelerini içeren olasılık matrisi çıkarılır [6].

Spektral uzaklık değerlendirilmesi için her bir sınıf çifti ile ortalama vektörler arasındaki spektral uzaklıklar hesaplanır. Eğer iki vektör arasındaki spektral uzaklık herhangi iki bant çifti için belirli değilse başarılı bir sınıflandırma için yeterince uzaklık yoktur. Spektral uzaklık değerlendirilmesi işlemi iki ya da daha fazla grup arasındaki

İstatistiksel bir hesaplama işlemidir. Uzaklık, sınıflandırmada kullanılacak bant kombinasyonları için hesaplanabilir. İstatistiksel uzaklık hesabı için iki seçenek vardır. İki formülde karşılaştırılacak sınıfların kovaryanslarının ortalama vektörleri ile hesaplama olanağı verir;

- Transform uzaklık (Transformed Divergence) formülü,
- Jeffries - Matusita uzaklık formülü,

Transform uzaklığı (TD) hesaplamak için formül aşağıdaki gibidir.

$$D_{ij} = (1/2) \text{tr}((C_i - C_j)(C_i^{-1} - C_j^{-1})) + (1/2) \text{tr}((C_i^{-1} - C_j^{-1})(\mu_i - \mu_j)(\mu_i - \mu_j)^T) \quad (4.13)$$

$$TD_{ij} = 2(1 - \exp(-D_{ij}/8)) \quad (4.14)$$

Burada i ve j karşılaştırılacak iki sınıf, C_i i. sınıf kovaryans matrisi, μ_i i. sınıf vektör değeri, tr trace (iz) fonksiyonu, T transpoze fonksiyonudur.

Jeffries-Matusita (JM) uzaklığı formülü şu şekildedir;

$$a = (1/8)(\mu_i - \mu_j)^T((C_i - C_j)/2)^{-1}(\mu_i - \mu_j) + (1/2) \ln(|(C_i - C_j)/2| / |C_i| + |C_j|) \quad (4.15)$$

$$JM_{ij} = 2(1 - e^{-a}) \quad (4.16)$$

İki formülde alt ve üst sınır değerlerine sahiptir. Eğer hesaplanan uzaklık yaklaşık üst sınıra eşit ise çalışılacak bantlarda bütünüyle bir sınıf ayrılabilir, sınıra eşit olması durumunda ise seçilemeyeceği açıktır. TD uzaklığı 0 ile 200, JM uzaklığı ise 0-1414 değerleri arasındadır.

Bu değerlendirme sonucu oluşan seçilebilirlik listesi her bir örnek sınıf ve bant kombinasyonları için hesaplanan uzaklığı belirtir. Ayrıca bu listede bant grupları için ortalama ve minimum uzaklık değerleride içerir. Bu değerler diğer bant kombinasyonları için yapılan değerlendirme sonuçları ile karşılaştırılarak sınıflandırma için en kullanışlı ve güvenilir bant gruplarını seçmeye olanak sağlar.

4.5.1.3. Örnekleme Bölgelerinin Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi.

Güvenilir örnekleme bölgeleri oluşturulup değerlendirildikten sonra bir sonraki adım görüntü verisinin sınıflandırılmasıdır. Bu işlem için her bir piksel birbirinden bağımsız olarak analiz edilerek uygun sınıflandırma yöntemine göre piksel ölçme vektörleri sınıflarla karşılaştırılır. Sınıflandırma algoritması ile belirli bir ölçütten geçen pikseller uygun sınıflara atanırlar.

ERDAS sistemi yaygın olarak kullanılan şu yöntemlerle sınıflandırma işlemini sağlar;

- Parallelepiped (Paralelkenar) sınıflandırma yöntemi,
- Minimum distance (uzaklık) sınıflandırma yöntemi,
- Mahalanobis distance sınıflandırma yöntemi ve
- Maximum Likelihood (en çok benzerlik) yöntemi.

Sınıflandırma işlemi tamamlandıktan sonra sınıflandırmanın doğruluğunu test etmek için;

- Overlay (sınıflandırılmış görüntünün orjinal görüntü üzerinde gösterilmesi.)
 - Thresholding (Sınıflandırılmayan piksellerin görüntülenmesi için olası görüntü dosyası kullanılması)
 - Accuracy Assessment (Doğruluk tayini = yer verileri veya diğer referans bilgileri ile sınıflandırılmış görüntünün kıyaslanması.)
- İşlemleri uygulanır.

Overlay işlemi ile orjinal görüntü verisi ekranda görüntülendikten sonra sınıflandırılmış görüntü bu orjinal görüntü üzerine yerleştirilir. Böylece seçilen sınıflar ile orjinal arasındaki ilişki kurulabilir. Bu test uygulayıcının örnek işleme ustalığı ve veri hakkında öncül bilgisine dayalıdır.

Thresholding sınıflandırılmış bir görüntüde büyük olasılıkla yanlış sınıflandırılmış piksellerin tanımlanması işlemidir. Bu pikseller sınıflandırma yönteminde kullanılan uzaklık ölçmelerine dayalı olarak istatistiksel olarak tanımlanırlar. Herhangi bir sınıflandırma işlemi sırasında GIS çıktı dosyasına ek olarak olası görüntü dosyası üretilir. Bu olası görüntü dosyası tek bant 16-bit LAN dosyası (Landsat uydusu veri dosyası) dir. Maximum likelihood yönteminde X^2

istatistikleri olabilirlik karşılaştırmak üzere kullanılır [6].

Doğruluk tayini (Accuracy Assessment) doğru olarak kabul edilen coğrafi veri ile sınıflandırmanın kıyaslanması için genel bir terimdir. Sınıflandırılmış bir görüntüdeki her bir piksel veya araziyi test etmek pratik olmadığından bir grup referans piksel seçilebilir referans pikseller sınıflandırılmış görüntüden seçilen noktalardır ve uygulayıcı tarafından ya da gelişigüzel seçilebilirler. Anlaşılır ve doğru bir test oluşturmak üzere uygulayıcı tarafından bölgenin seçilmesi ve bunun örneklemede kullanılmış olması gerekir. Ayrıca yaterince piksel sınıflandırma değerlendirmesi boyunca test edilmelidir. Referans pikselleri örnekleme bölgelerinin doğruluğunu test eder [6].

Kontrol verisi ile sınıflandırılmış verilerin karşılaştırılmasını sağlamak için " sınıflandırma doğruluk tablosu " bilgisayar tarafından DIG (digitized) dosyasından yaratılır. Tablo referans pikselleri ve sınıflandırılmış GIS dosyalarındaki uygun pikseller için GIS değerleri listesini gösterir.

Sınıflandırma doğruluk tablosunda iki çeşit bilgi çıkarılabilir. (1) Hata matrisi, (2) Doğruluk bilgisi.

Hata matrisi referans noktaları ile sınıflandırılmış noktaları karşılaştırır. Doğruluk raporu ise hata matrisi sonuçlarına bağlı olarak doğruluk yüzdesi istatistiklerini hesaplar.

4.5.2 Kontrolsüz Sınıflandırma İşlem Aşaması

Kontrolsüz sınıflandırma işlemi sadece minimal başlangıç girdi (Input) değeri gerektirir. Bununla birlikte kontrolsüz sınıflandırma algoritması ile yaratılan sınıfların yorumlanması analizciye aittir.

Kontrolsüz sınıflandırma clustering (Kümeleme) olarak adlandırılır. Görüntü verisindeki piksellerin doğal grupları spektral uzay içinde planlanır. Analizci tarafından belirlenen parametrelere göre bu doğal gruplar birleştirilebilir., ihmal edilebilir, işlenebilir veya bir örneğin temeli olarak kullanılabilir.

Kümeler (clust), örnekleme sınıflarına (training sample) benzerdir ve aralarındaki fark şöyledir;

- Kümeler bir sınıflandırma algoritması ile tanımlanırlar.
- Örnek sınıflar ise genellikle küçük bir bitişik pikseller topluluğudur ve uygulayıcı tarafından seçilir.

ERDAS görüntü işleme sistemi ile kullanılan kümeleme yöntemleri .(1) Ardaşık kümeleme (Sequential clustering) yöntemi, (2) İstatistiksel yöntem, (3) ISODATA (Iterative Self - Organizing Data Analysis Technique = iteratif self - organizasyon veri analizi yöntemi) yöntemi, (4) RGB kümeleme yöntemi [6].

4.5.2.1. Ardaşık Kümeleme (Sequential clustering) Sınıflandırma Yöntemi

Ardaşık kümeleme yönteminde pikseller aynı zamanda işlem görürler. Analizlenen her bir piksel ve öncelikle tanımlanan ortalama pikseller arasındaki spektral uzaklıklar hesaplanır. Her bir piksel var olan kümeye katılır veya yeni bir küme oluşturmaya başlar. Kümeler eğer fazla ise birleştirilir [6].

Kümeler içindeki pikselleri sınıflandırmak için aşağıdaki parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir.

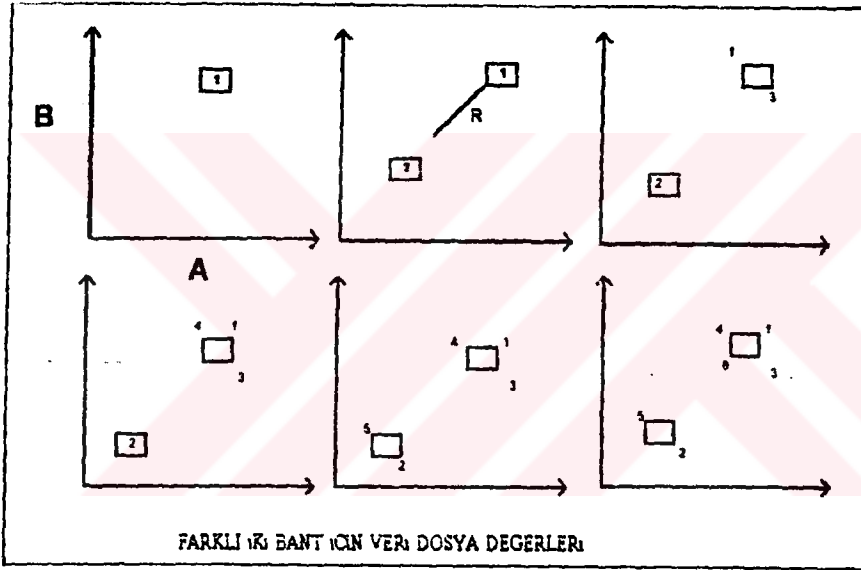
- N kümelerin maksimum sayısıdır. Her bir küme bir sınıf için temel oluşturursa, bu sayı oluşacak sınıfların maksimum sayısına ulaşır.
- R iki küme ortalamalarını ayıracak minimum spektral uzaklıktır. Eğer bir piksellin uzaklığı bilinen her bir küme ortalaması R den büyükse analizlenen piksel yeni bir kümenin başlangıcı olur.
- C kümeleri birleştirmek için kullanılan uzaklık parametresidir. N den fazla küme oluşturulacaksa ortalamaları C'den daha yakın olan küme çiftleri birleştirilir.
- M birleştirme işlemi gerekli ise her bir birleştirilecek küme arasındaki analizlenen piksel sayısı.
- T küme eliminasyon threshold yüzdesi (min. yüzdesi)

Pikseller görüntü verisinin sol-üst köşesinden başlayarak soldan sağa çizgi çizgi analizlenir. Uygulayıcı kullanılmak üzere bir skip (atılma) faktörü belirler böylece her X. sütun ve Y. satır daki pikseller analiz edilir. İlk piksellin ölçme vektörü ilk kümenin ağırlığı bir olan ana vektörü haline gelir. Her bir piksellin ağırlığı içinden piksellerin sayısıdır.

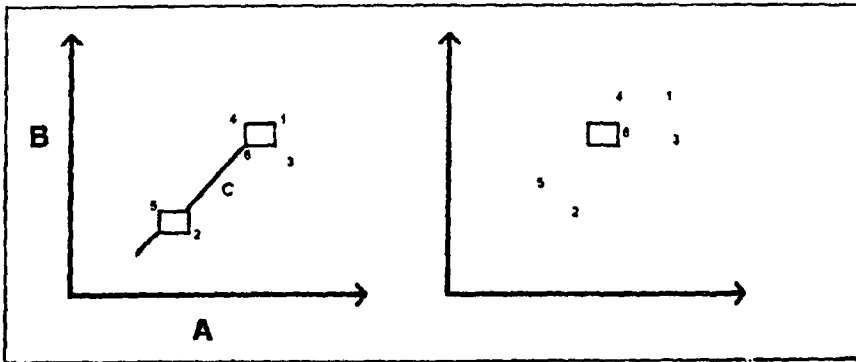
Şekil 4.14 İki boyutta basit ardaşık kümelemeyi gösterir. Burada kullanılan rakamlar analizleme sırasına göre spektral uzaydaki piksellerin relatif konumlarını

belirlemek üzere kullanılmışlardır. Bu işlem M . piksele kadar devam eder. Her küme çifti ortalaması arasındaki spektral uzaklıklar hesaplanır. Her çift için bu uzaklık C 'den daha yakın ise bu kümeler birleştirilir (Şekil 4.15). Kümeler birleştirildiğinde yeni küme ortalaması, iki küme ortalamasının ağırlıklı ortalamasıdır. Yeni küme ağırlığı ise orijinal küme ağırlıklarının toplamıdır.

Ardaşık iki küme yöntemi belirlenecek az parametreye gereksinim duyması ve hızlı bir yöntem olduğu için (ISODATA yöntemi gibi yöntemlerden) avantajlıdır. Yöntemin dezavantajları parametrik olması, bu yüzden de algoritmanın çalışmasının veri dağılımlarının normal olduğu kabulüyle sağlanmasıdır.



Şekil 4.14. Ardaşık kümeleme



Şekil 4.15 Ardaşık küme birleşimi

4.5.2.2 ISODATA Kümeleme yöntemi

ISODATA kümeleme yöntemi (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique - TOU ve Gonzalez (1974), iteratif bir yöntemdir. Şöyleki, sınıflandırma işlemini tekrarlı olarak oluşturur ve istatistikleri yeniden hesaplar. Ayrıca başlangıç verisi olarak minimum bilgi yeterlidir.

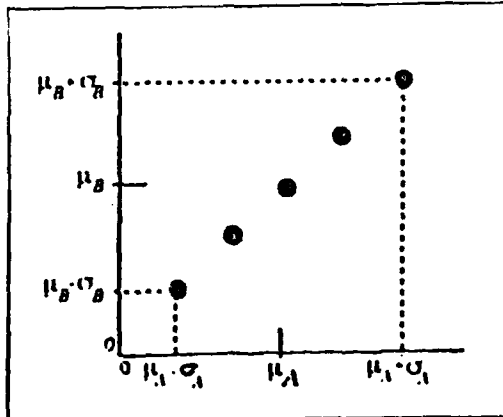
Isodata yöntemi de aday pikselleri bir kümeye atmak üzere ardışık kümeleme yöntemindeki gibi minimum spektral uzaklığı kullanır.

Isodata yöntemi ile kümeler belirli bir sayıda keyfi seçilir ve tekrarlı olarak işlem devam eder.

İşlem parametreleri, N işleme giren maksimum küme sayısı, T piksel maksimum yüzdesi (Yaklaşım sal eşik), M oluşturulan iterasyonların maksimum sayısı ve p de bir küme içersindeki minimum piksel sayısıdır.

İlk iterasyonda N sayıda küme geliş güzel olarak belirlenir ve bu kümelerin her biri sınıf için temel oluşturur. Her bir iterasyondan sonra piksel gerçek spektral konumuna dayalı olarak yeni küme ortamları hesaplanır ve bu yeni ortamlar bir sonraki iterasyonu tanımlamak üzere kullanılırlar. İşlem iterasyonlar arasındaki değişim en aza ulaşınca kadar devam eder [6].

Başlangıç küme ortalaması, bir noktanın spektral koordinatları arasındaki vektör boyunca spektral uzayda yayılır (Şekil 4.16)

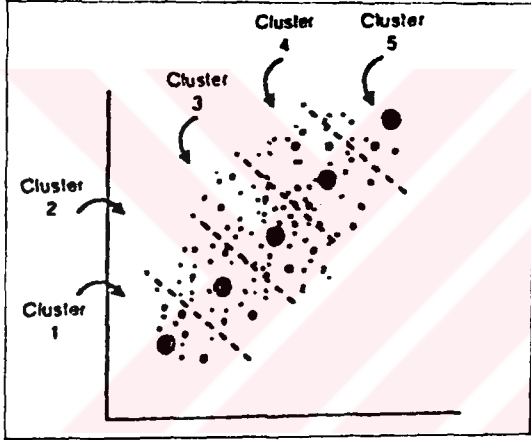


Şekil 4.16 ISODATA kümeleme işlemi.

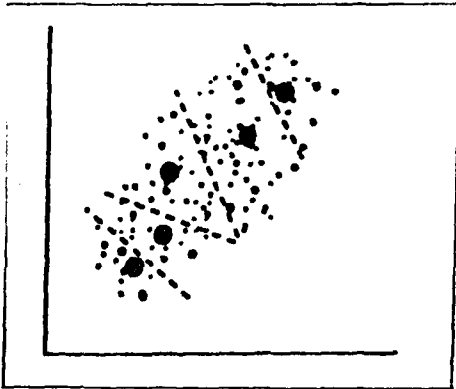
Pikseller görüntü verisinin sol-üst köşesinden sağ-alt köşesine doğru çizgi çizgi analizlenirler. Burada aday pikseller ile her bir küme arasındaki spektral uzaklıklar hesaplanır ve pikseller en yakın kümeye atanırlar. Bu yöntemde ilk iterasyon şekil 4.17'dekine benzer sonuçlar verir.

İkinci iterasyon sırasında küme ortalamaları yeniden hesaplanır. Bu işlemde spektral uzay içerisindeki küme konumları değişir. Aday pikseller ile yeni küme ortalamaları karşılaştırılır ve bu pikseller en yakın uzaklıktaki kümeye atanırlar (Şekil 4.18) Piksel yüzdeleri T'ye ulaştınca işlem sona erer.

ISODATA kümeleme yönteminin avantajı, normal dağılımlı olmayan veri için iyi sonuçlar vermesi ve çok fazla parametrik olmasıdır, dezavantajı ise işlemin yavaş işlemesi ve piksel homjenliğin sağlanamamasıdır.



Şekil 4.17 ISODATA BİRİNCİ İTERASYONU



Şekil 4.18 ISODATA İKİNCİ İTERASYONU

BÖLÜM 5. UZAKTAN ALGILAMA ŞEHİRCİLİK UYGULAMALARI

5.1. Uzaktan Algılamada Şehircilik

Şehircilik alanları nüfus yoğunluğunun kompleks bir bileşimini, Ekonomik aktivitelerin dağılımını ve farklı yaşam biçimlerini tanımlar. Bu alanlar insan etkinliklerinin bir parçasını oluşturur ve günlük yaşam akışındaki hızlı değişiklikleri, gelişmeleri gözlemeye ve anlamaya yardımcı olurlar.

Şehircilik uygulamalarında en önemli konulardan biri şehir idari şekillerine bağlı olan yeterlilikte bilgi elde edebilme ve bunların analizidir. Bu amaçla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Kent Bilgi Sistemi gibi).

Şimdiye kadar uzaktan algılama şehircilik uygulamaları konusunda yapılan araştırma çalışmalar önceleri fotoğraflık algılama sistemlerinden özellikle siyah-beyaz, renkli ve kızıl ötesi fotoğrafları ile ilgili idi. Sonraları fotoğraflık olmayan algılama sistemlerinden radar ve kızıl ötesi algılayıcılar kullanılmaya başlandı. Günümüzde ise modern uydu sistemleri ile üstün potansiyele sahip oldu [7].

Bu sistemlerden temelde iki şekilde bilgi edinilmektedir; (1)Direkt olarak, (2) Dolaylı olarak.

Direkt olarak bilgi edinme yönteminde belirli bir alandaki yapılaşma görüntü üzerinden doğrudan gözlemlenebilir ve mevcut yer bilgileri ile diğer bilgi kaynaklarından bu çalışma desteklenebilir. Dolaylı olarak bilgi elde etme yönteminde ise görüntüde direkt olarak görülemez ancak görülebilir diğer cisimlerin görüntülerinden yararlanılmaktadır.

Şehircilik uygulamaları yeterliliği ve gelişimi açısından direkt olarak elde edilen bilgi dört katagoride incelenebilir;

(1) Halihazır şehircilik uygulama haritalama çalışmaları, (2) Ulaşım inceleme ve değerlendirme çalışmaları, (3) Özel mühendislik proje çalışmaları ve (4) Belediye imar veya resmi denetimler.

Dolaylı olarak elde edilen bilgilerden geliştirilen uygulama ise iki ana bölümde incelenebilir. (1) Bina, önüte ve nüfus tahminleri, (2) Yapı-Nitelik analizi.

5.1.1. Halihazır Şehircilik Uygulama Harita Çalışmaları.

Halihazır şehircilik uygulama haritaları temelde arazide en iyi şekilde yararlanabilmek için güncel kullanımı sağlar ayrıca geniş amaçlı kullanımlarda uzaysal ilişkileri tanımlar. Nicelik yaklaşımlarla tanımlanacak olursa da ne kadar arazi alanı kullanılabileceğini belirler. Bundan başka ulaşım network (şebeke) ağını gösterir ve ulaşım ağı ile arazi kullanımı arasındaki ilişkiyi tanımlar.

Jeodezik haritalama yöntemi hem daha az ekonomik hem de zaman alıcıdır. ve sonuç olarak elde edilen veriler de klasik olarak değerlendirilir. Fotogrametrik ve uzaktan algılama şehircilik çalışmaları ise hava fotoğrafı ve uydu fotoğrafları yardımı ile sağlanır. Bu yüzden de daha güncel ve zaman kazandırıcıdır. Ayrıca hızla değişen yapılaşma kolayca ve hızlı bir şekilde izlenebilir. Bununla birlikte fotoyorumlama tekniklerinde birtakım limitler söz konusu olabilir. Eğer elde edilen bilgilerle blok bazında çalışılıyorsa 1:100 000 ölçeğine kadar haritalama söz konusudur. Parsel bazında çalışılacak ise çalışmalarda bilgi kaynaklarına ilaveten ek fotoğraf bilgilerine de gereksinim duyulabilir. Ayrıca daha geniş amaçlı şehircilik çalışmalarında uydu fotoğraflarının rolü büyüktür. Bu çalışmalarda elde edilen ve 1:100 000 veya 1:120 000 ölçekli renkli fotoğraflarla elde edilen görüntülerdir. Kızılötesi filimlerin avantajı elektromanyetik ışınının daha uzun dalga uzunluklarına yüksek duyarlılıkta ve yüksek pus-etki kapasiteli olamasıdır. Bu tür filimler özellikle pus ve dumanın yoğun olduğu bölgelerde kullanışlıdır. Ayrıca bitki örtüsü kızıl ötesi bölgede yüksek derecede yansır ve görüntüde kırmızı renkte görülür, yapı alanları ise mavinin tonlarında görüntülenir. Bunlar arasındaki kontrast belirgindir ve yapı alanları - bitki bölgeleri ilişkisine önemlidir [7].

Belirli bölgelerde (Metropolitan) uzaktan algılama yöntemleri ile yapılan şehircilik çalışmalarındaki amaç şehir-köy alanlarında oluşan değişimlerin ve gelişmelerin belirlenebilmesine yönelik haritalama çalışmalarıdır. Çeşitli veriler içeren foto-mozaikler, konvansiyel, bilgisayar çizimli haritalar gibi uygulamalar bu çalışmaların kapsamındadır.

5.1.2 Ulaşım İnceleme ve Değerlendirme Çalışmaları.

Ulaşım ile ilgili çalışmalar genellikle dört bölümde incelenir. (1) Karayolu planlaması, (2) Trafik çalışmaları, (3) Park yeri değerlendirme, (4) Kara yolu denetimi.

Şehir merkezlerinde ana karayolu planı yersel çalışmalarla yapılmakla birlikte fotogrametrik dizaynın önemli rolü vardır. Fotogrametrik tekniklerden nitel ve nicel olarak alınan veriler yönlendirme planı için gerekli yeryüzeyi, başlıca ölçme ve değerlendirme çalışmaları, yerleşim incelemeleri, karayolu yapım aşamaları gibi bilgileri içermektedir.

Trafik çalışmaları büyük alanlar üzerinde genel trafik şartlarının belirlenmesi ve ulaşım planlaması ile ilgili kullanım için trafik bilgilerini sağlar. Kalabalık alanların belirlenmesi ve bu alanlardaki trafik akışı hakkında bilgiyi sağlamak üzere hava fotoğrafından yararlanılır. Trafik sinyalizasyon planlaması, alternatif rotaların belirlenmesi, yeni yerleşim birimlerinin saptanması gibi konular trafik değerlendirme çalışmaları kapsamındadır.

İnsan nüfusunun hızla artışı özel ya da toplu ulaşım araçlarının yoğunluğu dolayısıyla park alanları yetersizliği sorununu ortaya çıkarmaktadır. Uygun boş alanlarının trafik yoğunluğunun en fazla olduğu yerlerde ek park gereksiniminin, tehlikeli park bölgelerinin ve araçların cadde-sokak boyunca park düzeninin belirlenmesi şüphesiz hava fotoğrafı ile en iyi şekilde sağlanabilir.

Sonuç olarak şehir bölgelerindeki yüzlerce kilometrik yolların, cadde ve sokakların düzenlenmesi ile bakımının sağlanması için uzaktan algılama teknikleri en modern ve sağlıklı araçtır. Başka bir deyişle yoğun olarak kullanılan asfaltlardaki deformasyonların (çatlak, çukur vs.) gözlenebilmesi, bakımı, ek yolların tespiti gibi konular için uzaktan algılama teknikleri çok kullanışlıdır [7].

5.1.3 Özel Mühendislik Proje Çalışmaları

Uzaktan algılama yöntemleri yardımı ile çeşitli özel mühendislik projeleri gerçekleştirilebilir. Bir şehrin su şebekesinin proje dizaynı, suyun dağılatacağı yerleşim bölgeleri ve yapıların belirlenmesi, yapılar arasındaki uzaklığın hesaplanması, boş alanların ve arazi içeriğinin (yerleşim, ticari veya endüstriyel) saptanması, atık su toplama kanallarının planlanması ve tesisi ayrıca kanalizasyon

saptanması, atık su toplama kanallarının planlanması ve tesisi ayrıca kanalizasyon hattının yerleştireceği arazi eğiminin hesaplanması, su pompalama istasyonlarının dizaynının sağlanması gibi projelerde gerekli bilgiyi hava-uydu fotoğraflarından elde etmek hem pratik ve ekonomik hem de günceldir [7].

5.1.4 Belediye İmar ve Resmi Denetimler.

Hızla gelişen yerleşim birimlerinde resmi denetim için ekonomik kaynak ve insan gücü yetersizliği söz konusu olabilir. Bu bölgelerde en sağlıklı ve ayrıntılı denetim uzaktan algılama verileri ile sağlanabilir.

Hazırlanan imar ve şehir bölge planları ile bu bölgelerin konumu ve çevre ile ilişkileri resmi kurumlarca iyi bir şekilde değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmeler yeni imar planlarının oluşturulması ile de ilgilidir. Ayrıca ikinci dereceden kentleşme hareketliliğinin, uygun ulaşım bölgelerinin ve yeterli açık alanların imar düzenlemesine uygun olmasını sağlamak söz konusudur. Sonuç olarak arazi kullanımına göre bütünüyle topluma, trafik düzenine ve toplu tesislere uygunluğu gözönüne alınmalıdır [7].

Hızla gelişen şehir ve kırsal kesimlerde kişisel arazi vergi denetimini korumakta oldukça zordur. Ayrıca yeni yapıların, büyük tesislerin, doğal manzaranın (yeşil alanlar), yola terk edilecek alanların v.b. varlığının en hızlı şekilde belirlenmesi gereklidir.

İlgili gelişen alanlar ayrıca yerleşim çevresinin kalitesini de tanımlar (yeşil alanlarda atmosfer-su kalitesi gibi). Bu amaçla uzaktan algılama uzmanları görüntülenen alanların değerlendirilmesini yapabilirler, atmosferik görüntü ve analizini sağlayabilirler.

Sonuç olarak çok yönlü denetimlerin sağlanabilmesi için insan gücü ve ekonomiden kazanmak üzere uzaktan algılama en iyi yardımcıdır.

5.1.5. Bina ve Nüfus Tahminleri

Kent bilgi sistemi için gerekli elemanlardan biri de insan nüfusu tahmini için uygulanan yöntemlerdir. Uzun aralıklarla yapılan nüfus sayımlarının birkaç yıl içinde güncelliğini yitmesi bu yüzden de planlama ve gelişme amaçlarının sınırlı kalması modern çözümler gerektirmektedir. Bunu sağlayabilecek en iyi çözümün uzaktan

modern çözümler gerektirmektedir. Bunu sağlayabilecek en iyi çözümün uzaktan algılayıcılarla gerçekleştirilebileceği açıktır.

Hava-Uydu fotoğraflarından nüfus tahminini sağlayabilmek için kullanılan temel teknik, özelleştirilmiş bir alan içersindeki bina sayısının tahmini ve ortalama aile sayısı çarpımı ile gerçekleştirilir. Ev tiplerinin tanımlanması çatı oluşumu ve yapısı, yollar, boş alanlar, genişlik, şekil ve yapıların yüksekliği ile sağlanır. Bu çalışma sırasında blok bina üniteleri %7'nin altında, tek bina ünitesi %8'in üzerinde, kompleks yapılarda ise daha da yüksek hata oranı ile karşılaşılabılır [7].

1:120 000 ölçekli renkli kızıl ötesi slaytlar kullanılarak bina üniteleri tahminleri %99 sağlıklı seviyede istatistiksel önemde yapılabilir. Ayrıca renkli kızıl ötesi fotoğraflarla yapılan çalışmalar filmin pus işleme ve kontrast kapasitesinin yüksek oluşundan dolayı, yapısal ve doğal özellikler arasındaki tahminlerde etkilidir.

Nüfus artışı şehir gelişiminin beklenmedik büyümesi ile değişen kent alanlarında uydu hava fotoğraflarının kullanılması bina ünite ve nüfus tahminlerinde önemli kolaylık sağlar.

5.1.6 Yapı Nitelik ve Kalite Çalışmaları

Yapı kalitesi konusunda veri toplamak ve sağlamak için uygulanan klasik metodlar yapı-kalite veri elde etme açısından büyük ölçüde zaman kaybına neden olurlar. Yapı kalitesinin belirlenmesi için ilgili birçok özellik uydu fotoğraflarında tanımlanabilir. Bunlar bina cepheleri, açık veya boş alanlar, kaldırımlar , park alanları, bina oranları, mimari tarz , manzara, yeşil alanların durumu, çöp alanları vb. özellikler ve bunlar çevre özellikleri ile binalar arasındaki bağlantı bakımından önemli bir ölçüttür [7].

Benzer uygulamalar yetersiz yerleşim alanlarındaki sosyo-ekonomik veri elde etme açısından da kullanılabilir. Büyük ölçekli fotoğraflar yapısal bozulma, yıkıntı bölgeleri gibi toplu özelliklerin belirlenmesini sağlayabilirler. Bu alanlar ile bitişik yerleşim birimleri, endüstri bölgeleri ve ona ulaşım ağı arasında güçlü bir korelasyon vardır ayrıca bu gibi alanların düşük gelir, düşük eğitim seviyesi , aile kalabalığı, zayıf şartları gibi değerlerle de sıkı ilişkisi vardır.

Uzaktan algılama destekli yöntemler ve ölçümler bu amaçla; (1) Belirli türdeki verileri en iyi şekilde sağlar, (2) Sık periyotlarla veriyi ulaştırır, (3) Tek bir sistemle

şehrin manzarasını çıkarır ve bu sistemin bir integrali olarak da bu alan üzerinde çalışmayı sağlar.

5.2 Uzaktan Algılama Teknikleri ile şehir veri edinimi.

Uzaktan algılama alanındaki önemli araştırmalar doğrudan şehir çevresiyle yönlendirilmiştir. Uzaktan algılama verileri ile kent bilgi sistemi gereksinimleri arasındaki ilişkiler önemlidir. Bununla ilgili olarak şehir veri gereksinimleri, değişik algılama sistemleri, ev kalitesi, nüfus tahmini, araziden yararlanma gibi konular ele alınmaktadır.

Şehir plancılar, idareciler ve analistlerin karşılaştıkları en önemli konulardan biri yeterince güvenilir bilgi elde etmek ve zamandan kazanmaktır. Bu iki önemli unsurla veri oluşumunun birleştirilmesi önemlidir. Çünkü, yapılan işlemler konusunda araştırma hipotezlerinin test edilmesi için ve önceden yorumlanmış sonuçlar ile sonradan yapılan çalışmaların karşılaştırılması için bir temel oluşturur.

Uzaktan algılama şehir yönetimi etkilerini geliştirmeye, şehir büyüme ve gelişmesine öncülük etmeye ve metropolitan çevrelerin kalitesini düzeltme ve sürdürmeye yardımcı olmak için önemli olanaklar sunar. Metropolitan alanlarında analistler ve yorumlayıcılar için yararlı bilgilerin çeşitli verilerden elde edilip değiştirilmesi ve geliştirilmesi aşamasında fotoğraflık algılayıcıların ve foto-yorumlama tekniklerinin rolü büyüktür. Ev ve nüfus karakteristikleri, şehir ulaşımı, şehir arazi kullanımı ve aktivitelerin tanımlanması, şehir bilgi ediniminde uydu fotoğraflarının yararı, değişim saptama sistemleri, şehir içinde bulunan ticari merkezler ve bunların fonksiyonlarının tanımlanması, bir bölgedeki yerleşim biriminin ekonomik konumunun diğerlerine göre tanımlanması gibi konular bu değerlendirme kapsamındadır. Bunlara ek olarak araştırma aktiviteleri kent coğrafi bilgi sistemlerine ve görüntü ile kullanılmaya hazır şehir bilgi dosyaları arasında ortak bölümlere uygulanabilir [7].

Şehircilik konuları fiziksel ve sosyal alanlardaki değişimler ile bir şehrin ekonomik alt-sistemleri olarak bölünebilir. Uzaktan algılama sistemleri yardımı ile sosyal ve ekonomik değişimlere bağlı olan aktivitelerin dağılımındaki fiziksel değişimler saptanabilirler. Araştırmalar sırasında en önemli problem şehir çevresindeki arazi kullanım ve diğer elemanlar arasındaki fonksiyonel ilişkilerle ilgilidir. Herhangi bir sonuç işleminde uzaktan algılayıcılardan elde edilen görüntü şehir değişim saptama sistemine kısmi giriş bilgisi olarak kabul edilmektedir. Diğer veriler (Ölçümler veya idari kayıt saklama sistemleri gibi) de bu sistem için önemli

girdilerdir. Başlangıç araştırması konusu değişime bağlı tüm veri kaynaklarının değerlendirilmesi, bunların gereksinimlerine göre tanımlanması, sistemin kurulması, verilerin görüntülenmesi ve sonuç formunda kullanıcıya hazırlanması gibi bölümler içerir. Eğer amaç alanlar arasındaki karşılaştırma için ise görüntü tek başına gerekli bilgiyi karşılar. Şehir plancıları ve yöneticiler için en önemli gereksinim tesisler konusunda güncel bilgilerin sağlanmasıdır.

Uzaktan algılama sistemlerinin amacı bir çok metropoliten alanlarında kent bilgi sistem etkilerinin gözetimi, görüntülenmesi ve değerlendirilmesi ile ilgilidir. Böylece planlamacılara yararlı olacak kent bilgi sistem bileşenleri ile ilgili araştırmacılara yönelik çalışmalar tanımlanabilir.



BÖLÜM 6. İSTANBUL ÇATALCA BÖLGESİNİN TÜRKİYE VE BÖLGESİNDEKİ YERİ; BÖLGEYE AİT GÖRÜNTÜ VERİLERİNİN YORUMLANMASI VE YER VERİLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

6.1. Uygulama Bölgesi İstanbul Çatalca'nın Türkiye ve Bölgesindeki yeri

Çatalca, Marmara Bölgesinin Trakya Alt Bölgesinde, İstanbul iline bağlı fakat İstanbul belediye sınırları dışında, yüz ölçümü 1593 km² olarak İstanbul'un alan olarak en büyük ilçesidir. İstanbul-Edirne yolundan Büyük Çekmece batısından ayrılan 20 numaralı devlet karayolunun 19 km' lik kesimi Çatalca'yı İstanbul'a bağlar.

Kasaba güneybatısında 330 km' ye kadar yükselen tepelerin yamacına yerleşmiştir. İlçe toprakları, Kuzeyde Istranca dağlarının alçalmış ve yer yer ağaçlı kesimleriyle kaplıdır. Güneye doğru tepelik bir görünüş alır ve araya geniş tabanlı vadiler girer.

İdari bakımdan Çatalca merkez olmak üzere dört bucaktan oluşmaktadır. Bunlar Hadımköy, Karacaköy ve Büyük Çekmece' dir. Bu dört bucaktan başka Çatalca' nın 65 köyü vardır [7] [8].

6.1.1 Doğal nitelikleri ve Konumu

İki mahalleden oluşan Çatalca yerleşmesinde ilk yerleşim Kaleiçi mahallesinde olmuştur. Kaleiçi mahallesi yerleşmeye uygun olan %0-5 eğimli bir alan üzerindedir.

Çatalca yerleşmesinin gelişmesi güney-güneydoğuya doğru olmuştur. Ferhatpaşa mahallesi olarak adlandırılan bu alanda eğimli bölge dışında güney-batıdaki dağların eteğinde %25-40 eğimli arazide de yerleşilmiştir. Burada yoğunluk azdır. Bu alanın kuzey-batı tarafında Ferhatpaşa ile Kaleiçi mahallesinin kesiştiği alandan güneybatıya doğru uzanan 40-50 m yüksekliğinde birbirine çok yakın iki tepe arasında bulunan 150-200 m lik bayır altbölgesi gecekondu niteliğinde gelişmiştir (Ek B) [7] [8].

Çatalca yerleşiminin gelişimi güney-batıdaki yamaçlar, güney ve kuzeydeki askeri alan dışında tüm yörelerde olabilir. Fakat ilçenin etrafı verimli tarım arazileri ile çevrilidir. Sonuçta Çatalca yerleşimi, yerleşmeye uygun bir alan üzerinde kurulmuştur. Bundan sonra ise çevresinde gelişeceği eğim yönünden uygun araziler mevcuttur.

Çatalca güney-doğusunda Büyük Çekmece gölüne 17 km, kuzeybatısından Karadeniz' e olan uzaklığı 40 km dir.

Istranca deresi vadisi, İstanbul'un önemli vadi oluklarından biridir. Istranca deresi vadisindeki düzlükler Terkos gölünden başlayarak 40 km uzanır. Bu vadi önemli ölçüde aşınım uğramış bir plato olduğundan hem ana vadi hem de yan vadiler fazla derin değildir. Az eğimli vadi yamaçları geniş alanlar kaplar ve tarımsal etkinliklere olanak tanır. Bu nedenle kireç kahverengi orman toprakları ile kaplı orman alanları dışında kalan güney kesimleri rendzina topraklarla kaplıdır ve yoğun tarım alanı durumundadır.

Istranca ana vadisiyle bu vadiye açılan yan vadilerin oluşturduğu havzanın güneyinde kalan platolarda görünüm daha farklıdır. Genellikle kuzey-güney yönünde uzanan paralel vadiler, dar ve yuvarlak sırtlarla birbirinden ayrılmaktadır.

Çatalca'nın doğusundan geçen Karasu vadisi, Büyük Çekmece gölüne açılır. İstanbul-Edirne demir yolunun geçtiği bu ana koridor, aynı zamanda alüvyal topraklarla kaplı önemli bir tarım alanı içerir. Vadi ağı aşınım ile iyice düzleşmiş bir plato üzerinde bulunduğu az eğimli olan vertisol-topraklarla kaplı vadi yamaçları, tarım bölgeleridir. Bölge toprak yapısı bakımından ise genellikle 3. zamana ait eosen ve miosen formasyonları örnek vermiştir. Eosen adı verilen kalkerler Çatalca'nın batısındaki yamaçları oluşturup sert, yapı zemini olarak sağlam ve beyaz renktedir. Miosen formasyonları ise kil, kum ve şistten oluşmuştur. Bunlar çevrede oldukça fazla kalınlık göstermesine rağmen merkezde ve kuzeye doğru incelmekte ve Kurudere tabanlarında kalker örneklerine rastlanmaktadır. Sık ve oldukça homojen yapıya sahip olan miosen formasyonları yapı zemini olarak kullanılmışlardır. Alüvyon, çoğunlukla kil olmak üzere az kumlu ve çakıllı malzemelerden oluşmuştur. Kuzeyde Ayvalı dere çevresinde küçük bir kısmın zeminini oluşturan alüvyon 1. zamana aittir ve bu alandaki su seviyesi 6 m dolayındadır [7] [8].

Bitki örtüsü yönünden ele alındığında Çatalca orman yönünden zengin bir yerleşmedir ve İstanbul ili içerisinde en büyük orman alanına sahiptir. Bu alanda ibrel

yapraklılar en yüksek paya sahiptir. Ağaç türleri önem sırasına göre meşe, kayın, gürgen, kara ağaç, dişbudak, kavak, ibreliler, çam, kara çam, sahil çamı, fıstık çamıdır.

Kentsel doku olarak Çatalca bölgesi hakim rüzgarların etkisi altında bulunduğu konutlar birbirine yapışırcaına yakın, sokaklar ise dar bir görünüm ortaya koymaktadır. Çatalca bölgesi yerleşimi tarihi itibarı ile Osmanlı dönemi yerleşmesinin sosyo-ekonomik doğrultusunda gelişmiştir. Bu fiziksel çevre ve kültürel çevre koşullarına uygun olarak gelişmiş ekolojik bir olgudur. Bu eski doku önemini yitirmemiş ve şehir merkezi bu alan çevresinde kurulmuştur, diğer yerlerde ise çok yeni yapılar ile harap olmuş eski yapılar mevcuttur. Kentsel yoğunluk 0-20 kişi/km² dir [7] [8].

6.1.2 Çatalca Bölgesi Arazi Kullanımı

Çatalca arazi kullanım değerleri yerleşim birimlerinden farklı bir karakter göstermektedir. Konut alanları kentsel alan içinde en büyük alanı kapsamı gerekirken fonksiyonlar farklı bir sıralanma içindedir.

Boş alanlar	%27.45	131.84 m ² /k
Askeri alanlar	%25.16	120.87 m ² /k
Tarım alanları	%18.64	89.48 m ² /k
Konut alanları	%11.79	56.60 m ² /k

Kentsel alan sınırı içinde büyük boş alanların ve askeri alanın girmesi, oranları etkilemektedir.

Çatalca' nın tarımsal yapısı arazi kullanımında belirlemektedir. Tarım arazilerinin büyük bir kısmı gelişme eğiliminin çok az olduğu kuzey bölgesindedir. Ulaşım alanlarının %5.86 ve 28.18 m²/k gibi düşük değerlerde olması kentsel alan sınırı içine büyük alan kaplayan fonksiyonların alınması neden olmaktadır. Tüm kentsel alanın %6.08 (29.24 m²/k) 'ni çalışma alanları oluşturmaktadır. Bu alan içinde ticaret alanları %2.08 (10.02 m²/k) ve resmi alanlar %1.05 (5.07 m²/k) ile ağırlık kazanmaktadır. Çatalca'nın bir ilçe ve tarım merkezi olması çevresine hizmetleri, bu sektörlerin ağırlık kazanması dolayısı ile sağlanmaktadır. Bir merkez konumunda olmasına rağmen donatı alanları (%4.53, 21.92 m²/k) yetersiz kalmaktadır. Donatı alanları çoğunlukla Ferhatpaşa mahallesinde bulunmaktadır.

Çatalca'nın çevresi daha çok yeşil karakterli olmasına rağmen kent içinde yeşilalanlar (%1.31) çok az bir alan kaplamaktadır (Ek C).

6.1.1 Çatalca Bölgesinin Genel olarak Değerlendirilmesi

İstanbul'un yüzölçümü bakımından en büyük (1693 km²) nüfus açısından en az payını alan Çatalca ilçe merkezi, henüz kırsal karaktenden kente geçiş aşamasının - İstanbul'un ilçesi olması açısından değerlendirildiğinde - başlangıcındadır [8].

İdari açıdan biri merkez olmak üzere dört bucağı ve 65 köyü olan Çatalca ilçesinde iki belediye (Merkez, Büyük Çekmece) teşkilatı bulunmaktadır.

Çatalca ilçe merkezi %25-40 eğimli ormanlık alanlar, doğusu askeri bölge ve Büyük Çekmece Gölü havza alanı ile sınırlı olduğundan da gelişimini kuzey-güney doğrultusunda sürdüreceği izlenimi uyandıran, nüfusu yaklaşık 9000 civarında olan bir kenttir.

Çatalca kenti nüfus gelişimi 1935-1980 döneminde belirli bir gelişim çizgisi gösterememiştir. 1950'lere kadar askeri yığılmalar nedeni ile bu dönem nüfus gelişimi kentin nüfus özelliği hakkında bilgi verememektedir. 1950-1980 dönemi ise nüfusun Türkiye doğal nüfus artışının altında bir hızla arttığı izlenimi vermektedir.

Ekonomik yapı özelliği ile İstanbul içindeki önemli tarımsal yönden ağırlık taşıyan Çatalca'da hizmetler kesimi, ilçe merkezi ve askeri bölge olma nedeni ile önemli iken sanayi açısından gelişim çok azdır. Genelde tarıma dayalı ve küçük imalat sanayinin gelişebildiği kentte son 20-30 senede tarım kesiminden hizmetler kesimine dönüşüm izlenmektedir.

Nüfus yapısının genç, fakat çalışma çağı nüfusunun istihdam oranının düşük olduğu Çatalca kentinde aktivite oranı (tarım kesimi hariç %23-28) dir. Aile reisinden başka diğer çalışanların sayısının yüksek olması ve çekirdek aile sayısının oranının fazlalığı sosyal yapısındaki kentleşme oranını ortaya çıkarmaktadır [7].

Sosyo ekonomik ve yapılaşma yönlerinden farklılıklar taşıyan iki mahalleden oluşan kent;

- Kaleiçi mahallesi eski yerleşme dokusunu içermesi, yaşayanların Çatalca'nın yerlileri olması, ticaret ve tarım kesiminde çalışanların ağırlıkta olması özellikleri ile diğer mahalleden ayrılmaktadır.

- Ferhatpaşa mahallesi ise iki bölgede incelenebilmektedir. Birinci bölge güney-doğu karayolu boyunca uzanan yeni yapılaşma dokusunun yer yer hakim olduğu, ayırık düzende yapılanmış ve genelde hizmetler kesiminde çalışanların tercih ettiği bölgedir. İkinci bölge Bayır bölgesi, gecekondu niteliğindeki yapılaşma ile kentin diğer bölgelerinden ayrılan sosyo-ekonomik yapı farklılığı büyük olan ve kentin çözömlenmesi gereken sorun alanıdır.

Kent fizik mekanına bakıldığında, eski yerleşme dokusundaki Kaleiçi mahallesi odak olmak üzere büyüyen bölge zamanla doğu-batı doğrultusundaki eşikler nedeni ile kuzey-güney yönünde gelişim göstermiştir. Bugünden sonra ise E5 karayoluna yaklaşmanın getirdiği bir zorunluluk ile güney yönünde gelişim göstereceği sanısı kuvvet kazanmaktadır [7] [8].

6.2 İstanbul Çatalca Uygulama Bölgesinden Uzaktan Algılama Verisi İle Oluşturulan Görüntünün Analizi

6.2.1 Uygulama Bölgesi Görüntü Verisinin Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi

6.2.1.1 Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi Kullanılarak Görüntünün Oluşturulması

Landsat-5 uydsu TM algılayıcısı ile 6.9.1992 tarihinde algılanan İstanbul Metropoliten alanını içeren uydu görüntüsünden alınan Çatalca bölgesine ait doğal görüntü 4/3/1 kanalları ile şekil 6.1'de verilmiştir.

Bölgenin sınıflandırma uygulamaları hem kontrollü yöntemlerle hem de kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temelini oluşturan uygulama İ.T.Ü. Uzaktan Algılama Anabilim Dalında Bulunan "ERDAS" görüntü işleme sistemi ile sonuçlandırılmıştır.

İlk olarak kontrollü sınıflandırma algoritmalarından Maksimum Likelihood (En Çok Benzerlik) yöntemi kullanılarak uygulamaya başlanmıştır. Bu çalışma 5/4/3 bant kombinasyonları ile hazırlanmıştır.

Kontrollü sınıflandırma veri hakkında öncül bilgiler gerektirdiğinden oluşturulacak sınıfların belirlenmesi gereklidir. Sisteme yardımcı olmak üzere öncül verilerin tanınması ve örnekleme bölgelerinin seçilmesi uygulayıcı kontrolündedir. Ayrıca gerçek yer bilgileri ışığında bölgenin özelliklerinin belirlenmesi hava fotoğrafı, arazi tespiti, kişisel deneyim v.b. ile gerçekleşir (Bölüm 4.5).

Sınıflandırma uygulaması iki aşamada oluşturulmuştur. İlk aşama örnekleme bölgelerinin seçimi ve işlenmesidir. Örnekleme bölgeleri tanımlanabilir örnekler veya olası sınıflar olup tanımlanmak istenilen pikseller topluluğudur.

Görüntü analize dolayısı ile kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden Maksimum Likelihood sınıflandırma işlemine hazırlanmak üzere ekranda görüntülenmiştir. Bu görüntü verisi üzerinden 14 örnekleme bölgesi seçilmiştir. Bunun nedeni uygulama bölgesinin geniş olması ve coğrafi özelliklerinin çeşitliliğidir. Bu bölgeler farklı orman alanları, ekili bölgeler, tarlalar, yerleşim birimleri, sanayi kesimleri, yol, havza örnekleri ile oluşturulmuştur.



Şekil 6.1. İstanbul Metropolitlen Alanı İçerisinden 3/2/1 Kanalları ile LANDSAT-5 Uydusu TM Algılayıcısı ile Elde Edilen Çatalca Bölge Görüntüsü

Bu bölgeler için dayalı poligon başlangıç olarak seçilmiştir. Bölgeler piksel piksel belirlenip işlenerek isimlendirilmiştir. Örnek pikseller yardımı ile istatistiksel değerler hesaplanıp histogramları çıkartılmıştır. Bilgisayar sistemi ile belirlenen spektral uzaklıklara göre her örnek için görüntü alarmları alınarak örnekleme bölgeleri test edilmiştir. Bu test ile sınıflandırılmak istenen örnekler için yaklaşık bir görüntü alarmı alınmış olup orjinal piksellerle karşılaştırma olanağı sağlanmıştır.

Seçilen örnekler, örnekleme bölgelerini tanımlayan istatistiksel veriyi oluşturmak üzere bilgisayar tarafından örnek dosyalarına (SBD file) saklanmıştır.

Her bir örnek sınıf için, sınıflandırılmak istenilen piksellerin doğruluğunu test etmek üzere "ERDAS" görüntü işleme sisteminin sağladığı çeşitli değerlendirme işlemleri yapılabilmektedir. Bunlar; Alarm testi, elips diyagram çizimi, olasılık matrisi hesabı, spektral uzaklık değerlendirme, İstatistiksel uzaklık değerlendirme, gibi işlemlerdir.

Her bir sınıf için öncelikle alarm testi uygulanmıştır. Bu test sınıflandırma işlemine girecek örnek sınıfın orjinal veri ile karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Sınıflandırma ölçütüne uygun olabilmesi için piksellerden oluşan görüntü üzerinden seçilen örnek bölgeler, ekranda alarm testi uygulanarak bölge bölge görüntü verilip orjinali ile karşılaştırılmışlardır. Bu test ile sınıflandırma için uygun yaklaşık doğruluk kabul edilmiştir.

Uygulama bölgesine ait görüntünün ön sınıflandırma (Örnekleme bölgelerinin seçimi ve değerlendirilmesi) işlemi sırasında ikinci test, seçilen örnek sınıflara ait elips diyagramlarının çizdirilerek değerlendirilmesidir. Bunun içinde her bir örnek sınıfın, belirli standart sapmaya göre spektral uzay içerisinde kullanılan spektral bantlar ile değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Kontrollü sınıflandırma yönteminde Maksimum Likelihood yöntemi kullanılarak öncelikle çalışılmış olan bölgeye ait elips histogramları çıkarılmıştır. Bu histogramlar (3,4), (3,5) ve (4,5) bant kombinasyonları kullanılarak hazırlanmıştır(Şekil 6.2).

Farklı bant kombinasyonları ile oluşturulan iki boyutlu uzay içerisinde çıkartılan histogram değerlendirmesi yapılacak olursa seçilen 14 örnekleme bölgesi farklı renkli ve numaralı elipslerle çizilmiştir. Spektral özellikleri birbirine yakın olan örnek bölgelerin elipsleri birbirine yakın çıkmıştır. Ekili ve tarım alanlarının elipsleri, su ve

kıyı bölgesi, yerleşim ve sanayi ile taşocağı farklı grup ellipslerle birbirlerine göre yakın konumdadırlar. (4) ve (5) ile (4) ve (3) bant kombinasyonları diğerlerine göre daha olumlu sonuçlar vermiştir. Sanayi ve yerleşim bölgelerinin birbirlerine daha yakın ve farklı ellipslere sahip olmaları ise spektral yansıtma özelliklerinin yüksek olması ve yapısal özelliklerinin benzerlik göstermesi sonucu ortaya çıkmıştır. 9 numaralı bölge ise uygulama bölgesinde bulunan taş ocakları olarak adlandırılan spektral uzaklık değeri yüksek olan maden ağırlıklı içeriği nedeni ile farklı sonuç vermektedir. 6 numaralı bölge ise çevre yoluna örnek olarak alınmıştır. Fakat su ve bitki örtüsüne çok yakın olması nedeni ile bu bölgelerin spektral özelliklerine yaklaşık sonuç vermiştir.

Elips diyagramlarının değerlendirilmesi ile sonuçlar, seçilen örneklerin olumlu olduğunu ve sınıflandırılmaya alınabileceğini göstermiştir.

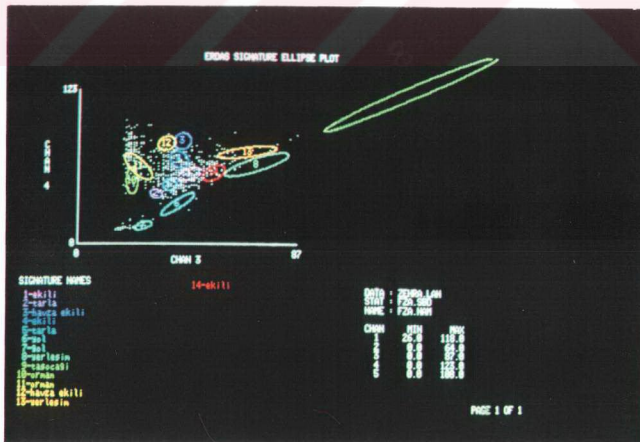
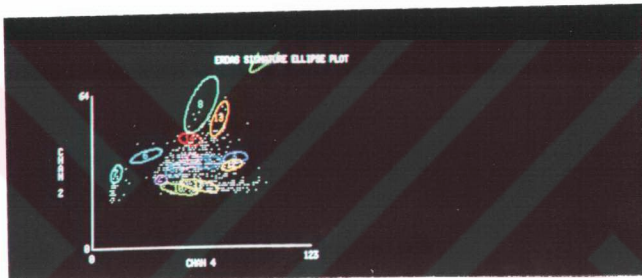
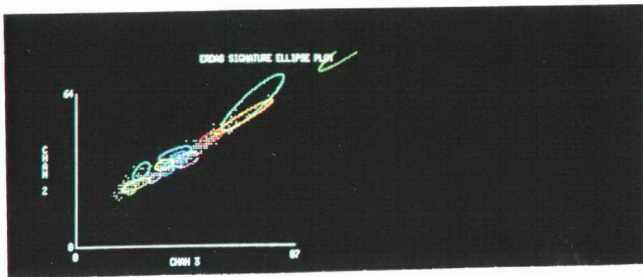
3/4/2 kanalları ile oluşturulan görüntü verisi üzerinden 19 örnekleme bölgesi seçilmiş ve görüntü alarmları ile tek tek test edildikten sonra elips histogramları çizimi sağlanmıştır. Farklı yerleşim, sanayi, ekili alanlar, orman bölgelerinden seçilen bölgeler değerlendirilmeye alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan 2. kanal (0.52 - 0.60 μm) arazi kullanımı için uygun sonuçlar vermektedir.

(3, 4), (4, 2) ve (3, 2) bant kombinasyonları için bölgeye ait elips histogramları çıkarılmıştır(Şekil 6.3).

İki boyutlu spektral uzayda hazırlanan histogramlardan (3, 4) bantları için sonuçlar örnekleme bölgelerinin uygun seçilmiş olduğu anlaşılmaktadır. Tüm ellipsler bölgelerin spektral yansıtma özelliklerine göre dağılım göstermişlerdir. (3, 2) Kanalları için elips histogramları daha karmaşıktır. Seçilen sanayi ve su bölgeleri diğer örneklerden farklı spektral özellikler göstermiştir.

Değerlendirme sonucu örneklerin seçimi sınıflandırma işlemine alınabileceği yorumunu getirmiştir ve kontrollü sınıflandırmaya alınabilecek ölçütte olduğuna karar verilmiştir.

Elips histogramları tüm örnekler için genel olarak değerlendirilecek olursa bu çalışmada kullanılacak en uygun bant çiftinin 3 ve 4 numaralı spektral banta ait olduğunu göstermektedir. 3 numaralı spectral bant(0.60-0.69) jeomorfolojik özellikler ile bitki örtüsü ayırımı, 4 numaralı spectral bant (0.76-0.90) su yapısı ile bitki



Şekil 6.3 3/4/2 Bant kombinasyonları ile veriye ait elips histogramları

ayırımı için ayrıca 7 numaralı spectral bant(2.08-2.35) kaya toprak ayırımı için uygun spectral özellikler gösterdiğinden dolayı sınıflandırma için amaca uygunluk göstermektedirler.

Elips histogramları değerlendirme işlemi, seçilen tüm farklı örnekleme bölgeleri ve seçilen bant kombinasyonları için sağlandıktan sonra, sınıflandırma uygulamasının ikinci ve en önemli aşaması olan sınıflandırma yöntemlerinin bilgisayar tarafından işletilmesi, görüntülerin oluşturulması ve sonuçların yersel bilgiler ışığında değerlendirilmesi çalışması aşamasıdır.

Kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden Maksimum Likelihood ve Minimum Distance yöntemlerine göre seçilme, işleme ve değerlendirme işlemlerinden geçirilen farklı örnek gruplarının, sınıflandırma yöntemlerinin farklı ama temelde aynı amaçlı uygulaması ile sınıflandırılmış görüntüler elde edilmiştir. Elde edilen görüntüler için renk düzeltmeleri, tüm sınıflar için değişik renklerle sağlanarak uygulama bölgesinin belirginliği sağlanmıştır.

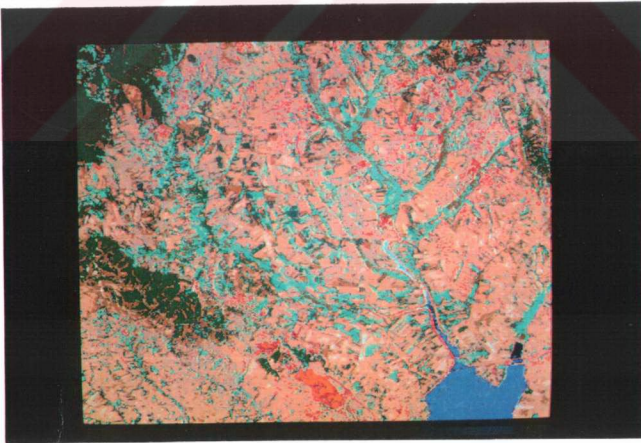
Kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden Maksimum Likelihood yöntemine göre sınıflandırılmış görüntüler, 7/4/3 kanalları ile şekil 6.4'te ve Minimum Distance yöntemine göre sınıflandırılmış görüntüler 3/4/2 kanalları ile şekil 6.5'te verilmektedir.

6.2.1.2 Kontrolsüz Sınıflandırma Yöntemi Kullanılarak Görüntünün Oluşturulması

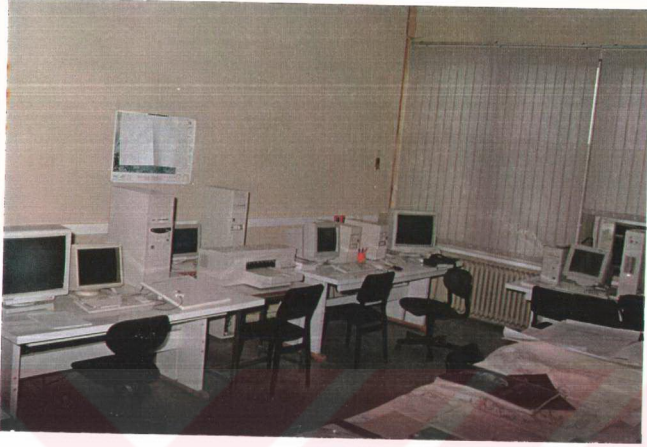
Çatalca bölgesine ait görüntü verisinin sınıflandırılması işlemi ikinci olarak kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinden Ardışık sınıflandırma (Sequential Clustering) Yöntemi ve ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis) kümeleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak Ardışık sınıflandırma yöntemi 4/3/2 kanalları kullanılarak uygulanmıştır (Şekil 6.6).

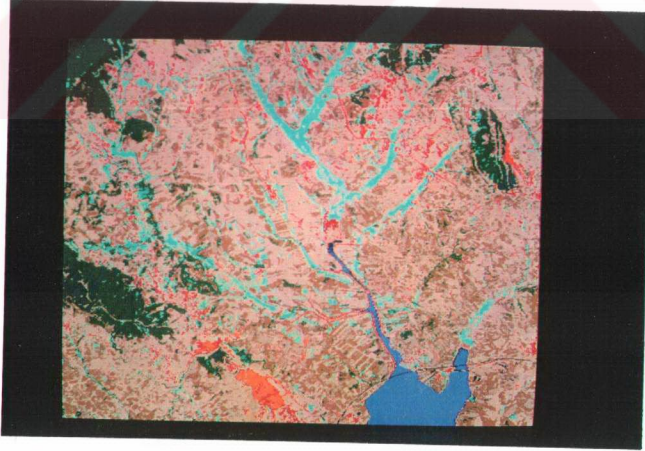
Kümeleme işlemi minimum düzeyde bilgi bilgisayara verilerek sağlanır. Bu işlem iki aşamada bilgisayar tarafından gerçekleştirilir. İlk adımda, program veri bilgilerini okuyarak uygulayıcı tarafından seçilen parametrelere dayalı olarak ardışık kümeleri oluşturur. İkinci adımda ise kümeler ile aday pikseller arasındaki spektral uzaklık ölçülerek pikseller en yakın olduğu kümelere atanır (Bölüm 4.5).



Şekil 6.4 7/4/3 Kanalları ile Maximum Likelihood Yöntemine göre sınıflandırılmış görüntü



İTÜ Uzaktan Algılama Anabilimdalı Bilgisayar Terminali



Şekil 6.5 3/4/2 Kanalları ile Minimum Distance yöntemine göre sınıflandırılmış görüntü

Bilgisayara girilen başlangıç verileri; Skip (atılma) faktörü x ve y değerleri (4, 4), maksimum küme sayısı 20, kümeler arasındaki minimum uzaklık 6.25, maksimum küme çapı 8.75, küme bir işleminden önce işlem görecektir nokta sayısı 256 ve küme eliminasyon threshold (eşik) yüzdesi 1 olarak alınmıştır.

Kümeleme işlemi sonucunda 20 sınıf kontrolsüz olarak oluşturulmuştur. 4/3/2 kanalları kullanılarak oluşturulan sınıflandırmada, pseudo fonksiyonu sınıflandırılmış görüntünün renklerini oluşturmuştur. Pseudo; kontrast yayılımı uygulanmış bölgeye kontrast renkleri verilmesi demektir. Böyle bir görüntüye çeşitli tonlarda renk değişimi uygulayıcı tarafından getirilebilmektedir.

Sınıflandırılmış görüntü verisi üzerinde 20 sınıf için farklı renkleri kullanarak uygulama bölgesinde sınıflar için belirginlik sağlanarak yersel verilerle karşılaştırılabilme olanağı doğmuştur.

İkinci olarak ISODATA sınıflandırma yöntemi 7/3/4 kanalları kullanılarak işlem gerçekleştirilmiştir (Şekil 6.7)

ISODATA kümeleme yöntemi, ardışık kümeleme yönteminde olduğu gibi kümeleri oluşturmak üzere minimum spektral uzaklık formülünü kullanır. Bununla birlikte kümeleri keyfi olarak seçerek işleme başlar. Kümeleme tekrarlı olarak devam eder (küme ortalamaları değiştirilinceye kadar). Yeni kümeler sonraki iterasyonda tekrar kullanılırlar [6].

Bilgisayara girilen başlangıç verileri ISODATA kümeleme yöntemi için, oluşturulacak küme sayısı 20, skip faktörü (4, 4), eşik uzaklığı (Convergence Threshold) 95, ve maksimum iterasyon sayısı ise 24 olarak verilmiştir.

ISODATA kümeleme işlemi sonucu 20 sınıf oluşturulmuştur. Sonuç görüntüsünde oluşan renklere düzeltmeler getirilerek sınıflar için belirginlik sağlanmıştır.

6.2.1.3 Sınıflandırılmış Görüntülerin Değerlendirilmesi

6.9.1992 tarihli Çatalca uygulama bölgesini içeren görüntü kontrolü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerine göre oluşturulduktan sonra sınıflandırılmış görüntü üzerinde renk düzeltmeleri ile sınıflar belirginleştirilmiştir.

Kontrollü sınıflandırma yönteminin avantajı uygulayıcı kontrolünde sınıflandırma işleminin gerçekleşmesidir. Uygulama bölgesi için görüntü verisinden örnekleme bölgeleri farklı alanlardan seçilmiştir ve orijinal görüntü ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca kullanılan farklı bantların sınıflandırma işlemi için uygunluğu araştırılarak test edilmiştir. Sınıflandırma sonucu bilgisayar sistemi tarafından oluşturulan görüntü yersel bilgiler, topoğrafik harita ve referans bilgilerle değerlendirilmiştir.

Referans verilerden Yıldız Üniversitesi - Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü tarafından 1985'te hazırlanan Çatalca yerleşmesi ile ilgili çalışmadan elde edilen Çatalca bölgesinin doğal nitelikleri ve konumuna göre kontrollü olarak sınıflandırılmış görüntü verileri ile karşılaştırıldığına;

Çatalca bölgesinin kuzey-batısında sıradağların bulunması, kuzey-doğusunda de askeri alanın bulunması ilçeyi kuzey-batı, güney-doğu yönünde gelişmeye zorlamıştır. Güney-batıdaki dağların eteğinde %25-40 eğimli arazide de yerleşim mevcut fakat yoğunluk azdır. Bölgenin güney- batısına doğru uzanan 40-50 m yüksekliğinde birbirine çok yakın iki tepe arasında bulunan 150-200 m lik bayır alt bölgesinde ise geçekondur niteliğinde yerleşimler bulunmaktadır. Ayrıca Çatalca bölgesine bağlı kuzey-doğusunda Gökçeali, kuzey batısında İzzetli ve güneyinde Muratköy köyleri yerleşim kapsamındadır. Yerleşim birimleri sınıflandırılmış görüntüler üzerinde belirgin olarak elde edilmiş ve yerleşim tiplerinin genelde aynı içerikli yapıya sahip olduklarından aynı renk değerlerini verdikleri gözlenmiştir [8].

Bölgenin güney-doğusunda Büyük Çekmece Gölü' ne 17 km uzaklıkta ve kuzey- batısında Karadeniz'e olan uzaklığı ise 40 km dir. Bu bölgeler görüntülerde aynı su içeriğine (tuzlu) sahip olduklarından aynı spektral değerlerde yansıma vermişlerdir.

Çatalca Akören yöresinden başlayan Karasu vadisi başlangıçtan kısa bir süre sonra tabanı genişlemeye başlar. Batıdan güneye genişçe bir yay çizerek, Gökçeali bölgesinin güneyi ve Çatalcanın doğusundan geçtikten sonra Büyük Çekmece gölüne açılır. Bu koridor aynı zamanda alüvyal topraklarla kaplı önemli bir tarım alanı içerir. Vadi ağı eğimli olan vertisol topraklarla kaplı yamaçlar tarım bölgeleridir. Ekili , tarla ve boş alanlarda ayırım, türlerinin tam olarak belirlenmesi için yeterli olmamıştır. Sınıflandırılmış görüntülerde bu tarım alanları için açık renkler kullanılarak belirginlik sağlanmıştır [7].

Çatalca orman yönünden zengin ve İstanbul ili içinde en büyük orman alanına sahiptir (83 000 Ha.) Orman baltalık ve korudan oluşmuştur. Askeri bölgenin bir kısmı da bu alanlarla kaplıdır. Görüntüler üzerinde, ormanlık bölgeler iyi bir şekilde seçilebilmekte ve yeşil bölgeler orman bölgelerini göstermektedir.

Çatalca'nın jeolojik yapısı eosen ve miosen formasyonları ile örneklidir. Eosen yapısı beyaz renkte sert kalkerden oluşmaktadır ve Çatalca'nın batısındaki yamaçları oluşturmuştur. Bu yamaçlar içinde taş ocakları olarak adlandırılan maden ağırlıklı bölge de bulunmakta ve sınıflandırılmış görüntülerde bazı yerleşim birimleri ile aynı değerde spektral yansıtma göstermektedir. Miosen formasyonu ise kil, kum ve şistten oluşmaktadır. Bu formasyonlar çevrede oldukça fazla kalınlık göstermektedir ve yapı zemini olarak kullanılmışlardır. Bu yüzden görüntüde yerleşim bölgeleri ile yer yer karışmış olarak gözlemlenmektedir.

Çatalca'nın toplam arazi varlığı 186 200 Ha. dir. Bu arazinin 47 500 hektarında tarım yapılmaktadır. 2500 Ha. ise bağ ve bahçe olarak kullanılmaktadır. Çatalca tarım yönünden zengin bir yapıya sahiptir. En önemli üretim ise tahıldır. Ayrıca sebze ve endüstri bitkileri de üretilmektedir. Sınıflandırılmış görüntülerde bu alanlar ağırlıklarını korumakta ve açık sarı renklerde gösterilmektedir.

Marmara bölgesi sanayi yönünden Türkiye'de ilk sırayı almasına, İstanbul'un ise 1/3 lük payına rağmen Çatalca sanayi açısından henüz gelişmemiştir. Büyük Çekmece gölünün koruma altına alınması ve Çatalca'ya yakın bir yerleşme olan Çerkezköy'ün organize sanayi bölgesi olarak tahsis edilmesi ve yatırımlarda desteklenmesi, bu gelişmeyi kısıtlı bırakmaktadır. Sınıflandırılmış görüntülerde Çatalca bölgesine ait bir kaç sanayi bölgesi ancak seçilebilmektedir. Yerleşim bölgelerinin yapısal özelliklerinin bu bölgelerle uyum göstermesi buna neden olmaktadır.

Ulaşım açısından Çatalca bölgesi kuzey yolu ile güneyden geçen oto yolu birleştiren bağlantı üzerindedir. Bu yolun Çatalca yerleşimini rahatsız etmeyecek şekilde aynı zamanda çevre yolu olarak Çatalca boyunca devam etmektedir. Çevre yolu sınıflandırılmış görüntülerden bazılarında belirgin olarak görülmektedir, bazılarında ise su alanları ile uyum göstermiştir. Bunun nedeni kullanılan yöntemlerin ve bantların birbirlerine göre farklılığıdır.

Kontrollü sınıflandırma yöntemi farklı bantlar ile çalışılmasına rağmen küçük farklılıklar dışında yersel bilgilerle genelde uyumludur ve beklenen sonuçları vermiştir. Maximum likelihood sınıflandırma yöntemi ile oluşturulan sınıflandırılmış görüntüde bölgesel ayrıntılar daha nettir. Ayrıca Minimum Distance yönteminin de kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerine göre daha avantajlı olduğu açıktır.

Kontrollü sınıflandırma sonucu oluşturulan sınıfların olası dağılım yüzdeleri, nokta sayıları ile toplamı ve sınıf isimleri sonuç bilgisayarı yardımı ile her iki yöntemle göre aşağıdaki gibidir ;

Header listing for GIS file: DANMAX.GIS
Date statistics printed: 28-AUG-1993
Date statistics created: 26-AUG-1993

This file has 1024 rows, and 1024 columns

Upper left corner data file coordinate (X,Y) is: 1, 1

Number of classes in this variable is: 15
This file contains 8-bit data
The VARIABLE name is

VALUE	POINTS	%	DESCRIPTION
=====	=====	=====	=====
0	0.	0.00 %	Background
1	186286.	17.77 %	ekili
2	20119.	1.92 %	tarla
3	15377.	1.47 %	havza ekili
4	134702.	12.85 %	ekili
5	120196.	11.46 %	tarla
6	6400.	0.61 %	yol
7	57427.	5.48 %	gol
8	45097.	4.30 %	yerlesim
9	8398.	0.80 %	tasocagi
10	38365.	3.66 %	orman
11	275429.	26.27 %	orman
12	50262.	4.79 %	havza ekili
13	53545.	5.11 %	yerlesim
14	36973.	3.53 %	ekili

Totals: 1048576.

Totals and Percentages are Based on Non-zero points

Header listing for GIS file: MAXCAT.GIS
 Date statistics printed: 28-AUG-1993
 Date statistics created: 26-AUG-1993

This file has 1024 rows, and 1024 columns

Upper left corner data file coordinate (X,Y) is: 1, 1

Number of classes in this variable is: 20

This file contains 8-bit data

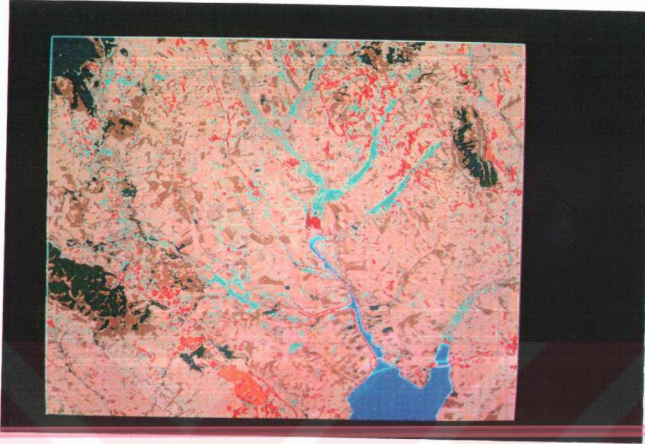
The VARIABLE name is

VALUE	POINTS	%	DESCRIPTION
=====	=====	=====	=====
0	6.	0.00 %	Background
1	55569.	5.30 %	gol
2	3455.	0.33 %	sulak
3	2060.	0.20 %	kiyi gol
4	40997.	3.91 %	yerlesim
5	24026.	2.29 %	yerlesim
6	79921.	7.62 %	orman
7	17848.	1.70 %	orman
8	198588.	18.94 %	orman
9	32561.	3.11 %	orman
10	65197.	6.22 %	ekili
11	13550.	1.29 %	tarla
12	128524.	12.26 %	havza
13	93254.	8.89 %	tarla
14	141959.	13.54 %	ekili
15	100278.	9.56 %	ekili
16	6968.	0.66 %	sanayi
17	16364.	1.56 %	ekili
18	24987.	2.38 %	yerlesim
19	2464.	0.23 %	tasocagi

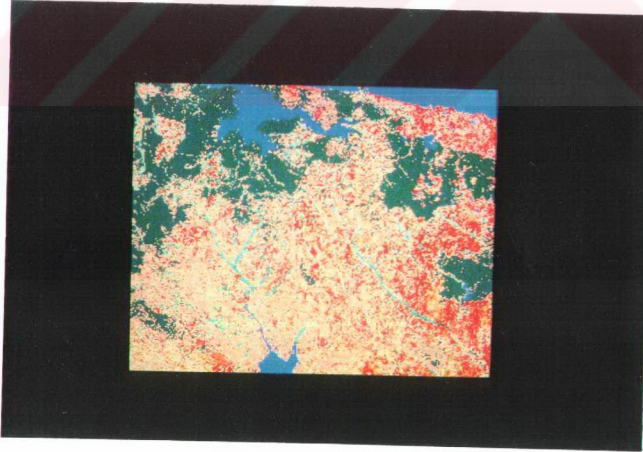
Totals: 1048570.

Totals and Percentages are Based on Non-zero points

Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi, görüntü verisine ait örnekleme bölgelerinin çok kısıtlı olduğu durumlarda geniş kullanım alanına sahip olmasına rağmen karşılaştırma olanağını sağlamak üzere oluşturulmuştur ve sonuçlar özellikle Ardışık Kümeleme (Sequential Clustering) yöntemine ile daha yaklaşık elde edilmiştir. ISODATA yöntemine göre alınan sonuçlar ise beklenen olumlu sonuçları vermemiştir.



Şekil 6.6. 4./3/2 Kanalları ile ardışık kümeleme sınıflandırma yöntemi ile oluşturulmuş sınıflandırılmış görüntü



Şekil 6.7. 7/3/4 Kanalları ile ISODATA kümeleme yöntemi ile oluşturulmuş sınıflandırılmış görüntü

SONUÇLAR

Yeryüzeyinin coğrafik ve yapısal özelliklerinin en güncel ve hızlı biçimde araştırılmasına olanak sağlayan uzaktan algılamada uydu verilerinden elde edilen sayısal görüntüler, kavramsal yöntemlerle işlenerek dünya yüzeyinin yüksek boyutlarda tanınmasını sağlamaktadırlar.

Bu çalışmada; Landsat-5 uydusu TM algılayıcısı ile 6.9.1992 tarihinde algılanan İstanbul Çatalca bölgesine ait görüntü verilerine sınıflandırma ve Pseudo gibi fonksiyonlar uygulanarak sonuç görüntüleri oluşturulmuştur.

Cisimlerin fiziksel özelliklerine bağlı olarak yansıtma, yutulma ve geçirilme özellikleri bölüm 2.4 de incelenmiş, bu doğrultuda seçilen kanallarla çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada 1, 2, 3, 4 ve 7. kanallar ile farklı kombinasyonlar oluşturularak elde edilen sonuç görüntüleri incelenmiştir. Bunlardan birinci kanal (0.45-0.52), sığ sularla kaplı alanlar, toprak-bitki ve iğne yapraklı-yayvan yapraklı ağaç ayrımı özellikleri ile ele alınmıştır. İkinci kanal (0.52-0.60), arazi kullanım haritalanması için uygun olduğu için kullanılmıştır. Üçüncü kanal (0.63-0.69 mm), jeomorfolojik ve bitki örtüsü haritalaması özellikleri nedeni ile dikkate alınmıştır. Dördüncü kanal (0.76-0.90), bitki ayrımı ve su yapısı yorumlaması özellikleri ve yedinci kanal (2.08-2.35), kaya-toprak ayrımı özellikleri nedeni ile bu çalışmada uygun oldukları için kullanılmışlardır.

Bu çalışmada; Landsat-5 uydusu verilerinden oluşturulan sayısal görüntüler, İ.T.Ü. Uzaktan Algılama Anabilim Dalında bulunan "ERDAS" görüntü işleme sistemi ile işlenerek, kontrollü (yer doğruluklu) ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri ile sınıflandırılmıştır.

Sınıflandırma uygulamaları sonucunda Çatalca bölgesine ait yerleşim alanları coğrafi özellikleri ile en uygun şekilde, mevcut referans bilgileri ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Öncelikle kullanılan kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden Maximum Likelihood yöntemine göre 7/4/3 kanalları ile sonrada Minimum Distance yöntemine göre 3/4/2 kanalları ile sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. (Şekil 6.4 ve 6.5). Daha sonra ise kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinden Sequential Clustering yöntemine göre 4/3/2 kanalları ile sonra da ISODATA yöntemine göre 7/3/4 kanalları ile görüntü verileri sınıflandırılmıştır. (Şekil 6.6 ve 6.7) (Bölüm 6.2.1.1. ve 6.2.1.2)

Yersel veriler yardımı ile Çatalca uygulama bölgesine ait yerleşim durumu, arazi kullanımı çevre yereşim birimleri, su alanları, tarıma elverişli araziler, ormanlık bölgeler, sanayi ve ulaşım yönünden Bölüm 6.1.1, 6.1.2 ve 6.1.3'te incelenmiştir.

Sınıflandırılmış görüntüler ile yersel veriler karşılaştırılarak değerlendirilmeleri sağlanmıştır. (Bölüm 6.2.1.3)

Değerlendirme sonucu toplam tarım, yerleşim, boş alan, sanayi ve sulak alanlar ile Çatalca yüzölçümü 1268 km², sınıflandırma sonucu bulunmuştur. Çatalca yüzölçümü yersel veriler ile 1593 km² idi. Buna göre toplam doğruluk yüzdesi %80 olarak bulunmuştur.

Uzaktan algılama yöntemleri ve uydulardan elde edilen verilerle yeryüzeyi özelliklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmaların doğru ve hızlı olarak uygun sonuçlara varılabileceği gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan Landsat-5 uydusu, TM algılayıcısının 30 m gibi küçük çözünürlükte olması çalışmanın inceliğini arttıracağı sonucunu göstermektedir.

Uzaktan algılama yöntemleri ile bölgelerin tekrarlı olarak algılanmaları sonucu sistematik bir şekilde veri toplama olanağı olduğundan, yeryüzünün araştırılması ve değerlendirilmesi en hızlı ve modern olarak sağlanabilmektedir. Bu doğrultuda çevre ile ilgili sorunların acil çözümleri oluşturulabilir, arazi kullanım haritaları ve bölgesel-ülkesel planlama için gerekli veriler elde edilebilir ve yeryüzü hakkında çok yönlü çalışmalar ile bir çok bilim dalı içerisinde uygulama alanları bulunabilir[9] - [12].

KAYNAKLAR

- [1] ÖRMECİ, C. , Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri), İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası (1987).
- [2] COŞKUN, G. , Uydu Verileri ile İstanbul Boğazı ve Haliç' te Su Kirliliğinin Makro Düzeyde Belirlenmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü , (1992).
- [3] SABINS, F. F. Jr. , Remote Sensing Principles and Interpretation, W. H. Freeman and Company, (1978).
- [4] SUNAR, F. ,Körfezlerdeki Su Kalitesinin Uydu Görüntü Verileri Yardımı ile İncelenmesi , Doktora Tezi , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- [5] SWAIN, P. H. , DAVIS, S. ,Remote Sensing ; The Quantitative Approach, International Book Company, New York, (1978).
- [6] ERDAS Field Guide Second Edition Version 7.5, July (1991).
- [7] ÇATALCA ARAŞTIRMA ve PLANLAMA RAPORU, İller Bankası 1. Bölge Müdürlüğü İstanbul Mücavir Belediyeler Planlama Bürosu Başuzmanlığı , İstanbul , (1984).
- [8] ÇATALCA YERLEŞMESİ EKONOMİK - TOPLUMSAL ve FİZİKİ ÇEVRE ÇÖZÜMLEME ÇALIŞMASI , (1984) .
- [9] ÖRMECİ, C. , Uzaktan Algılama , Sağladığı Olanaklar ve Küçük Menderes Havzası Araziden Faydalanma (Land-Use) Örneği. Akdeniz Üniversitesi İsparta Müh. Fak. İll. Müh. Haftası Bildirileri, 8-11 Mayıs.
- [10] ÖRMECİ, C. , Uzaktan Algılamada Sınıflandırma Yöntemleri ve Türkiye'den Uygulama Örnekleri, (1985).
- [11] PHOTOGRAMMETRY ENGINEERING and REMOTE SENSING, Application of Satelite and GIS Technologies for Land-Cover and Land-Use Mapping at The Rural Urban Fringe, Vol. 58, No 4 ,PP 439-448, April (1992).

ESTES, E. J. , SENGEL ,L.W. , Remote Sensing Techniques
For Environmental Anaysis, (1974).

EKLER

EK-A LANDSAT Uydularının Teknik Özellikleri

EK-B Çatalca Eğim ve Jeolojik Yapısı

EK-C Çatalca Toprak Kullanımı

EK-D Çatalca Çevresi

EK-E Trakya Alt Bölgesi Kentsel Yoğunluğu

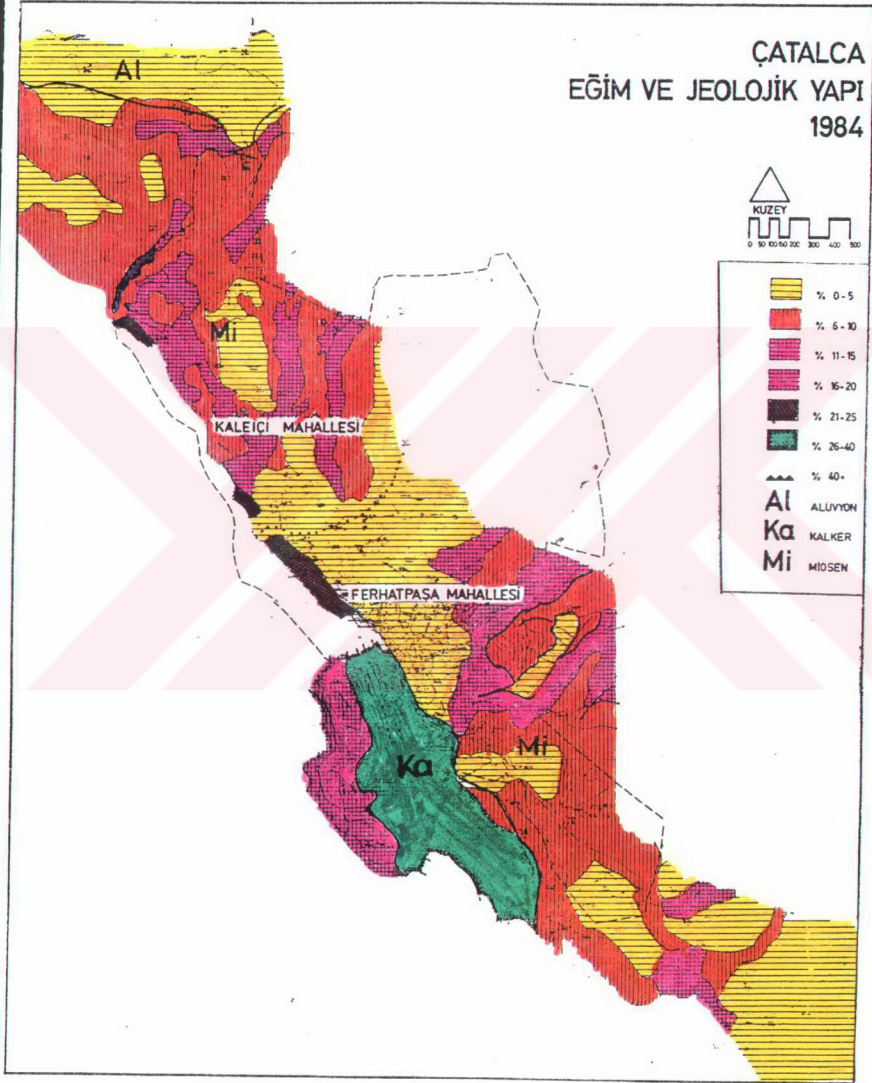
EK-A

ÖZELLİKLERİ	LANDSAT uyduları				
	1	2	3	4	5
Yörünge Özellikleri					
Yörüngeye oturtulduğu tarih	23.7.72	22.1.75	5.3.78	18.7.82	1.3.84
Uydunun işlevini bitirdiği tarih	6.1.78	25.2.82	7.9.83	.2.83	Çalışıyor
Uydunun yeryüzünden yüksekliği (km.)	900	900	900	705	705
Dünya etrafındaki bir turu (dakika)	103	103	103	99	99
Yörüngelerin ekvatordeki uzaklığı (km.)	2760	2760	2760	2752	2752
Uydunun bir gündeki yörünge sayısı	14	14	14	14	14
Dünyanın tamamen tarama süresi (gün)	18	18	18	16	16
Ekvator den geçiş (bölgesel saat)	09.42	09.42	09.42	09.45	09.45
Algılayıcı Özellikleri					
RBV					
Spektral kanal sayısı	3	3	2	-	-
Yeryüzü çözünürlüğü	80	80	30	-	-
Kanalların spektral duyarlılık sınırları (μm)	0.48-0.58 0.58-0.68 0.69-0.83	0.48-0.58 0.58-0.68 0.69-0.83	0.51-0.75 0.51-0.75	-	-
Tarama genişliği (km.)	185	185	98	-	-
Yeryüzü çözünürlüğü (m.)	80	80	30	-	-
MSS					
Spektral kanal sayısı	4	4	5	4	4
Kanalların spektral duyarlılık sınırları (μm)	0.5-0.6 0.6-0.7 0.7-0.8 0.8-1.1	0.5-0.6 0.6-0.7 0.7-0.8 0.8-1.1	0.5-0.6 0.6-0.7 0.7-0.8 0.8-1.1 10.4-12.6	Landsat 3 ile aynı	Landsat 3 ile aynı
Yeryüzü çözünürlüğü (m.)	79	79	79	79	79
Toplam piksel sayısı (x10 ⁶)	28	28	28	28	28
TM					
Kanal sayısı	-	-	-	7	7
Kanalların spektral duyarlılık sınırları (μm)	-	-	-	0.45-0.53 0.52-0.60 0.63-0.69 0.76-0.90 1.55-1.75 10.40-12.50 2.08-2.35	0.45-0.53 0.52-0.60 0.63-0.69 0.76-0.90 1.55-1.75 10.40-12.50 2.08-2.35
Yeryüzü çözünürlüğü (kanal 1-6-7)				30/120	30/120
Toplam piksel sayısı (x10 ⁶)				231	231

Tablo A.1 LANDSAT Uydularının Teknik Özellikleri

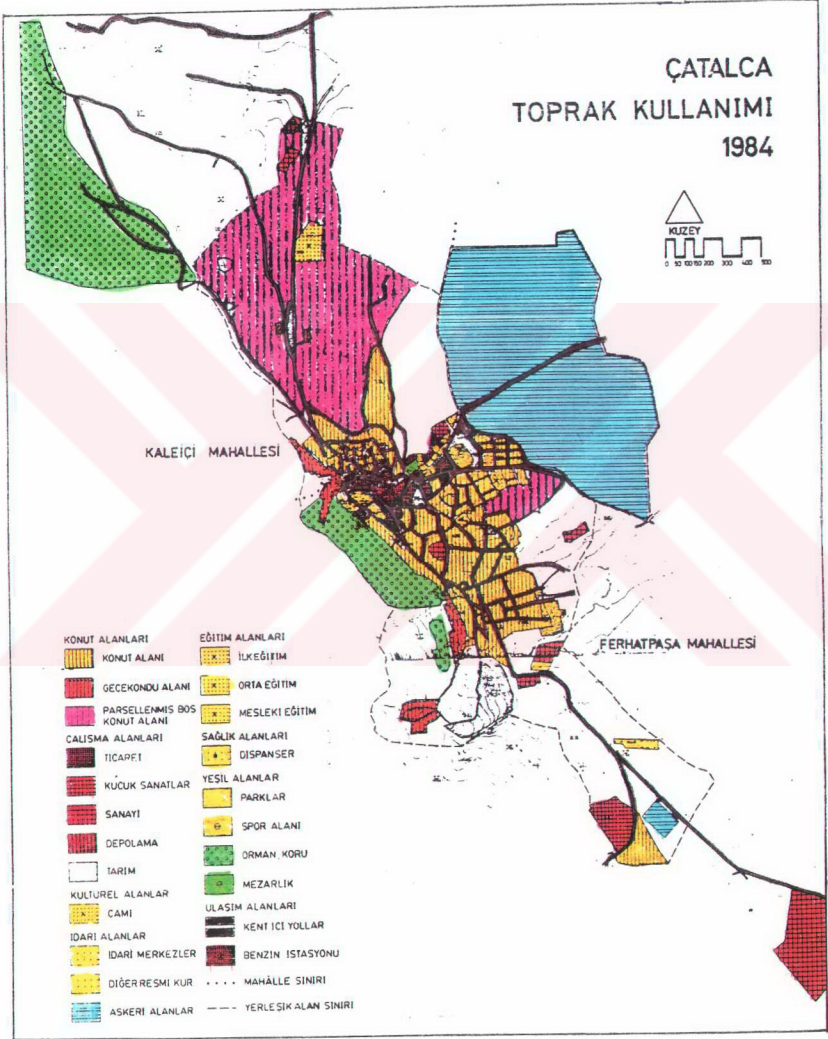
EK-B

ÇATALCA
EĞİM VE JEOLJİK YAPI
1984



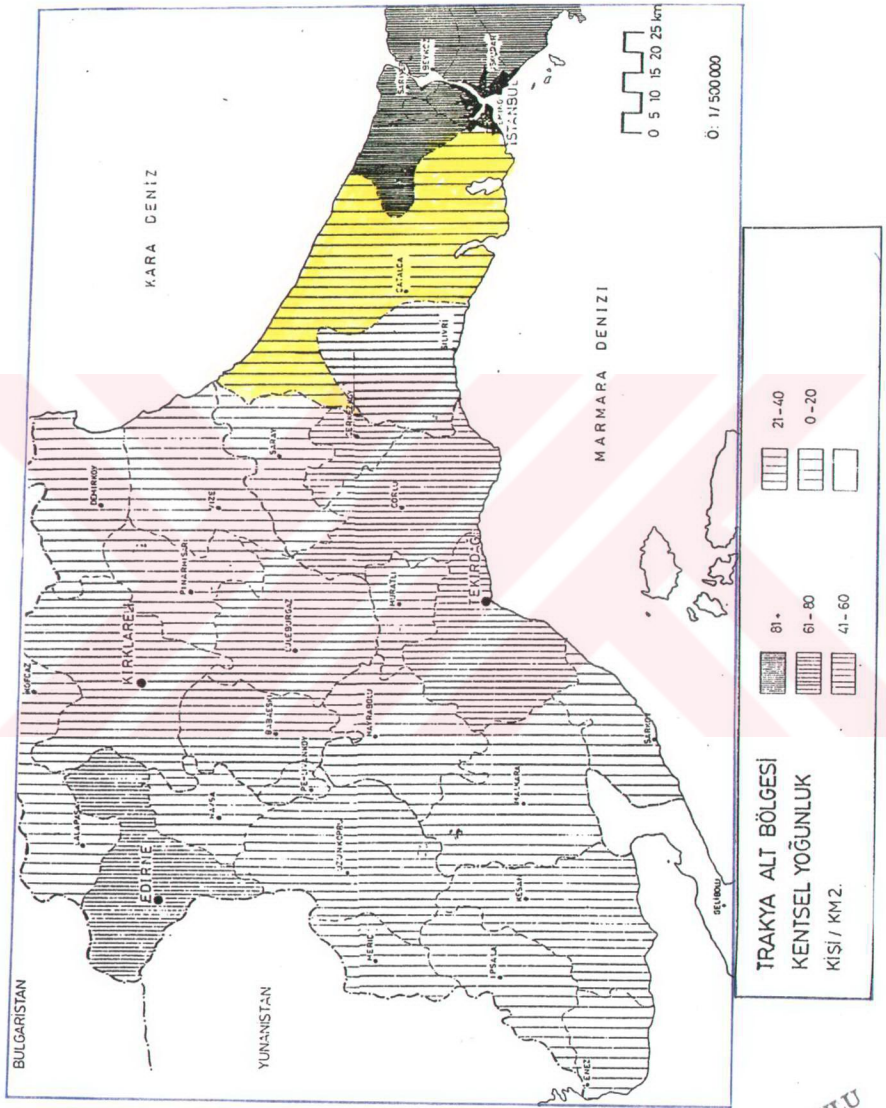
Şekil B.1 Çatalca Eğim ve Jeolojik Yapısı

EK-C



Şekil C.1 Çatalca Toprak Kullanımı

EK-E



Şekil E.1 Trakya Alt Bölgesi Kentsel Yoğunluğu

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
 ÖKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖZGEÇMİŞ

27.12.1967 yılında Çorum' da doğdu.

İlk, Orta ve Lise öğrenimini 1974-1984 tarihleri arasında Amasya-Merzifon' da tamamladıktan sonra 1985 yılında İTÜ İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği bölümüne kayıt oldu ve 1990 yılında bitirdi.

1990-1991 Şubat döneminde İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Programında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen serbest mühendis olarak görevini sürdürmektedir.