

**ÇANAKKALE İLİNİN ORMANLIK
ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMİN UYDU VERİLERİ
İLE BELİRLENMESİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

Göksel BORAN

Prof. Dr. Hülya YILDIRIM

**Haziran, 2006
ÇANAKKALE**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu araştırma, jürimiz tarafından Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hülya YILDIRIM

Üye : Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL

Üye : Doç. Dr. Mehmed Ali SALAHLI

Üye :

Üye :

Kod No:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Uzaktan Algılama alanında tez çalışması yapmama yardımcı olan, tez danışmanım Prof. Dr. Hülya YILDIRIM'a, çalışmalarında beni doğru bir şekilde yönlendirmesinden ve bilgilerini ve zamanını paylaşmasından, çalışmadaki verileri temin etmekte yaptığı yardımlarından ve verdiği maddi ve manevi destekten dolayı çok teşekkür ederim. Ders ve tez aşamasında yaşadığım problemlerde, yardım ve destekleri için Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL'e ve ÇOMÜ'deki eğitimim boyunca bilgilerinden faydalandığım Doç Dr. Mehmet Ali SALAHLI'ya çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamda bilgilerini ve ellerindeki verileri benimle paylaşan ve gerektiğinde destek olan Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü Müdür Yardımcısı Adem Ekşi'ye, İlhan Yeşilbaş'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında benden yardımlarını, zamanlarını esirgemeyen iş arkadaşlarıma, Öğr. Gör. Muzaffer ÖZDEMİR'e, Arş. Gör. Bora UĞURLU'ya, Öğr. Gör. Mülayim GÜRE'ye, Öğr. Gör., Öğr. Gör. Engin Şahin'e, Öğr. Gör. Ercan Çağlar'a da teşekkür ederim.

Beni bu günlere getiren annem Ayten BORAN ve babam Naim BORAN' a, her zaman yanımda olan kardeşim Bahadır BORAN'a ayrıca çok teşekkür ederim.

Bu tezin tamamlanmasında ÇÖMÜ Uzaktan Algılama Merkezi'nin (ÇUM) vazgeçilmez katkıları olmuştur. ÇUM yönetimine teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASTER	Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection (Gelişmiş Uzay Kökenli Termal Emisyon ve Yansıma)
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer (Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	Coordinated Information on the European Environment
ÇOMÜ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
ÇUM	Çanakkale Uzaktan Algılama Merkezi
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DN	Digital Number (Dijital Değer)
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
ETM	Enhanced Thematic Mapper (Güçlendirilmiş Konusal Tarayıcı)
ESRI	Environmental Systems Research Institute (Çevresel Sistem Araştırmaları Enstitüsü)
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite (Sabit Kullanıma Hazır Çevresel Uydu)
GPS	Global Positioning System (Küresel Konumlanma Sistemi)
IR	InfraRed (Kızılötesi)
IRS	Indian Remote Sensing (Hindistan Uzaktan Algılama)
MAM	Marmara Araştırma Merkezi
MIR	Middle InfraRed (Orta Kızılötesi)
MSS	Multispectral Scanner (Çok Bantlı Tarayıcı)
NASA	National Aeronautical and Space Administration (Amerikan Ulusal Uzay ve Havacılık Kurumu)
NDVI	Normalize Difference Vegetation Index (Normalize Fark Bitki İndisi)
NIR	Near InfraRed (Yakın Kızılötesi)
PAN	Panchromatic (Pankromatik - tek renk)
RMS	Karesel Ortalama Hata

SWIR	Short Wave InfraRed (Kısa Dalga Kızılötesi)
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü
TARM	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü
TIR	Thermal InfraRed (Isıl Kızılötesi)
TM	Thematic Mapper (Konusal Tarayıcı)
TST	Tasseled Cap Transformation (Tasseled Cap Dönüşümü)
U.A.	Uzaktan Algılama
UHUZAM	İTÜ Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi

SİMGELER

cm – santimetre

Hz – Hertz

km – kilometre

km² – kilometrekare

m – metre

m² – metrekare

nm – nanometre

µm – mikrometre

yy – yüzyıl

ÇANAKKALE İLİNİN ORMANLIK ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMİN UYDU VERİLERİ İLE BELİRLENMESİ

ÖZET

Uzaktan algılama, yeryüzü kaynaklarının incelenmesinde, fiziksel bağlantı kurmadan uydular ve diğer platformlardaki algılayıcılar ile kaydetme ve inceleme tekniğidir.

Günümüzde ve gelecekte uzaktan algılama teknolojisine en çok ihtiyaç duyan uygulama alanlarından bir tanesi de artan nüfus ve tarım alanlarına paralel olarak azalan, orman kaynakları ve orman endüstrisidir. İnsanlar için hayati önem taşıyan bitki, toprak ve iklim üçlüsüne ait bilgilerin devamlı olarak yeterli sıklıkta ve doğrulukta elde edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Çanakkale merkez, Gelibolu, Umurbey ve Eceabat Orman Şefliklerindeki arazi kullanım, ormanlık alanlar ve türleri çeşitli çözünürlükte ve tarihlere ait uydu verileri, meşcere ve topoğrafik haritalar kullanılarak görüntü işleme yöntemleri ile belirlenmiştir. Çalışmada ÇOMÜ Uzaktan Algılama Merkezi'ne ait Landsat MSS (57 m çözünürlük, 1975 tarihli), Landsat ETM (30 m çözünürlük, 2000 tarihli) uydu görüntüleri, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nden alınmış meşcere haritaları (2001 tarihli ilk güncellenmiş) ve PCI Geomatica 9.0, ArcGIS 9 görüntü işleme yazılımları kullanılmıştır.

Çalışmada Landsat uydu görüntülerinden Merkez, Gelibolu, Umurbey ve Eceabat Orman Şeflikleri alanları kesilip çıkartılmıştır ve bu görüntülere görüntü zenginleştirme işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra çalışma alanındaki bitki örtüsünü belirlemek için NDVI(Bitki İndisi) uygulanmış, kümeleme yöntemi ile farklı bitki sınıfları ortaya çıkarılmıştır. Bu bitki sınıfları ve meşcere haritaları kontrollü sınıflandırmanın, sınıflarına ait eğitim alanlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Parallelpiped yöntemi kullanılarak her bir uydu görüntüsü için arazi kullanım

bilgileri üretilmiştir. Daha sonra orman alanları ve türleri meşcere haritaları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Landsat ETM, Uzaktan Algılama, Görüntü İşleme, Sınıflandırma, Uydu verileri, Görüntü İşleme

DETERMINATION OF CHANGES OF FORESTRY AREAS IN CANAKKALE PROVINCE USING REMOTE SENSING SATELLITE DATA

ABSTRACT

Remote sensing is a technique to collect information about earth's surface and resources without being in direct physical contact.

One field that requires the remote sensing technology for its development is forestry. Forests are decreasing every year due to population increase and expansion of agriculture fields. Therefore, protection and utilization of existing forests has high importance. This task needs information pertaining to vegetation cover, soil and climate conditions, accurately and frequently.

In this study, the land use of Çanakkale City, Gelibolu, Umurbey and Ecebat Forestry Offices and their forestry areas and tree species in the areas are determined by using topographic, stand-crown map and different dated satellite images having discrete resolution. Landsat MSS(57 m spatial resolution, dated 1975), ETM (30 m spatial resolution, dated 2000) satellite images that is owned by COMU Remote Sensing Center, the stand-crown maps (updated first in 2001) that are taken from Canakkale Forest Management and PCI Geomatica and ArcGIS 9 image processing softwares are used.

In the study, interest areas in satellite images are taken out from Çanakkale (Center), Gelibolu, Umurbey and Ecabat Forest Management areas and image enhancement is applied on these images. Then, on account of determining the different vegetation classes, NDVI(The Normalized Vegetation Index) is generated, these classes are found by using the clustering method. These vegetation classes and stand-crown maps are used for determining the training sites for a supervised classification. Land-use information is generated for each satellite images by using the parallelepiped method. Then forestry areas and its tree species are compared to stand-crown maps at offices.

Key words : Landsat ETM, Remote Sensing, Image Processing, Image Classification, Satellite Images, Image Processing.

İÇERİK

	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
ÖZ	vi
ABSTRACT	viii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 – UZAKTAN ALGILAMA	3
2.1 – Uzaktan Algılamannın Bileşenleri	4
2.2 – Uzaktan Algılamannın Tarihsel Gelişim Süreci	5
2.3 – Uzaktan Algılama Uyduları	7
BÖLÜM 3 – SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME	18
3.1 – Sayısal Görüntü	19
3.2 – Geometrik Bozuklukların Giderilmesi	23
3.2.1 – Geometrik Düzeltme	25
3.2.2 – Örnekleme	27
3.3 – Görüntü Zenginleştirme	28
3.3.1 – Noktasal İşlemler	29
3.3.1.1 – Histogram Değişimleri	29
3.3.1.2 – Grilik Seviyesi Eşiklemesi	33
3.3.1.3 – Yoğunluk Kesimi	34
3.3.2 – Komşusal İşlemler(Filtreler)	34
3.4 – Görüntü Sınıflandırma	39
3.4.1 – Eğitimli Sınıflandırma	40
3.4.2 – Eğitimsiz Sınıflandırma	44

	Sayfa
3.4.3 – Bitki İndeksi (NDVI)	45
BÖLÜM 4 – UYDULARLA ARAZİ ÖRTÜSÜ BELİRLEME	46
4.1 – Türkiye’de ve Dünyada Konu ile ilgili Yapılan Çalışmalar ve Projeler	46
4.2 – Değerlendirme	56
BÖLÜM 5 – MATERYAL VE METOD	58
5.1 – Giriş	58
5.2 – Çalışma Alanı Hakkında Bilgiler	58
5.3 – Kullanılan Veriler	58
5.4 – Kullanılan Analiz ve Görüntüleme Yöntemleri	64
5.5 – Şefliklere ait sınıflandırma sonuçları	77
BÖLÜM 6 – TARTIŞMA VE SONUÇ	81
KAYNAKLAR	87
Ekler	I
Çizelgeler	XXI
Şekiller	XXIII
Yaşam Öyküsü	XXVII

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Doğal kaynakların saptanmasında ve kullanımında, çevre ile ilgili değerlerin sağlanmasında, yeryüzündeki mevcut arazi kullanımının tespitinde, hızlı arazi değişimlerinin izlenmesinde, bu değişimlerin kaydının tutulmasında ve analiz edilmesinde uzaktan algılama teknolojisi giderek daha fazla önem ve gereksinim kazanmaktadır.

Uydu görüntüleri, özellikle geniş kapsamlı ve güncel bilgiye daha kısa sürede ulaşılması, çok çeşitli alanlarda bilgi birikiminin sağlanması, bu bilgilerin bilgisayarda kolayca ulaşılabilir ve kullanılabilir şekilde depolanması ve objektif değerlendirilmeye olanak sağlaması ile geniş alanlar hakkında bilgilenme ve yeni bilgilerin üretimi için vazgeçilmez bir kaynak oluşturmaktadır(Vaughan ve Altumi, 2002).

Günümüzde ve gelecekte uzaktan algılama teknolojisine en çok ihtiyaç duyan uygulama alanlarından biri de artan nüfus ve tarım alanlarına paralel olarak azalmakta olan orman alanlarıdır. İnsanlar için hayati önem taşıyan bitki, toprak ve iklim üçlüsüne ait bilgilerin devamlı olarak yeterli sıklıkta ve doğrulukta elde edilmesi gerekmektedir. Ancak bilginin sürekli ve geniş alanlara ait olması verilerin boyutunu artırmaktadır. Bu veriler için gerekli olan hız, devamlılık ve doğruluk kriterlerini uzaktan algılama uydu verileri, bunların analizlerini sağlayan hızlı ve gelişkin bilgisayar sistemleri (donanım, yazılım) sağlamaktadır.

Uzaktan algılama ile sağlanan uydu görüntüleri, çok geniş alanlara ilişkin arazi yapısı hakkında önemli bilgiler içerdiğinden, arazi kullanım tespiti, çevreye yönelik planlamalar günümüzde daha dinamik olarak gerçekleştirilmektedir(Yomralıoğlu, 2000).

Arazi kullanım haritalarının oluşturulmasında en yaygın kullanılan uydu görüntüleri Landsat ve Spot uydularına ait görüntülerdir. Bu uyduların spektral bant

genişliği, arazi örtüsü türlerinin ayırt edilmesinde oldukça etkilidir. Ancak uzaktan algılama verilerinin yersel çalışmalar ile birleştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede daha çabuk ve istatistiksel olarak daha güvenilir bilgiler edinilmesi mümkündür.

anakkale ili ve yöresi henüz, doğal bitki örtüsü açısından, diğer bazı kentlerimiz kadar yoğun yerleşim ve sanayi baskısı altında değildir. Ancak turizmin gittikçe ağırlık kazanması, tüm Türkiye’de olduğu gibi nüfusun hızlı artması, bazı yıllarda yaşanan büyük boyutlu orman yangınları, bitki örtüsü, evre, özellikle orman alanlarının doğru, güvenilir ve hızla tekrarlanabilir olarak belirlenmesini, takibini, kontrolünü gerektirir. Tüm bu çalışmalar günümüzde uydu verileri ile klasik yöntemlere göre daha etkin bir Şekilde yapılabilir.

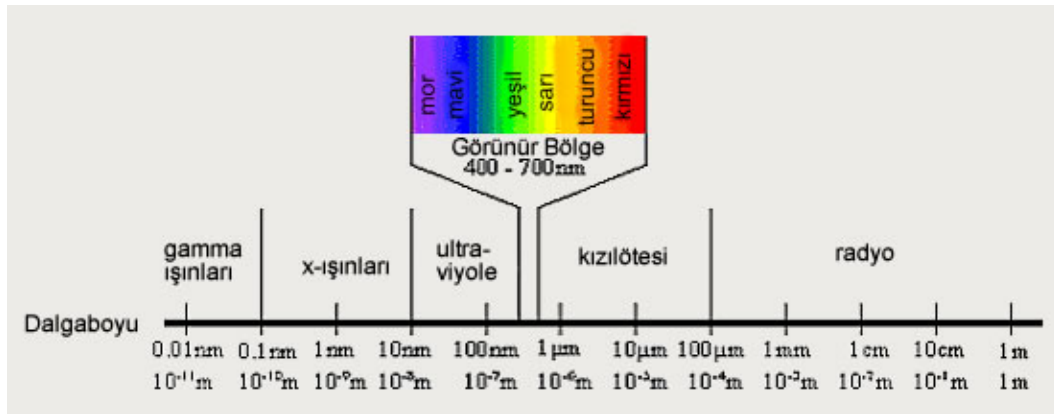
Bu tezde Çanakkale ilinde, Merkez, Umurbey, Eceabat ve Gelibolu ilçe Orman Şefliklerine ait arazi kullanım sınıfları ve orman alanları, farklı tarihlere ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Yer gerçeği olarak Orman Bölge Müdürlüğü’nün meşcere haritaları, uydu görüntüsünün geometrik olarak dzeldilmesi için de 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar ve GPS lmleri kullanılmıştır. Sonuçta bu ilçelerin arazi kullanım sınıfları ve ormanlar olarak belirlenmiş, bunlara ait alan büyüklükleri, eldeki diğer bilgilerle karşılaştırılmıştır. Böylece uzaktan algılama uydusu verileri ile, daha hızlı ve güncel sonuçlara ulaşmanın mümkün olduğu gösterilmiş olmaktadır.

BÖLÜM 2

UZAKTAN ALGILAMA

Uzaktan algılama, yeryüzünün ve yer kaynaklarının incelenmesinde onlarla fiziksel bağlantı kurmadan kaydetme ve inceleme tekniğidir. Yada diğer bir ifadeyle elektromagnetik spektrumun mor ötesi ışınlarla mikrodalga ışınları arasındaki bölümleri aracılığı ile havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak da tanımlanabilir (İşlem U.A. Terminolojisi, 2001).

Cisimler yeryüzüne gelen enerjinin bir kısmını kendi karakteristik özelliklerine bağlı olarak geri yansıtırlar. Geri yansıtılan bu enerjinin yayılımını kapsayan aralığa yada şemaya elektromanyetik spektrum adı verilmektedir. Uzaktan algılama tekniği, yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin, elektromanyetik spektrumun görüntü bölgesi adı verilen (ultraviyole, görünen, infrared) kısmında sensörler tarafından ölçülerek değerlendirilmesi esasına dayanır.

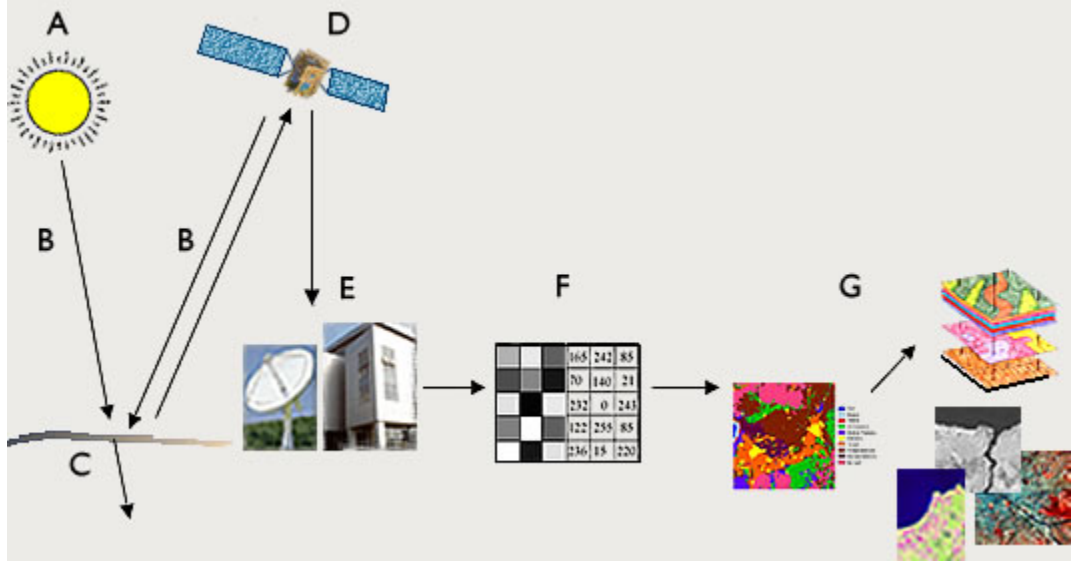


Şekil 2.1- Elektromanyetik Spektrum

Uzaktan algılama yoluyla elde edilmiş görüntüler yeryüzüne ait birçok bilgiyi içinde barındırır. Bu bilgiler yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin uyduların alıcıları tarafından algılanarak çeşitli bantlara kaydedilmesi yoluyla toplanır. Her bir

bantta o bantın hassasiyet gösterdiği özelliklere ait yansımaya değerleri bulunur. Birden fazla bant biraraya gelerek bir görüntü oluşturabildiği gibi, tek bir banttan oluşan görüntüler de mevcuttur (Sabins, 2000).

2.1. Uzaktan Algılamannın Bileşenleri



Şekil 2.2- Uzaktan Algılama Sürecinin Bileşenleri (Harflerin açıklamaları metinde verilmektedir.)

Uzaktan Algılama iki temel aşamadan oluşur. Bunlar "Veri Elde Etme" ve "Veri İşleme" aşamalarıdır.

Verinin Elde Edilmesi:

A- Enerji Kaynağı: Hedefe bir kaynak tarafından enerji gönderilmesi gerekmektedir. Bu kaynak hedefi aydınlatır veya hedefe elektromanyetik enerji gönderir. Algılayıcı sistemler, herhangi bir enerji kaynağından yeryüzüne gelen ışınların yeryüzündeki cisimler ile etkileşmesi ve bu etkileşme sonucunda yansıyan ışınları kaydederek yeryüzü hakkında bilgi toplamaktadırlar. Optik uydular için enerji kaynağı Güneş'tir, ancak, radar uyduları kendi enerji kaynaklarını üzerlerinde taşırlar ve

elektromanyetik enerji (radio dalgaları) üreterek hedefe yollarlar. Hedeften yansıyan dalgaların toplanması ve analizi ile hedef hakkında bilgiler elde edilir.

B- Yayılım ve Atmosfer: Atmosfer, enerji kaynağından gelen ve yeryüzünden yansıyan ışınları büyük ölçüde etkilemektedir. Atmosfer içindeki parçacıklar, tozlar ve bazı gazlar enerjinin yayılımını engellemektedir. Bu etkileme saçılma (scattering), kırılma veya emme/soğurma (absorption) şeklinde olur.

C- Hedef ile Etkileşim: Atmosfer ortamından geçen elektromanyetik dalga, hedefe ulaştığında hem ışınım hem de hedef özelliklerine bağlı olarak farklı etkileşimler oluşur. Hedefe ulaşan ışığın veya radyo dalgalarının bir bölümü geriye yansır.

D- Enerjinin Algılayıcı Tarafından Kayıt Edilmesi: Yeryüzünden yansıyıp tekrar atmosfer içinden geçen ve bu arada yine bazı etkileşimlerle karşılaşan değişik dalga boylarındaki enerji uydu üzerindeki algılayıcılar tarafından kaydedilir.

E- Verinin İletimi, Alınması, ve İşlenmesi: Hedeften toplanan enerji dağılımına ait veri algılayıcı tarafından kayıt edildikten sonra, görüntüye dönüştürülmek ve işlenmek üzere, uydudan bir yer istasyonuna gönderilir.

Verinin İşlenmesi:

F- Yorumlama ve Analiz: Görüntü görsel, sayısal ve elektronik işleme teknikleri ile analiz edilir ve nicel sonuç ve değerlendirmelere ulaşılır.

G- Uygulama: İşlenmiş veriden çıkarılan bilgiler ve sonuçları, uygulamaya geçirilir. Ayrıca elde edilen bilgi ve sonuçlar, başka veri kaynakları ile birleştirilerek kullanılabilir.

2.2. Uzaktan Algılamanın Tarihsel Gelişim Süreci

Uzaktan algılamanın gelişimi hava fotoğraflarının kullanımı ile birlikte başlamıştır. Balonlar yardımıyla ilk hava fotoğrafları 1860'lı yıllarda elde edilmiştir. Elde edilen bu fotoğraflar Amerikan iç savaşında (1861-63) kullanılmıştır. Hava fotoğrafları ilk başlarda balonlardan çekilirken daha sonraları uçaklar bu iş için kullanılmaya başlamıştır.

Birinci Dünya Savaşının ortalarına doğru (1916) hava fotoğraflarını yorumlayarak düşman hakkında bilgi toplamak oldukça önemli hale geldi. Böylece düşmanın askeri birliklerinin konumları, cephane durumu, ulaşım sistemleri, sağlık birimleri gibi son derece önemli bilgiler gözlenebilir oldu. Daha sonraki zaman diliminde, özellikle de İkinci Dünya Savaşına kadarki olan sürede, askeri foto yorumcuların gelişimi duraklamıştır. Fakat ticari ve akademik anlamda gelişmeler sürmeye devam etti. Bu alanlardaki gelişmeler sonucunda ise topografik ve çeşitli doğal kaynak haritaları üretilmiştir. İkinci Dünya Savaşında ise fotoğrafik yöntemler tekrar büyük bir ivme ile düşman hakkında stratejik bilgilerin elde edilmesi yönünde gelişmeye başlamıştır. Savaş sonrasında, elde edilen bu bilgiler, akademik ve ticari alanlara hızla aktarılmıştır. Böylece hava fotoğrafları kullanılarak doğal envanterlerin hızlı bir şekilde çıkarılabilmesi, topografik yapının oluşturabilmesi ve yersel ölçmelerin çok daha az bir maliyetle ve daha doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi olanaklı hale gelmiştir.

Bu değişimlere paralel olarak özellikle savaş sırasında geliştirilen radar ve kızılötesi (infrared) teknolojileri sayesinde özellikle doğada kamufle edilen ve insan gözü tarafından görülmesi mümkün olmayan nesnelerin de görülebilir hale gelmesi sağlandı.

1960'lı yıllara doğru gelindiğinde ise artık uzaktan algılama için yeni bir dönemin başladığından söz edilebilir. Bu dönemde dünya yörüngeli uydular sayesinde artık bütün yeryüzü hakkında veri toplamak olanaklı hale gelmiştir. Elde edilen veriler, gelişen elektronik görüntü işleme sistemleri yardımıyla, görüntü işleme teknikleri kullanılarak sayısal görüntü haline dönüştürülmüştür.

Yeryüzünü gözlemlemek için uzaya gönderilen ilk sivil amaçlı uydu A.B.D.'nin 1972 yılından geliştirdiği ERST-1 (Earth Resources Technology Satellite)' dir. Bu uydunun ismi daha sonra Landsat-1 olarak değiştirilmiştir. Daha sonraları ise bu seri

Landsat-7'ye kadar devam etmiştir. Bu uydulardan elde edilen veriler, A.B.D tarafından herhangi bir kısıtlama getirilmeden sivil kullanıcılar tarafından kullanılabilmiştir.

Landsat serisinden farklı olarak yeryüzü hakkında bilgi toplamak için çok sayıda uydu değişik ülkeler tarafından geliştirilmiştir. SPOT, ERS, JERS, IKONOS, ASTER ve ENVISAT bunlardan bazılarıdır.

2.3. Uzaktan Algılama Uyduları

Uzaktan algılama uyduları sahip oldukları algılayıcı sitemin türüne göre “Aktif” ve “Pasif” olarak iki farklı sınıfa ayrılırlar. Pasif yapıdaki algılayıcılar, güneş enerjisinin olduğu zamanlarda algılama yapma kabiliyetindedir. Aktif yapıdaki algılayıcılar, algılayıcı kendi kaynağından sağlamış olduğu enerjiyi yeryüzüne gönderir ve ardından yansıyan enerjiyi ölçer.

(A) Pasif Algılayıcıya Sahip Uydular

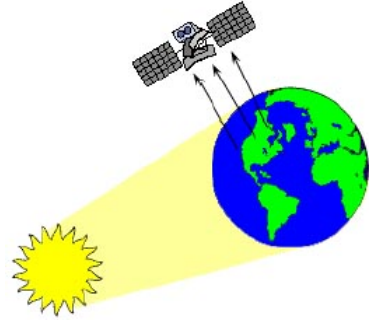
Güneş, enerjinin ve ısımanın temel kaynağıdır. Pasif yapıdaki algılayıcılar, güneş enerjisinin olduğu zamanlarda algılama yapma kabiliyetindedir. Tüm yansıyan ve yayılan enerji güneşin dünyayı aydınlattığı

sürede gerçekleşir. Bu nedenle bu algılayıcılara sahip olan uydular güneş enerjisinin olmadığı zamanlarda yeryüzü hakkında bilgi toplayamaz.

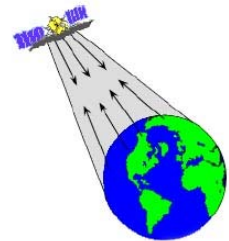
Bu şekilde çalışan uydulara Landsat, Spot, IRS1-C, Ikonos, Aster, Envisat örnek olarak verilebilir

(B) Aktif Algılayıcıya Sahip Uydular

Bu tip algılayıcıya sahip olan uydular algılama için gerekli olan enerjiyi kendileri üretmektedirler. Algılayıcı kendi kaynağından sağlamış olduğu enerjiyi yeryüzüne gönderir ve ardından yansıyan



Şekil 2.3-Pasif algılayıcı



Şekil 2.4- Aktif algılayıcı

enerjiyi ölçer. Elektromanyetik spektrumun mikro dalga bölgesinde çalışırlar. Bu tip algılayıcılara sahip olan uydular, her türlü hava koşulunda ve günün 24 saati algılama yapabilmektedir. Fakat bunun yanında hedefe göndermek için büyük miktarda enerjiye gereksinim duyulmaktadır.

Uzaktan algılama uyduları kullanım amaçlarına göre

- A. Meteoroloji uyduları
- B. Radar Uyduları
- C. Deniz araştırma uyduları
- D. Gezegenlere yönelik uydular
- E. Yeryüzünü gözlemleyen uydular olmak üzere 5 genel

kategoriye ayrılabilir.

A. Meteoroloji Uyduları : Hava durumu ve tahminleri için kullanılan uydulardır. ABD'nin 1960 yılında uzaya gönderdiği TIROS-1 (Television and Infrared Observation Satellite) ilk meteorolojik uydudur. Daha sonraları diğer ülkeler de kendi meteorolojik uydularını uzaya göndermişlerdir. Yine ABD'nin öncülüğünde 1975-1994 yılları arasında GOES-1 (Geostationary Operational Environment Satellite), GOES-7 ve GOES8 ve NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Satellite) serisi uydular yörüngeye oturtulmuştur. Bu tip uyduların mekansal çözümlenmeleri daha büyük ve zamansal çözümlenmeleri de daha kısadır.

B. Radar Uyduları : Radar uyduları aktif algılayıcılara sahip olup yeryüzü hakkında elde ettikleri veriler oldukça hassastır. En önemli avantajı, yeryüzünü algılarken kullandıkları mikrodalgardan kaynaklanmaktadır. Bu dalgalar, özelliklerinden dolayı, gündüz ve gece atmosfere nüfuz eder. Her türlü hava koşulunda veri elde edilebilir. Ayrıca arazi üzerindeki yükseklikleri ölçmede son derece başarılıdır. 3 boyutlu sayısal yükseklik modellerinin yapımına olanak sağlarlar. JERS-1, ERS1/2, RADARSAT uyduları örnek olarak verilebilir.

C. Deniz Araştırma Uyduları : Yeryüzünün büyük bir bölümünü kaplayan okyanuslar, üzerinde yaşayan canlı hayatı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Okyanusların incelenmesi için özel amaçlı algılayıcılara sahip uydular geliştirilmiştir.

CZCS (Coastal Zone Color Scanner) denizleri araştırma üzere 1978 yılında yörüngeye oturtulan ilk su yüzeyleri amaçlı uydu sensörüdür. CZCS üzerindeki MESSR (Multispectral Electronic Self Scanning Radiometer), VTIR (Visible and Thermal Infrared Radiometer), MSR (Microwave Scanning Radiometer) ve SeaWIFS (Sea-Viewing Wide Field of View) algılayıcıları okyanusları incelemeye yönelik olarak geliştirilmiş uydu sensörleridir.

D. Gezegenlere Yönelik Uydular: Güneş sistemi kapsamındaki gezegenler ve onların uyduları hakkında bilgi edinmek için geliştirilmiş olan uydulardır. Yeryüzünü görüntüleyen ve değişik elektromanyetik bölgelerde algılama yapan uydu algılayıcıların bir çoğu güneş sistemindeki oluşumların incelenmesinde de kullanılmıştır. LUNA3, APOLLO11-12, MARINER 10, MAGELLAN, VOYAGER, GIOTTO, GALILEO, Mars'a gidebilen çeşitli uydular ve son olarak Satürn'e ulaşan CASSINI-HUYGENS bu kategorideki uydulara örnek olarak verilebilir.

E. Yeryüzünü Gözlemleyen Uydular: Meteorolojik uyduların algılayıcıları yeryüzü üzerinde oldukça geniş bir alanı gözlemlediklerinden dolayı bu algılayıcılardan elde edilen görüntülerin mekansal çözümü yeterince hassas değildir. Dolayısıyla yeryüzünün incelenmesine yönelik ihtiyacı karşılayan ve birçok tayfsal banda sahip uydu yörüngeye yerleştirilmiştir. Yörüngedeki bu uydular yeryüzü hakkında ; mekansal,zamansal, tayfsal bağlamda daha büyük hassasiyetlerde bilgi toplayabilmektedir. LANDSAT, ASTER, IKONOS, QUICKBIRD, IRS, SPOT uyduları yeryüzü uydularına örnek verilebilir. Bu uydulardan bazıları, konumuzla ilgisi nedeniyle daha ayrıntılı tanıtılacaktır.

(a) IKONOS:

IKONOS sözcüğü Yunancadan alınmıştır ve “görüntü” anlamına gelir. IKONOS, ticari amaçlı SpaceImaging Şirketi'nce 24 Eylül 1999 yılında yörüngeye gönderilmiştir ve dünyanın ilk 1 metre sınıfı algılama yapabilen uydusu olarak tarihe geçmiştir.

IKONOS, 700 km yüksekteki yörüngesinde 1 saniyede yaklaşık olarak 7 kilometre karelik bir alan tarayarak ve çok bantlı ve siyah beyaz olmak üzere, dakikada 2000 kilometre karelik bir alan hakkında veri toplayabilir. Uydu, dünya yüzeyindeki her bir noktayı görüntüleme yeteneğine sahiptir. 98 dakikada dünya etrafında bir tur atmakta ve 1 günde yaklaşık olarak 15 defa dünya yüzeyini tarayarak programlanan alanlar hakkında bilgi toplamaktadır.

Çizelge 2.1- IKONOS uydusunun özellikleri

MEKANSAL ÇÖZÜMLEME	PANKROMATİK: 1 m, MULTISPECTRAL: 4 m	
TAYFSAL ÇÖZÜMLEME	0.45-0.90 μm	
RADYOMETRİK ÇÖZÜMLEME	11 bit	
ZAMANSAL ÇÖZÜMLEME	2.9 Gün	
TARAMA GENİŞLİĞİ	13 Km.	
YÖRÜNGE YÜKSEKLİĞİ	681 Km.	
BANDLAR	DALGA UZUNLUĞU (μm)	KULLANIM ALANLARI
Band1: Mavi	0.45-0.52	Landsat , SPOT ve IRS uyduları sensör bantlarının uygulandığı alanlarda kullanılmaktadır.
Band2: Yeşil	0.52-0.60	
Band3: Kırmızı	0.63-0.69	
Band 4: Yakın IR	0.76-0.90	
PAN	0.45-0.90	

(b) LANDSAT TM :

Landsat-I (TM:Thematic Mapper) 1972 yılında NASA tarafından uzaktan algılama çalışmalarında kullanılmak üzere fırlatılan ilk uydudur. Landsat 1 ardından 2, 3, 4, 5, 6, ve en son 1999 yılında Landsat 7 (ETM+ : Enhance Thematic Mapper) uydusu yörüngeye oturtulmuştur. Yeryüzünden 705 km yükseklikte yörüngede dönmektedir. Yeryüzü üzerinde aynı alanı 16 günde bir tarar. Görüntü büyüklüğü 185x185 km'dir.

Ana kayaç tipi tanımlaması (magmatik, metamorfik, sedimanter), volkanik aktivite haritalaması, dom-kaldera yapıları, geniş bölgesel yapıların belirlenmesi, çizgisel ve dairesel yapıların belirlenmesi, hidrotermal alterasyon alanlarının belirlenmesinde, jeotermal enerji çalışmalarında vb. jeolojik amaçlar için kullanılmaktadır

Çizelge 2.2- Landsat görüntülerinin spektral özellikleri

Band	Spektral Aralık (μm)			çözünürlük (m)
1	0.450 - 0.515 μm	Mavi	Görünür	30
2	0.525 - 0.605 μm	Yeşil		30
3	0.630 - 0.690 μm	Kırmızı		30
4	0.750 - 0.900 μm	Yakın Kızılötesi	Yakın KÖ	30
5	1.55 - 1.75 μm	Kızılötesi	KÖ	30
6	10.4 - 12.5 μm	Termal Kızılötesi	TKÖ	60
7	1.09 - 2.35 μm	Kızılötesi	Orta KÖ	30
PAN	0.520 - 0.900 μm			15

Çizelge 2.3- Landsat TM bant özellikleri ve kullanım alanları

İndeksler	İşlemler
Bitki indeksi	B4-B3
Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI)	$(B4-B3)/(B4+B3)$
Demir Oksit	B3/B1
Kil Mineralleri	B5/B7
Demirli Mineraller	B5/B4
Mineral Kompozisyonu	B5/B7, B5/B4, B3/B1
Hidrotermal Kompozisyon	B5/B7, B3/B1, B4/B3

LANDSAT TM Bantları:

1. Mavi Bant: Mavi renge, su yüzeylerine, nemli alanlara, H₂O içeren minerallere hassastır. Su yüzeylerinin tespiti, toprak ve bitkilerin ayırt edilmesi, orman tiplerinin belirlenmesi ve yapay materyallerin tespitinde kullanılır.

2. Yeşil Bant: Yeşil renge hassastır. Bitki örtüsünün ve yapay materyallerin tespitinde kullanılır.

3. Kırmızı Bant: Kırmızı renge ve demir içeren minerallere hassastır. Bitki türlerinin ayırt edilmesi, yapay materyallerin tespiti, toprak sınıfları ve jeolojik sınırların tespitinde kullanılır.

4. Yakın Kızılötesi Bant: Klorofile hassastır. Bitki örtüsünün tespitinde ve bitkilerin ayırt edilmesinde kullanılır. Toprak, bitki ve su yüzeyleri arasındaki farklılıkları belirginleştirir.

5. Orta Kızılötesi Bant: Organik topraklardaki hidroksil iyonuna, kalsit, siderit gibi karbonit minerallerine, bitkilerin içerdiği suya hassastır. Tarımsal ve jeolojik çalışmalarda, bulut, kar ve buzun ayırt edilmesinde kullanılır.

6. Termal Kızılötesi: Isı yayan materyallere hassastır. Suda kirlenme tespitinde, yerleşim-üretim alanlarının tespitinde kullanılır.

7. Orta Kızılötesi: Hidroksil iyonuna ve karbonit minerallerine hassastır. Jeolojik kaya formasyonları ve toprak sınıflarını tespit etmekte kullanılır.

(c) ASTER :

ASTER; 1999 yılında NASA 'ya ait TERRA uydusuna monte edilmiştir. Dünya çevresinde dairesel olarak yer yüzeyinden 705 km uzaklıkta kutuplara yakın bir yörüngede dönmektedir. Yörüngede güneşle eş zamanlı olarak ve yerel saatle sabah saat 10.30 'da yeryüzünden veri toplamaya başlamaktadır. Uydu üzerinde beş ayrı modül bulunur. Yüksek alansal (spatial), tayfsal (spektral) ve radyometrik çözünürlüğe sahip toplam 14 bant spektral aralığa sahiptir. Görüntü büyüklüğü 60 x 60 km 'dir.

Çizelge 2.4- ASTER bant özellikleri

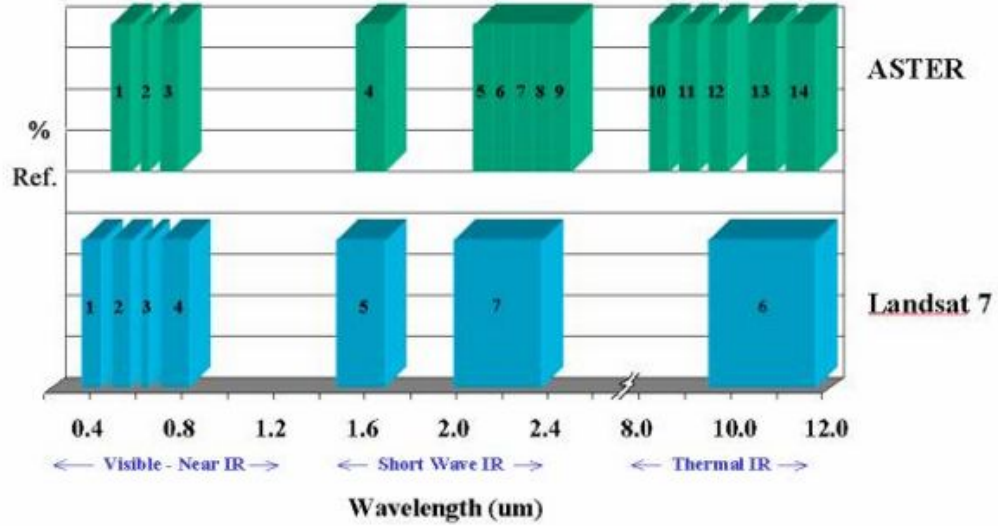
Band	Spektral Aralık (µm)	Alansal çözünürlük (m)
1	0.52-0.60	15
2	0.63-0.69	15
3	0.78 - 0.86	15
3N	0.78 - 0.86	15
4	1.60-1.70	30
5	2.145-2.185	30
6	2.185-2.225	30
7	2.235-2.285	30
8	2.295-2.365	30
9	2.360-2.430	90
10	8.125-8.475	90
11	8.475-8.825	90
12	8.925-9.275	90
13	10.25-10.95	90
14	10.95-11.65	90

Aster görüntüleri özellikle kayaç tipi tanımlaması, ayrıntılı volkanik aktivite haritalaması, çizgisel ve dairesel yapıların belirlenmesi, hidrotermal alterasyon alanlarının ve mineralojik zon haritalarının hazırlanması, jeotermal alanların belirlenmesi, stereoskopik üç boyutlu görüntü elde edilmesi vb. gibi jeolojik amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarından en önemlisi Aster görüntülerinin 14 spektral aralığına sahip olmasından dolayı, mineral ve alterasyon

haritalarının daha ayrıntılı bir şekilde oluşturulmasıdır. Bu işlem sonucunda olası maden potansiyeline sahip bölgeler hakkında mineral bazında ayrıntılı bilgiye sahip olunmaktadır.

Bunun dışında Aster görüntülerinden elde edilen stereoskopik üç boyutlu görüntüler sayesinde fotojeolojik çalışmalar yapılabilmektedir.

Aster uydu görüntüsü ile Landsat'ın algılamaları Şekil 2.5'de karşılaştırılmaktadır.



Şekil 2.5- Landsat7-ASTER Bant Karşılaştırması

(d) SPOT:

Fransız uydusu SPOT-1, 1986 yılında uzaya atılmıştır. Along-track tipi ve “High Resolution Visible” olarak adlandırılan tarayıcı sensörleri içermektedir. Bu sensör, sıralı dizinli (linear array) dedektörleri içermektedir. Pankromatik görüntüler 6000 dedektör tarafından, 3 banda sahip Multispectral görüntüler ise her bir bandına yönelik olarak tahsis edilmiş 3000 dedektör tarafından sağlanmaktadır. En son teknolojileri içerecek tarzda dizayn edilmiş ve “High Resolution Visible Infrared: HR VIR” sensörünü içeren SPOT-4 uydusu ise 1998 yılında hizmete girmiştir. SPOT sensörleri ayrıca bindirmeli stereoskopik (3 boyutlu) görüntü algılama kabiliyetine de sahiptir. Bu özellikten istifade ile, arazinin topoğrafik durumunu yansıtan sayısal yükseklik modelleri (DEM) üretilmektedir.

Çizelge 2.5- SPOT PAN, SPOT XS ve SPOT4 uydu özellikleri

SENSÖRLER	SPOT PAN	SPOT XS	SPOT4
MEKANSAL ÇÖZÜMLEME	10 m.	20 m.	10 ve 20 m
TAYFSAL ÇÖZÜMLEME	0.51-0.73 μm	0.50-0.89 μm	0.50-1.75 μm
RADYOMETRİK ÇÖZÜMLEME	8 Bit		
ZAMANSAL ÇÖZÜMLEME	26 Gün	26 Gün	5 Gün
TARAMA GENİŞLİĞİ	60Km.	60Km.	60 Km.
YÖRÜNGE YÜKSEKLİĞİ	832 Km.		

Çizelge 2.6- SPOT PAN, SPOT XS ve SPOT4 bant özellikleri

BANDLAR	DALGA UZUNLUĞU	KULLANIM ALANLARI
SPOT PAN		
PAN	0.51-0.73 μm	Bitki ve kereste yönetimi, güzergah ve yerleşim analizi , sel ve erozyon analizi / yönetimi, yer altı suları ve havza analizi
SPOT XS		
Band1: Yeşil	0.50-0.59 μm	Sağlıklı bitkileri belirleme
Band2: Kırmızı	0.61-0.68 μm	Bitki türlerini ayırma, toprak ve jeolojik sınırları nitelendirme
Band3: Yakın IR	0.79-0.89 μm	Canlı ve sağlıklı bitki miktarı, toprak/ürün ve arazi/su tasnifi
SPOT4		
Band 1: Yeşil	0.50-0.59 μm	
Band 2: Kırmızı	0.61-0.68 μm	
Band 3: Yakın IR	0.79-0.89 μm	
Band 4: Yakın IR	1.58-1.75 μm	
PAN	0.61-0.68 μm	

(e) IRS-1C / 1D:

1995 yılında uzaya gönderilen IRS (Indian Remote Sensing) isimli Hint uydusu, hem Landsat MSS/TM sensörlerini hemde SPOT HRV sensörlerini kapsayan 3 sensöre sahiptir. Bu sensörler; tek bantlı ve yüksek çözünümlü pankromatik, 4 bantlı orta hassasiyette çözünümlü LISS-III ve kaba çözünümlü WiFS olarak adlandırılmıştır. SPOT uydusu gibi bindirmeli stereoskopik görüntü algılama kabiliyetine de sahiptirler. Sağladığı görüntüler genel olarak; bitkilerin ayırımı, arazi örtüsünün sınıflandırılması ve tabii kaynakların planlanması amaçları için kullanılmaktadır. Özellikle pankromatik görüntülerin 5.8 metrelik mekansal çözünümlü, askeri amaçlar için de kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Çizelge 2.7- IRS 1C/1D uydu özellikleri

SENSÖRLER		PAN	LISS-III	WiFS
MEKANSAL ÇÖZÜMLEME		5.8 m.	23m.(SW:70 m)	188 m.
TAYFSAL ÇÖZÜMLEME		0.50-0.75 μm	0.52-1.70 μm	0.79-0.89 μm
RADYOMETRİK ÇÖZÜMLEME		8 Bit		
ZAMANSAL ÇÖZÜMLEME		24 Gün	24 Gün	5 Gün
TARAMA GENİŞLİĞİ		70 Km.	142 Km.	774 Km.
BANDLAR	DALGA UZUNLUĞU	KULLANIM ALANLARI		
PAN				
PAN	0.50-0.75 μm	Ulaşım ağları, büyük gemiler, parklar, açık alanlar ve iskan sahalarının belirlenmesi		
LISS-III				
Band1: Yeşil	0.52-0.59 μm	Landsat ve Spot uyduları sensör bandlarının uygulandığı alanlarda kullanılır.		
Band2: Kırmızı	0.62-0.68 μm			
Band3: Yakın IR	0.77-0.86 μm			
Band4: Kısa IR	1.55-1.70 μm			
WiFS				
Band1: Kırmızı	0.62-0.68 μm	Landsat ve Spot uyduları sensör bandlarının uygulandığı alanlarda kullanılır.		
Band2: Yakın IR	0.77-0.86 μm			

BÖLÜM 3

SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME

Algılayıcılardan elde edilen sayısal görüntü uygulamaya geçirilmeden önce bir takım işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Sistemden elde edilen ham görüntü istenmeyen hatalara ve bozukluklara sahiptir. Dolayısıyla da görüntü üzerinde aşağıda anlatılacak olan işlemlerin sırasıyla uygulanması gerekmektedir.

İlk aşama elde edilen sayısal görüntünün geometrik olarak düzeltilmesidir. Bu aşamada, çeşitli nedenlerle bozulmuş olan görüntü, orijinal coğrafi bölgeyi gerçeği yansıtabilecek şekilde düzeltilmeye çalışılır. Uydudan ham olarak elde edilen görüntü, geometrik bozukluklardan ve gürültülerden arındırılmaya çalışılır. Düzeltme işleminde kullanılacak işlemlerin sırası büyük ölçüde algılamada kullanılan sensörün yapısına bağlıdır. Görüntülerin düzeltilmesi geometrik ve radyometrik olmak üzere iki farklı şekilde yapılabilmektedir.

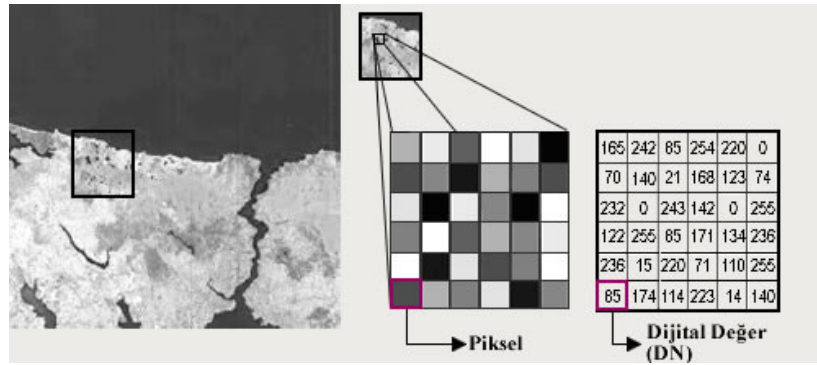
Görüntünün geometrik olarak düzeltildikten sonraki takip edeceği aşama zenginleştirme aşamasıdır. Eldeki sayısal veride olan ufak farklılıklar insan gözü tarafından ayırt edilemeyebilir. Zenginleştirme işleminin temel amacı ise insan gözünün göremediği ve ayırt edemediği detayları daha belirgin bir hale getirilmesidir. Sayısız zenginleştirme tekniği olup, her birinin kullanım alanı oldukça farklıdır.

Bir sonraki aşama ise görüntünün sınıflandırılmasıdır. Görüntüdeki piksellerin bazı özellikleri temel alınarak yapılan bir işlemdir. Bu işlem sırasında görüntüdeki pikseller birbirlerine olan benzerliklerine göre (çok çeşitli algoritmalar kullanılarak) kategorilendirilmeye çalışılır. Eğitilmiş, eğitimsiz, hibrid olmak üzere üç temel görüntü sınıflandırma çeşidi mevcuttur. Bu aşamanın sonunda elde edilen bilgi tematik bir yapı arz eder ve artık bu bilgiler daha ileriki aşama olan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamaları için bir altlık teşkil eder.

3.1. Sayısal Görüntü

Uzaktan Algılama görüntüleri dijital formlarda kayıt edilir ve bilgisayarlar tarafından görüntüye dönüştürülmek üzere işlenir. Bir uzaktan algılama sisteminde algılayıcı enerjiyi (ışığı) algılar, ölçer ve miktarını bilgisayarın okuyabileceği bir sayıya çevirir. Yörüngedeki uzay aracı bu kodları sinyaller ile yeryüzündeki uydu yer istasyonuna gönderir.

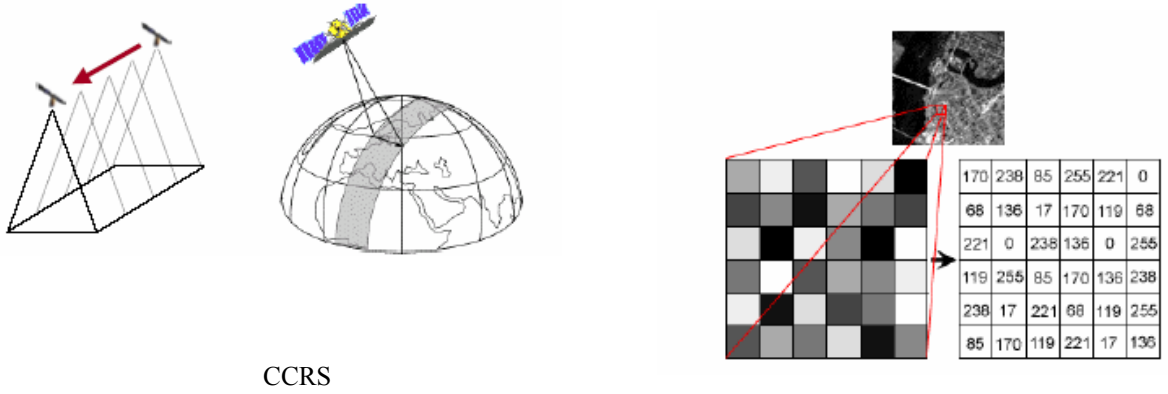
Bu sinyaller alınarak sayı dizilerine çevrilir, sıra ve sütunlar bir gri değerine denk gelen sayı ile ifade edilir ve bir dijital görüntü oluştururlar. Kısaca, sayılar küçük resim elemanlarına çevrilirler ve bir araya geldiklerinde görüntünün tamamını oluştururlar. Dijital görüntüyü oluşturan resim elemanlarına piksel adı verilir. Her piksele ait olan ve temsil edilen alandan gelen ortalama ışınımı veren değer DN ile gösterilir. DN değerleri genellikle 0-255 arasındadır.



Şekil 3.1- Sayısal Görüntü

Tarama Genişliği (Swath Width):

Dünya üzerindeki yörüngelerinde bulunan uyduların yeryüzünde gördüğü ve algıladığı sahanın tam genişliğidir.



CCRS

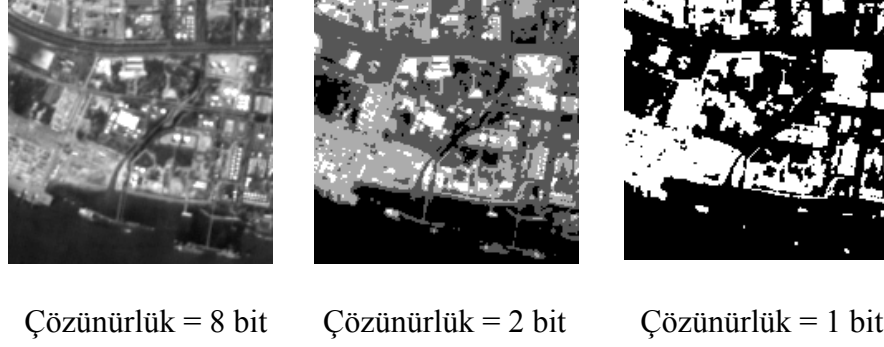
Şekil 3.2- Tarama genişliği (swath width)

Çözünürlük:

Çözünürlük bir görüntüleme sisteminde kayıt edilen detayların ayırt edilebilirlik ölçüsüdür. Elde edilecek olan bilginin kalitesini belirleyen çözünürlük kendi içerisinde dört farklı alt kategoriye ayrılmaktadır.

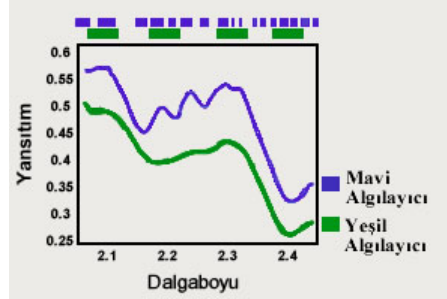
a) Radyometrik Çözünürlük: Elektromanyetik enerji miktarında sahip olunan hassasiyet radyometrik çözünürlüğü göstermektedir. Bir başka deyişle, bir görüntüleme sisteminin radyometrik çözünürlüğü, enerji farklılıklarını ayırt edebilme yeteneğini gösterir. Bahsedilen enerji farklılıkları ayırt edilmesi mümkün olan gri tonu sayısına denk gelir.

Aynı bölgeye ait 1-bitlik bir görüntü ile 8-bitlik bir görüntü karşılaştırıldığında, radyometrik çözünürlükle ilişkili olarak detay ayırt etme seviyesindeki fark kolayca ayırt edilebilmektedir.



Şekil 3.3– Radyometrik Çözünürlük, bit sayısına bağlı olarak grilik seviyelerinde önemli farklılıklar gösterir.

b) Tayfsal Çözünürlük: Tayfsal çözünürlük algılayıcının duyarlı olduğu dalga boyu aralıkları ile ilgilidir. Tayfsal çözünürlüğün iyi olması bir kanal ya da bandın algıladığı dalga boyu aralığının küçük olduğunu gösterir. Çok gelişmiş çoklu-tayfsal algılayıcılara hiperspektral algılayıcılar denilmektedir. Bu algılayıcılar elektromanyetik tayfin görünür, yakın kızılötesi ve orta-kızılötesi bölgelerinde yüzlerce küçük tayfsal aralıkta algılama yapmaktadırlar.

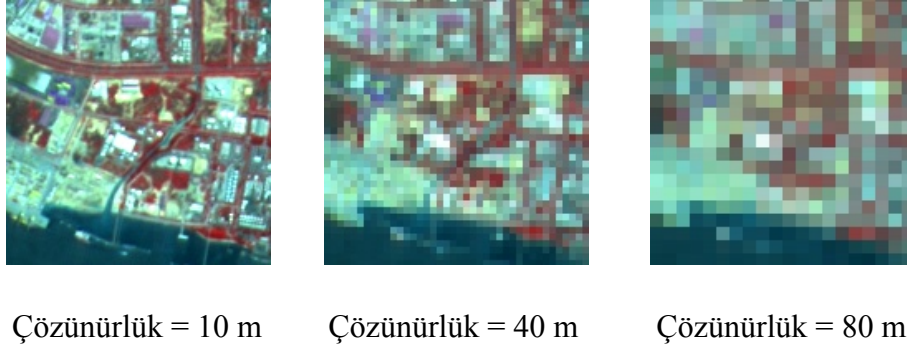


Şekil 3.4- Tayfsal Çözünürlük (metne bakınız)

Şekil 3.4'te, aynı tayfsal bölgede algılama yapan iki algılayıcıdan mavi ile gösterilen, daha küçük aralıklarda çalıştığı için yeşil ile gösterilenden daha yüksek tayfsal çözünürlüğe sahiptir.

c) Mekansal Çözünürlük: Bir görüntüde farkedilebilir en küçük detay, algılayıcının uzaysal çözünürlüğü ile ilgilidir ve görülebilen en küçük hedef boyutunu tanımlar(Şekil 3.5). Ticari uydular bir metreden kilometrelere varan çözünürlükler sağlamaktadırlar. Sadece çok büyük nesnelerin görülebildiği görüntülerin çözünürlüğü düşük, küçük nesnelerin ayırt edilebildiği görüntüler ise yüksek çözünürlüklüdür.

Seçilecek olan görüntünün uzaysal çözünürlük büyük ölçüde uygulamanın amacına bağlıdır. Örneğin geniş bir alandaki doğal kaynakların envanteri çıkarılacağına düşük uzaysal çözünürlüklü görüntüler kullanılabilirken; herhangi bir kente ait coğrafi bilgi sistemi çalışmaları için uzaysal olarak yüksek ayırım gücündeki görüntüler tercih edilmelidir.

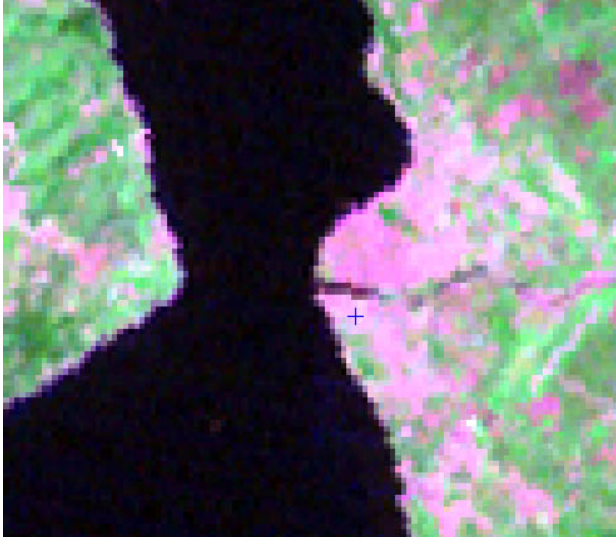


Şekil 3.5 – Mekansal Çözünürlük (metne bakınız.)

d) Zamansal Çözünürlük: Zamansal çözünürlük bir uzaktan algılama sisteminin farklı zamanlarda bölgeyi görüntülemesi ile ilgilidir. Bir bölgedeki spektral karakteristikler zamanla değişebilir ve çok-zamanlı görüntü setleri kullanılarak zaman içinde değişim analizi yapılabilir(Şahin, 2005).

Şekil 3.6'da çalışmada kullanılan Landsat MSS ve Landsat ETM uydu görüntülerinden, Çanakkale il merkezi zamansal farkı örneklenecek şekilde verilmektedir. Kullanılan PCI görüntü işleme yazılımı, uydu verileri arasındaki mekansal çözünürlük farkını Landsat MSS uydu verisi piksellerini 30x30 m ayırım gücüne getirmiştir. İki görüntünün ayırım gücü farklı olmasına rağmen, yollar ve hava

alanının iyileştirilerek uzatılması zamansal farklar olarak görüntüde göze çarpan değişikliklerdir.



(a)Landsat 1975 görüntüsü



(b)Landsat 2000 görüntüsü

Şekil 3.6– Zamansal Çözünürlük, aynı yere farklı zamanlarda bakmakla ilgilidir.

3.2. Geometrik Bozuklukların Giderilmesi

Görüntü düzeltme ve onarma işlemi, görüntüdeki bozuklukların ve gürültülerin giderilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Görüntüdeki bozuklukların oluşmasına neden olan etmenler genel olarak şu şekilde sıralanabilir:

a) Yükseklik Değişimleri: Algılayıcı platform yüksekliğinde olabilecek değişimler görüntünün ölçeğinin değişmesine neden olacağından geometrik bozukluğa sebep olur.

b) Açısal Durum Değişimleri: Normal olarak, algılayıcının bakış açısı yere, tarama ekseni ise gidiş yönüne diktir. Platformun hareketinden dolayı algılayıcının bakış ve hareket eksenleri nominal durumun dışına çıkınca geometrik bozukluk oluşur. Bu bozuklukların sistematik olarak

düzeltilmesi için platformun açısız durumunun sürekli kaydedilmesi gerekir. Daha sonra bu kayıtlar esas alınarak gerekli düzeltmeler yazılım yoluyla sağlanır.

c) Tarama Eğikliği: Tek dedektörlü tarayıcılarda optik sistemin yaptığı tarama sırasında, öne hareketten dolayı eğiklik oluşması geometrik bozukluk nedenidir.

d) Tarama Mekanizması Hataları: Tarama mekanizmasında olabilecek hız değişikliklerinin doğurduğu hatalardır. Zamanla değişmiyorsa düzeltilebilir.

e) Platform Hızı: Uydu veya uçağın yere göre hız değişikliği tarama satırlarının sıklığını değiştirebileceğinden geometrik bozukluklar oluşur.

f) Dünya Yuvarlaklığı ve Dönüşü: Dünyayı şeklinin küre olmayıp bir elipsoid yapıda olması geometrik bozukluğa sebep olur.

g) Harita Projeksiyon Sistemleri : Görüntünün bir harita bazına oturtulmaları istenir. Haritalarda kullanılan birçok değişik projeksiyon sistemi ve yerel datumlar mevcuttur. Her mahalli datum ve seçilen elipsoid sisteminin ölçüleri kendine ait ölçüleri bulunmaktadır. Değişik harita projeksiyon sistemleri ve elipsoidler referans alınarak oluşturulan haritalar ve görüntüler birbirinden oldukça farklı bir yapıya sahiptir.

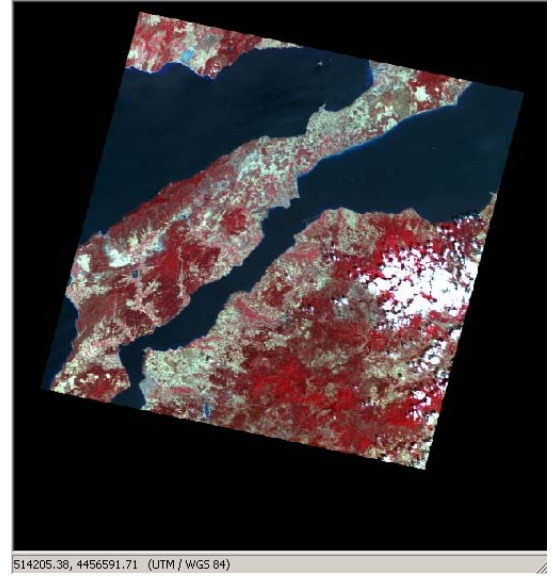
Geometrik düzeltme tüm bu faktörlerin birinin veya birkaçının etkisiyle ortaya çıkmış olan hataları gidermeye çalışır. Meydana gelen hatalar, tahmin edilebilen (sistemik hatalar) veya rast gele olan tahmin edilemeyen hatalar olarak ikiye ayrılır.

Sistemik hatalar, belirli matematiksel fonksiyonların uygulanmasıyla kolayca düzeltilebilir. Sistemik olmayan hatalar ise coğrafi bölge üzerinde belirli yer kontrol noktaları seçilerek düzeltilebilir. Kesişim ve sahil hatları yer kontrol noktaları olarak tercih edilebilecek en uygun bölgelerdir.

Geometrik olarak düzeltmenin ilk aşaması, yer kontrol noktalarının seçilmesi ve bu noktalara göre yeni görüntünün oluşmasıdır. İkinci aşama ise örnekleme (resampling) aşamasıdır. Bu aşamada oluşturulmuş olan yeni görüntüdeki her pikselin parlaklık değeri (Digital Number) ayarlanır.



ASTER görüntüsü (SWIR)
Geometrik olarak düzeltilmemiş
(a)



ASTER görüntüsü (SWIR)
Geometrik olarak düzeltilmiş
(b)

Şekil 3.7- Geometrik olarak düzeltilmemiş ve düzeltilmiş uydu görüntüsü

3.2.1. Geometrik Düzeltme

Geometrik olarak bir görüntüyü çeşitli şekillerde düzeltme yolları vardır. Bunlar:

- Harita yardımıyla düzeltme
- Görüntüden görüntüye düzeltme
- Küresel yer belirleme sistemi (GPS) yardımıyla düzeltme

İzlenecek olan yol, elde edilmesi düşünülen yeni görüntünün hassasiyetine ve eldeki imkanlara bağlı olarak değişmektedir. Hangi yol izlenirse izlensin elde mutlaka

geometrik olarak düzgün bir harita, başka bir uydu görüntüsü ya da hava fotoğrafı veya o coğrafyayı temsil eden yer kontrol noktaları mutlaka olmak zorundadır.

Geometrik düzeltmenin bu aşamasında, orijinal görüntü ile geometrik olarak düzgün aynı coğrafyaya işaret eden başka bir görüntünün koordinatları arasındaki ilişki ortaya konur. Bu aşamada yeni görüntüdeki her piksel konumunun (i,j) , orijinal görüntüdeki hangi noktadan (x,y) geldiği bağıntısı ortaya konur.

$$(i,j) = f(x,y)$$

Eğer hatanın oluşumu fonksiyonel olarak biliniyorsa, o zaman düzeltme fonksiyonu $g(x,y)$ bunun tam tersi olur.

$$g(x,y) = f^{-1}(x,y)$$

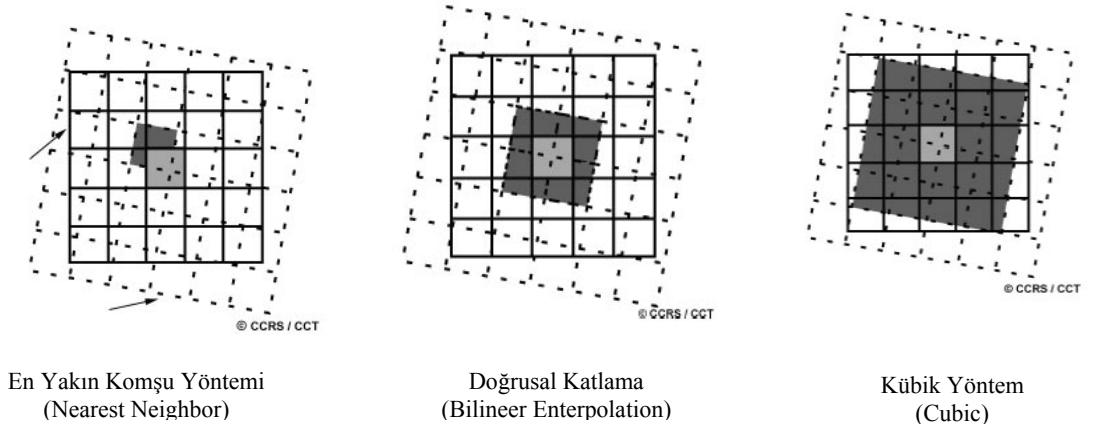
Bilinen bazı hataların tek tek düzeltilmesi yerine, yer kontrol noktaları kullanılarak, hatanın oluşum biçimine bakılmaksızın genel amaçlı düzeltme yapılabilir. Eğer görüntüde kolayca bulunabilecek bazı noktaların harita koordinatları tam olarak biliniyorsa bir dönüşüm modeli kullanılarak modelin gerekli parametreleri bilinen noktalar kullanılarak hesaplanabilir. Genel olarak ne kadar çok yer kontrol noktası kullanılıyorsa, sonuçlar da o derece sağlıklı olur.

Yer kontrol noktaları yardımıyla görüntü ve harita koordinatları arasında matematiksel bir ilişki kurularak geometrik hatalar modellenmektedir. İdeal bir yapıda matematiksel formülle üretilen (i,j) noktalarının, harita koordinatları ile eşit olması gerekir. Fakat uygulamada bu durum gerçekleşmez. Ölçülen gerçek harita koordinat değerleri ile matematiksel modelin üretmiş olduğu koordinat değerleri arasında belli bir fark bulunmaktadır. Bu farka RMS (Root Mean Square) hatası denilmektedir. RMS hatası bir görüntüdeki geometrik hatanın ne oranda olduğunu gösterir. Bu hata her bir yer kontrol noktası için hesaplanabilir. Bütün yer kontrol noktalarının RMS hatalarının

aritmetik ortalaması tüm görüntünün RMS hatasını verir. Bu hatanın 1'in altında olması istenir. Eğer tüm görüntünün RMS hatası bu değerin üzerinde ise, bu durumda yer kontrol noktalarının yerleri değiştirilerek hatanın azaltılması sağlanılmaya çalışılır. Bu şekilde hata istenilen düzeye geldiğinde geometrik düzeltmenin ikinci aşaması olan örnekleme aşamasına geçilir.

3.2.2. Örnekleme

Geometrik düzeltmenin ikinci aşaması örneklemedir. Bu aşamada görüntünün piksel değeri eski görüntünün piksel değeri kullanılarak hesaplanır. Bu işlem; en yakın komşu (nearest neighbor), doğrusal (bilinear) enterpolasyon ve üçlü katlama (cubic convolution) olarak bilinen yöntemlerle yapılır.



Şekil 3.8 – Örnekleme Yöntemleri

En yakın komşuluk yöntemi: Bu yöntemde, orijinal görüntüde yeni piksel konumuna en yakın dijital piksel değerlerinden faydalanılarak düzeltilmiş piksel değerleri hesaplanır. Basit bir metottur ve orijinal değerler değişmez. Fakat bazı pikseller kaybolurken bazılarının çifti oluşabilir.

Bilineer enterpolasyon yöntemi: Orijinal görüntüde yeni piksel konumuna en yakın dört pikselin ortalama ağırlığı kullanılarak yeni piksel değerleri hesaplanır. Orijinal

piksel değerleri değişir ve görüntü harici yeni piksel değerleri oluşur. şayet spektral sınıflandırma gibi daha ileri işlem ve analizler istenmiyorsa bu işlem yapılabilir.

Kübik eğri yöntemi: Orijinal görüntüde, yeni piksel konumunu çevreleyen sekiz pikselli bir bloğun ağırlıklı ortalaması kullanılarak yeni piksel değeri hesaplanır. Bilineer enterpolasyonda olduğu gibi bu metotta tamamen yeni piksel değerleriyle sonuçlanır.

3.3. Görüntü Zenginleştirme

Zenginleştirme, görüntünün görsel yorumlama ve anlaşılmasını artırmak için yapılır. Bu sayede görüntüdeki insan gözü tarafından ayırt edilemeyen farklılıklar daha belirgin hale getirilerek, göz tarafından algılanması sağlanmaktadır.

Hedeflerin farklı durumlarından dolayı spektral yansımalarındaki büyük değişimlerle ilgili radyometrik düzeltmeler, bütün hedeflerde optimum kontrast ve parlaklık gösterimi için hesaplanabilir. Bu nedenle, her uygulama ve her görüntü için, mutlaka alanın tanınması ve yansıma değerlerinin dağıtımı gereklidir (Sabins 1996).

Ham görüntüde, faydalı veri çoğu kez, dijital değerleri elde edilen sahanın sadece küçük bir bölümünde yoğunlaşır. Kontrast artırma, mevcut görüntüdeki orijinal değerlerin çoğunu değiştirir. Kontrast artırmayı anlamak için görüntü histogramı anlaşılmış olmalıdır. Histogram görüntüyü oluşturan bütün parlaklık değerlerini grafiksel olarak gösterir. Histogramda parlaklık değerleri (0-255) x ekseni boyunca, bulunma sıklığı (frekans) ise y ekseni boyunca gösterilir (Maillet, vd. 1999).

Histogramda grafiksel olarak gösterilen dijital değerleri kullanarak, görüntüde çeşitli zenginleştirmeler yapılabilir. Görüntüde kontrast ve detay iyileştirmenin farklı teknik ve metotları vardır. Görüntü zenginleştirme yöntemleri tek bant üzerinde yapılan zenginleştirmeler ve birden fazla band üzerinde yapılan zenginleştirmeler olarak ikiye ayrılır. Tek bantta yapılan işlemleri; noktasal, komşusal olarak kategorilendirmek mümkündür. Noktasal operasyonlar her bir pikselin parlaklık değerini bağımsız olarak

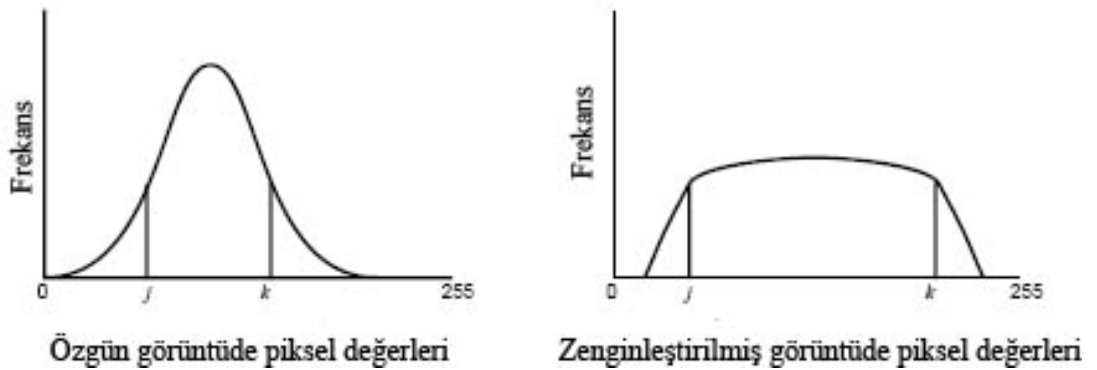
değiştirmektedir. Fakat yersel işlemlerde her pikselin değeri komşusal piksellere bakılarak değiştirilir

3.3.1. Noktasal İşlemler

Noktasal zenginleştirme görüntü piksellerinin tek tek değerlerini ele almaktadır. Bu yönü ile komşusal işlemlerden ayrılır. Çünkü, komşusal zenginleştirme işlemleri pikseller üzerinde tek tek işlem yapmaktansa bu piksellerin komşularına bakarak zenginleştirme işlemini gerçekleştirir. Bu işlemlerin tümünde herhangi bir banda uygulanan bir zenginleştirme bir diğer band için uygun olmayabilir.

3.3.1.1. Histogram Değişimleri

Bilgisayar ekranındaki görüntüdeki her piksel 256 değişik parlaklık seviyesi ile ifade edilir. Bunun nedeni algılayıcıların her bir bandındaki bilgileri 8 bit ile ifade etmesinden kaynaklanmaktadır. Histogram değişimlerinde dar bir alanda olan grilik seviyeleri daha geniş bir alana yayılarak zıtlık (contrast) farklılıklarının artırılması sağlanır. Böylece göz, bu zıtlık farklılıklarından yararlanarak nesnelere daha iyi bir şekilde ayırt eder.

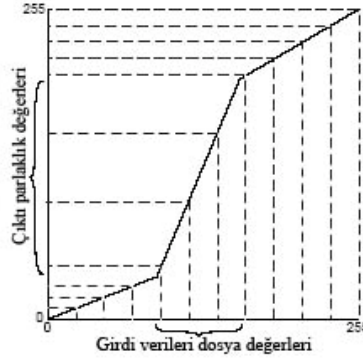


Şekil 3.9- Özgün ve gerilerek zenginleştirilmiş görüntüde piksel frekans histogramları

Yukarıdaki şekilde orjinal verinin histogramındaki j ve k arasındaki aralık (range), toplam aralığın 1/3'ü kadardır. Verinin bir kısmı radyometrik olarak zenginleştirildiğinde j ve k arasındaki aralık genişlemektedir. Böylece, j ve k arasındaki pikseller arasındaki kontrast farklılığı artmaktadır. Bu şekilde farklı parlaklıkları ayırt etmek daha kolay olur. Parlak alanlar daha parlak, karanlık alanlar ise daha karanlık olarak görüntülenmiş olur .

Eğer parlaklık seviyesi orijinal verideki gibi değişim gösteren histogramda herhangi bir değişim uygulanmadan ekranda gösterirsek oldukça kısıtlı bir alanı (j ve k arası) elimizde var olan görüntü için kullanmış oluruz. Bu durumda görüntüdeki 0-j ve k-255 aralıkları kullanılmamış olur.

Histogramın bu şekilde gererek değişime uğramasının ardından her pikselin yeni değeri Bakma (look-up) tablolarında saklanır. Bu tür bir tablo grafik şeklinde de gösterilebilir. (Şekil 3.10)



Şekil 3.10- Örnek Bakma Tablosu Grafiği

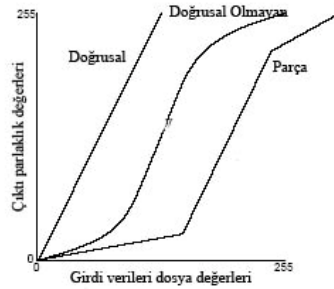
Şekil 3.10'a dikkat edilirse, girdi aralığı çok dardır, fakat çıktı parlaklık değerleri daha geniş bir aralığa gerilmiştir. Bu işlem zıtlık gemesi (contrast stretching) olarak adlandırılır.

Histogram değişimleri kendi içerinde 3 gruba ayrılır

- a) Doğrusal Germe (Linear Stretch)
- b) Doğrusal Olmayan Germe (Non-Linear Stretch)
- c) Parça Germe (Piecewise Stretch)

Tayfsal zenginleştirmenin türünü tanımlarken kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan gibi terimler zenginleştirmeyi gerçekleştirecek fonksiyona işaretle etmektedir.

Bu üç farklı histogram germe tekniğinin lookup table grafiğı aşağıdadır:



Şekil 3.11- Üç farklı histogram germe tekniğinin Bakma tablo grafiğı

Doğrusal Germe:

Doğrusal kontrast germe, bir görüntünün değerlerinin zıtlığını arttırmanın en basit yoludur. Özellikle ham görüntüdeki farklılıkları görünür kılabilmek için bu germe türü kaçınılmazdır. Bir çok ham veride, değerler oldukça dar bir aralığa sıkıştırılmıştır. Oysaki görüntü displayi daha geniş bir aralığı görüntüleme kapasitesine sahiptir. Bu dar aralıkta sıkışmış olan veri dosyasının değerleri görüntü displayinin desteklediğı (0-255) aralığa gerilebilir. Bu yöntemde histogramdaki en alt ve en üst değerler belirlenir ve bütün aralıkları doldurmak için bu sıralar gerilir (Mather, 1996).

Bu yöntemde yeni piksel değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$YP = ((AP - EA) / (EÜ - EA)) * 255$$

Burada;

YP: Yeni piksel değeri

AP: Atanacak piksel,

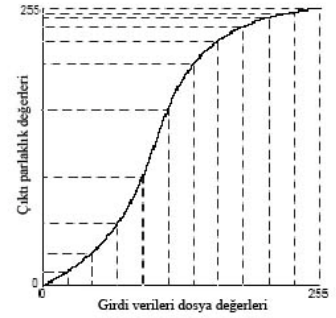
EA: Alt eşik ,

EÜ: Üst eşik,

Bu formül, şekilde görülen doğru denklemini temsil eder. Hesaplanacak piksel (AP) formülde yerine konularak yeni piksel değeri (YP) hesaplanır (Altuntaş, 2002).

Doğrusal Olmayan Germe

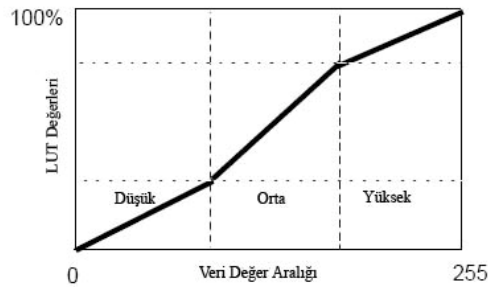
Doğrusal olmayan tayfsal zenginleştirme görüntü boyunca aynı miktarda zıtlık eğimleri uygulamaktansa, aralıktaki zıtlığı kademeli olarak arttırıp azaltmak için kullanılabilir. Bu zenginleştirme sonucunda, bir aralıktaki kontrast farklılığı artarken diğer bir aralıktaki azalır. Yandaki şekil incelendiğinde bu durum açıkça görülmektedir.



Şekil 3.12 – Doğrusal Olmayan Germe

Parça Germesi

Bu germe verinin belirli bir bölgesini, lookup tablosunu düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 bölgeye bölerek zenginleştirmeyi sağlar.



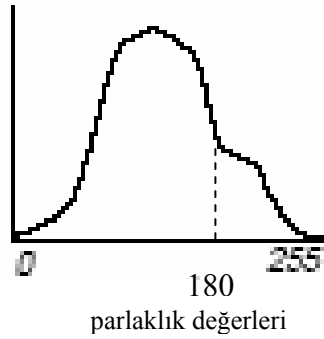
Şekil 3.13- Parça Germesi

Böylece gölgede kalmış veya düşük parlaklık değerleri sahip alanları görünür hale getirilmiş olur.

Bütün bu histogram germe işlemleri ekrandaki görüntü üzerinde uygulanır. Veri dosyalarının değerleri ise değişmez. Lookup tabloları yaratılır ve bunlar görüntünün aralığını görüntüleme ünitesinin maksimum aralığına çevirir. Kullanıcı eğer isterse lookup tablosundaki bu değerleri değiştirebilir veya görüntü dosyası ile birlikte daha sonra kullanmak üzere saklayabilir.

3.3.1.2. Grilik Seviyesi Eşiklemesi (Gray-Level Thresholding)

Bu uygulama, görüntüyü iki farklı sınıfa ayırmak için kullanılır. Sınıflardan bir tanesi tanımlanmış olan grilik seviyesinin yukarısında kalan değerleri içerirken, diğer sınıf ise tanımlanmış olan eşik seviyesinin altındaki değerleri içerir. Böylece ikili(binary) maske elde edilmiş olur. İkili maske satesinde diğer zenginleştirme işlemleri görüntüye daha kolay uygulanabilir.



Şekil 3.14- Grilik seviyesi eşiklemesi (metne bakınız.)

Yukarıdaki histogramda DN=180 parlaklık değeri eşik değeri olarak belirlenebilir. Bu belirlenmiş olan değerın üstü (DN>180) 1'e, altı (DN<180) 0'a eşitlenerek sonuçta ikili maske elde edilmiş olur. Elde edilen bu görüntü üzerinde ise çalışmak daha kolay olabilmektedir.

3.3.1.3. Yoğunluk Kesimi (Level Slicing)

Yoğunluk kesimi işleminde histogramdaki x ekseninde olan parlaklık seviyeleri belirli aralıklara ayrılır ve her bir aralığa bir parlaklık değeri (DN) verilir. Böylece aralık içerisine düşen pikseller aynı parlaklık seviyesi ile temsil edilirler. Bu işlem genellikle TIR bandında ısı farklılıkları olan alanları göstermek için kullanılır.

3.3.2. Komşusal İşlemler (Filtreler)

Yersel filtreleme işlemiyle, spektral bandın bazı enerji bölgelerinin (aralıklarının) geçmesine izin verilirken bazılarına ise izin verilmez. Yersel frekanslar görüntüde var olan pürüzlülük değişimlerini belirtirler. Görüntüde yüksek yersel frekanslara sahip olan nesnelere pürüzlü olarak görünürler. Bu tip alanlar yanlarındaki piksellerin parlaklık değerlerine göre ani olarak, birden bire değişim gösterirler. Yumuşak görüntü değerlerine sahip olan alanlar ise, düşük yersel frekanslara sahiptir.

Filtreleme işleminde 3 temel görüntü elemanı mevcuttur. Bunlardan ilki orijinal görüntü, diğeri çekirdek (kernel) olarak adlandırılan orijinal görüntü ile işleme girecek olan matris ve sonuncusu ise çıktı görüntüdür.

Alçak geçiren bir filtre matematiksel olarak görüntüye integral uygular. Görüntü netleştirmek, keskinlik kazandırmak için bunların tersi işlemi olan yüksek geçiren süzgeç ya da türev uygulamak gerekir. Bütün bu işlemler pikselin hem kendi değerine hem de komşularının değerine bağlıdır.

Yersel filtreleme işlemi, yersel bir işlem olup, görüntüdeki her pikselin parlaklık değeri komşu pikseller dikkate alınarak değiştirilir. Örneğin; 3x3 büyüklüğünde bir çekirdek orijinal görüntünün üzerinde gezdirilerek ortalamasını alıp her piksele yazarsa, burada alçak geçiren bir filtreleme işlemi gerçekleştirilmiş olur. Bunun tersi olan yüksek geçiren filtreden elde edilmiş görüntüyü bulmak için, alçak filtreleme

işleminde geçirilen görüntüyü orijinal görüntüden çıkarmak yeterli olacaktır. Bütün bu işlemler piksel-piksel yapılmaktadır. Uygulamada farklı amaçlar için çok sayıda filtre mevcuttur.

Katlama (Convolution)

Katlama işlemi yersel filtreleme işlemlerinin içinde yer alan özel bir uygulamadır. Bir görüntüyü katlama işleminden geçirmek aşağıdaki adımları içerir :

- Üzerinde belirli ağırlıkları ve sabitleri olan hareketli bir pencere seçilir. Bu pencereye çekirdek (kernel) adı verilir.
- Çekirdek üzerindeki sabitler, orijinal görüntü üzerindeki piksellerin parlaklık değerleri ile (DN) çarpılıp, sonuçlar toplanır. Elde edilen değer, çekirdek matrisin değerleri toplamına bölünür. Bu işlemi, aşağıdaki formüller açıklama mümkündür.

$$g' = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n f_{ij} g_{ij} \right)}{F}$$

f_{ij} ; katlama çekirdeğinin (filtre matrisinin) katsayısıdır,

g_{ij} ; piksel gri değeridir,

n ; filtreleme matrisinin boyutlarıdır (örn 3x3)

F ; filtreleme matrisinin elemanları toplamıdır

Alçak Geçirgen Filtreler (LowPass Filters)

Alçak geçirgen filtreler, görüntüdeki düşük frekanslara sahip olan alanları görünür hale getirip, yüksek frekanslara sahip alanları ise görünmez hale getirir. Bu filtreleme, geniş alanardaki parlaklık değişimleri için kullanılır. Ayrıca bu filtre yardımıyla görüntüdeki gürültünün (bozucu etkinin) yok edilmesi veya indirgenmesi de sağlanır.

Yüksek Geçirgen Filtreler (High Pass Filters)

Yüksek geçirgen filtreleme ile yersel işlemlerde detaylar ön plana çıkarılır. Böylece pikseller arasındaki kontrast farklılıkları artırılarak görüntüdeki kenarlar, keskin hatlar ön plana gelir. Görüntüdeki keskin hatları (kenarları) bulmak temel olarak 3 adımda gerçekleştirilir.

i) Kenarları ortaya çıkarmak için kullanılacak filtrenin boyutu yüzeyin pürüzlülüğüne bağlıdır. Bu tür pürüzlü yüzeyler için 3x3 gibi küçük boyutlu çekirdekler kullanılırken, yumuşak yüzeylerde 9x9 gibi büyük boyutlu çekirdekler kullanılır.

ii) Orijinal görüntünün tamamı veya bir kısmı, yeni elde edilen görüntüye eklenir.

iii) Elde edilen karışık görüntüye histogram germesi uygulanır.

Şekil 3.15’de görüntüye alçak geçirgen 3x3 çekirdeğe sahip Ortalama (Average) filtre uygulanmış ve yüksek frekansa sahip alanlar filtrelenmiştir. Ayrıca görüntüdeki gürültü yok edilmiştir.

Şekil 3.16’da ise görüntüye yüksek geçirgen 3x3 çekirdeğe sahip Kenar Keskinleştirici (Edge Sharpening) filtre uygulanarak kenarlar, keskin hatlar gibi detaylar ön plana çıkarılmıştır.



(Alçak Geçirgen Filtre Uygulanmadan Önce) (a)



(Alçak Geçirgen Filtre Uygulandıktan Sonra) (b)

Şekil 3.15- Alçak Geçirgen Filtre Örneği



(Yüksek Geçirgen Filtre Uygulanmadan Önce) (a)

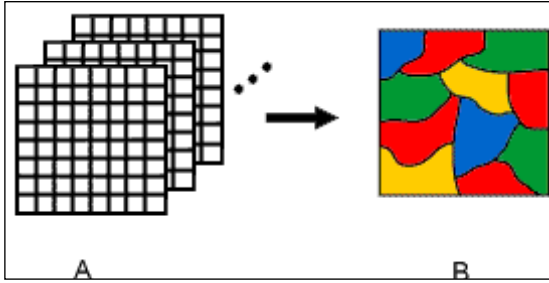


(Yüksek Geçirgen Filtre Uygulandıktan Sonra) (b)

Şekil 3.16- Yüksek Geçirgen Filtre Örneği

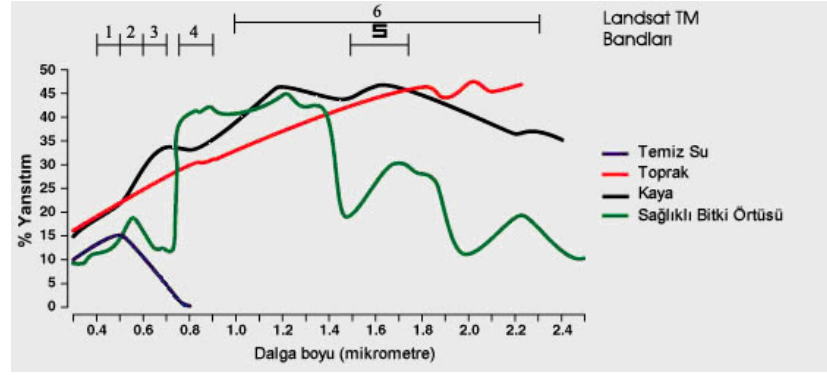
3.4. Görüntü Sınıflandırma

Uydu görüntülerinin içerdiği veriler ham haldedir ve karmaşık görünen bu verileri bilgiye dönüştürebilmek için çeşitli istatistiksel analizler ve istatistiksel yorumlama teknikleri kullanılmalıdır. Verileri bilgiye dönüştürebilmek için kullanılan en yaygın yöntem görüntü sınıflandırma'dır. Görüntü sınıflandırma, bir görüntü veri setinden anlamlı sayısal konu haritaları üretme işlemidir. Sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü tematik harita olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 3.17- Görüntü Sınıflandırma

Sınıf, aynı türe ait görüntü elemanları yada belli biyofiziksel özelliklerle tanımlanan arazi yada alan türü olarak tanımlanmaktadır. Sınıflandırma analizleri için 'bilgi sınıfları' ve 'spektral sınıflar' arasındaki farkın bilinmesi gerekmektedir. Bilgi sınıfları arazinin kullanıcı tarafından belli kriterlere göre ayrılmasıyla oluşturulan anlamlı ve belli tanımları olan sınıflardır. Tematik sınıf olarak da adlandırılan bilgi sınıfları; tarım alanı, yerleşim alanı, orman alanı vb. gibi sınıflardır. Spektral sınıflar ise uydu görüntülerinin çeşitli bantlarında kaydedilen elektromagnetik enerjinin benzer özelliklerine göre gruplanması ile elde edilen sınıflardır. Bir spektral sınıfın kullanıcı tarafından belirlenen bilgi sınıfıyla her zaman eşdeğerde olması gerekmez. Ancak bazen bir bilgi sınıfıyla spektral sınıfın eş tutulabilecekleri durumlar söz konusu olabilir (Erdas Field Guide, 2003).



Şekil 3.18- 4 Arazi örtüsüne ait Spektral Yansımalar eğrileri

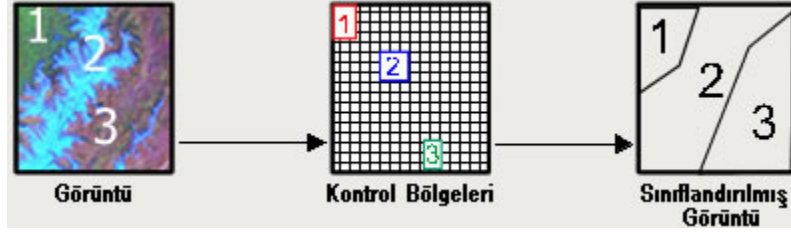
Sınıflandırma için kullanılan eğitilmiş ve eğitimsiz sınıflandırma adı altında iki metod bulunmaktadır.

3.4.1. Eğitilmiş Sınıflandırma

Eğitilmiş sınıflandırma analizcinin kontrolünde uygulanan bir methodur. Analizi yapan kişi sınıflandırmanın ön aşaması olan imza toplama aşamasında devreye girmektedir. Eğitilmiş sınıflandırmada, çalışma alanının arazi örtüsü hakkında verilen ön bilgiler kullanılarak, sınıflandırma için gerekli istatistiksel temel oluşturulur ve sınıflandırma bu temel üzerine kurulur.

Eğitilmiş sınıflandırmada ilk yapılması gereken iş sınıfların belirlenmesidir. Alanın kaç sınıfa ayrılması gerektiği ve bu sınıfların neler olduğu açıkça ortaya konmalıdır. Sınıflar belirlendikten sonra, bu sınıfları görüntü üzerine işleyebilmek için bir arazi çalışması yapılır. Araziye çıkılması mümkün olmadığı durumlarda bunun yerine doğru bir harita yada başka bir kaynak kullanılabilir. Daha sonra her bir arazi sınıfı için görüntü üzerinden örnek pixeller toplanır. Pixel gruplarından oluşan bu sete eğitim seti (*training sites*) denir (Erdas Imagine Tour Guide, 2003).

Eğitilmiş sınıflandırma, her sınıf için toplanan pixel değerlerini analiz ederek sınıfların istatistiksel özelliklerini belirler.



Şekil 3.19- Eğitilmiş Sınıflandırma

Örnek alanlar belirlenirken, bir sınıfı en iyi temsil eden piksellerin seçilmesine dikkat edilmelidir. Bu alanlar kendi içerisinde homojen özellik göstermelidir. Ancak bazı durumlarda gerek görüntünün alındığı andaki çevresel etkiler (yağmur, güneş) yada örnek alanlar belirlenirken yapılan yanlışlıklardan dolayı hatalı sonuçlarla karşılaşılabilir. Sınıflandırma sonucunda genellikle iki tür hatayla karşılaşmaktadır.

- Aynı özellik gösteren alanların farklı sınıflara atanması,
- Farklı özelliklere sahip materyallerin tek bir sınıf altında gösterilmesi,

Eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerine bir çok yaklaşımlar vardır. Eğer sadece iki band ile çalışılıyorsa sınıflar arasındaki sınırlar gözle kolaylıkla görülebilir. En az mesafe yöntemi (Minimum Distance) buna örnek olarak verilebilir (Townshend, 1981). En az mesafe yönteminde her sınıfın yalnız ortalama vektörü bulunup, sınıfların kovaryans matrislerinin eşit olduğu varsayılır. Her piksel n boyutlu uzayda kendisine en yakın ortalama vektörünün sınıfına konmuş olur. Bu yöntemde hata oranı diğer sınıflama yöntemlerine göre yüksektir (İnce, 1986).

Daha karışık yaklaşımlardan biri de olasılık yöntemlerinin kullanıldığı yöntemlerdir. Bu yöntemlere örnek olarak en çok benzerlik sınıflandırması (maximum likelihood) yöntemi gösterilebilir (İnce, 1986).

En yakın komşu yöntemi veya en yakın k sayıda komşunun sınıflandırmada hesaba katıldığı KNN yöntemi (İnce, 1986), bitki indeksi yöntemi (NDVI) (Wooding, 1979) diğer eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerinden bazılarıdır.

En Çok Benzerlik (Maximum Likelihood) Yöntemi :

Bu sınıflama standart sınıflama yöntemlerinden biri olarak kabul edilir (İnce, 1986 ; Conese ve ark, 1993 ; Seçilmiş, 1996). Uzaktan algılama uygulamalarında her sınıfa ait olasılık dağılım fonksiyonunun biçimi normal varsayıldığından, ortalama vektör ve kovaryans matris bilinmeyen parametrelerdir. Bu parametrelerden ortalama vektör

$$A_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_j \quad \text{şeklinde ve kovaryans matris ise}$$

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x - a_j)(x - a_j)^T$$

olarak verilir. Burada n, j sınıftaki piksel sayısını, x ise sınıftaki piksellere ait parlaklık değerlerini gösterir. Daha sonra, görüntüdeki her piksel için j sınıfına olan benzerlik ya da yakınlık anlamına gelen bir mesafe (Mahalanobis distance) hesaplanır.

$$R = \frac{1}{P(w_j)} \left[(x - a_j)^T C_j^{-1} (x - a_j) \right]^{1/2}$$

Burada P(W), W sınıfının oluşumu olasılığıdır. En küçük mesafe hangi sınıfa ait ise piksel o sınıfa konur.

Minimum Mesafe (Minimum Distance) Yöntemi :

Minimum mesafe sınıflaması da (Minimum Distance) eğitilmiş sınıflama metodlarından biridir. Bu sınıflama yönteminde, her sınıfın yalnızca ortalama vektörü bulunup, sınıfların kovaryans matrislerinin eşit olduğu varsayılır (İnce, 1986). Bunun için μ_i test alanından seçilen i. sınıfı temsil eden herhangi bir banta ait örnek alandaki

piksellerin ortalama değeri olmak üzere (N-bant probleminde, μ_i , N-boyutlu uzayda bir vektör) görüntünün s değerine sahip pikselinin her μ sınıfı için μ_i 'ye mesafesi:

$$d(s, \mu_i) = \sqrt{(s_1 - \mu_{i1})^2 + (s_2 - \mu_{i2})^2 + \dots + (s_n - \mu_{in})^2} \quad \text{bağıntısıyla (euclid}$$

mesafesi) veya

$$d(s, \mu_i) = |s_1 - \mu_{i1}| + |s_2 - \mu_{i2}| + \dots + |s_n - \mu_{in}| \quad \text{bağıntısı ile hesaplanır. Bu}$$

denklemlerdeki s_n sınıflanacak pikselin n. banttaki değeri, μ_{in} ise n. banttaki ortalama değerdir. Sınıflandırma esnasında ise “s değerine sahip piksel, ($d(s, \mu_i)$) mesafesinin en küçük olduğu sınıfa dahil edilir.”(Niblack, 1986). Bu yöntem maksimum benzerlik yöntemine göre daha hızlı, fakat hata oranı daha yüksektir.

Paralelkenar (Parallelepiped) Yöntemi :

Paralelkenar Sınıflayıcısı sınıf sınırlarını kullanır ve her sınıf imzasında verilen pikselin doğru sınıfa düşüp düşmediğini belirlemek için saklanır. Sınıf sınırları, özellik alanındaki sınıfın ortalamasını saran (kuşatan) “paralelkenar”ın her kenarının boyutlarını belirler.

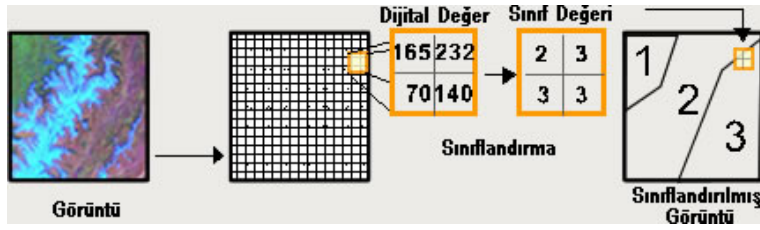
Eğer piksel paralelkenarın içine düşerse, ilgili sınıfa atanır. Fakat, eğer piksel birden fazla sınıfa düşerse, bu piksel üst-üste çakışan çakışan sınıflara (kod 255) konulur. Eğer piksel hiçbir sınıfın içine düşmezse, boş sınıfa (boş sınıf-kod 0) atanır.

Paralelkenar sınıflayıcısı tipik olarak hıza gereksinim duyulduğunda kullanılır. Eksiklik ise zayıf doğruluk (birçok durumda) ve piksellerin büyük bir bölümünün çakışacak gibi (sınıf 255 olarak) sınıflandırılmasıdır.

3.4.2. Eğitimsiz Sınıflandırma:

Eğitimsiz sınıflandırma, görüntüdeki veri hakkında yeterli yer bilgisine sahip olunmadığı durumlarda tercih edilen bir methodur. Eğitilmiş sınıflandırmadan farklı olarak, bu sınıflandırmada başlangıçta arazi örtüsüyle ilgili ön bilgiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Yapılacak olan ilk iş sınıf sayısının belirlenmesidir (Erdaş Field Guide, 2003). Sınıf sayısı belirlenirken, düşünülen daha fazla sınıf adedi verilmesi daha iyi sonuç alabilmek için uygulanması gereken yöntemlerden biridir.

Bu tür sınıflandırma veri bantlarındaki yansıma değerlerine bağlı olarak benzer piksellerin otomatik olarak tespit edilmesi ve sınıflara atanması esasına dayanır. Eğitimsiz sınıflandırma sonucu elde edilen sınıfların gerçekte hangi arazi örtüsü tipini temsil ettiği bilinmemektedir, hatta bu sınıflar arazi üzerinde herhangi bir sınıfı temsil etmiyor da olabilir. Çünkü, bu sınıflar bantlardaki yansıma değerlerine göre elde edilmişlerdir. Eğitimsiz sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıfların gerçekte hangi tematik sınıfa karşılık geldiği çeşitli haritalar yada referans veriler kullanılarak tespit edilebilir.

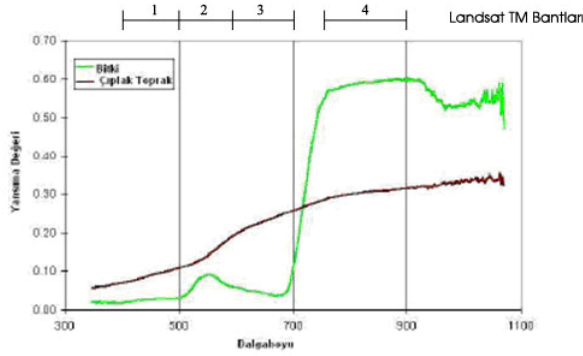


Şekil 3.20 – Eğitimsiz Sınıflandırma (metne bakınız.)

Eğitilmiş ve eğitimsiz olmak üzere iki farklı yöntemle sınıflandırılmış görüntüleri incelediğimizde, eğitilmiş sınıflandırmanın diğerine göre daha iyi netice verdiğini ve eğitilmiş sınıflandırma sonucu elde edilmiş tematik haritada sınıfların daha belirgin olduğu sonucunu çıkarılabilir.

3.4.3. Normalleştirilmiş Farklar Bitki İndeksi (NDVI):

Bitki örtüsü indeksi veya normalleştirilmiş farklar bitki indeksi (NDVI), elektromanyetik spektrumun görünür ışık bölgesindeki kırmızı band ve kızılötesi bandta göstermiş oldukları yansımaya değerleri kullanılarak oluşturulmuş bir indekstir. Kırmızı band bitkisel doku içerisindeki klorofile duyarsız, kızılötesi band ise klorofile hassas, dolayısı ile yansımaya değerlerinin yüksek olduğu bandtır .



Şekil 3.21 - Bitkilerin elektromanyetik spektrumun farklı kısımlarında göstermiş oldukları yansımaya değerleri

Bir piksel için NDVI (Normalize Difference Vegetation Index-Normalleştirilmiş Farklar Bitki İndisi) değeri, o pikselin yakın kızılötesi (YKÖ) ve kırmızı (K) bant parlaklık değerleri kullanılarak şöyle formüle edilir;

$$NDVI = \frac{YKÖ - K}{YKÖ + K} \quad \text{veya bantlar (Landsat TM için):} \quad \frac{B4 - B3}{B4 + B3}$$

Formüle göre bitkiler için düşük yansımaya özelliği gösteren kırmızı bant, bitkiler için yüksek yansımaya özelliği gösteren kızıl ötesi banttan çıkarıldığında bitkilerin bulunduğu yerler, uydu görüntüsünün geneline göre yüksek yansımaya özelliği gösterecektir. Bu bandların farklarının, iki bantın toplamına bölünmesindeki amaç bir tür denge dağılımı sağlamaktır. Sonuç haritada tonların beyaza yaklaştığı yerler yoğun bitki örtüsünü gösterirken siyaha yaklaştığı yerler bitki örtüsü bulunmayan alanları gösterir (Ayday ve Uz, 2004).

BÖLÜM 4

UYDULARLA ARAZİ ÖRTÜSÜ BELİRLEME

Arazi kullanımı ve doğal kaynaklarımıza ait temel veriler olmadan doğal kaynaklarımızın doğru, akılcı kullanımından söz edilemez. Arazi kullanım şekillerinin ve diğer doğal kaynaklarımızın envanterinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda kullanılabilir olanaklardan biri de, son yıllarda yaygın olarak kullanılan uzaktan algılama uydu verilerinin değerlendirilmesidir. Özellikle tarım, orman, jeoloji, maden vb. konularda işlerle kullanılan uzaktan algılama tekniği arazi örtüsü türlerinin dağılım alanlarının belirlenmesi ve haritalanması amacıyla ülkemizde de kullanılmaktadır. Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan bu çalışmalarda, arazi örtüsü dağılım alanlarının belirlenmesi aşamasında pek çok işlem yapılmaktadır. Sayısal özellikli uydu görüntülerinin, yazılım ve donanım yeteneği içerisinde sınıflandırmaları yapılmakta ve istenilen arazi örtüsüne ait dağılım alanları, yüz ölçüm ve harita bilgileri şeklinde elde edilmektedir.

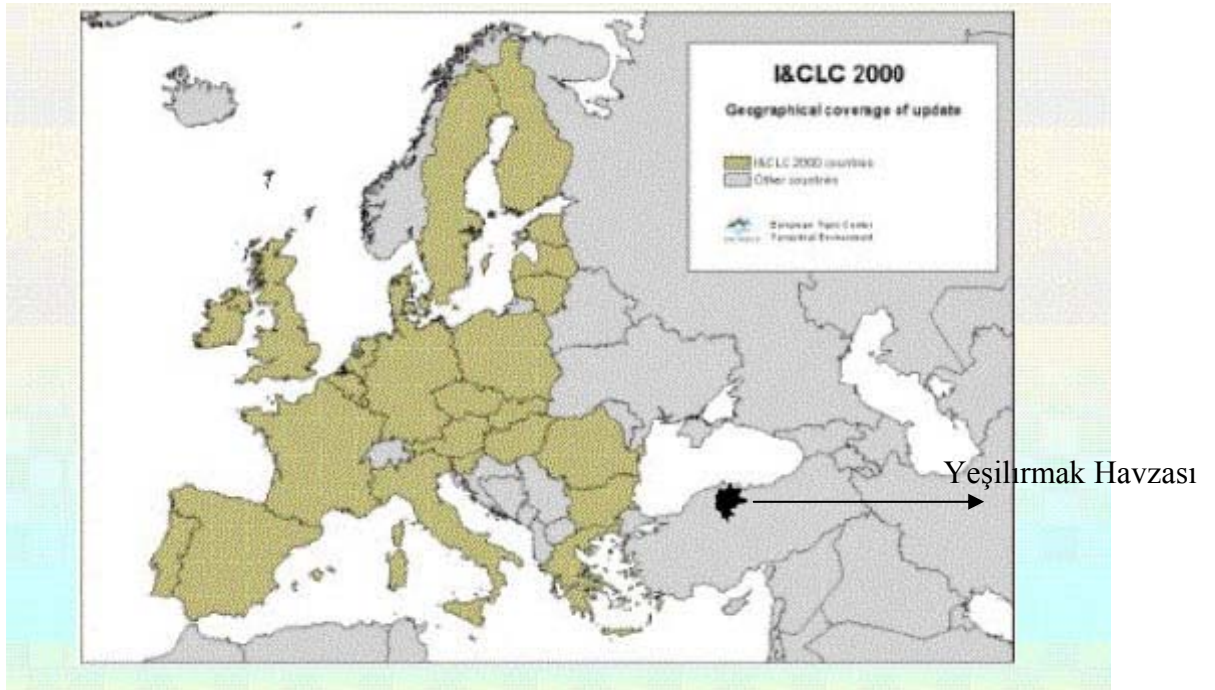
4.1. Türkiye’de Ve Dünyada Konu İle İlgili Yapılan Çalışmalar Ve Projeler

Bu çalışmada ele aldığımız görüntü zenginleştirme ve sınıflama yöntemlerinin araziye uygulanması konusunda Türkiye’den ve yabancı yayınlardan derlediğim en önemli kaynaklar şunlar olmuştur.

(a) Avrupa Birliği’nin CORINE (Coordinated Information on the European Environment-CORINE) Projesi: CORINE Arazi örtüsü haritası 5 ana kategoriye (yapay alanlar, tarımsal alanlar, ormanlar ve yarı doğal alanlar, ıslak alanlar ve su kitleleri) bölünmüş 44 arazi örtüsü kullanımı sınıflarını (Çizelge 4.1) içerir. Elde edilen envanter genelde, Landsat TM uydusundan değişik bitki örtüsü periyotlarında alınmış görüntüler ve topograf haritaları ve dikey fotoğraflardan alınan ek bilgelere dayanır. Proje 1990 yılında başlamış ve ilk güncelleme Avrupa Birliği Ülkeleri/EEA ve üye

lkeler tarafından yürütülmüştür. 2003 yılında bitirilen bu projede 10 yılda bir güncelleme yapılacaktır(Bttner, 2002)

CORINE projesine dahil olan lkeler, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, ek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Lihtetayn, Litvanya, Lüksemburg, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, Hollanda, İngiltere'dir. Bu lkeler Şekil 4.1'de koyu renkle gösterilmiştir. Türkiye bu ülkeler arasında yoktur. Ancak lkemizde de bazı projelerde, mesela TÜBİTAK-MAM Uzak Bölümünün yrttg Yeşilirmak Havzası Gelişim Projesi altyapı çalışmasında Samsun, Amasya, Tokat, Çorum, Yozgat illerimiz CORINE sınıflaması ile sınıflandırılmıŐlardır(Yıldırım ve ark.). Şekil 4.1'e bu durum eklenmiŐtir.



Şekil 4.1- CORINE projesine dahil olan lkeler (Türkiye'de bu tür bir sınıflamanın yapıldığı Yeşilirmak Projesi bölgesi gösterilmiştir.)

Çizelge 4.1- CORINE sınıflandırma sistemi (Heymann, 1994)

<p>1. YAPAY YÜZEYLER</p> <p>1.1 Kentsel yapı 111 Daimi kentsel yapılar 112 Geçici kentsel yapılar</p> <p>1.2 Endüstriyel, ticari ve ulaşım üniteleri 121 Endüstriyel, ticari ve kamu üniteleri 122 Yol ve demiryolu ağları 123 Limanlar 124 Havalimanları</p> <p>1.3 Maden, çöplük ve inşaatlar 131 Doğal kaynak siteleri 132 Çöplük alanları 133 İnşaat alanları</p> <p>1.4 Yapay tarım alanı olmayan yeşillendirilmiş alanlar 141 Yeşil kentsel alanlar 142 Spor ve boş zaman geçirme alanları</p>	<p>3. ORMANLAR VE YARIDOĞAL ALANLAR</p> <p>3.1 Ormanlar 311 Yayvan yapraklı ormanlar 312 İğne yapraklı ormanlar 313 Karışık ormanlar</p> <p>3.2 Çalı ve/veya otsu bitki alanları 321 Doğal çimenlik 322 Çalılık ve kır alanlar Yarı orman alanlar/çalılıklar</p> <p>3.3 Az bitkili veya bitkisiz açık alanlar 331 Plajlar, kumul yada kumsallar 332 Çıplak kayalıklar 333 Seyrek bitkili alanlar 334 Yanmış alanlar 335 Buzullar ve kalıcı kar alanları</p>
<p>2. TARIMSAL ALANLAR</p> <p>2.1 Ekilebilir Alanlar 211 Sulanmamış ekilebilir alanlar</p> <p>2.2 Sürekli Ekinler 221 Üzüm bahçeleri 222 Meyve ağaçları ve yumuşak meyve alanları</p> <p>2.3 Otlak 231 Otlak</p> <p>2.4 Heterojen tarım alanları 242 Karışık işlenmiş alan numuneleri 243 Doğal tarım alanları</p>	<p>4. ISLAK ALANLAR</p> <p>4.1 Karasal Islak Alanlar 411 Karasal bataklıklar 412 Lağım alanları</p> <p>4.2 Kıyusal ıslak alanlar 421 Tuzlu bataklıklar 423 Gelgit düzlükleri</p> <p>5. SU KİTLELERİ</p> <p>5.1 Kapalı su alanları 511 Su yolları 512 Su kitleleri</p> <p>5.2 Deniz su alanları 521 Kıyı gölü 522 Haliçler 523 Deniz ve okyanuslar</p>

(b) Adana İlinin Kuzeyindeki Orman Alanlarının Uydu Verileri Kullanılarak Belirlenmesi: Çukurova Üniversitesi Uzaktan Algılama Merkezi tarafından yürütülen çalışmanın amacı Adana ve Osmaniye illerindeki toplam orman örtüsü alan miktarı ve orman türlerinin tespit edilmesidir. Bu çalışmada Aralık 2002 yılına ait Landsat-7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) görüntüsü, çalışma bölgesine ait 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar ve orman amnenajman haritaları kullanılmıştır. Çalışmada eğitimli sınıflama yöntemlerinden en çok benzerlik ve minimum mesafe sınıflandırılmaları kullanılmıştır(Peştemalçı, Körümdük,2004).

(c) “Tasseled Cap” Dönüşümü İle Landsat TM Verilerinde Spektral Bilginin Zenginleştirilmesi: TÜBİTAK MAM- Uzay Grubu’na yürütülen bu çalışmada Tasseled Cap Transformation (TST) dönüşümü Bolu ili merkezi ve çevresine ait bir bölgenin 2001 tarihli Landsat 5 TM uydu verilerine uygulanarak, veriyi arazi örtüsü çalışmaları için en iyi duruma getirmektedir. TST dönüşümü, termal bant hariç, 6 spektral bandından doğrusal olarak hesaplanmakta, dönüşüm sonrasında, toprağın göstergesi olan “parlaklık”, bitkinin göstergesi olan “yeşillik” ve toprak bitki örtüsü içsel etkileşimindeki nemin göstergesi olan “ıslaklık” bantları elde edilmektedir. Bu bantların saçılım grafikleri incelenerek, orman alanlarının ve etkili tarım alanlarının sırasıyla parlaklık yeşillik, parlaklık ıslaklık ve yeşillik ıslaklık ortamlarında gösterdikleri zengin veri dağılımı sergilenmekte ve verinin orijinal bantları ortamlarında elde edilemeyen bu bilginin ziraatçiler ve orman mühendisleri için önemi vurgulanmaktadır.(Yıldırım, Alparslan, 2002)

(d) Uzaktan Algılama Tekniği ve CBS Kullanılarak Bartın Çevresindeki Doğal Olmayan Değişikliklerin Belirlenmesi: Bu çalışmada Batı Karadeniz bölgesinde yer alan Bartın ili ve çevresindeki doğal kaynaklarımızın bir takım doğal olmayan değişimlerle tahrip edilmesi incelenmiştir. Bartın taş ocağı, Bartın il çöp sahası ve Bartın-Amasya karayolu bu tahriplere örnek verilebilir. Ayrıca doğaya uygun yapılan ağaçlandırma çalışmaları ve bunların başarılı sonuçları da tespit edilmiştir.

Çalışmada arazi değişimleri belirlemek için 1987, 1992 ve 2000 tarihli Landsat 5 TM uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinden temsili eğitim alanları olarak tanımlanarak amaca uygun 6 adet sınıf (orman, deniz, yerleşim, ziraat-boş alan, kumul-kayalık, bulut) elde edilmiştir. Elde edilen veriler sınıflandırma algoritmalarından en çok benzerlik yöntemi ile arazi kullanım bilgilerine dönüştürülmüştür (Tunay, Ateşoğlu, 2004).

(e) Armutlu Orman İşletme Şefliğindeki Orman Alanlarındaki Değişimlerin Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak İzlenmesi: Bu çalışmada, Armutlu orman işletme şefliğine ait bölgede, 1992 ve 2001 tarihleri arasındaki süre içinde orman alanlarında meydana gelen değişimlerin, Landsat uydu görüntüleri kullanılarak ne derecede belirlenebileceği irdelenmiştir. Uzaktan algılama verilerinin yersel çalışmalarda kombine edilmesi ile orman kaynakları hakkında daha çabuk ve istatistiksel olarak daha güvenilir bilgi edinilmesi mümkündür (Koç ve Yener 2001; Şad 1993).

Çalışmada altlık harita olarak 1:25000 ölçekli eşyükselti eğrili topoğrafik haritalar, Eylül 1992 yılına ait Landsat5 TM ve Mayıs 2001 yılına ait Landsat7 ETM uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışma alanına ait görüntüler, En Yüksek Olasılık (Maximum Likelihood) algoritmasına göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucu 1992 ve 2001 yılları orman alanları sınıflarının alanları hesaplanıp aradaki fark tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda doğruluk analizi her bir sınıflandırılmış görüntü için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Özdemir, Özkan, 2003).

(f) Landsat ETM+ Kullanılarak Trabzon İli Arazi Kullanım Haritasının Elde Edilmesi: Yapılan bu çalışmada, Trabzon ili ve çevresinin 2000 yılına ait Landsat ETM+ görüntüsü ile arazi kullanım haritası oluşturulmuştur. ARC/INFO ve ArcView programları kullanılmıştır. Arazi kullanım sınıflarının elde edilmesi amacı ile yersel ölçüler yapılmıştır. GPS aleti ile arazi üzerinden 10 sınıf tespit edilerek konumları belirlenmiştir ve görüntü üzerine işlenmiştir. Landsat ETM+ uydu görüntüsünün

kontrollü sınıflandırmaya tabi tutulması ile elde edilen sonuçlar araziden alınan sonuçlarla karşılaştırılmış ve uygulanan sınıflandırmanın toplam doğruluk yüzdesi hesaplanmıştır(Yomralıoğlu, Reis, 2003).

(g) Uydu Görüntüleri Kullanarak Gaziantep İlindeki Tarımsal Alanların Belirlenmesi Projesi: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Araştırmaları Bölümü ve Gaziantep Tarım İl Müdürlüğü tarafından 01.06.2000- 01.06.2002 tarihleri arasında yürütülen bu proje ile uydu görüntülerinden faydalanarak Gaziantep ilindeki arazi varlığının tespit edilmesi planlanmıştır. Bu amaçla Gaziantep ilini kaplayan farklı iki döneme ait uydu görüntüleri yer doğrulama verileri ile birlikte değerlendirilerek öncelikle ildeki tarım alanı, orman-mera, ve tarım dışı alan olmak üzere üç ana grupta toplanmıştır. Görüntü sınıflama sonucu elde edilen istatistikler il ve ilçe bazında verilmiştir (http://www.tagem.gov.tr/gis/projeler_tamamlanan.htm).

(h) Pamuk Ekili Alanlarının Uzaktan Algılama İle Tespiti Projesi: Bu projede; TÜGEM tarafından desteklenen ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM), Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Bölüm Başkanlığı tarafından Adıyaman, Gaziantep, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa illerinde 2000 yılı içinde gerçekleştirilen, pamuk ekili alanlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar işlenmiştir. Projede LANDSAT-7 uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. (http://www.tagem.gov.tr/gis/projeler_tamamlanan.htm)

(i) Örnek mikro havzalarda uydu görüntüleri ile rehabilitasyon takibi-II: MAM Uzay Teknolojileri grubu tarafından 1999-2000 yılları arasında yürütülen bu çalışmada, Malatya’da örnek mikro havzalarda kayısı ekimi için marjinal ve diğer alanları tespit edilmiştir(Yıldırım, Özel ve ark., 2000)

(j) Türkiye arazi örtüsü belirleme projesi: Ülkenin arazi kaynaklarının verimli olarak kullanılması, bölgeler arasında arazi örtüsünün nicel olarak karşılaştırılarak ülke

için çevre politikalarının belirlenmesi, çeşitli araştırmalarda alan örneklemesine olanak sağlayacak çerçevenin yaratılması gibi coğrafi temelde yapılacak çalışmalarda ihtiyaç duyulan arazi örtüsü envanterinin uydu görüntüleri kullanılarak kısa sürede ve en az hata ile oluşturulması ve ilgilenilen konularda grafik olmayan verilerle de ilişkilendirilerek arazi örtüsü dağılımının harita olarak sunulmasını amaçlayan ve 1998 yılı başlangıçlı üç yıllık “Arazi Örtüsü Belirleme Projesi” Devlet Planlama Teşkilatı tarafından DİE Bilgi Sistemleri Birimi Koordinatörlüğü Uzaktan Algılama Şubesinde yapılmıştır. (<http://www.die.gov.tr/ua/2Proje.html>)

(k) Uydu Görüntüleri İle Dalaman Havzası Erozyon Haritalama Pilot Projesi:

1994-1995 yılları arasında MAM Uzay Teknolojileri grubunca yürütülen proje kapsamında Dalaman Havzası için farklı üç yöntem (USLE, CORINE, ICONA) kullanılarak erozyon haritalaması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda: Dalaman gibi erozyon riskinin az olduğu düşünülen bir bölgenin bile büyük bir bölümünün yüksek risk taşıdığı ortaya çıkmıştır. En kısa sürede doğru müdahale tedbirlerinin alınabilmesi için erozyon haritalarının güncelleştirilmesi gereklidir. Gelişen yeni teknolojiler, erozyonun hızlı ve hassas bir şekilde belirlenebilmesini sağlamaktadır (Yıldırım, Özel, 1996).

(l) Uydu Görüntüleri İle Bolu İli Coğrafi Bilgi Sistemleri Altyapısı

Kurulması: 04.04.2001 – 13.06.2002 tarihleri arasında MAM Uzay Teknolojileri grubunca yürütülen bu çalışmada uydu görüntüleri, yol haritaları, topografik veri, jeolojik veri ve bitki örtüsü bilgileri kullanılarak Bolu ili coğrafi bilgi sistemi oluşturulmuştur(Yıldırım, Özel ve ark.,2002).

(m) Uydu Görüntüleri Kullanarak Gaziantep İlindeki Tarımsal Alanların

Belirlenmesi Projesi: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Araştırmaları Bölümü tarafından yürütülen bu çalışma ile uydu görüntüleri yardımı ile Gaziantep ilinde arazi varlığı sınıflaması yapılması planlanmıştır. Kullanılan uydu görüntülerinden ildeki tarım alanı, orman, mera, yerleşim

yeri gibi belli başlı arazi kullanım sınıfları belirlenmiştir. Daha sonra tarım alanları içerisinde alt sınıflar oluşturulmuştur. Verim tahmini çalışmasında kullanılmak üzere yörede çok bulunan antep fıstığı ve tarla ürünlerinde ekili alanlar belirlenmiştir.

Görüntü işleme sonucu elde edilen istatistiksel bilgiler ve değerlendirmeler sadece tarım alanları, orman-mera ve tarım dışı alan olmak üzere üç ana grupta verilmiştir. Alt gruplara ait istatistiksel veriler ilçe düzeyinde proje sonuç raporunda sunulmuştur. Proje sonuç raporunda yapılan sınıflamalara ait doğruluk testleri ilçe bazında verilmiştir. Proje 01.06.2002 tarihinde tamamlanmıştır (Mermer, 2004).

(n) Durağan Durumdaki İnsan Tabanlı Görünümlerin Tanımlanması: Minorca Çalışma Örneği, İspanya (Characterizing Human-Modelled Landscapes At A Stationary State: A Case Study Of Minorca, Spain): Minorca adası, İspanya, insanların yüzyıllarca yaptığı parçalara bölme işlemi sonucu derme çatma mozaik görünümlü bir ada haline gelmiştir. Arazi elementleri ve mekansal örnekler analiz edildiğinde insan tabanlı arazi alanlarının durağan durumda olduğu tespit edilebilir ve bu çalışma, sistem, mekansal örnekleri tanımlayabilir. Bu çalışma da 1984 ve 1992 yıllarına ait Landsat TM uydu görüntüleri arazi örtüsü sınıflamasında ve bitki örtüsü haritası oluşturulmasında kullanılmıştır. Kontrollü sınıflama algoritmalarından en çok benzerlik ve en kısa mesafe kullanılarak 6 adet sınıf (Sulak alanlar, tarım alanları, çalılık-fundalık, meşe-çam, verimsiz alan, su alanları) belirlenmiştir. Doğruluk analizi sonucu da %82 olarak elde edilmiştir (Chust, 1997).

(o) Orman Yangınlarının Uzaktan Algılanması (Remote Sensing Of Forest Fires): Geniş periyotlara sahip uzaktan algılama görüntüleri, yarı otomatik metotlarla orman yangın haritalarının geliştirilmesine imkan sağlamaktadır. Iberian yarımadasının kuzeydoğusunda 32000 km² lik alan olarak belirlenen çalışma alanının %60 lık kısmı ormanlar ve çalılık alanla kaplıdır. Akdeniz iklimine sahip alan orman yangınlarına açık bir alandır. Alanın çok büyük olması ve orman alanlarının parçalar halinde olması sebebiyle 1975-1993 yılları arasındaki periyoda ait Landsat MMS uydu görüntüleri

kullanılmıştır. Bu çalışma, 1975- 1993 arası periyodu içermekte ve sonuçlar orman yangın haritası serisi ve Catalonia yangın tarihi haritası olarak sunulmuştur. Bu haritalar daha sonra vektör katmanlarına dönüştürülmüş ve tüm sonuçlar CBS ortamına aktarılmıştır. NDVI yangın değerleri yangın rejimi hakkında önemli bilgilere erişilmesinde ve Akdeniz Bitki Kominitelerine ait tekrar bitki yetiştirme değerlerinin yeniden değerlendirilmesinde kullanılabilir. (Salvador, Diaz-Delgado, Pons, 1998)

(ö) Black Hills Milli Park Orman Kaynak Envanteri Ve Doğal Alan Modellemede Uzaktan Algılama Uygulamaları (Application Of Remote Sensing To Forest Resource Inventory And Habitat Modeling): Ulusal orman varlıklarına ait doğru ve güncel bilgiler kamu alanlarının planlanmasında ve yönetilmesinde, yönergelerin oluşturulmasında büyük bir öneme sahiptir. Uzaktan algılama sonucu elde edilen bilgiler ormanlar hakkında birçok farklı bilginin elde edilmesine ve orman alanlarının farklı metotlarla incelenmesine olanak sağlar. Bu yüzden uzaktan algılama metodolojileri orman planlamada orman envanterlerine göre daha etkili olmaktadır. Bu çalışmada, çalışma alanı olarak güney Dakota'daki Black Hills tepeleri seçilmiştir. Çalışmada 1993 ve 1998 yıllarına ait Landsat TM ve MMS görüntüleri ve diğer uzaktan algılama verileri kullanılarak bu alandaki ağaç tipleri belirlenmiştir. Doğru ve güncel orman örtü tipleri haritaları (forest cover type map) oluşturulmuştur. (Price, Rupe)

(p) Remote sensing of forest fires in Southern Europe using IRS - WiFS and MODIS data: Bu çalışma farklı uydu görüntülerine ait yersel çözünürlüğü yüksek olan pankromatik bantların, daha düşük yersel çözünürlüğe sahip multispektral bantların yersel çözünürlüğünü arttırmak için kullanılabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada MODIS SWIR bantlarının 500 m yersel çözünürlüğü, IRS WIFS görüntüsünün 180 m yersel çözünürlüğü ile iyileştirilmiş ve bu veri yanmış orman alanlarının tespitinde kullanılmıştır. 2000 yılı yangınlarından dolayı Iberian yarımadasının kuzey kesimi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Eylül 2000 yılına ait IRS ve MODIS uydu görüntüleri kullanılmıştır. IRS görüntüsü kullanılarak, CORINE arazi örtüsü veri seti dikkate

alınarak arazi örtüsü sınıfları belirlenmiş, veri birleştirme tekniklerinden IHS (Intensity Hue Saturation) dönüşümü kullanılmıştır(Barbosa, Schmuck, 2001).

(r) The Remote Sensing Method Of Forest Fire Danger Rating Categorization: Bu çalışmanın amacı, orman yangınlarının tehlike derecelerini uydu görüntüleri kullanarak belirlemektir. Orman yangını tehlikelerini tespit etmek için uzaktan algılama teknikleri (NDVI, TNDVI), yersel dağılım analizleri, ve önceki altı yıldaki yangın sayısı bilgileri kullanılmıştır. Spektral analizler için 2000 yılı Ikonos, 1993 yılı Landsat TM, 2002 ve 2003 yılı NOAA-AVHRR uydu görüntüleri kullanılmıştır. Görüntülere NDVI ve TNDVI işlemleri uygulanmış ve çalışma alanı için altı sınıf oluşturulmuştur. Analizler sonucunda Polonya Orman Sınıflandırma Sistemine göre 3 yangın tehlike derecesi (yüksek yangın tehlikesi, orta yangın tehlikesi, düşük yangın tehlikesi) belirlenmiş ve sınıflar bu derecelere atanmıştır (Dominko, 2004).

(s) İstanbul Anadolu Yakası 2B Alanlarının Uydu Görüntüleri İle Analizi: Bu çalışma, İstanbul Anadolu Yakası'nın orman alanlarındaki 2B arazilerinin zamana bağlı olarak değişimi, farklı tarihli uydu görüntüleri ve bu görüntülerden elde edilen sonuçların coğrafi bilgi sistemine entegrasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Bu entegrasyon sonucunda Anadolu Yakası için hem genel arazi kullanım sınıflarındaki değişim hem de orman ve 2B alanlarındaki değişim irdelenmiştir. 1987, 1992, 1997 yıllarına ait Landsat5 TM, 2001 yılına ait Landsat7 ETM, 2002 yılına ait Spot5 ve 2004 yılına ait Ikonos uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmada uydu görüntülerine ISODATA kontrolsüz sınıflandırma algoritması ve En Çok Benzerlik (Maximum Likelihood) sınıflandırma algoritması uygulanmıştır. Sınıflandırmada genel arazi kullanımı sınıfları olan su, yerleşim alanları, boş alanlar, yeşil alanlar, yol ve taş ocağı sınıfları oluşturulmuştur. Sınıflandırma sonuçlarından elde edilen arazi kullanım bilgisi vektör olarak oluşturulan 2B sınırları ile birleştirilmiştir. Daha sonra arazi kullanımının zamansal değerlendirilmesi yapılarak, yapılaşma hızının arttığı ve orman alanlarının azaldığı tespit edilmiştir (Musaoğlu, Göksel ve ark., 2005)

(t) Porsuk Havzası Arazi Örtüsü Belirleme Projesi: Bu proje, Devlet İstatistik Enstitüsü Su İstatistikleri ve Doğal Kaynak Muhasebesi Şubesi tarafından yürütülmekte olan “Havza Bazında Veri Bankası Oluşturma ve Su Bütçesi Geliştirme Projesi” kapsamında Uzaktan Algılama Şubesi tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, 1995 yılına ait 3 Landsat-TM uydu görüntüsü kullanılmıştır. Çalışmanın amacına yönelik 9 sınıf belirlenmiştir(Kuru tarım, Tarım dışı alanlar (vejetasyonlu), Yerleşim yerleri, Göl, gölet ve barajlar, Sulu tarım, İğne yapraklı orman, Geniş yapraklı orman, Karışık orman, Çıplak alanlar). Çalışma, 1995 yılında tamamlanmıştır(<http://www.die.gov.tr/ua/Porsuk.html>).

(u) Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Orman Yangını Bilgi Sisteminin Kurulması: Bu çalışmada Çanakkale ilçesine bağlı Gelibolu Yarımadası, orman yangını risk haritası oluşturulması için pilot bölge olarak seçilmiş, 25 Temmuz 1994 tarihinde Gelibolu Yarımadası’nda meydana gelen yangının etkileri ve rehabilitasyon çalışmaları sonucu oluşan gelişmeler uydu görüntüleriyle izlenmiştir. Bölgede yaşanan yangının etkilerinin analiz edilebilmesi için Landsat TM 1992 yangın öncesi ve 1998 yangın sonrası görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin yanı sıra, topoğrafik haritalar, orman türleri haritası da kullanılmıştır. Maksimum Benzerlik, En Kısa Uzaklık ve Mahalanobis Uzaklığı algoritmalarına göre kontrollü sınıflandırma gerçekleştirilip orman tipi 1, orman tipi 2, orman tipi 3, orman olmayan alanlar, göl ve bulut sınıfları olmak üzere 6 adet ana sınıf tanımlanmıştır. Yangın risk bölgelerinin belirlenebilmesi için, yangın parametreleri olan; orman türleri, eğim, bakı, yola ve yerleşime olan uzaklık bilgileri CBS ortamına aktarılmıştır. Yollar ve yerleşim alanları için yakınlık analizi yapılmış ve yakınlık analizine göre risk bölgeleri (çok riskli, riskli, orta riskli, düşük riskli ve risksiz) derecelendirilmiştir. (Erten, Kurgun, Musaoğlu, 2005)

4.2. Değerlendirme

Görüldüğü gibi görüntü zenginleştirme ve arazi örtüsü/arazi kullanımı belirleme amaçlı çalışmalar hem Türkiye’de hem yurt dışında geniş uygulama alanları bulmaktadır. Bu

yöntemleri Çanakkale bağlamında uygulayarak ulaşacağımız analiz ve sonuçlar (Bölüm 5 ve 6) bu önemli araçlar topluluğunun (uydu görüntüleri, analiz amaçlı donanım/yazılım, diğer değerlendirme kıstas ve uygulamaları) ülkemizde ve çevremizde de daha geniş uygulama alanları bulmasını sağlayacaktır.

BÖLÜM 5

MATERYAL VE METOT

5.1. Giriş

Çalışma alanı olan Çanakkale hakkındaki bilgiler, uygulamada kullanılmak üzere elde edilen uzaktan algılama verileri ve uygulamada kullanılan metotlar aşağıda anlatılacaktır. Amaç, hedef bölgede arazi kullanım ve orman örtüsünün bu yöntemlerle belirlenmesi ve eldeki verilerle kıyaslanarak doğruluk derecelerini belirlemek ve yöntemin uygulama potansiyelini açığa çıkarmaktır.

5.2. Çalışma Alanı Hakkında Bilgiler

Çalışma bölgesi, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Merkez, Umurbey, Gelibolu ve Eceabat Orman Şefliklerini kapsamaktadır. Çalışma alanı 44° 12' 07'' ve 44° 27' 18'' kuzey enlemi, 42° 89' 47'' ve 50° 37' 93'' doğu boylamı arasında yer almaktadır. Çanakkale Merkez Şefliği 47000 ha, Eceabat Şefliği 35500 ha, Gelibolu Şefliği 80000 ha, Umurbey Şefliği ise 40400 ha alandan sorumludur. Toplam alan ise 202900 ha civarındadır.

Gelibolu ve Eceabat Marmara Bölgesinin batısında Çanakkale Boğazının kuzeyinde ve Avrupa yakasında, Merkez ilçe ve Umurbey ise Çanakkale Boğazının doğusunda, Anadolu yakasında yer almaktadır. Gelibolu Şefliğinde, Gelibolu Tarihi Milli Parkı bulunmakta ve 33000 ha yer kaplamaktadır.

5.3. Kullanılan Veriler

Çalışmada kullanılan veriler Çizelge 5.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.1- Çalışmada kullanılan veriler

Uydu verileri:	1 Haziran 1975 tarihli Landsat MSS
	25 Temmuz 2000 tarihli Landsat7 ETM
Haritalar:	Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğünden alınmış 2001 tarihli Mescere haritaları(Çanakkale Merkez, Eceabat, Gelibolu, Umurbey Orman Şefliklerini kapsamaktadır.)
	1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar
	Çanakkale Orman Şeflikleri sınır haritası

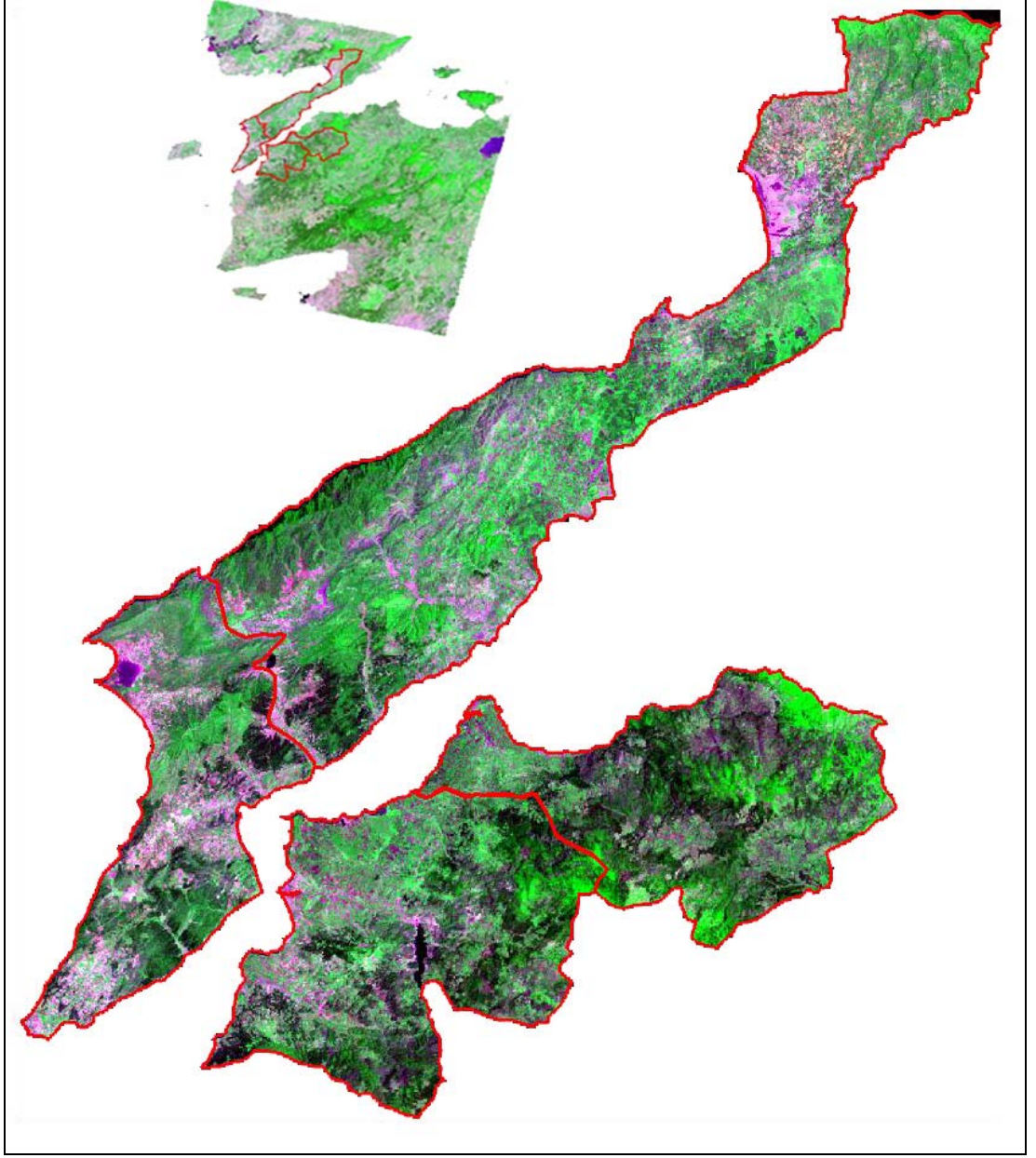
Uydu verileri olarak Landsat MSS (57 m çözünürlük, 1975 tarihli), Landsat ETM (30 m çözünürlük, 2000 tarihli) görüntüler kullanılmıştır. 1975 yılına ait görüntü Çanakkale ilinin tümünü kapsarken, 2000 görüntüsü Çanakkale ilinin güneybatı kesimini kapsamamaktadır.

Verilerin geometrik düzeltmeleri için kullanılmak üzere 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar ve GPS aleti kullanılmıştır. Bunların dışında Çanakkale Orman Şefliklerine ait sınırları belirten bir katman dosyası bulunmaktadır.(Şekil 5.3)

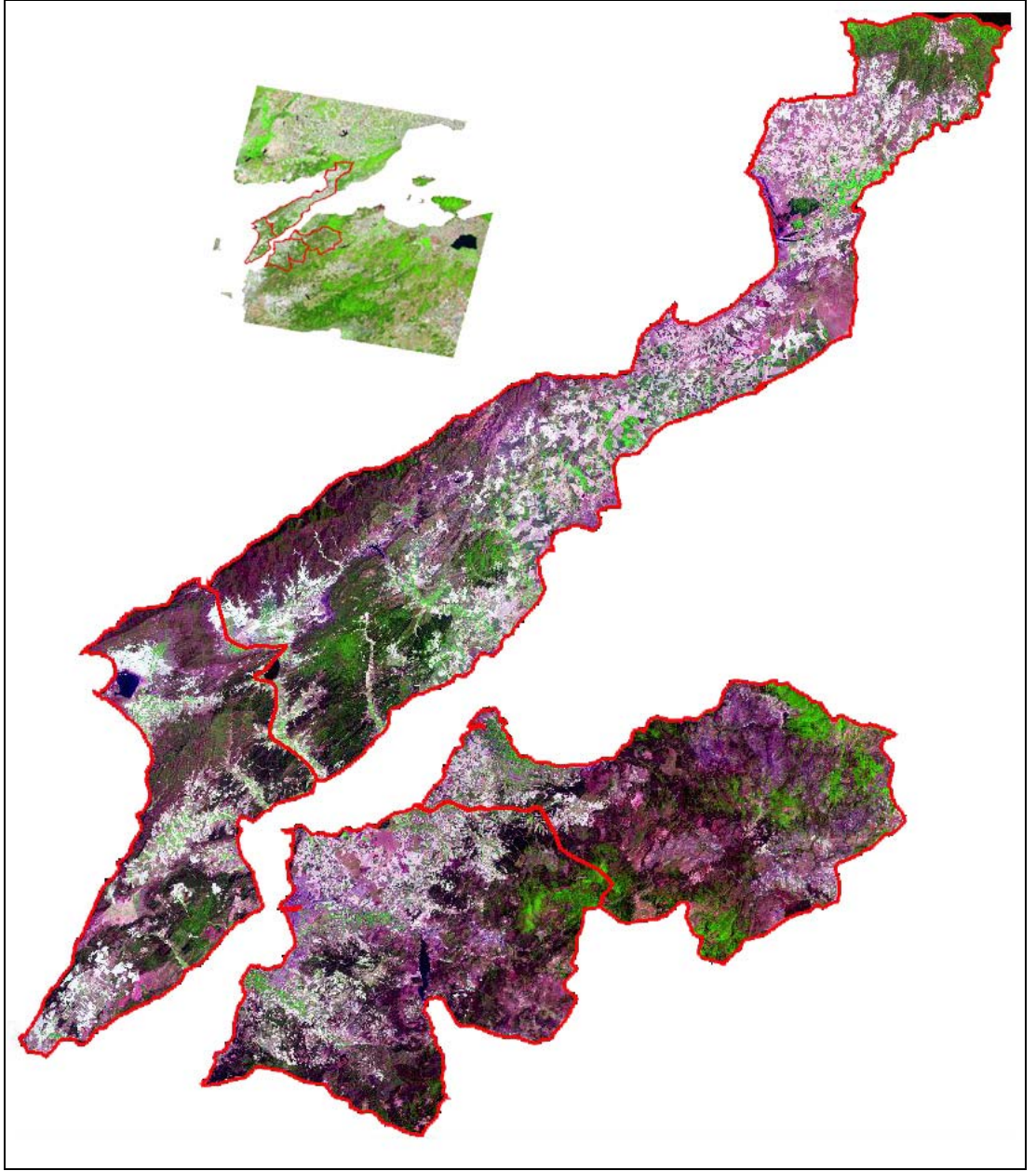
Orman Bölge Müdürlüğü'nün meşcere haritaları Orman Bölge Müdürlüğü'nün Eceabat, Gelibolu, Umurbey ve Çanakkale bölgelerinde çalışma alanlarını kapsamaktadır(Şekil 5.4). Meşcere alanları Şekil 5.4'de özet görünüm olduğu için net olarak görülememektedir.

Çanakkale Gelibolu Orman Şeflik alanına ait meşcere haritaları 2000 tarihli Landsat7 ETM uydu görüntüsü üzerinde Şekil 5.5'de ayrıntılı olarak örneklenmiştir.

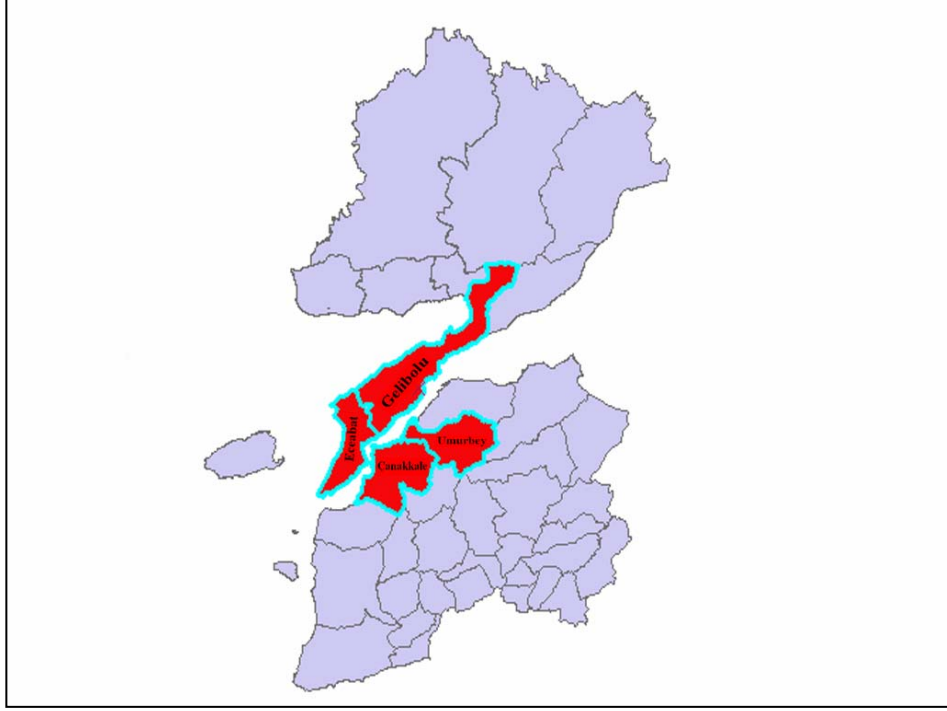
Görüntü düzeltme, zenginleştirme ve analizde kullanılan yazılımlar PCI Geomatica v9.0 ve ArcGIS 9 olmuştur.



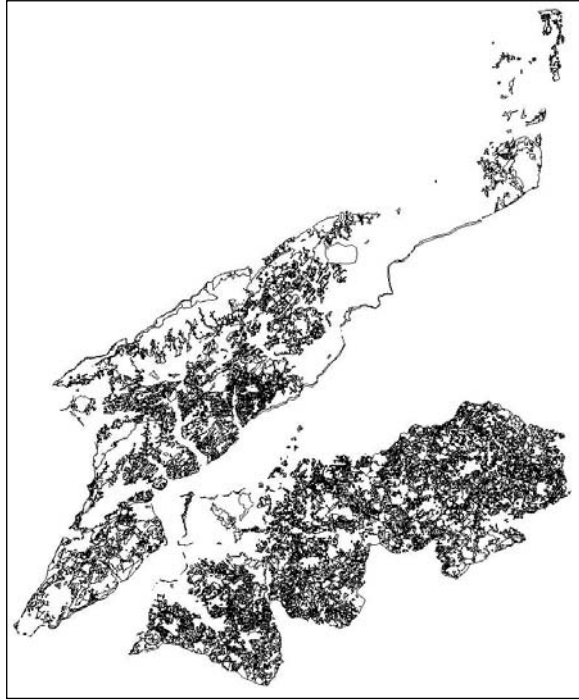
Şekil 5.1- 1 Haziran 1975 tarihli Landsat MSS uydu görüntüsü (sağda) ve kırmızı çizgilerle belirlenerek kesilmiş çalışma alanının Bant 2-4-1 renkli görüntüsü



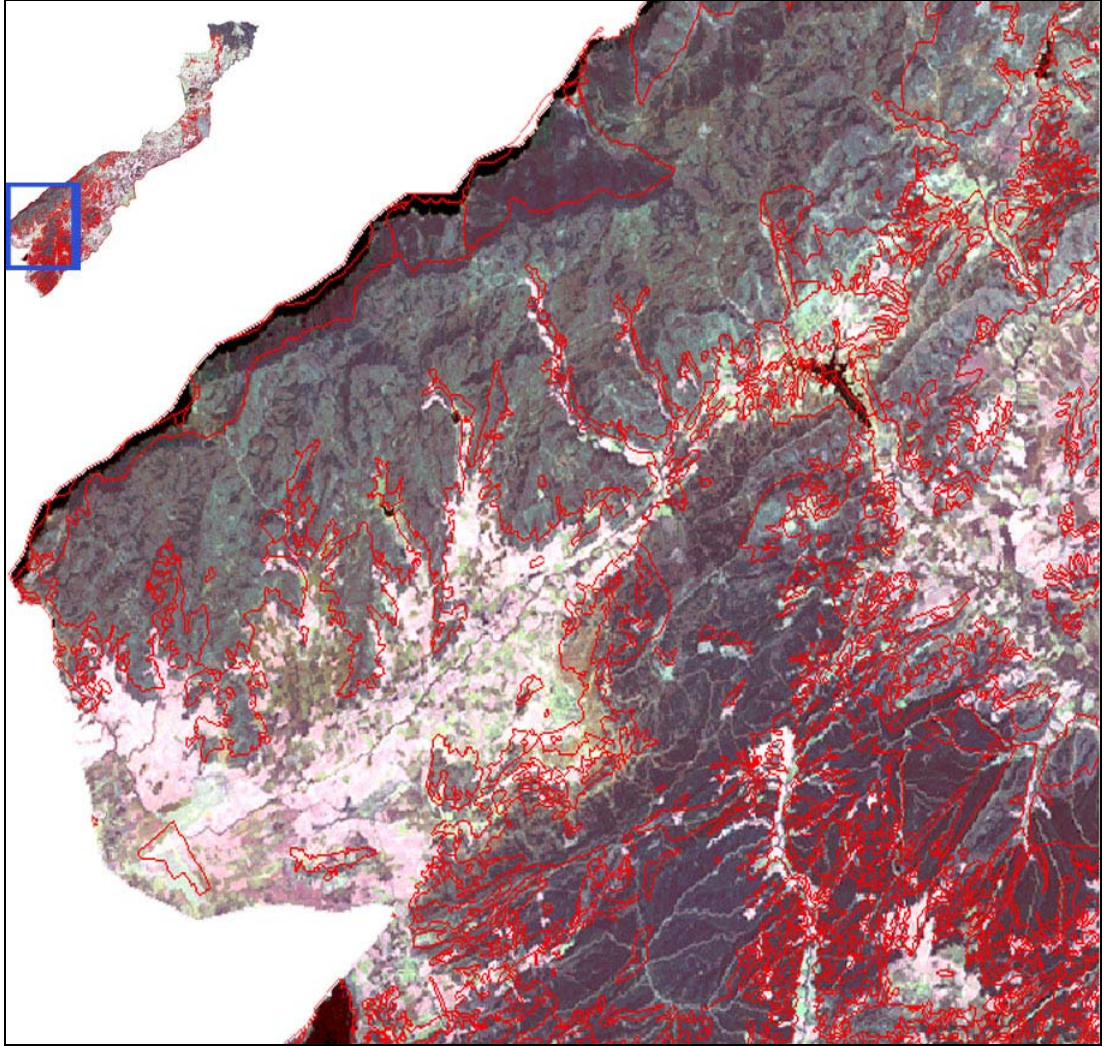
Şekil 5.2- 25 Temmuz 2000 tarihli Landsat7 ETM uydu görüntüsü (sağda) ve kırmızı çizgilerle belirlenerek kesilmiş çalışma alanının Bant 5-4-3 renkli görüntüsü



Şekil 5.3- Tez çalışma alanının içerdiği Çanakkale, Eceabat, Gelibolu, Umurbey Orman Şefliklerine ait sınırlar (Hedef alanlar kırmızı ile gösterilmiştir.)



Şekil 5.4– Orman Bölge Müdürlüğü Meşcere Haritalarının özet görünümü



Şekil 5.5– 2000 tarihli Çanakkale Gelibolu Orman Şeflik alanına ait kesilmiş uydu görüntüsü ve örnek olarak uydu görüntüsünün bir bölümü üzerine oturtulmuş meşcere haritaları (Kırmızı çizgiler meşcere bölge sınırlarını göstermektedir.)

5.4. Kullanılan Analiz ve Görüntüleme Yöntemleri

Tez çalışmalarında Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2001 yılı meşcere çalışmalarını tamamladıkları Çanakkale, Eceabat, Gelibolu, Umurbey Şeflik sınırları içerisindeki bölgede, önce uydu verilerinin arazi kullanım sınıflandırması yapılmıştır. Bu bölgedeki görüntüde su yüzeyleri (göl-sahil), tarımsal alanlar, orman alanları ve yerleşim alanı sınıfları, paralelkenar sınıflandırma yöntemi kullanılarak birbirinden ayrılmıştır. Daha sonra elde ettiğimiz orman alan türleri ile Orman Bölge Müdürlüğü'nün meşcere haritalarındaki orman alanları karşılaştırılmıştır.

Meşcere haritaları tarihinde de geçerli olacak arazi örtüsü sınıflarının bulunmasında Landsat ETM(2000) görüntüsü kullanılmıştır. Eğitimli sınıflandırma için, her sınıfa ait test alanlarını belirlemede, NDVI yöntemi ile oluşturulan bitki örtüsü ve bunun kümeleme ile sınıflandırılmasıyla elde edilen ön sınıflardan yararlanılmıştır.

Bu sınıfların eğitimi evresinde kullanılan diğer kaynaklar, Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere haritaları olmuştur. Meşcere haritaları sınıflandırma sonuçlarının doğruluk analizlerinde de, ağırlıklı olarak yer gerçeği şeklinde değerlendirilmiş ve özellikle orman türlerinin birbirinden ayrılmasında önemli katkılar sağlamıştır.

Yapılan çalışmaları aşağıdaki ana adımlar altında özetleyebiliriz:

- a) Çalışma alanlarının uydu görüntüsünden kesilip çıkarılması
- b) Görüntü zenginleştirme
- c) NDVI (Bitki İndisi)
- d) NDVI Kümeleme yöntemi ile sınıflandırılması
- e) Paralelkenar yöntemi ile eğitimli sınıflandırma
- f) Meşcere haritaları ile eğitimli sınıflandırmanın karşılaştırılması

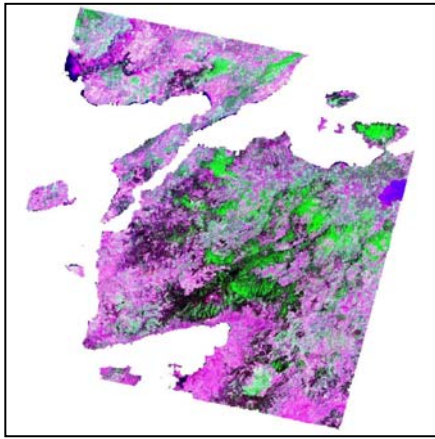
(a) Çalışma Alanının Uydu Görüntüsünden Kesilip Çıkarılması:

Çalışma alanı olarak Çanakkale ilinin tamamı değil, Çanakkale Merkez, Eceabat, Gelibolu ve Umurbey Orman şeflikleri seçilmiştir. Bu yüzden bu alanların uydu görüntüsünden kesilip çıkarılması (clipping/subsetting) gerekmektedir. Bu işlem için Çanakkale Orman Şefliklerine ait sınırlar kullanılmış ve bu sınırlara ait alanlar uydu görüntüsünden kesilmiştir.

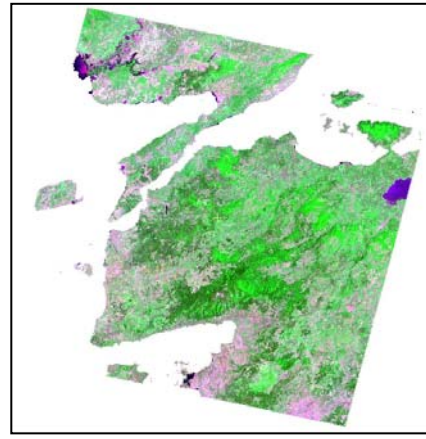
Bu işlem Geomatica Focus ekranında Tools-Clipping/Subsetting programı ile yapılarak çalışma alanı kesilmiştir. (Detaylı anlatım Ek 1’de verilmektedir.)

(b) Görüntü Zenginleştirme:

Uydu görüntülerinin görüntü zenginleştirme işlemlerinde, doğrusal zıtlık germe (linear contrast stretch) yöntemi kullanılmıştır. Özellikle 1975 yılı görüntüsü yansıma değerleri çok dar bir aralıkta sıkıştığı için bu görüntünün yansıma değerlerinin histogramının, histogram zenginleştirme ile tüm yansıma aralığına (0,255) dönüştürülmesi gerekmiştir. Böylece daha fazla bilgi içeren uydu görüntüleri ile çalışmaların devamı sağlanmıştır. (Detaylı anlatım Ek 2’de verilmektedir.) Bu görüntü zenginleştirme yöntemi Şekil 5.6’da Landsat 1975 görüntüsü üzerinde örneklenmektedir.

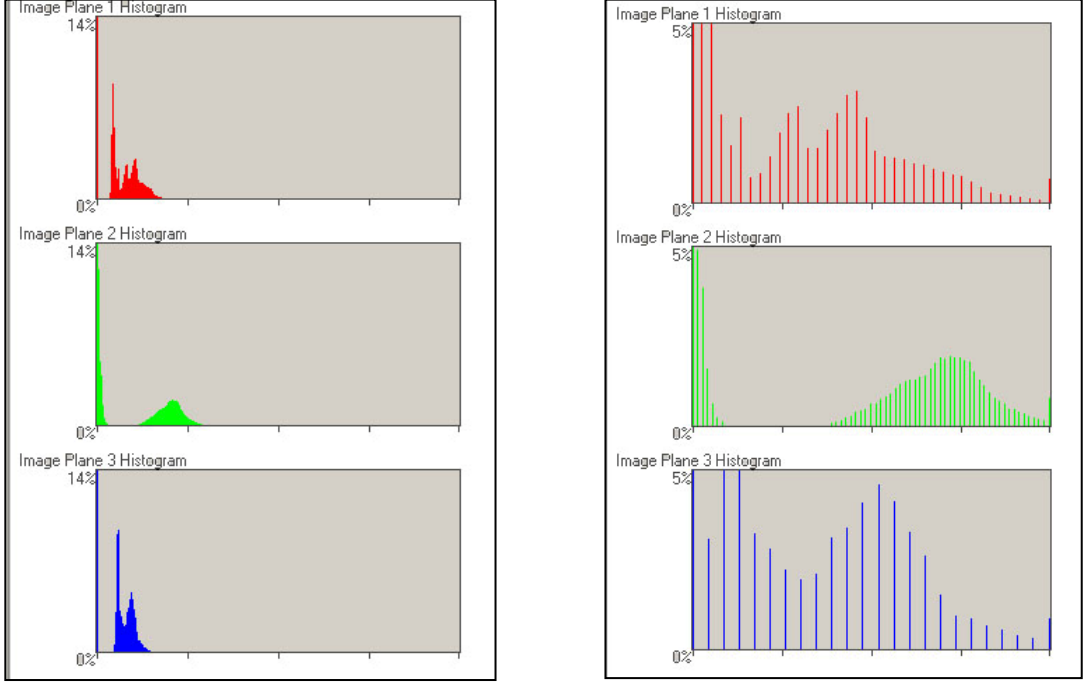


(a)



(b)

Şekil 5.6. – (a) 1975 tarihli özgün Landsat MSS uydu görüntüsü, (b) 1975 tarihli zenginleştirilmiş Landsat MSS uydu görüntüsü



(a)

(b)

Şekil 5.7. – (a) 1975 tarihli özgün Landsat MSS uydu görüntüsü histogramı (b) 1975 tarihli zenginleştirilmiş Landsat MSS uydu görüntüsü histogramı

(c) NDVI (Bitki İndisi) Çalışmaları

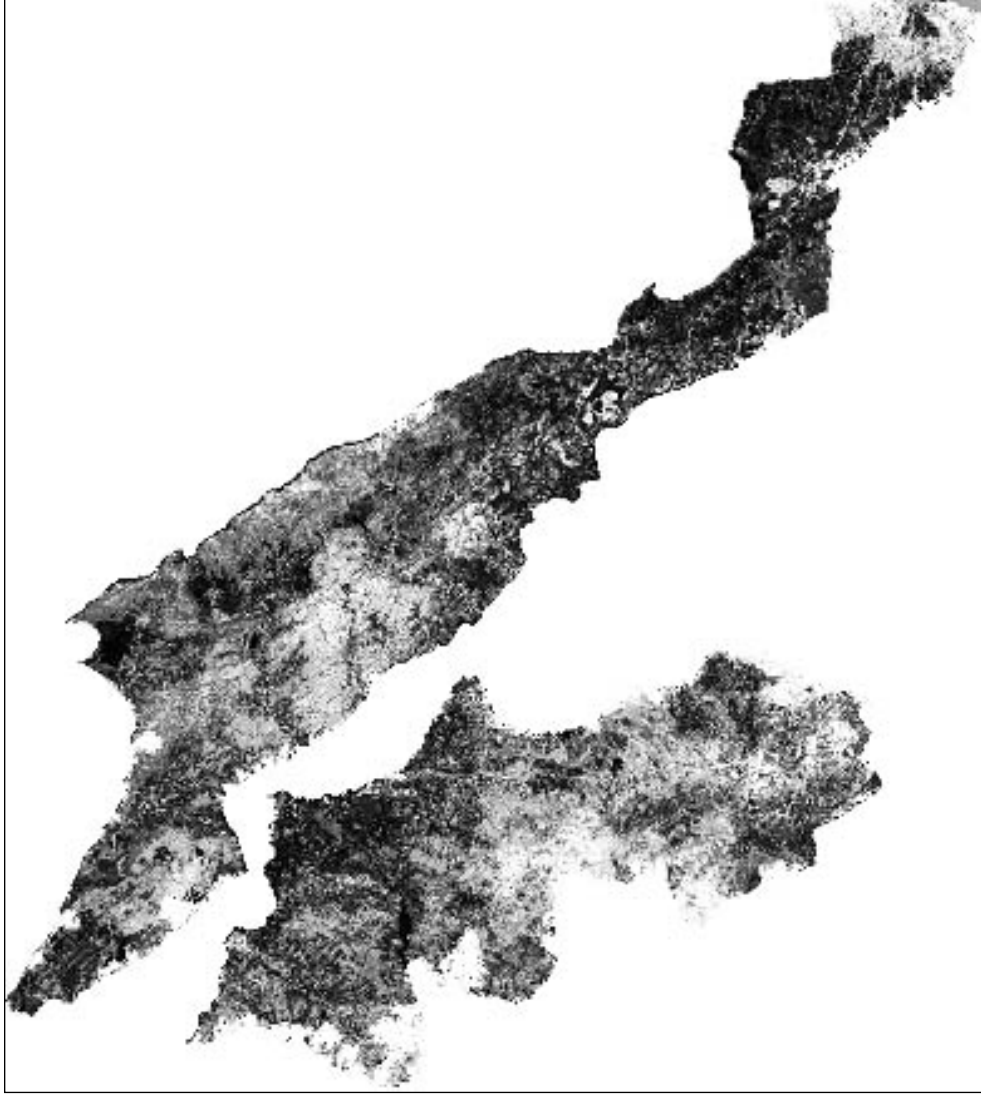
Bitkiler elektromanyetik spektrumun farklı kısımlarında farklı yansımaya değerlerine sahiptirler. Kırmızı bant bitkisel doku içerisinde klorofile duyarlıdır, kızılötesi bant ise klorofile hassastır. Bu sebeple yansımaya değerlerinin yüksek olduğu banttır.

NDVI formülü uydu görüntülerine uygulanarak sonuç bandı elde edilir. Sonuç bandında tonların beyaza yaklaştığı yerler yoğun bitki örtüsünü gösterirken siyaha yaklaştığı yerler bitki örtüsü bulunmayan alanları gösterir (Ayday ve Uz, 2004).

Bitki İndisi şu şekilde formüle edilir:

$$NDVI = (Bant4 - Bant3) / (Bant4 + Bant3)$$

Kullanılan PCI yazılımının Geomatica Focus Modülünün, Tools-EASI Modeling'de $NDVI = ((B4 - B3) / (B4 + B3)) * 128 + 127.5$ formülü ile elde ettiği NDVI değerleri 0-1 aralığından 0-255 aralığına dönüştürülmektedir. (Detaylı anlatım Ek 3'de verilmektedir.)

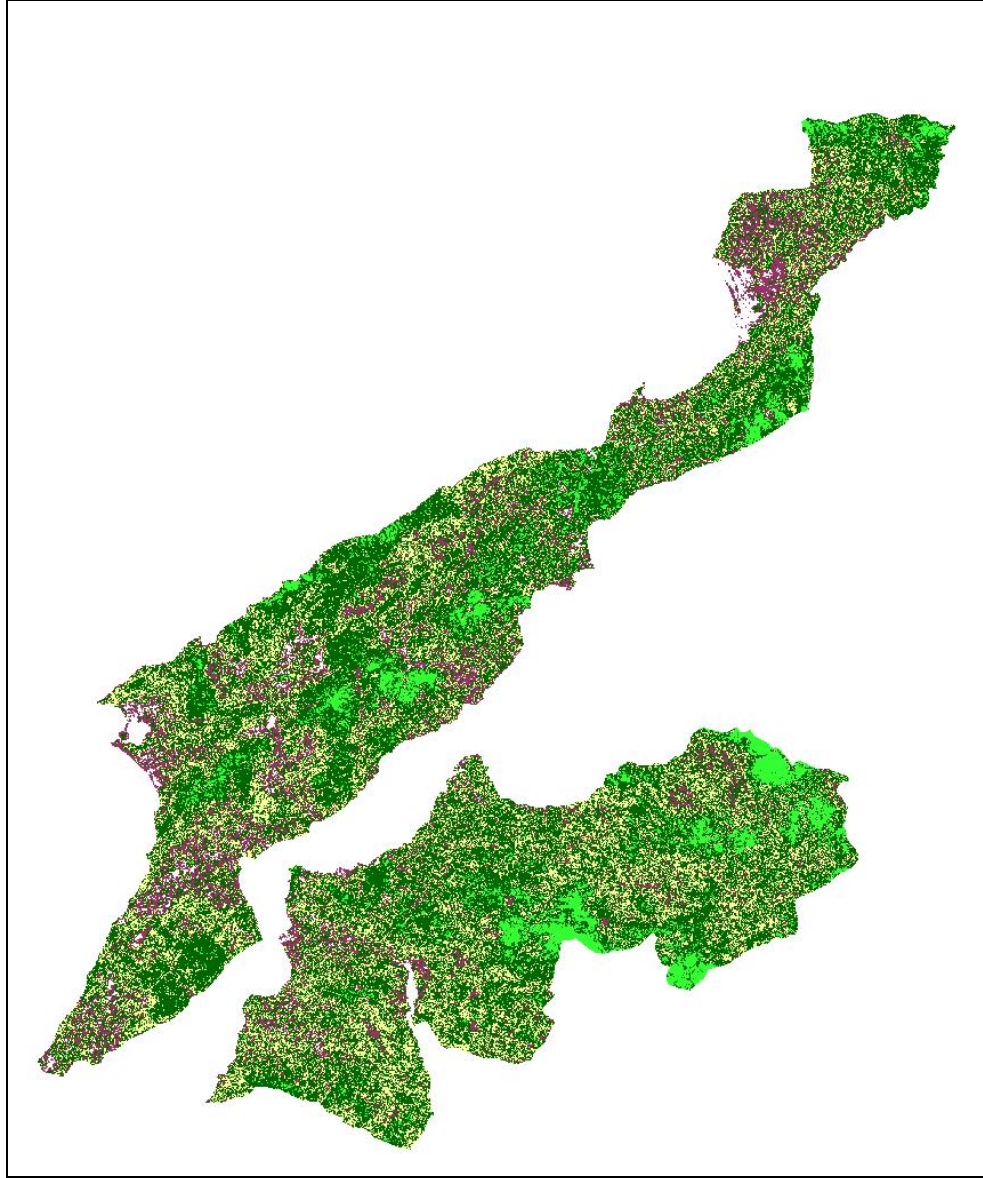


Şekil 5.8- NDVI indisi elde edilmiş ve gri ölçekli olarak haritalanmış 2000 yılı Landsat7 ETM uydu görüntüsü (açık renkler yüksek NDVI değeri)

(d) NDVI Kümeleme yöntemi ile sınıflandırılması:

Uydu görüntülerinde NDVI bitki indisi işlemi yapıldıktan sonra elde edilen bitki örtüsü verisinde orman türlerini belirlemek ve bu türlere ait ön bilgiye sahip olabilmek için eğitimsiz sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Başlangıçta, düşünülen daha fazla sınıf sayısı verilmesi, daha iyi bir sınıflandırma için uygun bir yöntemdir. Çünkü az sınıf sayısı verildiğinde, benzer fakat gerçekte farklı olan sınıflar (ıslak toprak alanları ile su kitleleri gibi) kolaylıkla birbirine karışmaktadır. Bu yöntemde sınıflar, veri bantlarındaki yansıma değerlerine bağlı olarak, benzer yeryüzü objelerinin doğal olarak kümelenmeleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Daha sonra bu kümelerin oluşturduğu sınıflar belirli renklere ve etiketlere atanmaktadır. Kümeleme işlemlerinden önce, NDVI değeri negatif (0'dan küçük) olanlar maskelenmiştir. Çünkü bu alanlar genellikle bitki olmayan alanları temsil etmektedir. (Ek 4 ve Ek 5'de detaylı anlatım verilmektedir.)

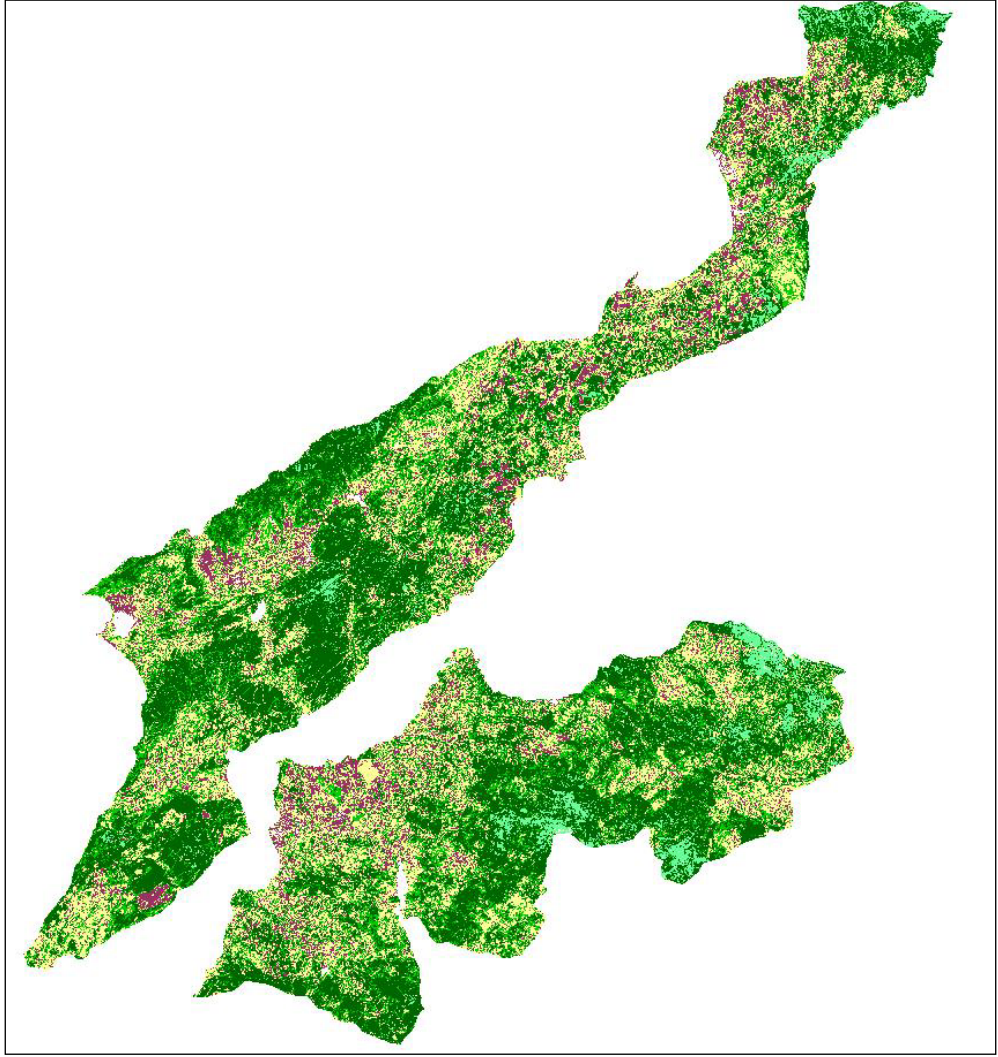
1975 yılına ait yer gerçeği olarak kullanılabilen harita bulunmadığından ve bulunması çok zor olduğundan, NDVI yöntemi sonucu elde edilecek sınıflardan yer gerçeği olarak faydalanılmıştır. NDVI kümeleme yöntemi sonucu elde edilen bu sınıflar, 1975 yılı uydu görüntüsünün eğitilmiş sınıflandırma işlemlerinde, eğitim seti alanlarının poligon olarak belirlenmesinde kullanılmıştır. NDVI yöntemi uygulanmış uydu görüntülerinde yapılan eğitimsiz sınıflandırma sonuçları 1975 ve 2000 yılları için sırasıyla Şekil 5.9 ile Şekil 5.10'da verilmiştir.



Sınıf Rehberi:



Şekil 5.9- 1975 yılı NDVI kümeleme sınıflandırma sonuçları



Sınıf Rehberi:



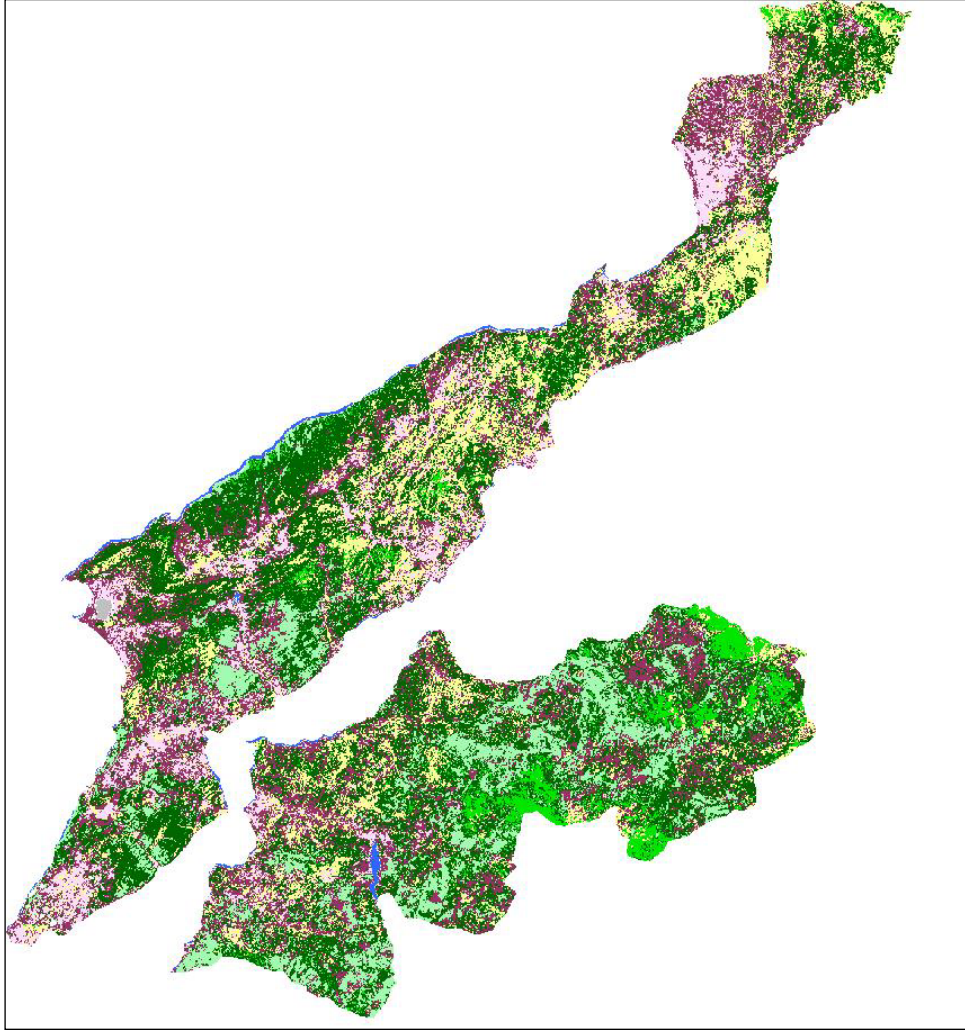
Şekil 5.10- 2000 yılı NDVI kemeleme sınıflandırma sonuçları

(e) Eğitimli Sınıflandırma :









Şimdi aynı görüntülerde eğitimli sınıflama yoluyla elde edilecek sonuçları gözden geçirelim. Eğitimli sınıflandırma işleminde çalışma alanının arazi örtüsü hakkında ön bilgiler kullanılarak sınıflandırma için gerekli olan istatistikî temel oluşturulmuştur. Bunun için ilk olarak sınıf sayısı ve bu sınıfların neler olması gerektiği belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu sınıfların her biri için görüntü üzerinden örnek pikseller için alanlar belirlenmiş, piksel gruplarından oluşan bu takıma eğitim seti (*training sets*) denir (Erdas Imagine Tour Guide, 2003). Örnek alanlar belirlenirken, bir sınıfı en iyi temsil eden piksellerin seçilmesine ve bu alanların kendi içerisinde homojen özellik göstermesine dikkat edilmiştir. Arazi çalışması yerine ağırlıklı olarak Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nden alınan 2001 meşcere haritalarından yer gerçeği olarak faydalanılmıştır. Meşcere haritaları sayısal ortamda uydu görüntüleriyle üst üste gelecek şekilde görüntülerle karşılaştırılarak denetleme işlemleri yapılmıştır.

Burada, eğitimli sınıflandırma yöntemlerinden en yüksek benzerlik (Maximum Likelihood) ve paralelkenar (Parallelepiped) yöntemleri kullanılmıştır. (Eğitimli sınıflandırma işleminde uygulanan adımların detaylı anlatımı Ek 6'da verilmektedir.)

1975 ve 2000 yıllarına ait paralelkenar yöntemi ile elde edilen eğitimli sınıflandırma sonuçları Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'te, nümerik sonuçlar ise Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.4'de verilmiştir. 1975 ve 2000 görüntülerinde paralelkenar sınıflandırma yöntemi sonucu her sınıfa ait eğitim setinin kendi sınıflandırma doğruluklarını veren istatistik değer tabloları ise Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.5'de verilmiştir. Bu çizelgelere ait hesap detayları Ek 7'de takip edilebilir.



Sınıf Rehberi:

	Çam1		Çam2-Baltalık		Ot		Meşe
	Tarım1		Tarım2		Tuz Gölü		Su Yüzeyleri

Şekil 5.11- 1975 yılı Paralelkenar sınıflandırma sonuçları

Çizelge 5.2- 1975 yılı paralelkenar yönteminde elde edilen sınıf alanları ve yüzdelere (4 şefliğin tamamı için)

	Sınıflar	Alan (ha)	Yüzde(%)
1	Çam1	23270	11,40
2	Çam2 ve Baltalık	74007	36,50
3	Meşe	9147	4,50
4	OT	33412	16,40
5	Tarım1	17347	8,50
6	Tarım2	43506	21,40
7	Tuz Gölü	317	0,15
8	Su Yüzeyleri	1542	0,76
	Toplam (4 şeflik)	202548	99,61

Çizelge 5.3- 1975 Paralelkenar Karışma Matrisi (*Confusion Matrix*) değerleri

	Sınıflar	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Meşe	0,14	83,22	0,00	0,00	0,08	8,94	0,08	0,54	7,01
2	Tuz Gölü	2,63	0,00	97,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Göl-Sahil	2,81	0,00	0,00	96,42	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Çam1	1,75	0,03	0,00	0,00	90,23	0,01	0,02	2,28	5,68
5	OT	0,78	3,69	0,00	0,00	0,00	84,06	1,13	1,39	8,96
6	Tarım1	0,81	0,00	0,00	0,00	0,05	0,64	92,66	5,77	0,07
7	Tarım2	0,29	0,00	0,00	0,00	1,39	1,24	5,83	85,08	6,17
8	Çam2-Baltalık	0,00	5,16	0,00	0,00	5,87	13,17	0,16	3,61	72,03

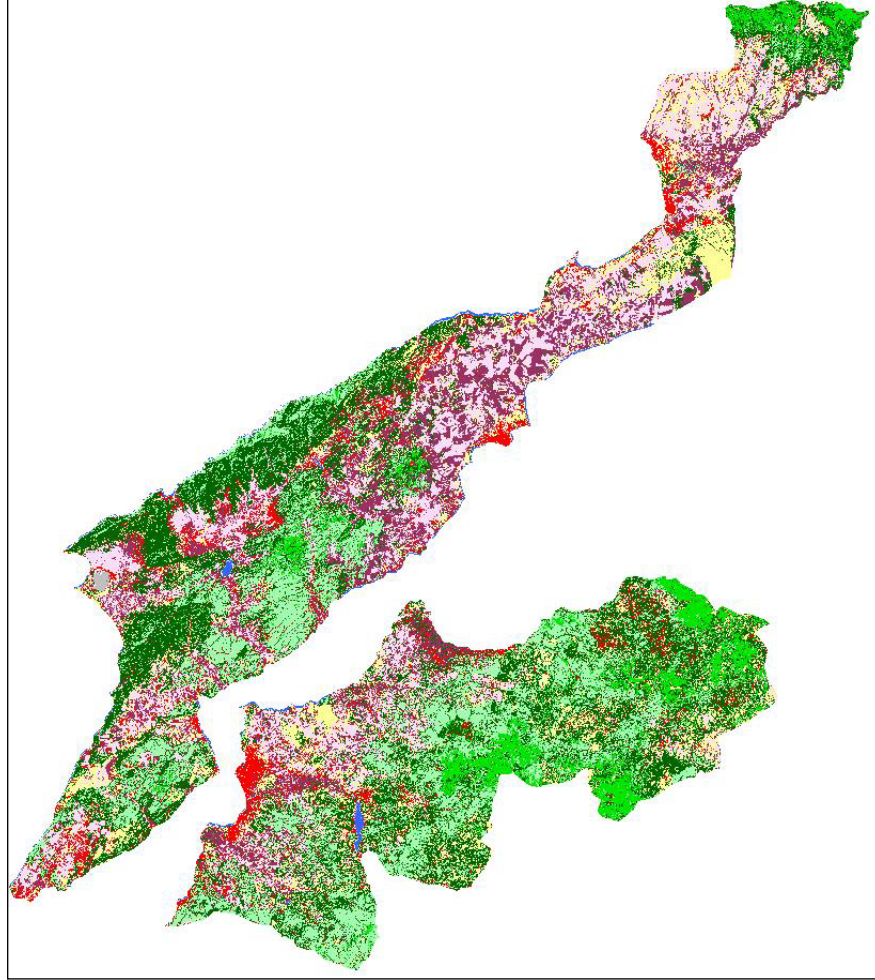
Ortalama Doğruluk(*Average accuracy*)= 87,63

Toplam Doğruluk(*Overall accuracy*)= 83,59










1975 görüntüsünde tüm sınıflar ele alındığında ortalama doğruluk değeri %88, toplam doğruluk değeri % 84 olarak elde edilmiştir. Orman1 sınıfının Meşe, Orman2 sınıfının Çam, Orman3 sınıfının OT (*orman toprağı*), Orman4 sınıfının ise Çam ve Baltalık ağaç olduğu meşcere haritaları kullanılarak belirlenmiştir. Orman4 sınıfı en karmaşık sınıf olmuştur. Bunların doğruluk ve birbirlerine karışma oranlarını özetleyen ‘Karışma’ matrisleri 1975 yılı paralelkenar yöntemi için Çizelge 5.3’de, 2000 yılı için aynı yöntemle Çizelge 5.5’de verilmiştir.

1975 Karışım matrisi % 87 civarında ortalama doğruluk oranına sahipken, 2000 yılı verilerinde bu oran % 91’e yükselmiştir. 2000 yılı görüntüsünün sahip

olduğu daha yüksek radyometrik ve tayfsal çözünürlüğü bu artışın en temeldeki nedeni olmaktadır. Sınıflar arasında en yüksek karışmaların Tarım1 ve Tarım2 sınıfları arasında (% 6, % 6 ile) olduğu görülmektedir. 8 nolu Çam2-Baltalık sınıfı diğerleri ile en çok karışan sınıftır ve Meşe ile % 5, Çam1 ile % 6 ve otlaklarla % 13 oranında karışma (yanlış sınıflama) mümkündür.



Sınıf Rehberi:

	Çam		Ag-Balta		Meşe		Ot		Yerlesim
	Tarım1		Tarım2		Tuz Gölü		Su Yüzeyleri		

Şekil 5.12- 2000 yılı Paralelkenar sınıflandırma sonuçları

Çizelge 5.4- 2000 yılı paralelkenar yönteminde elde edilen sınıf alanları ve yüzdeler (4 şefliğin tamamı için)

	Sınıflar	Alan (ha)	Yüzde(%)
1	Çam	33507	16,60
2	Ağaçlandırma-Baltalık (Ag-Balta)	53750	26,60
3	Meşe	12180	6,00
4	OT	28383	14,00
5	Tarım1	31682	15,70
6	Tarım2	27602	13,70
7	Yerleşim	12788	6,30
8	Tuz Gölü	407	0,20
9	Su Yüzeyleri	1300	0,64
	Toplam (4 şeflik)	201599	99,74

Çizelge 5.5- 2000 Paralelkenar Karışma Matrisi (*Confusion Matrix*) değerleri

	Sınıflar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Tuz Gölü	1,37	97,67	0,00	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,14
2	Göl-Sahil	4,05	0,29	95,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	OT	0,70	0,00	0,00	82,17	5,18	0,75	3,77	0,06	0,18	7,20
4	Tarım1	0,15	0,00	0,00	1,44	96,71	1,33	0,23	0,02	0,01	0,12
5	Tarım2	0,30	0,00	0,00	1,83	2,42	88,47	2,78	0,20	0,40	3,61
6	Yerleşim	0,80	0,00	0,00	3,28	0,00	2,11	93,15	0,00	0,00	0,66
7	Meşe	0,06	0,00	0,00	0,22	0,02	0,46	0,12	90,88	3,33	4,90
8	Çam	0,00	0,00	0,00	0,19	0,01	0,50	0,09	3,68	84,58	10,94
9	Ağaçlan-Baltalık	0,01	0,00	0,00	6,84	0,15	1,29	2,09	1,87	11,46	76,30

Ortalama Doğruluk(*Average accuracy*)= 90.56

Toplam Doğruluk(*Overall accuracy*)= 98.50

2000 görüntüsünde tüm sınıflar ele alındığında ortalama doğruluk değeri %91, toplam doğruluk değeri % 99 olarak elde edilmiştir. Orman1 sınıfının Meşe, Orman2 sınıfının Çam, Orman3 sınıfının OT (*orman toprağı*), Orman4 sınıfının ise Ağaçlandırma ve Baltalık ağaç olduğu meşcere haritaları kullanılarak belirlenmiştir. Orman4 sınıfı yine en karmaşık sınıf olmuştur. 1975'te olmayan Yerleşim alanları sınıfı %93'lük doğrulukla belirlenebilmiştir.

(f)Meşçere Haritalarıyla Karşılaştırma:

Meşçere haritalarından yararlanarak bölgedeki ormanlık toplam alan ve orman türlerine ait alanlar tespit edilmiştir. Çizelge 5.6'daki toplam alan tüm çalışma alanının %65'idir. Geri kalan % 35'lik alan ise yerleşim, tarımsal alanlar ve su yüzeyleri olmaktadır. Çizelge 5.4 ile Çizelge 5.6 arasındaki toplam alanlar arasındaki 201599-187985=13610 ha alan ise meşçere haritalarına girmeyen (su yüzeyleri v.b.) veya kontrol edilmeyip meşçere haritalarına işlenmeyen alanlara aittir.

Çizelge 5.6- Meşçere Haritaları orman sınıfları ve alanları

Sınıf	Alan(Ha)	Yüzde(%)
Çam	62567	33,20
Baltalık-Ağaçlandırma	47578	25,30
Meşe	4656	2,40
OT (Orman Toprağı)	6648	3,50
Toplam Alan	121449	65,40
Geri Kalan Alan	66536	34,60
Toplam Çalışma Alanı	187985	100

Paralelkenar eğitilmiş sınıflama yöntemi ile elde edilen 1975 ve 2000 uydu görüntülerine ait sınıf değerleri ve meşçere harita değerleri alan ve yüzde olarak Çizelge 5.7'da gösterilmiştir.

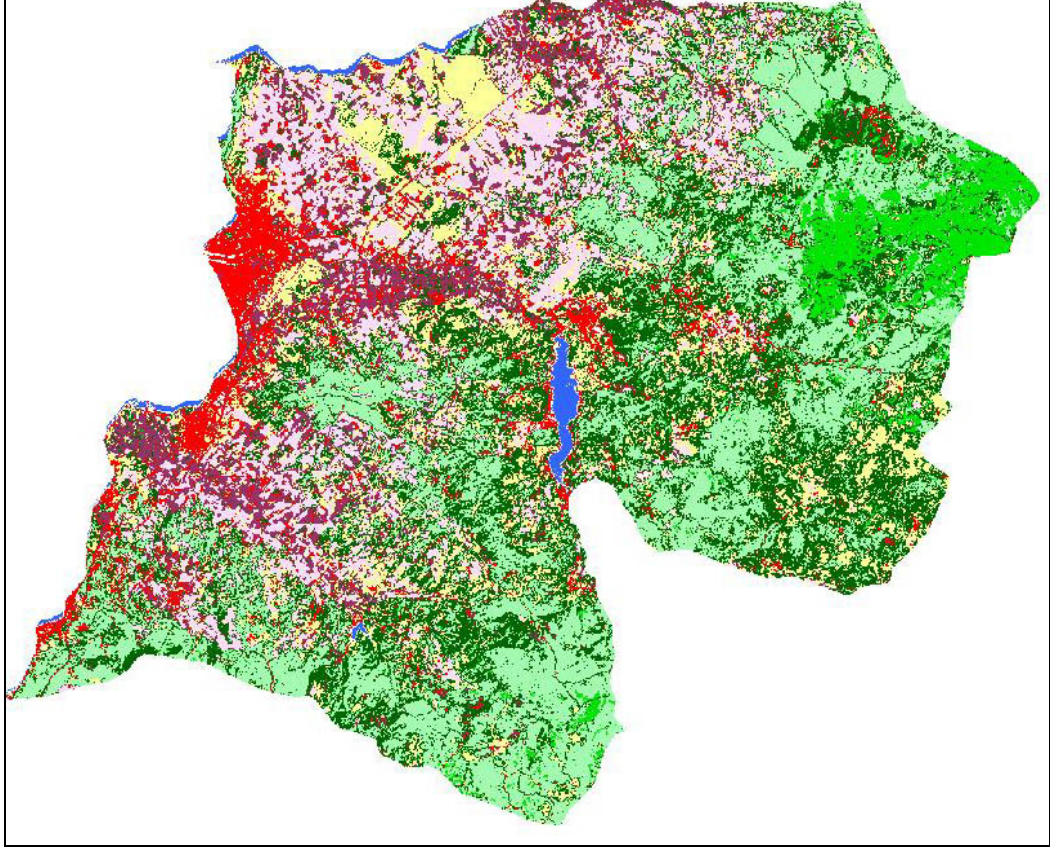
Çizelge 5.7- Uydu Meşçere sınıflarının karşılaştırılması

Sınıf	1975 Landsat MSS		2000 Landsat7 ETM		2001 Meşçere	
	Alan(Ha)	%	Alan(Ha)	%	Alan(Ha)	%
Çam	23270	11,50	33507	16,50	62567	30,80
Çam-Baltalık	74007	36,40	53750	26,50	47578	23,50
Meşe	9147	4,50	12180	6,00	4656	2,30
OT	33412	16,50	28383	14,00	6648	3,30
Sınıflara ait Toplam Alan	139836	68,90	127820	63,00	121449	59,80









Bu genel değerlendirme sonrasında Orman Bölge Şefliklerine ait bölgeler ayrıca ele alınmıştır. Bunlara ait sonuçlar Bölüm 5.5'de verilecektir.

5.5. Şefliklere Ait Sınıflandırma Sonuçları

Çanakkale Merkez Şeflik:



Sınıf Rehberi:

	Çam		Ag-Balta		Meşe		OT		Yerleşim
	Tarım1		Tarım2		Su Yüzeyleri				

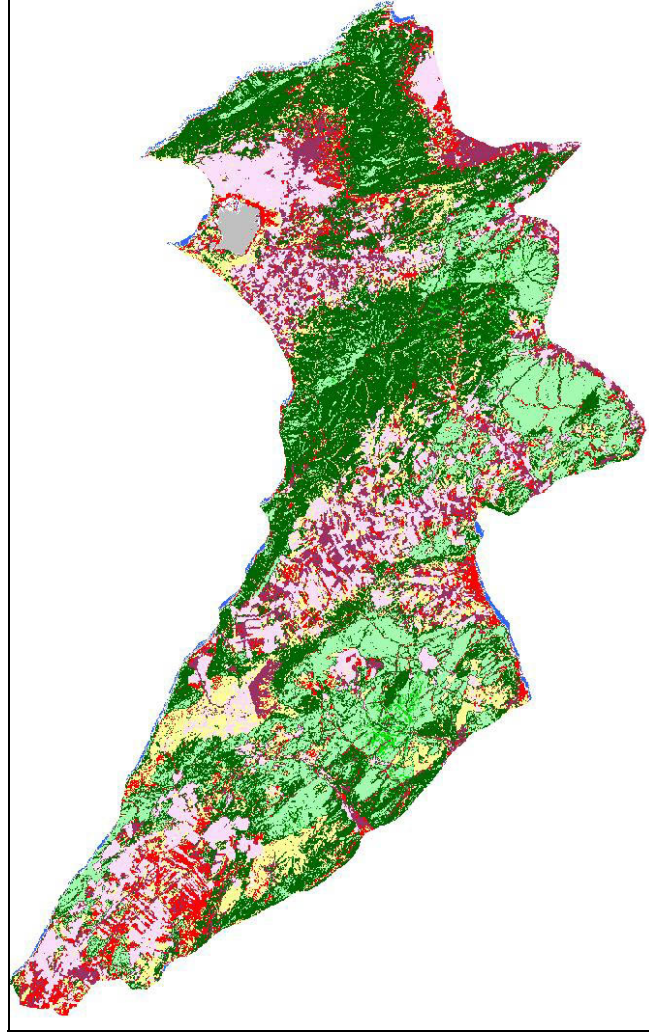
Şekil 5.13- 2000 yılı uydu görüntüsü Çanakkale Merkez Şefliği Paralelkenar sınıfları

Çizelge 5.8- 2000 uydu görüntüsü Çanakkale Merkez Şefliği Sınıf alanları (Ha)










Sınıf	Çam	AB*	Meşe	OT	Yer.*	T1*	T2*	S.Y.
Alan (ha)	11034	11797	2092	6522	3248	5723	4630	364
Yüzde(%)	24,30	26,00	4,60	14,30	7,10	12,60	10,20	0,80

*: T1=Tarım1, T2=Tarım2, AB=Ağaçlandırma-Baltalık, Yer=Yerleşim, S.Y.=Su Yüzeyleri

Eceabat Şeflik :



Sınıf Rehberi:

	Çam		Ag-Balta		Meşe		OT		Yerleşim
	Tarım1		Tarım2		Su Yüzeyleri		Tuz Gölü		

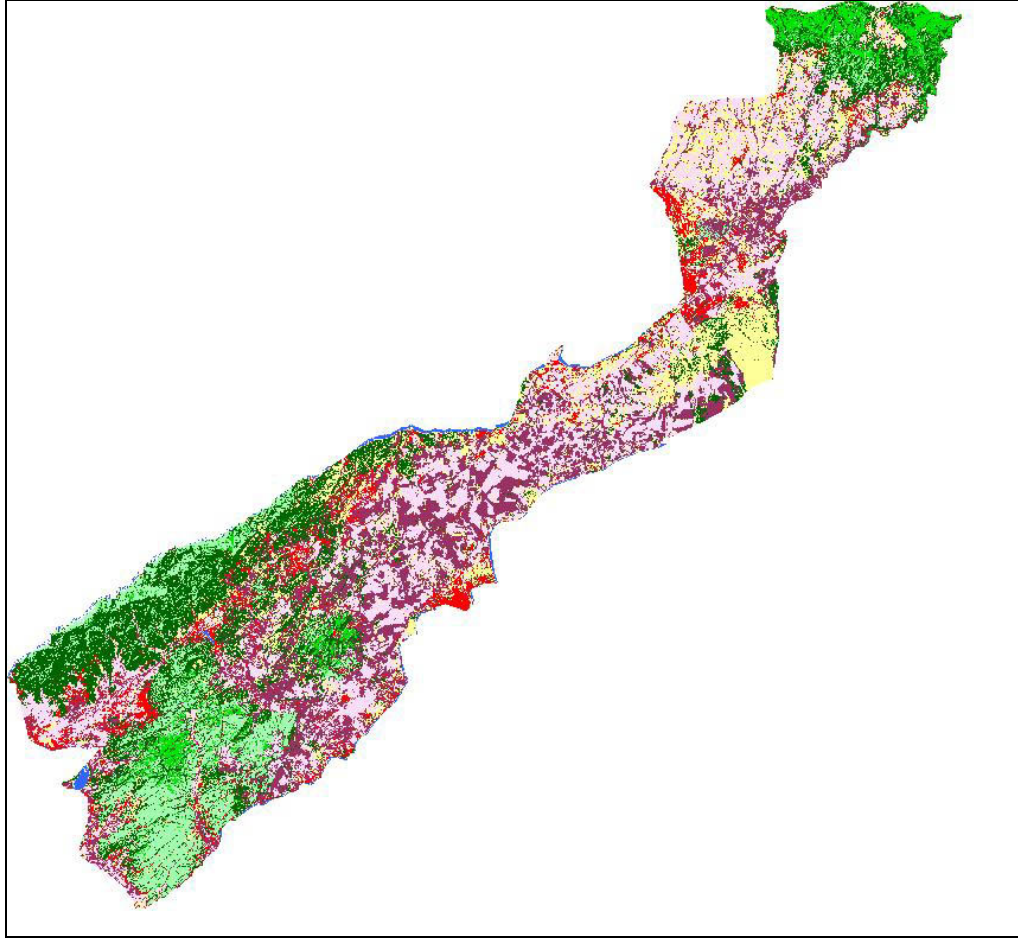
Şekil 5.14- 2000 yılı uydu görüntüsü Eceabat Şefliği Paralelkenar sınıfları

Çizelge 5.9- 2000 uydu görüntüsü Eceabat Şefliği Sınıf alanları (Ha)









Sınıf	Çam	AB*	Meşe	OT	Yer.*	T1*	T2*	S.Y.	T. G.
Alan (ha)	5578	11557	237	4371	2622	5288	3831	200	242
Yüzde(%)	16,50	34,00	0,70	12,90	7,70	15,60	11,30	0,60	0,70

*: T1=Tarım1, T2=Tarım2, AB=Ağaçlandırma-Baltalık, Yer=Yerleşim, S.Y.=Su Yüzeyleri

Gelibolu Şeflik :



Sınıf Rehberi:

	Çam		Ag-Balta		Meşe		OT		Yerleşim
	Tarım1		Tarım2		Su Yüzeyleri				

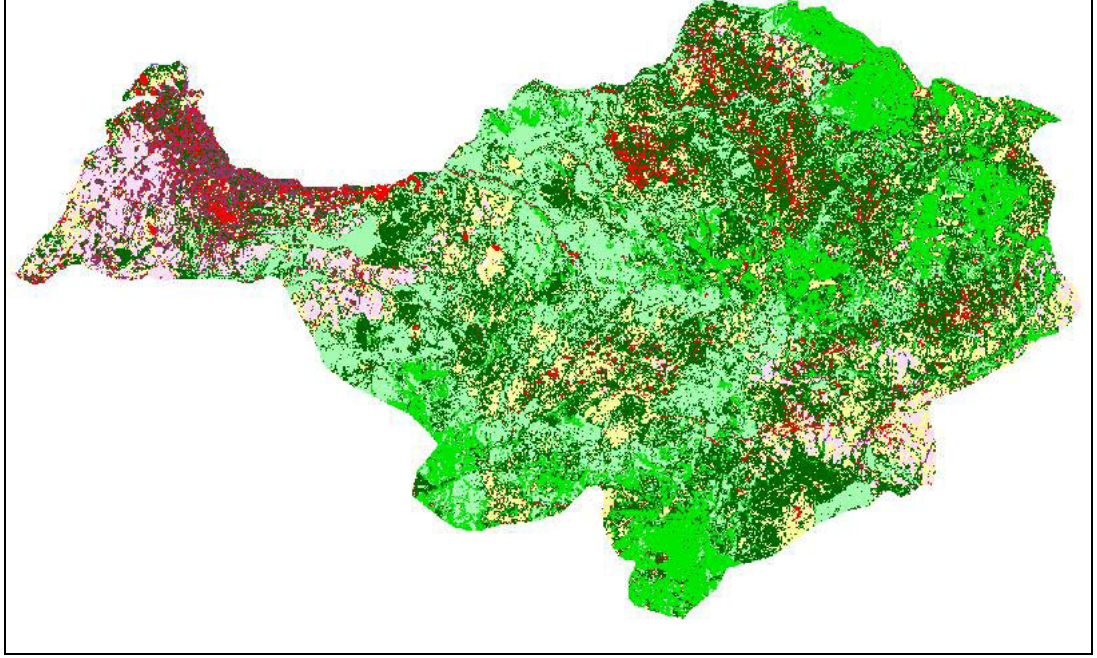
Şekil 5.15- 2000 yılı uydu görüntüsü Gelibolu Şefliği Paralelkenar sınıfları

Çizelge 5.10- 2000 uydu görüntüsü Gelibolu Şefliği Sınıf alanları (Ha)









Sınıf	Çam	AB*	Meşe	OT	Yer.*	T1*	T2*	S.Y.
Alan (ha)	8277	16124	3345	11611	5032	18377	17157	611
Yüzde(%)	10,30	20,00	4,20	14,40	6,30	22,80	21,30	0,80

* : T1=Tarım1, T2=Tarım2, AB=Ağaçlandırma-Baltalık, Yer=Yerleşim, S.Y.=Su Yüzeyleri

Umurbey Şeflik :



Sınıf Rehberi:

	Çam		Ag-Balta		Meşe		OT		Yerleşim
	Tarım1		Tarım2		Su Yüzeyleri				

Şekil 5.16- 2000 yılı uydu görüntüsü Umurbey Şefliği Paralelkenar sınıfları

Çizelge 5.11- 2000 uydu görüntüsü Umurbey Şefliği Sınıf alanları (Ha)

Sınıf	Çam	AB*	Meşe	OT	Yer.*	T1*	T2*	S.Y.
Alan (ha)	8457	14000	6394	5692	1771	2210	1859	6,8
Yüzde(%)	20,90	34,66	15,83	14,10	4,38	5,47	4,60	0,01

* : T1=Tarım1, T2=Tarım2, AB=Ağaçlandırma-Baltalık, Yer=Yerleşim, S.Y.=Su Yüzeyleri

BÖLÜM 6

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada, 1975 ve 2000 yılları arasında orman alanlarında meydana gelen değişimler Landsat uydu görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. 1975 ve 2000 yılına ait uydu verileri sınıflandırılmış ve sınıflandırılmış görüntüler karşılaştırmadan önce, her yıl için yapılan sınıflandırmaların sınıflarına ait ve toplam doğruluk yüzdeleri analiz edilmiştir. Toplam doğruluk değerleri 1975 yılı için %84, 2000 yılı için %99 olarak elde edilmiştir ve her ikisi de kabul edilebilir düzeyin (%80) üzerindedir. 1975 yılı sınıflandırma işlemlerinde yer gerçeği için haritalar bulunamadığı için NDVI(Bitki indisi) analizi yapılmış ve bundan yer gerçeği olarak faydalanılmıştır. 2000 yılı sınıflandırma işlemlerinde ise Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nden alınan 2001 tarihli meşcere haritaları yer gerçeği olarak kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü ile ormancılık açısından değerlendirilmiş, sahip oldukları veriler ile kıyaslanarak tartışılmış ve sonuçlar hakkında yorumları alınmıştır. Bu yorumlara da değerlendirmede yer verilmiştir.

1975 uydu görüntüsünde orman türleri Çam1, Meşe, OT ve Çam2-Baltalık olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Sınıflandırma sonucu Meşe % 83, Çam1 % 90, OT % 84, Çam2-Baltalık ise %72 doğrulukla sınıflandırılmıştır. Çam2-Baltalık sınıfı en karmaşık sınıf olmuştur. Bu sınıf Çam1 ve OT sınıfları ile karışmakta ve birbirlerinden tam olarak ayıramamaktadır. Tarım alanları da 2 sınıfa ayrılmış ve karışma oranı % 6 olmuştur.

2000 uydu görüntüsünde orman türleri Meşe, Çam, OT ve Ağaçlandırma-Baltalık olarak 4 sınıfa ayrılmıştır. Sınıflandırma sonucu Meşe %91, Çam %85, OT %82, Ağaçlandırma-Baltalık %76 doğrulukla sınıflandırılmıştır.. Ağaçlandırma-Baltalık sınıfı en karmaşık sınıf olmuş ve diğer orman sınıflarıyla karışmıştır. Sınıflandırma sonuçlarında elde edilen karışıklık matrisine bakıldığında Ağaçlandırma-Baltalık sınıfının Çam sınıfı ile %10, OT sınıfı ile %7 oranlarında karıştığı görülmektedir. Yerleşim alanları ise Tarım ve OT sınıfları ile karışmakta, bu

da bize kent içinde ekili alanlar olduğunu göstermektedir. Tarım alanları ise 2 sınıfa ayrılmıştır. Tarım sınıfı ise düşük bir yüzde de olsa OT ve Yerleşim sınıfları ile karışmaktadır.

1975 ile 2000 yılı sonuçları karşılaştırılması sonucu görünen arazi kullanımı değişimlerinin yüksek değerlerle karşımıza çıkması ormancılık açısından yorumlanınca, tarım arazilerindeki artışın karşılandığı diğer arazi kullanım şekillerinin tamamen OT sahalarına veya Bozuk Çam ve Baltalık sahalarına bağlamak doğru olmayacaktır. Orman içi açıklık ve Bozuk Çam sınıflarının en kolay dönüşüme açık alanlar olduğu bir gerçektir. Ancak bu dönüşümü her yerde aynı ölçüde görmek mümkün değildir.

Yerleşim alanları civarında toprak kazanma ve orman ürünlerinden faydalanma baskısı daha fazla olduğundan buralardaki dönüşüm açıklanabilmektedir. Bunun yanında göç ile boşaltılan yada nüfus yoğunluğu azalan yerlerde orman örtüsü geçmişte orman içi açıklık olan alanlarda daha yoğun olarak gelişmiş ve orman niteliğine bürünmüştür. Yoğun olmayan ormanlık alanlar da daha kapalı hale dönüşebilmektedir.

Yıllara göre orman alanları kıyaslandığında;

1975- 2000 Orman Alanlarının Karşılaştırılmaları

Orman alanları 1975 yılı uydu görüntüsünde ve 2000 yılı uydu görüntüsünde kıyaslandığında, 2000 yılı uydu görüntüsü bitki örtüsünde toplam 12016 hektar (% 5,9) azalma olduğu görülmüştür. Çizelge 5.5 ile Çizelge 5.7 incelendiğinde 1975 yılındaki bazı ormanlık alanların, 2000 yılında yerleşim alanlarına (12788 ha) dönüştüğü görülmektedir. Orman sınıflarında meydana gelen diğer değişimler Çizelge 6.1’de verilmiştir.

Çizelge 6.1- 1975-2000 uydu orman sınıfları değişim tablosu (4 şeflik toplamı)

Sınıf	Şeflik	1975 Landsat MSS		2000 Landsat7 ETM		Değişim	
		Alan(Ha)	%	Alan(Ha)	%	Alan(Ha)	%
Çam	Merkez	8711	19,10	11034	24,30	2323	5,20
	Umurbey	7885	19,38	8457	20,90	572	1,52
	Eceabat	3366	9,93	5578	16,50	2212	6,57
	Gelibolu	3200	3,95	8277	10,3	5077	6,35
Çam-Baltalık	Merkez	16899	37,10	11797	26,00	-5102	-11,10
	Umurbey	16082	39,53	14000	34,66	-2082	-4,87
	Eceabat	11700	34,51	11557	34,00	-143	-0,51
	Gelibolu	28994	35,84	16124	20,00	-12870	-15,84
Meşe	Merkez	1921	4,21	2092	4,60	171	0,39
	Umurbey	4830	11,87	6394	15,83	1564	3,96
	Eceabat	190	0,56	237	0,70	47	0,14
	Gelibolu	2160	2,67	3345	4,20	1185	1,53
OT	Merkez	6076	13,30	6522	14,30	446	1,00
	Umurbey	3923	9,70	5692	14,10	1769	4,40
	Eceabat	3668	10,82	4371	12,90	703	2,08
	Gelibolu	19522	24,13	11611	14,40	-7911	-9,73
Toplam	Merkez	45593	100,00	45410	100,00		
	Umurbey	40676	100,00	40390	100,00		
	Eceabat	33900	100,00	33926	100,00		
	Gelibolu	80888	100,00	80534	100,00		

Çizelge 6.1 incelendiğinde, Merkez Şeflikteki Çam-Baltalık alanlardaki %11 oranındaki azalma, %5 oranında Çam alanlarına (Çizelge 6.1), %3 oranında Tarım alanlarına (Çizelge 5.8), %4 oranında yerleşim alanlarına (Çizelge 5.8) dönüşmüştür.

Gelibolu Şefliğindeki Çam-Baltalık ve OT alanlarındaki toplam %26 oranındaki azalma ise, %12 oranında Tarım alanlarına (Çizelge 5.10), %6 oranında Yerleşim alanlarına (Çizelge 5.10), %6 oranında Çam alanlarına (Çizelge 6.1), %2 oranında Meşe alanlarına (Çizelge 6.1) dönüşmüştür.

Değişim genel olarak Çam-Baltalık alanlarında olmuştur. Bu alanlardaki kayıplar da büyük oranda Çam, Tarım ve Yerleşim alanlarına dönüşmüştür.

1975 Uydu - 2001 Meşcere Orman Alanlarının Karşılaştırılmaları

Orman alanları, 1975 yılı uydu görüntüsünde ve 2001 yılı meşcere haritalarında kıyaslandığında (Çizelge 6.2) 2001 yılında bitki örtüsünde toplam 18387 hektar (% 9) azalma olduğu görülmüştür. 2001 yılında 1975 yılına oranla çamlık alanlarda % 19'luk artış, çam ve baltalık alanlarda % 13'lük kayıp, meşe alanlarında % 2'lik kayıp, OT (Orman Toprağı) alanlarda % 13'lük kayıp vardır.

Çizelge 6.2- 1975 uydu-2001 meşcere orman sınıfları değişim tablosu (4 şeflik toplamı)

Sınıf	1975 Landsat MSS		2001 Meşcere		Değişim	
	Alan(Ha)	%	Alan(Ha)	%	Alan(Ha)	%
Çam	23270	11,5	62567	30,8	39297	19,3
Çam-Baltalık	74007	36,4	47578	23,5	-26429	-12,9
Meşe	9147	4,5	4656	2,3	-4491	-2,2
OT	33412	16,5	6648	3,3	-26494	-13,2
Toplam	139836	68,9	121449	59,8	-18387	-9,1

2000 Uydu – 2001 Meşcere Orman Alanlarının Karşılaştırılmaları

Orman alanları, 2000 yılı uydu görüntüsünde ve 2001 yılı meşcere haritalarında kıyaslandığında (Çizelge 6.3) 2001 yılında bitki örtüsünde toplam 6371 hektar (% 3) azalma olduğu görülmüştür. 2001 yılında 2000 yılına oranla çamlık alanlarda % 14'lük artış, çam ve baltalık alanlarda % 3'lük kayıp, meşe alanlarında % 4'lük kayıp, OT (Orman Toprağı) alanlarda % 11'lik kayıp olduğu görülmüştür.

Çizelge 6.3- 2000 uydu-2001 meşcere orman sınıfları değişim tablosu (4 şeflik toplamı)

Sınıf	2000 Landsat7 ETM		2001 Meşcere		Değişim	
	Alan(Ha)	%	Alan(Ha)	%	Alan(Ha)	%
Çam	33507	16,5	62567	30,8	29060	14,3
Çam-Baltalık	53750	26,5	47578	23,5	-6172	-3
Meşe	12180	6	4656	2,3	-7524	-3,7
OT	28383	14	6648	3,3	-21735	-10,7
Toplam	127820	63	121449	59,8	-6371	-3,2

Sonuçların Genel Olarak Değerlendirmesi

% 10'a kadar kapalılık (tepe çatısının izdüşüm olarak toprağı örtme oranı) değeri Çam ağaç türlerinde Bozuk Çam olarak nitelendirilir. Ancak çamın toprağı örtme yada gölgeleme oranı düşük olduğu için bu alanlar uzaktan algılamada orman toprağı olarak nitelendirilen OT sınıfı ile yakın yansıma değerleri verebilmektedir.

Toplam alandaki arazi kullanım değişimlerine bakılınca yerleşim yerlerinin genişlemesi daha fazla olduğundan ve ormancılık çalışmaları ile orman ağaçlandırılması yapılan yerlerinde göreceli olarak kısıtlı olması tarım alanlarının artışı ile sonuçlanmıştır.

Aynı tür ağaçların yaşlı, genç, sık, seyrek olma gibi durumlarında farklı yansıma değerleri vermesi sınıflandırma işlemlerinde aynı tür için birkaç sınıf seçilmesine, iki veya daha fazla orman türünün bir arada bulunması ise orman türlerinin birbirine karışmasına ve elde edilen sınıflarda sapmalara sebep olmuştur.

Bu teknolojiler, meşcere haritalarında farklı orman türlerini kapsayan alanların kendi içlerinde daha homojen orman türlerine ayrılmasını sağlamaktadır. Ayrıca hava fotoğrafı olmayan alanlar veya uçuş yapılamayan alanlardaki orman türleri belirlenememektedir. Uydu görüntüleri sayesinde bu problem de büyük oranda ortadan kalkmaktadır.

Orman Bölge Müdürlüğünden alınan bilgilere göre 1 şeflik için meşcere haritası oluşturulmasının maliyeti yaklaşık olarak 60000 YTL tutmaktadır. Çalışmada 4 şeflik kullanıldığı için yaklaşık maliyet 240000 YTL tutacaktır. Landsat uydu görüntülerinin fiyatlarının yaklaşık 500 dolar olduğu düşünülürse uydu görüntüleri ile çalışmanın hem daha hızlı hem de daha ucuz olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; orman envanterinde ağaçla kaplı olan ve olmayan alanların belirlenmesi ve ağaçla kaplı alanların kendi içinde daha homojen sınıflara ayrılmasında uydu görüntüleri başarılı sonuçlar vermektedir. Orman kaynakları hakkında sürekli, kısa zaman aralıkları ile güncellenebilir bilgi edinilmesi, orman kaynaklarının etkin biçimde planlanmasını sağlamaktadır. Uydu görüntüleri geniş alanlarda (Landsat için 185x185 km) orman alanlarının belirlenmesi ve sayısal haritalarının oluşturulmasına ucuz ve güvenilir bilgi kaynağı olarak imkan sağlamaktadırlar.. Yüksek çözünürlüklü uydu verileri ile orman çalışmaları özellikle türlerin daha detaylı belirlenmesi daha çabuk, doğru ve ekonomik olarak yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

Altuntaş, C., Çorumluoğlu, Ö., 2002. Uzaktan Algılama Görüntülerinde Digital Görüntü İşleme ve RSImage Yazılımı. Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya

Asan, Ü., 1999. Using Possibilities of Satellite Images in Forestry and The Applications in Turkey, International Symposium on Remote Sensing&Integrated Technologies, İstanbul: 113-126

İnce, F., 1986. Uzaktan Algılamada Sayısal Görüntü İşleme. Tugam Mat.,Ankara

Chust, G., Ducrot, D., 1999. Characterizing Human-Modelled Landscapes at a Stationary State: A Case Study of Minorca, Spain. Environmental Conservation 26: 322-331

Curran, P., A., 1985. Principles of Remote Sensing, Longman Group Ltd, UK.

Eastman, J. R. , McKendry, J. E.& Fulk, M. A. , 1994. Change and Time Series Analysis, Worcester, USA, Unitar, Clark University: 35 p.

Erten, E., Kurgun, V., Musaoğlu, N., 2005. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Orman Yangını Bilgi Sisteminin Kurulması. 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 28 Mart- 1 Nisan.

Kachhwala, T. S., 1985. Temporal Monitoring of Forest Land for Change Detection and Forest Cover Mapping through Satellite Remote Sensing, Proc. Of the 6th Asian Conf. On Remote Sensing, Hyderabad: 77-83

Lillesand, T.M., Kieffer, R.W., 2000. Remote Sensing And Image Interpretation. John Wiley & Sons Inc., Brisbane, Singapore, Toronto

Mermer, A., 2004. Uydu Görüntüleri Kullanarak Gaziantep İlindeki Tarımsal Alanların Belirlenmesi Projesi. ISPRS Kongresi, İstanbul

Musaoğlu, N., Göksel, Ç., Kaya, Ş., 2005. İstanbul Anadolu Yakası 2B Alanlarının Uydu Görüntüleri ile Analizi. 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 28 Mart- 1 Nisan.

Niblack, W., 1986. An Introduction to Digital Image Processing. Prentice-Hall International, London: 225 p.

Özdemir, İ., Özkan, Y., 2003. Armutlu Orman Şefliğindeki Orman Alanlarındaki Değişimlerin Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak İzlenmesi. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, sayı 1: 55-66.

Özdemir, İ., 2004. Orman Envanterinde Uydu Verilerinden Yararlanma Olanakları. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, sayı 1: 84-96.

Peştemalcı, V., Körümdük, C., 2003. Adana İlinin Kuzeyindeki Orman Alanlarının Uydu Verileri Kullanılarak Belirlenmesi.(Yüksek Lisans Tezi).

Ponomarey, E., Slinkina, O., 2004. The Remote Sensing Method of Forest Fire Danger Rating Categorization. Miscellanea Geographica, vol. 11, Warszawa.

Sabins, F.F., 1987. Remote Sensing, Principles and Interpretation. Chevron Oil Field Research Company and University of California, W. H. Freeman and Company New York

Salvador, R., Pons, X., 1998. Remote Sensing of Forest Fire. GIS Planet'98, International Conference and Exhibition on Geographic Information, Lisbon, September 7-11

Schowengerdt, R. A., 1997. Remote Sensing Models and Methods for Image Processing, Second Edition, Department of Electrical and Computer Engineering University of Arizona Tucson, Arizona, 552 p.

Star, J., Estes, J., 1990. Geographical Information Systems: An Introduction. Prentice Hall, New Jersey

Vaughan, R. A., Altumi, A. A., 2002. A decision Support System for Sustainable Urban Development- A case Study, The Tripoli Agglomeration, Libya. 3rd International Symposium Remote Sensing of Urban Areas, Tüyap- İstanbul, Turkey, June 11-13

Weber, Dunno, 2001. Riparian Vegetation Mapping and Image Processing Techniques, Hopi Indian Reservation, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Arizona: 179-186

Wulder, A., Franklin, S: E., 2003. Remote Sensing of Forest Environments: Concepts and Case Studies: 519 p.

Yomralıoğlu, T., Reis, S., 2002. LANDSAT 7 ETM+ Uydu Görüntüsü ile Trabzon İli Arazi Örtüsünün Belirlenmesi. VIII.ESRI ve ERDAS Kullanıcıları Toplantısı, Ankara

Yomralıoğlu, T., Reis, S., 2003. Landsat ETM+ Uydu Görüntüsü ile Trabzon İli Arazi Örtüsünün Belirlenmesi. Doğu Karadeniz Bölgesinde Kırsal Alanda Ulaşım, Yerleşim Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu, KTÜ, Trabzon

Yıldırım, H., Ataman, E., 1984. Uzaktan Algılama Tekniği ile Buğday Ekim Alanlarının Belirlenmesi. Kurum İçi Ortak TEKNİK RAPOR No: UI-84/01, MBEAM Elektronik Böl.

Yıldırım, H., Ataman, E., vd., 1986. UZALBEK Project: Analysis of the Ground Truth Data and the LANDSAT-5 Thematic Mapper Signitures in the Konya Province. Special Report No: ÖY-86/04.

Yıldırım, H., Feldkötter, C., vd.,1995. Monitoring Land Use in Gebze and İzmit Using Remote Sensing And GIS. Teknik Rapor, MRC-TR 1995/25.

Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 1996. Data Fusion of Sharpened Difference Image by IHS Transform. Fusion of Earth Data, Cannes, France

Yıldırım, H., 1996. Project TÜRBÜT: Grain Acreage Estimation of Turkey by Remote Sensing. Turkish Journal of Physics, no:20, TÜBİTAK

Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 1998. Yeşilirmak Watershed Development Project (YWDP) Geographical Information Systems Infrastructure: Land Cover/Land Use Mapping via Recent Satellite Imagery. International Symposium on Arid Region Soils(YISARS), Menemen, İzmir

Yıldırım, H., vd., 1999. Yeşilirmak Havzası Gelişim Projesi Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapısı: Dönem Raporu. MAM-Uzay Teknolojileri Grubu

Yıldırım, H., vd., 1999. Örnek Mikrohavzalarda Uzaktan Algılama ile Rehabilitasyon Takibi Projesi. MAM Teknik Raporu

Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 1999. Dalaman Havzası Erozyon Haritalama Pilot Projesi. MAM Teknik Raporu

Yıldırım H., vd., 1999. Uydu Görüntüleri ile Marmara Depremine Bakış: Kocaeli İli İncelenmesi. MAM Teknik Raporu

Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 2000. Doğu Anadolu'da Örnek Mikro Havzalarda Tarım Alanlarındaki Gelişimin Uydu Teknolojileriyle İzlenmesi ve Marjinal Tarım Alanları Değerlendirilmesi. TÜBİTAK MAM UBG Proje Sonuç Raporu

Yıldırım, H, vd., 2001. Development of a Basic GIS Database for Yeşilirmak Watershed Using Satellite Images and Other Data. Turkish Journal of Earth Sciences, no:10, TUBİTAK

Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 2001. Satellite Monitoring of Land-Cover/Land-Use Change in Gebze-Kocaeli, Over 15 Years and Its Impact on Environment. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 3.

Yıldırım, H., vd., 2002. Long-term Monitoring Land-cover/Land-use by Satellite Remote Sensing: Gebze Example. First Int. Sym. of Faculty of Mines (İTU) on Earth Sciences and Engineering, İstanbul

Yılmaz, Z., 2002. Uzaktan Algılama. İşlem Ltd., Ankara

YARARLANILAN İNTERNET ADRESLERİ:

BİLTEN – <http://bilten.metu.edu.tr>

DİE – <http://www.die.gov.tr>

ERDAS – <http://www.erdas.com>

ESRI – <http://www.esri.com>

Infoterra - <http://www.infoterra-global.com>

İşlem Ltd. – <http://www.islem.com.tr>

Uydu haberleşme ve Uzaktan Algılama Merkezi(UHUZAM) –
<http://www.cscrs.itu.edu.tr>

MAM – <http://www.mam.gov.tr>

NASA – <http://www.nasa.gov>

NİK İnşaat – <http://www.nik.com.tr>

TAGEM – <http://www.tagem.gov.tr/gis/index.htm>

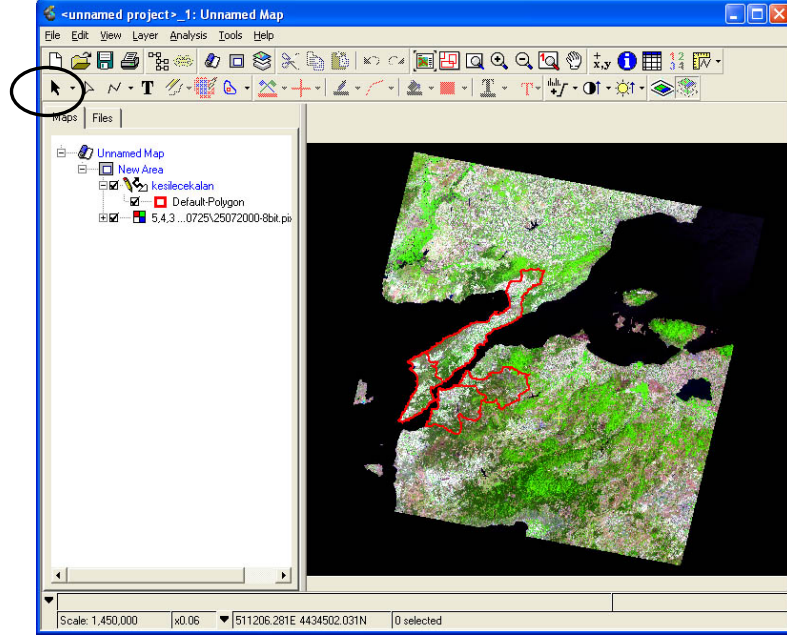
MATERYAL KAYNAKLARI

- 1) PCI Geometrica 9.0 yazılımı, ÇOMÜ Uzaktan Algılama Merkezi
- 2) LANDSAT 1 Haziran 1975, 25 Temmuz 2000 tarihli uydu görüntüleri, ÇOMÜ Uzaktan Algılama Merkezi
- 3) 2001 yılına ait meşcere haritaları, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır.
- 4) Çanakkale Orman Şeflikleri'ne ait sınır haritası, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır.
- 5) 1/25.000, 1/50.000 ölçekli Çanakkale ili topografik haritaları, ÇOMÜ Coğrafya Bölümü

EKLER:

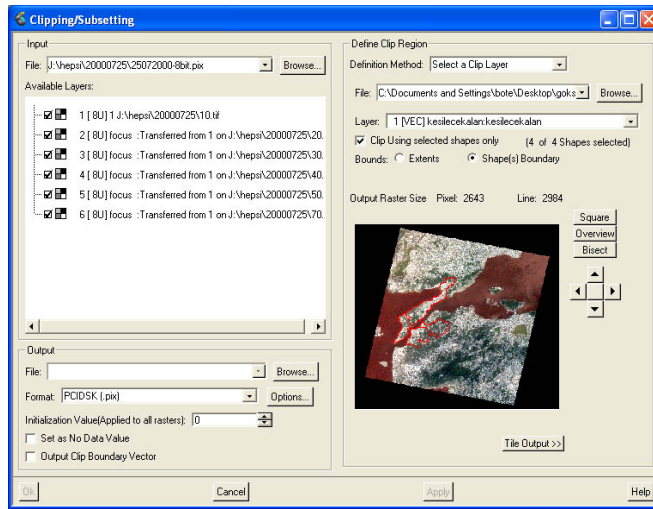
Ek 1:

Kesme-Alt bölüme İşlemi:



Şekil E1.1- Uydu görüntüsü ve kesilecek alan

İlk adım olarak, uydu görüntüsü ve kesilecek alanları belirten dosya açılır. Daha sonra Selection Tools(daire içine alınmış) ile kesilecek alanı belirten poligon dosyasından kesilecek poligonlar seçilir.



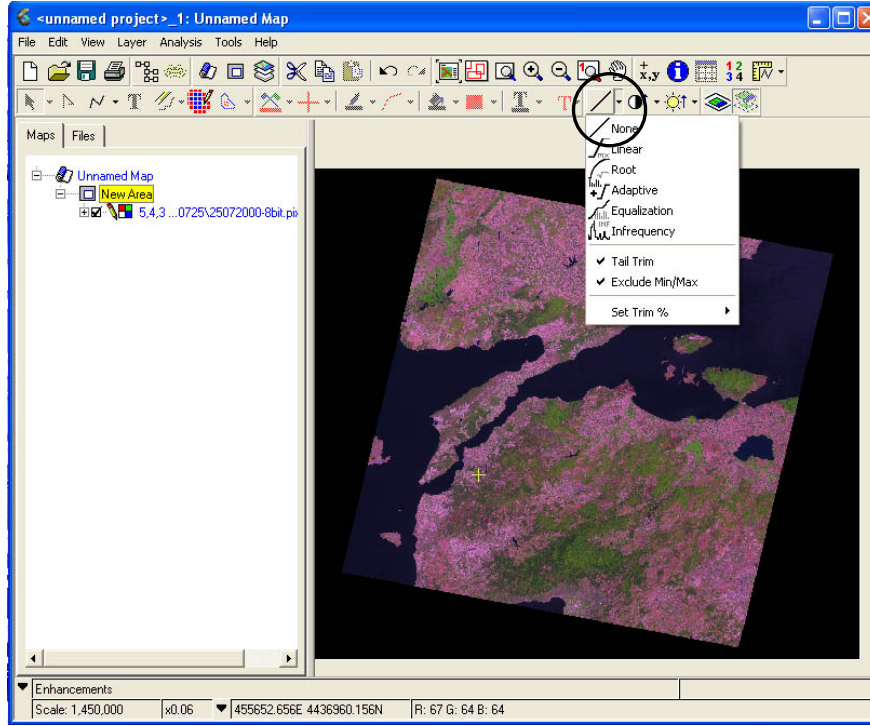
Şekil E1.2- Clipping/Subsetting penceresi

Tools-Clipping/Subsetting komutu verildikten sonra karşımıza çıkan ekrandan (Şekil) Input alanına uydu görüntüsü seçilir ve alt kısımdan istenen katmanlar işaretlenir. Define Clip Region alanında Defination Method kısmında “Select a Clip Layer” seçildikten sonra katman olarak kesilecek alanları belirleyen poligon dosyası seçilir. “Clip Using selected shapes only” seçeneği işaretlenerek poligon dosyasında seçilen poligonların kesilmesi sağlanır.

Output kısmından kesilen görüntünün kaydedileceği yer ve adı belirlenerek kaydedilir.

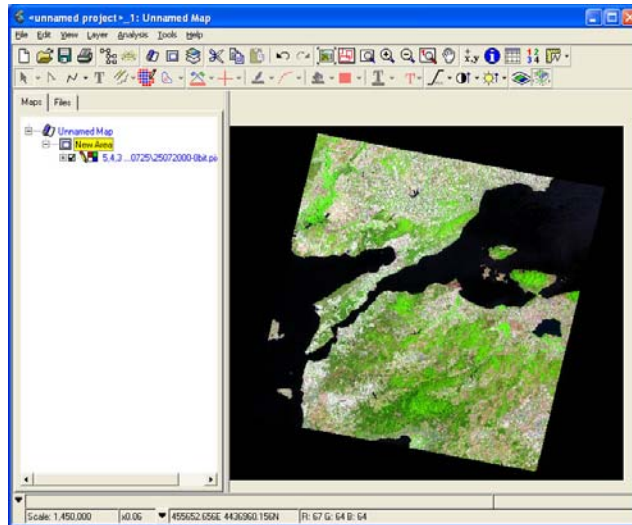
Ek 2:

Görüntü Zenginleştirme İşlemi:



Şekil E2.1- Görüntü zenginleştirme işlemi yapılmamış uydu görüntüsü

PCI Geomatica ekranında uydu görüntüsü açıldıktan sonra görüntü zenginleştirme işlemi yapmak için Şekilde yuvarlak içine alınmış olan Enhancements alanına basılır. Açılan ekrandan uygulanmak istenen metot seçilir. Seçilen görüntü zenginleştirme metodu görüntümüze uygulanmış olur.

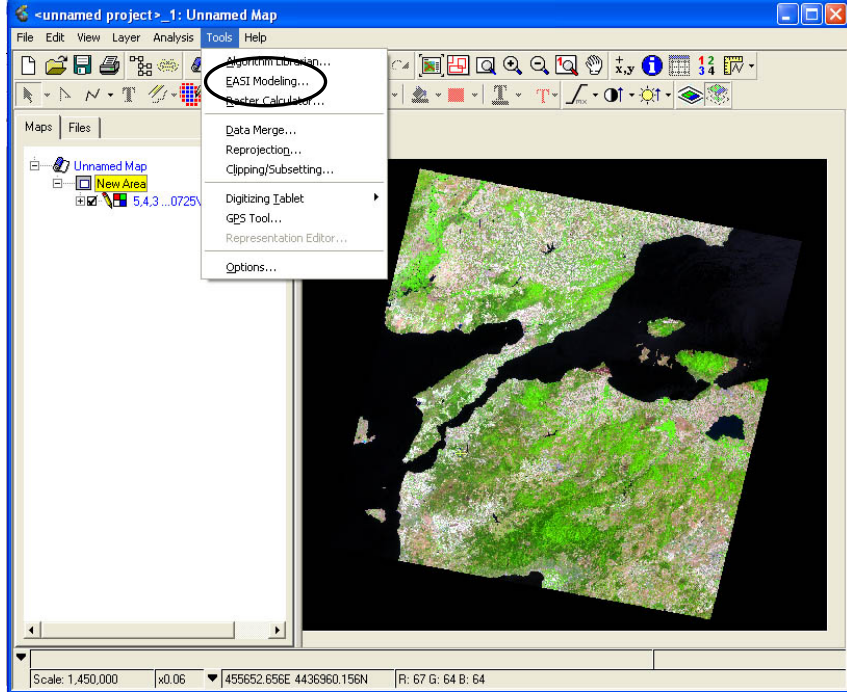


Şekil E2.2- Görüntü Zenginleştirme işlemi yapılmış uydu görüntüsü

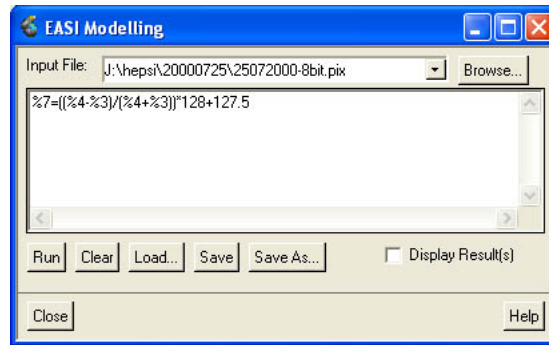
Ek 3:

NDVI İşlemi :

PCI Geomatica ekranında uydu görüntüsü açıldıktan sonra NDVI işlemi yapmak için Şekilde yuvarlak içine alınmış olan Tools menüsünden “EASI Modeling” komutu verilir.

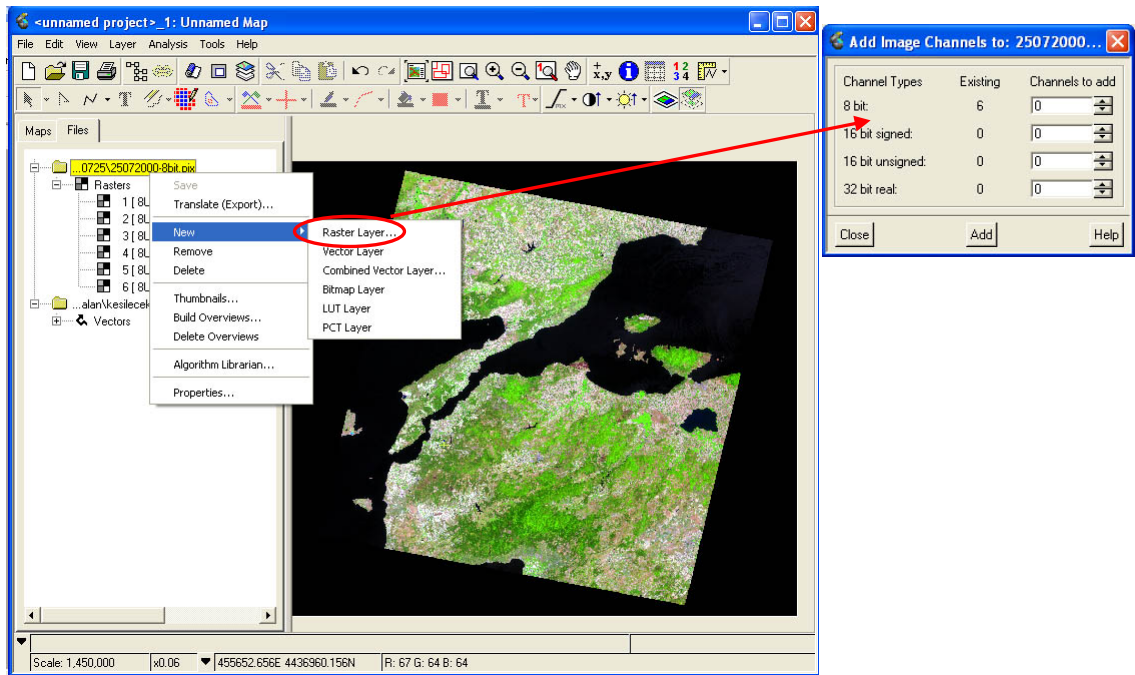


Şekil E3.1- Focus ekranı ve uydu görüntüsü



Şekil E3.2- EASI Modeling ekranı ve yazılmış olan NDVI komutu

NDVI komutu “EASI Modeling” ekranında yazılır. Burada “%” işareti bandı, arkasından yazılan sayı da bant numarasını belirtir. NDVI değerleri 0-1 arasında çıktığından bu değerleri 0-255 aralığına yaymak için 128 ile çarpılıp, 127,5 değeri eklenir. Formül yazıldıktan sonra “Run” komutu verilir ve elde edilen sonuç belirtilen banda yazılır. Uydu görüntüsüne bant eklemek için PCI Geomatica ekranında “Files” alanında uydu görüntüsü üzerinde farenin sağ tuşuna tıklanır. Açılan menüden “New” oradan da “Raster Layer” seçilir ve istenilen sayıda, istenilen tipte bant eklenir. Bu işlemler Şekil ‘de anlatılmıştır.



Şekil E3.3- Uydu görüntüsüne bant ekleme işlemi

Ek 4:

NDVI görüntüsünü Maskeleye:

NDVI işlemi sonucu elde edilen görüntüde 127'den büyük değerler bitki alanını, küçük değerler ise bitki olmayan alanları temsil ederler. Uygulamada NDVI bandına kümeleme işlemi uygulanmadan önce bitki olmayan alanlar maskelenmiştir. Maskeleyenin kaydedilebilmesi için görüntüye bir adet bitmap kanalı eklenmelidir. Uydu görüntüsüne bitmap kanalı eklemek için PCI Geomatica ekranında "Files" alanında uydu görüntüsü üzerinde farenin sağ tuşuna tıklanarak, açılan menüden "New" oradan da "Bitmap Layer" seçilir. Maskeleye işlemi için PCI Geomatica ekranında "Tools" menüsünden "EASI Modeling" komutu verilip aşağıdaki formüller yazılmıştır.

```
if (%5<=127) then
%%3=1
else
%%3=0
endif;
```

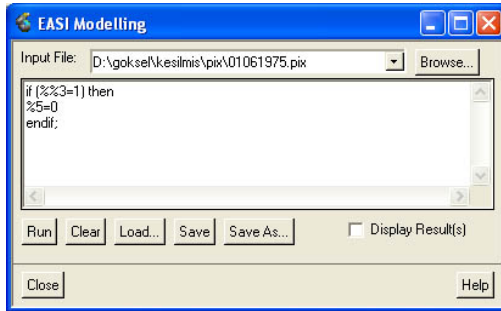
(1)

```
if (%%3=1) then
%5=0
endif;
```

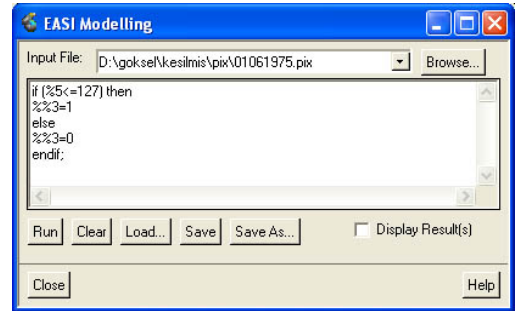
(2)

(1) Bu formül, görüntüde piksel değeri 127'ye eşit veya küçük olan alanların bitmap kanalındaki değerlerini 1, 127'den büyük olan alanların değerlerini ise 0 olarak değiştirir.

(2) Bu formül ise bitmap kanalında değerleri 1 olan alanların NDVI bandındaki piksel değerlerini 0 olarak değiştirerek maskeleymektedir.



Şekil E4.1- Formül 1

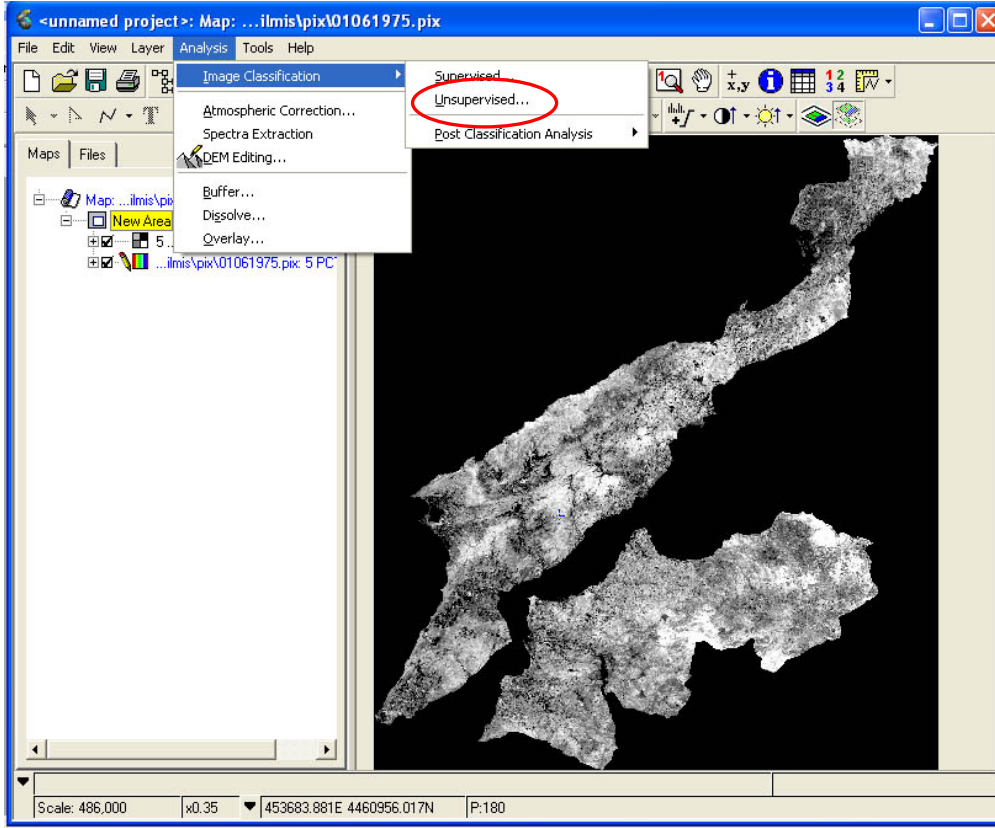


Şekil E4.2- Formül2

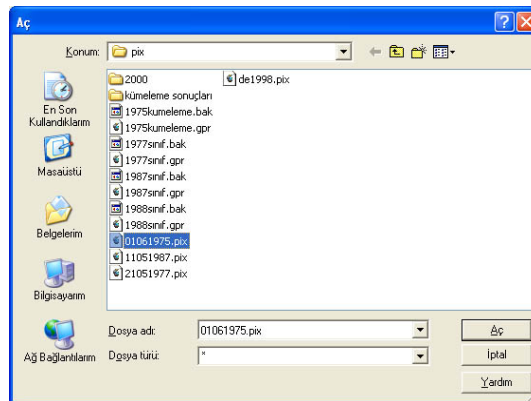
Ek 5:

Kümeleme (Eğitimsiz Sınıflandırma) işlemi:

PCI Geomatica ekranında sınıflandırma işlemi yapmak için “Analysis” menüsünden “Image Classification” “Unsupervised” komutunu veririz.

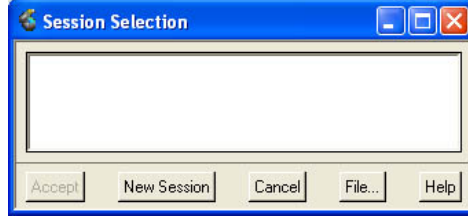


Şekil E5.1- PCI Geomatica ekranında sınıflandırma işlemi



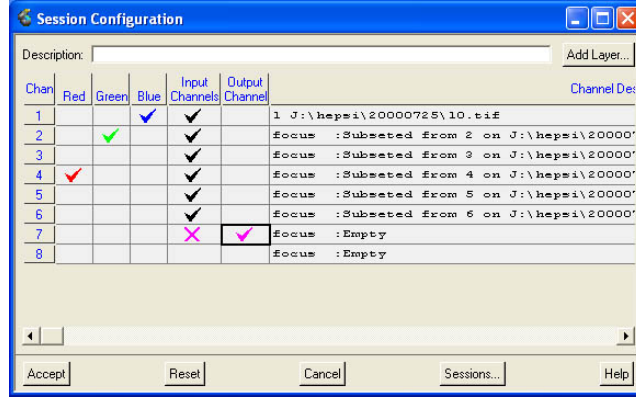
Şekil E5.2- Aç penceresi

Karşımıza çıkan Aç penceresinden kümeleme yapacağımız görüntüyü seçeriz.



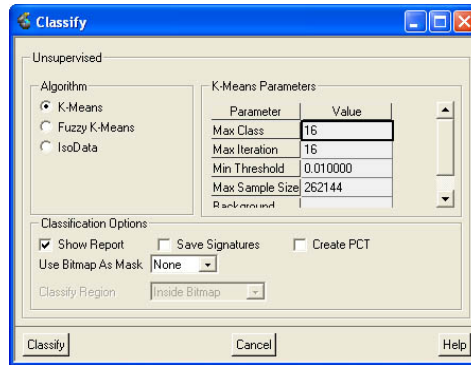
Şekil E5.3- “Session Selection” penceresi

“Session Selection” ekranında daha görüntüde önceden yapılmış sınıflandırma işlemleri listelenir. İlk defa sınıflandırma işlemi yapılıyorsa “New Session” butonuna tıklarız.



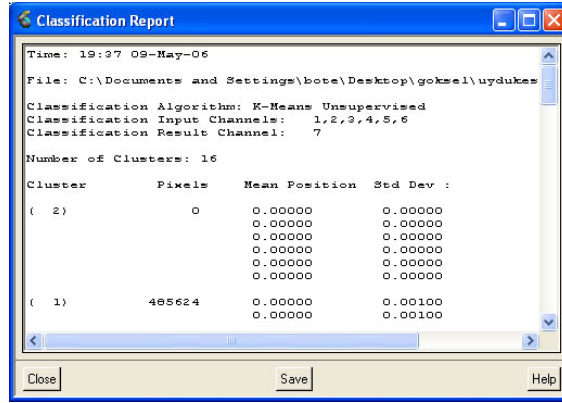
Şekil E5.4- “Session Configuration” penceresi

“Session Configuration” ekranında “Input Channels” alanında sınıflandırma işlemine katılacak görüntü kanalları, “Output Channels” alanında ise sınıflandırma işleminin sonucunun yazılacağı bandı seçeriz. Görüntümüze kanal eklemek istersek “Add Layer” butonuna tıklarız.



Şekil E5.5- “Classify” penceresi

“Classify” penceresinde görüntüye uygulayacağımız eğitimsiz sınıflandırma algoritmasına karar veririz. Seçilen algoritma için maximum sınıf sayısı, minimum eşik değeri v.b. parametre değerlerini de bu ekrandan belirleriz. Sınıflandırma sonucu bulunan sınıflara ait istatistiksel değerleri rapor olarak görmek istersek “Show Report” seçeneği işaretleriz. Oluşturulan bir bitmap kanalı maske olarak kullanılacaksa “use Bitmap As Mask” alanından belirtebiliriz. Bu işlemlerden sonra “Classify” butonuna tıklayarak sınıflandırma işlemini yapmış oluruz.



Classification Report

Time: 19:37 09-May-06

File: C:\Documents and Settings\bote\Desktop\goksel\uydukes

Classification Algorithm: K-Means Unsupervised

Classification Input Channels: 1,2,3,4,5,6

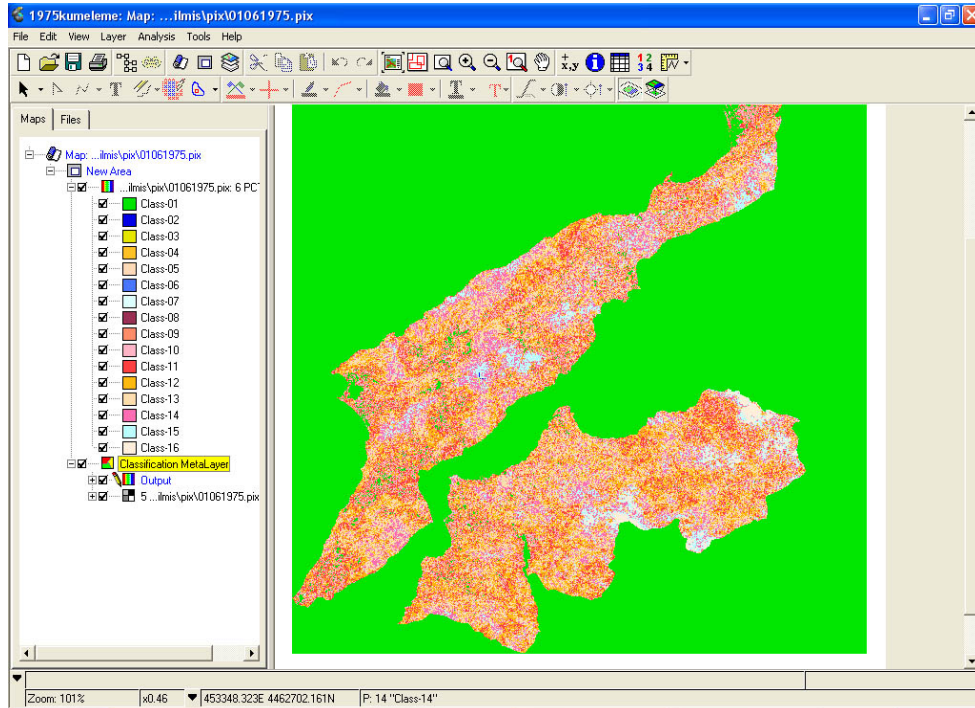
Classification Result Channel: 7

Number of Clusters: 16

Cluster	Pixels	Mean Position	Std Dev :
(2)	0	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000
(1)	485624	0.00000	0.00100
		0.00000	0.00100

Close Save Help

Şekil E5.6- Eğitimsiz sınıflandırma sonuç raporu

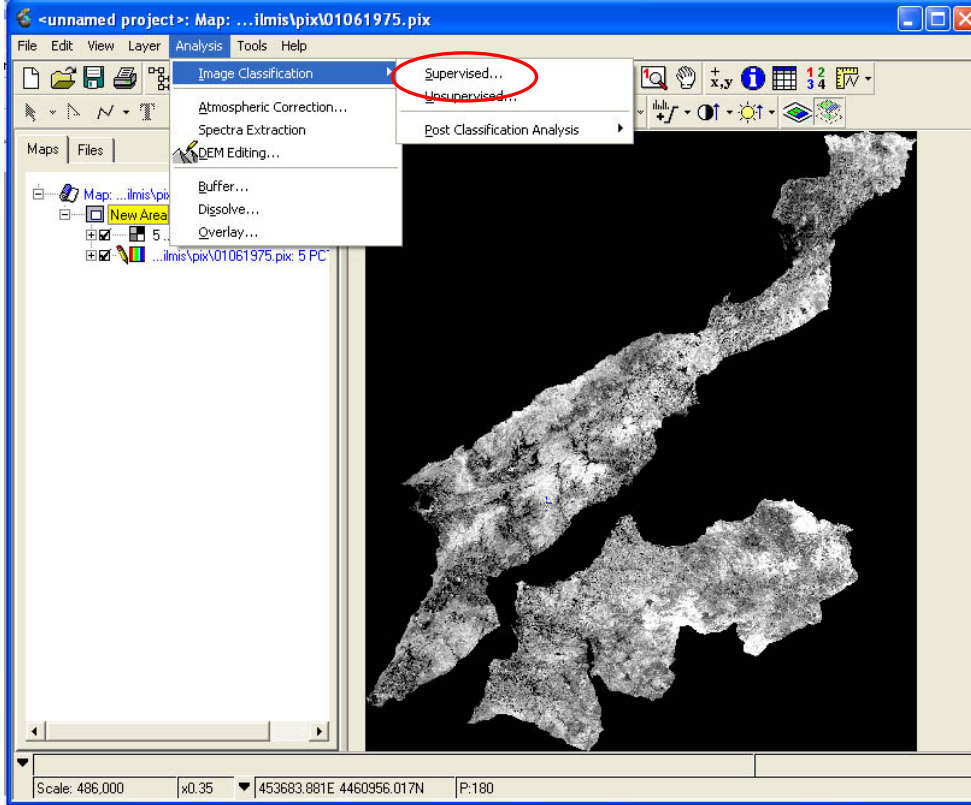


Şekil E5.7- Eğitimsiz sınıflandırma sonucu elde edilen sınıflar

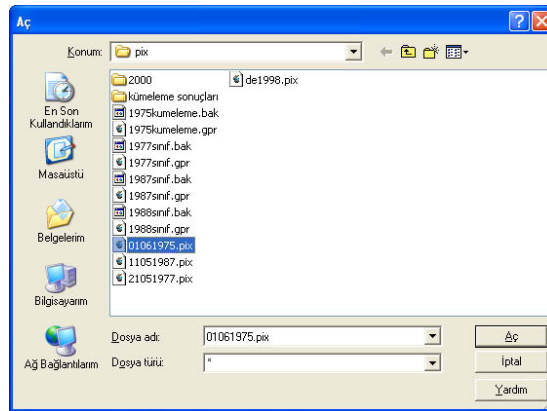
Ek 6:

Eğitimli Sınıflandırma İşlemi:

PCI Geomatica ekranında sınıflandırma işlemi yapmak için “Analysis” menüsünden “Image Classification” “Supervised” komutunu veririz.

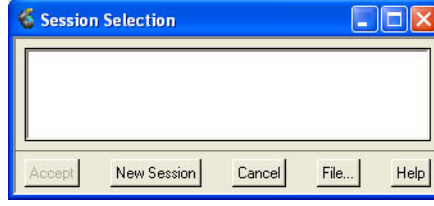


Şekil E6.1- PCI Geomatica ekranında sınıflandırma işlemi



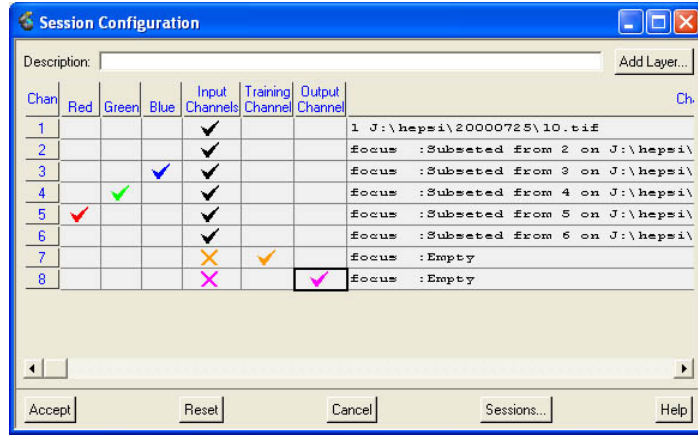
Şekil E6.2- Aç penceresi

Karşımıza çıkan Aç penceresinden kümeleme yapacağımız görüntüyü seçeriz.



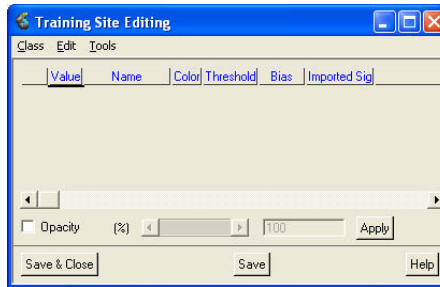
Şekil E6.3- “Session Selection” penceresi

“Session Selection” ekranında daha görüntüde önceden yapılmış sınıflandırma işlemleri listelenir. İlk defa sınıflandırma işlemi yapılıyorsa “New Session” butonuna tıklarız.



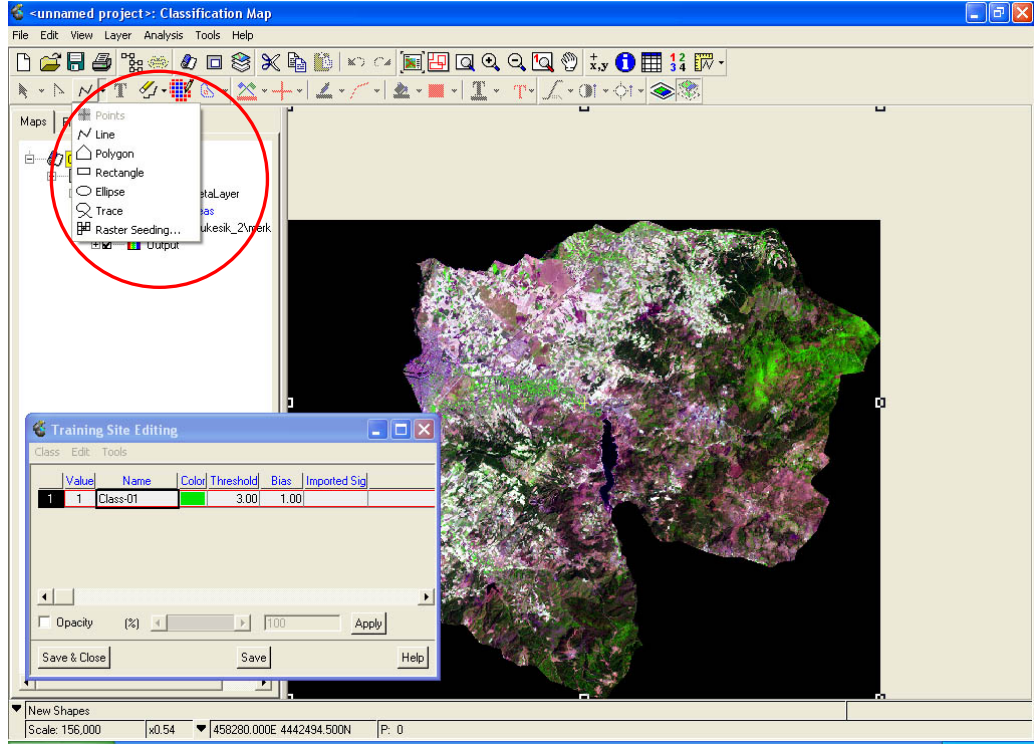
Şekil E6.4- “Session Configuration” penceresi

“Session Configuration” ekranında “Input Channels” alanında sınıflandırma işlemine katılacak görüntü kanalları, “Output Channels” alanında sınıflandırma işleminin sonucunun yazılacağı bandı, “Training Channels” alanında ise çalışma alanlarının yazılacağı bandı seçeriz. Görüntümüze kanal eklemek istersek “Add Layer” butonuna tıklarız.

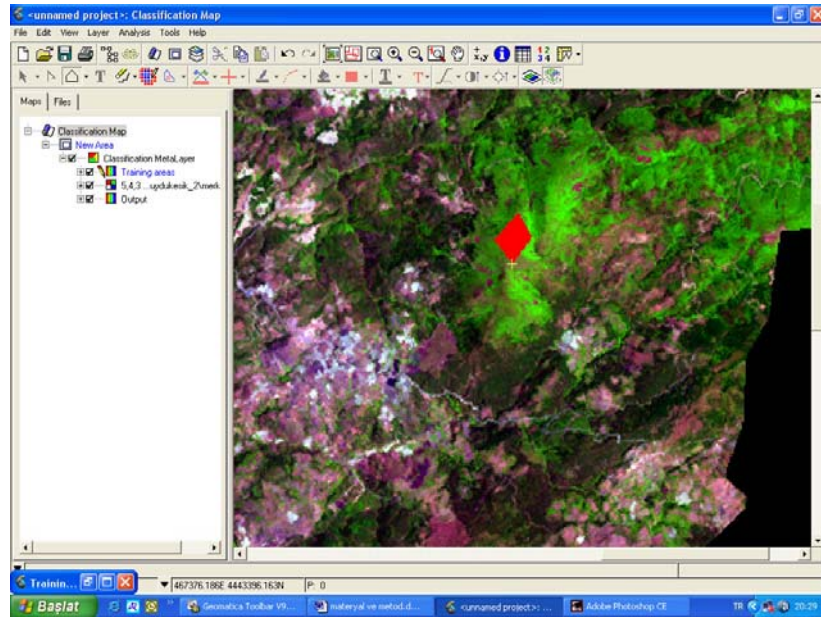


Şekil E6.5- “Training Site Editing” penceresi

“Training Site Editing” ekranında “Class” menüsünden “new” komutu ile yeni bir sınıf oluştururuz. Daha sonra bu sınıf için deneme alanları seçeriz. Deneme alanlarını çizgi, poligon, nokta v.b. özelliklerde seçebiliriz.

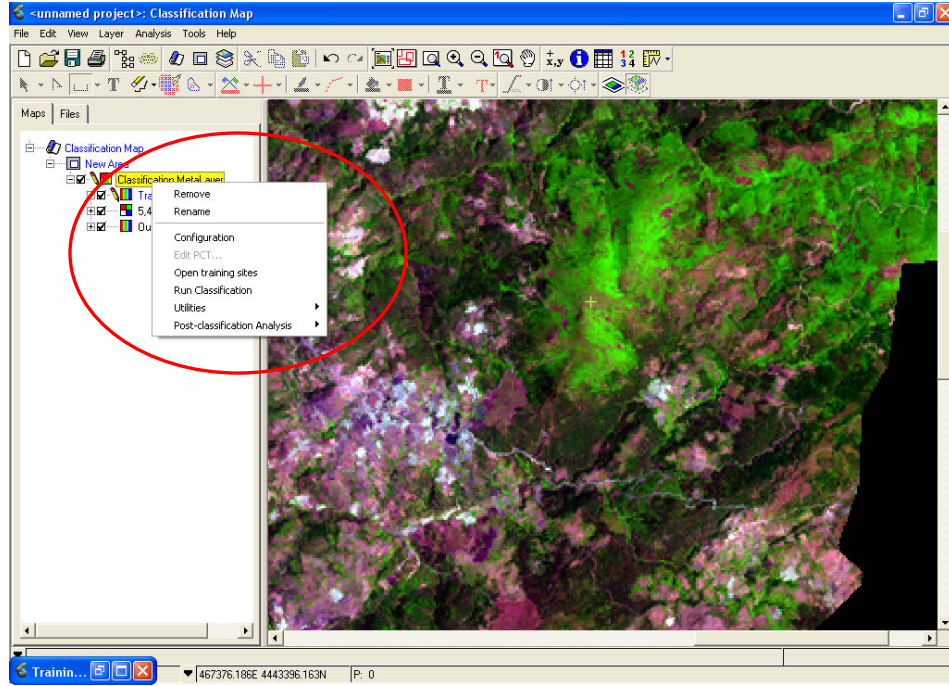


Şekil E6.6- Görüntüde deneme alanları seçilmesi



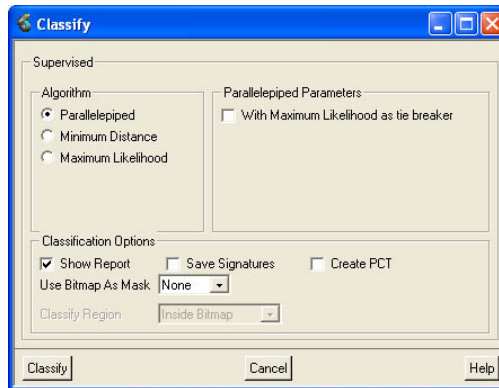
Şekil E6.7- Görüntü üzerinde seçilmiş bir deneme alanı

Tüm sınıflar belirlendikten ve deneme alanları seçildikten sonra PCI Geomatica Focus ekranında “Classification MetaLayer” üzerinde farenin sağ tuşuna tıklarız ve açılan menüden “Run Classification” komutunu çalıştırırız.

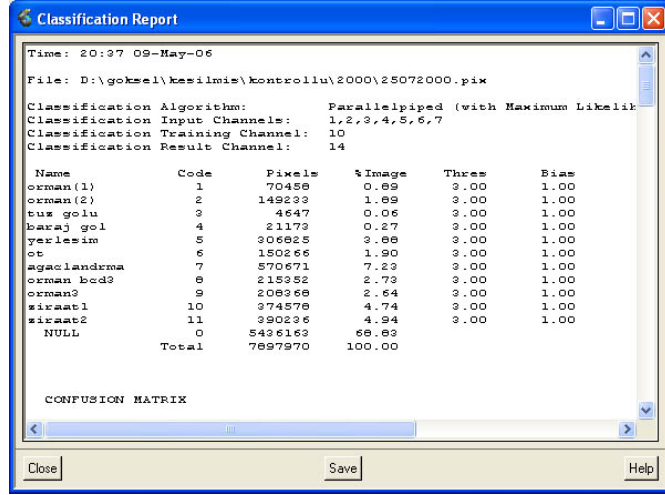


Şekil E6.8- Sınıflandırma işleminin başlatılması

“Classify” penceresinde görüntüye uygulayacağımız eğitilmiş sınıflandırma algoritmasına karar veririz. Sınıflandırma sonucu bulunan sınıflara ait istatistiksel değerleri rapor olarak görmek istersek “Show Report” seçeneği işaretleriz. “Classify” butonuna tıklayarak sınıflandırma işlemini yapmış oluruz.

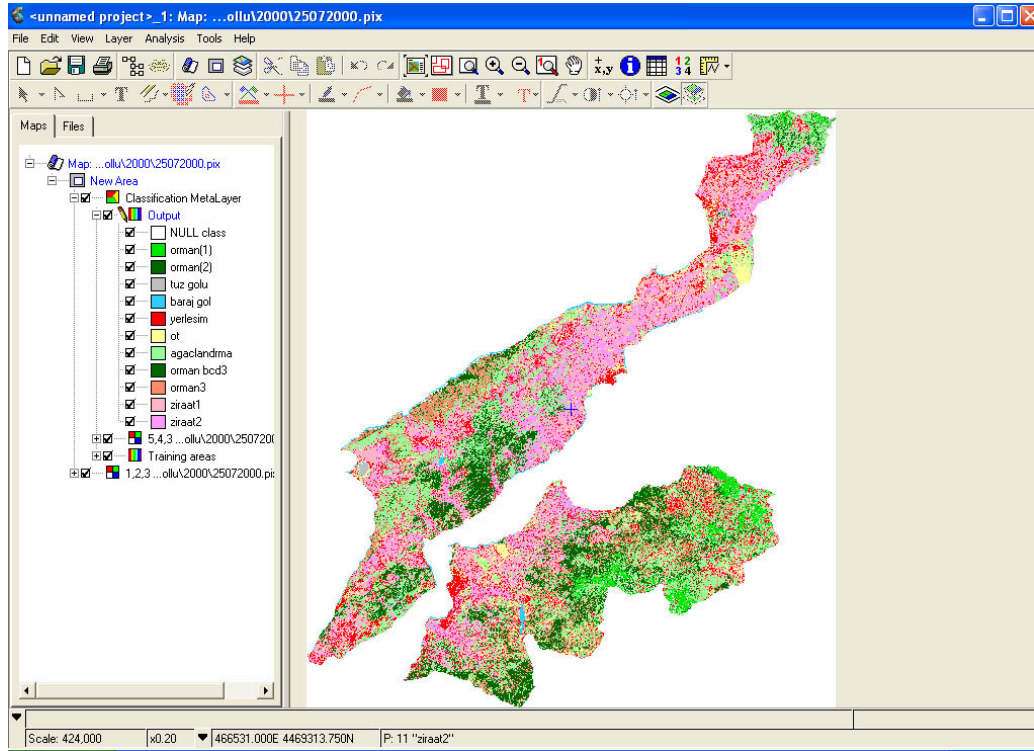


Şekil E6.9- Sınıflandırma penceresi



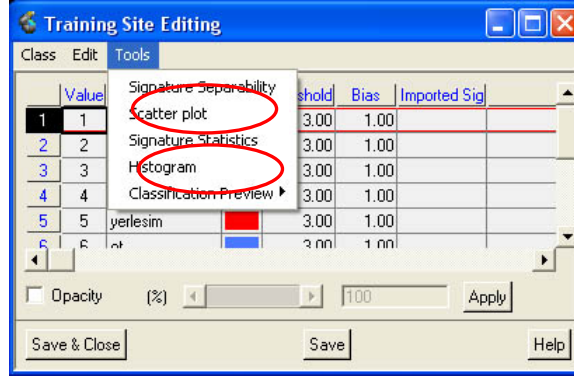
Şekil E6.10- Eğitilmiş sınıflandırma sonuç raporunu

Eğitilmiş sınıflandırma sonuç raporunda oluşturulan sınıflara ait piksel sayısı, eşik değeri, sınıflandırmaya ait “confusion” matrisi, ortalama ve toplam doğruluk değeri, kapa değeri bilgileri verilir.

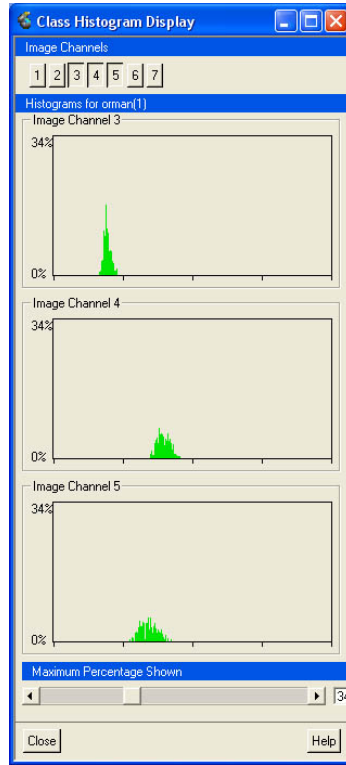


Şekil E6.11- Eğitilmiş sınıflandırma sonucu elde edilen sınıflar

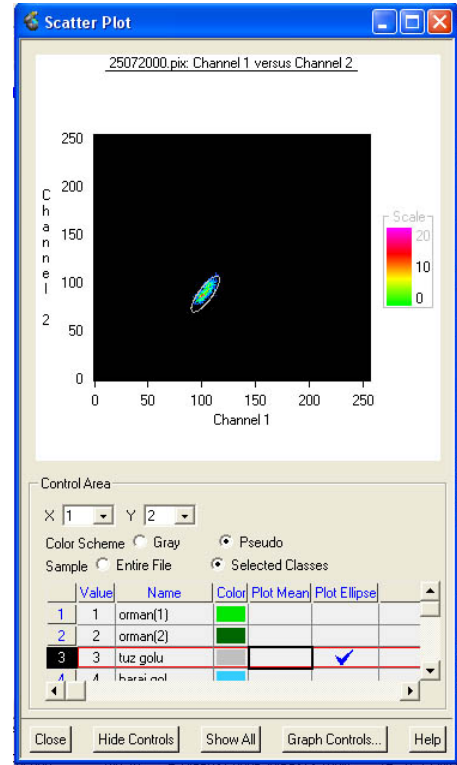
Seçilen deneme alanlarına ait histogram değerleri, seçilen alanlardaki sapmaları belirlemek için de “Training Site Editing” penceresinden yararlanılır. Seçilen sınıfın histogramını görmek için “Tools” menüsünden “Histogram”, bantlar arası deneme alanlarının dağılımını görmek için ise “Scatter Plot” komutunu kullanılır.



Şekil E6.12- Scatter Plot ve Histogram komutları



Şekil E6.13- Meşe sınıfı için 3,4,5. bantlardaki Histogram değerleri



Şekil E6.14- Tuz Gölü sınıfı 1. ve 2. bantlar için Scatter Plot değerleri

Ek 7:

1975 ve 2000 uydu görüntüleri eğitilmiş sınıflandırma sınıflarına ait istatistiksel değer tabloları :

1975 görüntüsünde Parallekenar sınıflandırma yöntemi sonucu her sınıfa ait eğitim setinin kendi sınıflandırma doğruluklarını veren istatistik değer tabloları:

Çizelge E7.1- Meşe sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Meşe	4309	83,22
Çam1	4	0,08
Ot	463	8,94
Tarım1	4	0,08
Tarım2	28	0,54
Çam2-Baltalık	363	7,01
Null	7	0,14
Toplam	5178	100

Çizelge E7.2- Tuz Gölü sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Tuz Gölü	222	97,37
Null	6	2,63
Toplam	228	100

Çizelge E7.3- Su Yüzeyleri sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Su Yüzeyleri	377	96,42
Çam1	3	0,77
Null	11	2,81
Toplam	391	100

Çizelge E7.4- Çam1 sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Meşe	4	0,03
Çam1	10725	90,23
Ot	1	0,01
Tarım1	2	0,02
Tarım2	271	2,28
Çam2-Baltalık	675	5,68
Null	208	1,75
Toplam	11886	100

Çizelge E7.5- Ot sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Meşe	114	3,69
Ot	2600	84,06
Tarım1	35	1,13
Tarım2	43	1,39
Çam2-Baltalık	277	8,96
Null	24	0,78
Toplam	3093	100

Çizelge E7.6- Tarım1 sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Çam1	2	0,05
Ot	26	0,64
Tarım1	3776	92,66
Tarım2	235	5,77
Çam2-Baltalık	3	0,07
Null	33	0,81
Toplam	4075	100

Çizelge E7.7- Tarım2 sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Çam1	29	1,39
Ot	26	1,24
Tarım1	122	5,83
Tarım2	1779	85,08
Çam2-Baltalık	129	6,17
Null	6	0,29
Toplam	2091	100

Çizelge E7.8- Çam2-Baltalık sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Meşe	566	5,16
Çam1	644	5,87
Ot	1445	13,17
Tarım1	18	0,16
Tarım2	396	3,61
Çam2-Baltalık	7905	72,03
Toplam	10974	100

2000 görüntüsünde Paralelkenar sınıflandırma yöntemi sonucu her sınıfa ait eğitim setinin kendi sınıflandırma doğruluklarını veren istatistik değer tabloları:

Çizelge E7.9- Tuz Gölü sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Tuz Gölü	712	97,67
Tarım2	6	0,82
Ağaçlandırma-Baltalık	1	0,14
Null	10	1,37
Toplam	729	100

Çizelge E7.10- Su Yüzeyleri sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Tuz Gölü	3	0,29
Su Yüzeyleri	991	95,66
Null	42	4,05
Toplam	1036	100

Çizelge E7.11- Ot sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Ot	13083	82,17
Tarım1	824	5,18
Tarım2	119	0,75
Yerleşim	601	3,77
Meşe	9	0,06
Çam	29	0,18
Ağaçlandırma-Baltalık	1146	7,20
Null	111	0,70
Toplam	15922	100

Çizelge E7.12- Tarım1 sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Ot	597	1,44
Tarım1	40201	96,71
Tarım2	551	1,33
Yerleşim	95	0,23
Meşe	10	0,02
Çam	5	0,01
Ağaçlandırma-Baltalık	48	0,12
Null	61	0,15
Toplam	41568	100

Çizelge E7.13- Tarım2 sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Ot	286	1,83
Tarım1	377	2,42
Tarım2	13791	88,47
Yerleşim	434	2,78
Meşe	31	0,20
Çam	62	0,40
Ağaçlandırma-Baltalık	562	3,61
Null	46	0,30
Toplam	15589	100

Çizelge E7.14- Yerleşim sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Ot	70	3,28
Tarım2	45	2,11
Yerleşim	1985	93,15
Ağaçlandırma-Baltalık	14	0,66
Null	17	0,80
Toplam	2131	100

Çizelge E7.15- Meşe sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Ot	39	0,22
Tarım1	3	0,02
Tarım2	81	0,46
Yerleşim	21	0,12
Meşe	15865	90,88
Çam	581	3,33
Ağaçlandırma-Baltalık	856	4,90
Null	11	0,06
Toplam	17457	100

Çizelge E7.16- Çam sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Ot	91	0,19
Tarım1	4	0,01
Tarım2	239	0,50
Yerleşim	44	0,09
Meşe	1755	3,68
Çam	40332	84,58
Ağaçlandırma-Baltalık	5218	10,94
Null	2	0,00
Toplam	47685	100

Çizelge E7.17- Ağaçlandırma-Baltalık sınıfı için alt toplam raporu

Sınıf	Pixel	Alan(%)
Ot	2901	6,84
Tarım1	62	0,15
Tarım2	546	1,29
Yerleşim	887	2,09
Meşe	792	1,87
Çam	4860	11,46
Ağaçlandırma-Baltalık	32358	76,30
Null	4	0,01
Toplam	42410	100

ÇİZELGELER

Çizelge No	Çizelge Adı	Sayfa No
2.1	IKONOS uydu özellikleri	10
2.2	Landsat görüntülerinin spektral özellikleri	11
2.3	Landsat TM bant özellikleri ve kullanım alanları	12
2.4	ASTER bant özellikleri	13
2.5	SPOT PAN, SPOT XS ve SPOT 4 uydu özellikleri	15
2.6	SPOT PAN, SPOT XS ve SPOT 4 bant özellikleri	16
2.7	IRS 1C/1D uydu özellikleri	17
4.1	CORINE sınıflandırma sistemi	48
5.1	Çalışmada kullanılan veriler	59
5.2	1975 yılı Paralelkenar yönteminde elde edilen sınıf alanları ve yüzdeler	73
5.3	1975 Paralelkenar Karışma Matrisi (Confusion matrix) değerleri	73
5.4	2000 yılı Paralelkenar yönteminde elde edilen sınıf alanları ve yüzdeleri	75
5.5	2000 Paralelkenar Karışma Matrisi (Confusion matrix) değerleri	75
5.6	Meşcere haritaları orman sınıfları ve alanları	76
5.7	Uydu Meşcere sınıflarının karşılaştırılması	76
5.8	2000 uydu görüntüsü Çanakkale Merkez şefliği sınıf alanları (ha)	77
5.9	2000 uydu görüntüsü Eceabat şefliği sınıf alanları (ha)	78
5.10	2000 uydu görüntüsü Gelibolu şefliği sınıf alanları (ha)	79
5.11	2000 uydu görüntüsü Umurbey şefliği sınıf alanları (ha)	80
6.1	1975-2000 uydu orman sınıfları değişim tablosu	83
6.2	1975 uydu, 2001 meşcere orman sınıfları değişim tablosu	84
6.3	2000 uydu, 2001 meşcere orman sınıfları değişim tablosu	85
E7.1	Meşe sınıfı için alt toplam raporu	XVI
E7.2	Tuz Gölü sınıfı için alt toplam raporu	XVI

E7.3	Su Yüzeyleri sınıfı için alt toplam raporu	XVI
E7.4	Çam1 sınıfı için alt toplam raporu	XVI
E7.5	OT sınıfı için alt toplam raporu	XVII
E7.6	Tarım1 sınıfı için alt toplam raporu	XVII
E7.7	Tarım2 sınıfı için alt toplam raporu	XVII
E7.8	Çam2-Baltalık sınıfı için alt toplam raporu	XVII
E7.9	Tuz Gölü sınıfı için alt toplam raporu	XVIII
E7.10	Su Yüzeyleri sınıfı için alt toplam raporu	XVIII
E7.11	OT sınıfı için alt toplam raporu	XVIII
E7.12	Tarım1 sınıfı için alt toplam raporu	XVIII
E7.13	Tarım2 sınıfı için alt toplam raporu	XIX
E7.14	Yerleşim sınıfı için alt toplam raporu	XIX
E7.15	Meşe sınıfı için alt toplam raporu	XIX
E7.16	Çam sınıfı için alt toplam raporu	XX
E7.17	Ağaçlandırma-Baltalık sınıfı için alt toplam raporu	XX

ŞEKİLLER

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
2.1	Elektromanyetik Spektrum	3
2.2	Uzaktan Algılama Sürecinin Bileşenleri	4
2.3	Pasif algılayıcı	7
2.4	Aktif algılayıcı	7
2.5	Landsat7-ASTER Bant Karşılaştırması	14
3.1	Sayısal Görüntü	19
3.2	Tarama genişliği (swath width)	20
3.3	Radyometrik Çözünürlük	21
3.4	Tayfsal Çözünürlük	21
3.5	Mekânsal Çözünürlük	22
3.6	Zamansal Çözünürlük	23
3.7	Geometrik olarak düzeltilmemiş ve düzeltilmiş uydu görüntüsü	25
3.8	Örnekleme Yöntemleri	27
3.9	Özgün ve gerilerek zenginleştirilmiş görüntüde piksel frekans histogramları	29
3.10	Örnek Bakma Tablosu Grafiği	30
3.11	Üç farklı histogram germe tekniğinin Bakma tablo grafiği	31
3.12	Doğrusal Olmayan Germe	32
3.13	Parça Germesi	32
3.14	Grilik seviyesi eşiklemesi	33
3.15	Alçak Geçirgen Filtre Örneği	37
3.16	Yüksek Geçirgen Filtre Örneği	38
3.17	Görüntü Sınıflandırma	39
3.18	4 Arazi örtüsüne ait Spektral Yansıma eğrileri	40
3.19	Eğitilmiş Sınıflandırma	41
3.20	Eğitimsiz Sınıflandırma	44
3.21	Bitkilerin elektromanyetik spektrumun farklı kısımlarında göstermiş oldukları yansıma değerleri	45

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
4.1	CORINE projesine dahil olan ülkeler	47
5.1	1 Haziran 1975 tarihli Landsat MSS uydu görüntüsü (sağda) ve kırmızı çizgilerle belirlenerek kesilmiş çalışma alanının Bant 2-4-1 renkli görüntüsü	60
5.2	25 Temmuz 2000 tarihli Landsat7 ETM uydu görüntüsü (sağda) ve kırmızı çizgilerle belirlenerek kesilmiş çalışma alanının Bant 5-4-3 renkli görüntüsü	61
5.3	Tez çalışma alanının içerdiği Çanakkale, Eceabat, Gelibolu, Umurbey Orman Şefliklerine ait sınırlar (Hedef alanlar kırmızı ile gösterilmiştir.)	62
5.4	Orman Bölge Müdürlüğü Meşcere Haritalarının özet dökümü	62
5.5	2000 tarihli Çanakkale Gelibolu Orman Şeflik alanına ait kesilmiş uydu görüntüsü ve örnek olarak uydu görüntüsünün bir bölümü üzerine oturtulmuş meşcere haritaları (Kırmızı çizgiler meşcere bölge sınırlarını göstermektedir.)	63
5.6	(a) 1975 tarihli özgün Landsat MSS uydu görüntüsü, (b) 1975 tarihli zenginleştirilmiş Landsat MSS uydu görüntüsü	65
5.7	(a) 1975 tarihli özgün Landsat MSS uydu görüntüsü histogramı (b) 1975 tarihli zenginleştirilmiş Landsat MSS uydu görüntüsü histogramı	66
5.8	NDVI indisi elde edilmiş ve gri ölçekli olarak haritalanmış 2000 yılı Landsat7 ETM uydu görüntüsü (açık renkler yüksek NDVI değeri)	67
5.9	1975 yılı NDVI kümeleme sınıflandırma sonuçları	69
5.10	2000 yılı NDVI kümeleme sınıflandırma sonuçları	70
5.11	1975 yılı Paralelkenar sınıflandırma sonuçları	72
5.12	2000 yılı Paralelkenar sınıflandırma sonuçları	74
5.13	2000 yılı uydu görüntüsü Çanakkale Merkez Şefliği Paralelkenar sınıfları	77
5.14	2000 yılı uydu görüntüsü Eceabat Şefliği Paralelkenar sınıfları	78

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
5.15	2000 yılı uydu görüntüsü Gelibolu Şefliği Paralelkenar sınıfları	79
5.16	2000 yılı uydu görüntüsü Umurbey Şefliği Paralelkenar sınıfları	80
E1.1	Uydu görüntüsü ve kesilecek alan	I
E1.2	Clipping/Subsetting penceresi	I
E2.1	Görüntü zenginleştirme işlemi yapılmamış uydu görüntüsü	III
E2.2	Görüntü Zenginleştirme işlemi yapılmış uydu görüntüsü	III
E3.1	Focus ekranı ve uydu görüntüsü	IV
E3.2	EASI Modeling ekranı ve yazılmış olan NDVI komutu	IV
E3.3	Uydu görüntüsüne bant ekleme işlemi	V
E4.1	Formül 1	VI
E4.2	Formül 2	VI
E5.1	PCI Geomatica ekranında sınıflandırma işlemi	VII
E5.2	Aç penceresi	VII
E5.3	“Session Selection” penceresi	VIII
E5.4	“Session Configuration” penceresi	VIII
E5.5	“Classify” penceresi	VIII
E5.6	Eğitimsiz sınıflandırma sonuç raporu	IX
E5.7	Eğitimsiz sınıflandırma sonucu elde edilen sınıflar	IX
E6.1	PCI Geomatica ekranında sınıflandırma işlemi	X
E6.2	Aç penceresi	X
E6.3	“Session Selection” penceresi	XI
E6.4	“Session Configuration” penceresi	XI
E6.5	“Training Site Editing” penceresi	XI
E6.6	Görüntüde deneme alanları seçilmesi	XII
E6.7	Görüntü üzerinde seçilmiş bir deneme alanı	XII
E6.8	Sınıflandırma işleminin başlatılması	XIII
E6.9	Sınıflandırma penceresi	XIII
E6.10	Eğitilmiş sınıflandırma sonuç raporu	XIV
E6.11	Eğitilmiş sınıflandırma sonucu elde edilen sınıflar	XIV

E6.12	Scatter Plot ve Histogram komutları	XV
E6.13	Meşe sınıfı için 3,4,5. bantlardaki Histogram değerleri	XV
E6.14	Tuz Gölü sınıfı 1. ve 2. bantlar için Scatter Plot değerleri	XV

YAŞAM ÖYKÜSÜ

Adı ve Soyadı: Göksel BORAN

Doğum Yeri ve Yılı: Çanakkale, 22.10.1979

Adres: Cevatpaşa Mah. Havantabya Sok. Özgün Apt. 19/1

Eğitim Durumu:

1985–1990: Gazi İlkokulu, Çanakkale

1990–1993: Merkez Ortaokulu, Çanakkale

1993–1997: İbrahim Bodur Lisesi, Çanakkale

1997–2001: Lisans: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık
Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

Staj ve Kurslar:

10.07 – 10.9.1999: Staj: Çanakkale Seramik Fabrikası, Çanakkale

15.07 – 10.9.2000: Staj: Banvit, Bandırma

28.2 – 18.4.2004: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uzaktan Algılama Merkezi,
Görüntü İşleme Kursu, Çanakkale

Mesleki Deneyim:

2002 - : Öğretim Görevlisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü

2005- : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve
Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü Bölüm Başkan Yardımcılığı