

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ozan ŞENKAL

77103

NOAA Uydu Verileri Kullanılarak
Çukurova Bölgesinde
Bitki Örtüsünün Belirlenmesi

FİZİK ANABİLİM DALI

77103

ADANA, 1998

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NOAA UYDU VERİLERİ KULLANARAK ÇUKUROVA BÖLGESİNDE
BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN BELİRLENMESİ

Ozan ŞENKAL

YÜKSEK LİSANS

FİZİK ANABİLİM DALI

Bu tez 21/08/1998 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği / Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....

Doç.Dr.Vedat PEŞTEMALCI

DANIŞMAN

İmza.....

Yrd.Doç.Dr.Z.Gökalep ALTUN

ÜYE

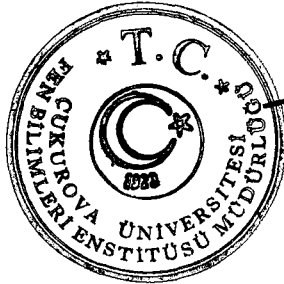
İmza.....

Yrd.Doç.Dr.Nuri EMRAHOĞLU

ÜYE

Bu tez Enstitümüzün Fizik Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No : 1490



Prof.Dr.Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Fonu
Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: FBE 97YL172

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere
tabidir.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NOAA UYDU VERİLERİ KULLANARAK ÇUKUROVA BÖLGESİNDE
BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN BELİRLENMESİ**

Ozan ŞENKAL

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Vedat PEŞTEMALCI

Yıl :1998, Sayfa : 65

Jüri : Doç. Dr. Vedat PEŞTEMALCI

: Yrd. Doç. Dr. Ziya Gökalp ALTUN

: Yrd. Doç. Dr. Nuri EMRAHOĞLU

Bu çalışmada, Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim 1997 yılı Çukurova Bölgesi NOAA-14 AVHRR (Advanced High Resolution Radiometer) görünür ve yakın kızılötesi verileri kullanılmıştır. Bu verilerden NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerleri PC uyumlu ERDAS paket programı kullanılarak hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Bölgede, coğrafi ve mevsim koşulları göz önüne alınarak 6 tip genel örtü sınıfı saptanmıştır. 1997 yılına ait aylık görüntülerin NDVI değerleri işlenerek, bitki indeksi değerlerinin değişimi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki İndeksi, Uzaktan Algılama, NOAA-AVHRR Verisi, Görüntü İşleme, Sınıflandırma.

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF VEGETATION IN ÇUKUROVA REGION BY USING NOAA SATELLITE DATAS

Ozan ŞENKAL

DEPARTMENT OF PHYSICS

**INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Vedat PEŞTEMALCI

Year: 1998, Pages: 65

**Jury : Assoc. Prof. Dr. Vedat PEŞTEMALCI
: Asst. Prof. Dr. Ziya Gökalp ALTUN
: Asst. Prof. Dr. Nuri EMRAHOĞLU**

In this work, NOAA-14 AVHRR (Advanced High Resolution Radiometer) visible and near infrared datas for Çukurova Region dated in May, July, September and October in 1997 were used. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) values were calculated and compared from this data by using PC compatible ERDAS software packet programme. In this region, 6 types general cover classes were determined according to conditions of seasons and geography. The changing of the vegetation index values were examined by processing NDVI values of monthly images in 1997.

Key Words: Vegetation Index, Remote Sensing, NOAA-14 AVHRR Data, Image Working, Classification.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın tamamlanabilmesi için ilgi ve desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Vedat PEŞTEMALCI'ya teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımın çeşitli aşamalarında destek veren ve yönlendiren değerli hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Nuri EMRAHOĞLU ve Araş. Gör. Mustafa KANDIRMAZ'a şükranlarımı sunarım.

Görüntülerin elde edilmesinde yardımlarını esirgemeyen meslektaşım Araş. Gör. Tuncay KULELİ'ye (Ç.Ü.) ve Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'nün değerli çalışanlarına; Uzaktan Algılama merkezinde tezimin laboratuvar çalışmalarımı gerçekleştirmem için yardımda bulunan Sayın Prof. Dr. Ural DİNÇ'e ve merkezde görevli arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme şükranlarımı sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

ATN : Advanced TIROS-N

AVHRR : Advanced Very High Resolution Radiometers

TOVS : TIROS Operational Vertical Sounders

NASA : The American National Aeronautic and Space Administration

MSU : Microwave Sounding Unit

HCMS : The Heat Capacity Mapping Mission

ESA : European Space Agency

NIR : Near Infrared

VIS : Visible

μ : Ortalama Sapma

σ : Standart Sapma

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÇİZELGE DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Uzaktan Algılama.....	3
1.1.1. Radyasyon Kaynağı.....	6
1.1.2. Atmosferik Geçiş Koridoru.....	10
1.1.3. Hedef ve Yeryüzü Objeleri.....	14
1.1.4. Algılayıcı Platform.....	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	21
3. MATERYAL VE METOD.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Metod.....	25
3.2.1. NOAA Uydu Verilerinin Okutulması Ve Gözlenmesi.....	28
3.2.2. Görüntülerin İşlenmesi.....	31
3.2.3. Bitki Örtüsü İndeksinin Hesaplanması.....	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	58
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ.....	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Elektromanyetik tayfın dalgaboyu frekans ve enerjileri.....	7
Çizelge 3.1. NOAA-AVHRR uydusunun özellikleri ve dalgaboyu.....	30
Çizelge 4.1. Mayıs ayının sınıf numaralarına göre NDVI ve yüzey özellikleri.....	48
Çizelge 4.2. Temmuz ayının sınıf numaralarına göre NDVI ve yüzey özellikleri...	48
Çizelge 4.3. Eylül ayının sınıf numaralarına göre NDVI ve yüzey özellikleri.....	49
Çizelge 4.4. Ekim ayının sınıf numaralarına göre NDVI ve yüzey özellikleri.....	49
Çizelge 4.5. Sınıfları temsil eden ortalama ve standart sapma değerleri.....	51
Çizelge 4.6. Mayıs ayının yüzey özelliklerine göre piksel sayısı ve yüzdesi.....	53
Çizelge 4.7. Temmuz ayının yüzey özelliklerine göre piksel sayısı ve yüzdesi.....	54
Çizelge 4.8. Eylül ayının yüzey özelliklerine göre piksel sayısı ve yüzdesi.....	55
Çizelge 4.9. Ekim ayının yüzey özelliklerine göre piksel sayısı ve yüzdesi.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. İki boyutlu basit bir Uzaktan Algılama modeli.....	6
Şekil 1.2. Elektromanyetik tayf diyagramı.....	7
Şekil 1.3. Optik spektrum.....	9
Şekil 1.4. Güneş ışınımının dağılımı ve atmosferde soğrulması.....	11
Şekil 1.5. Atmosferin dalgaboyuna göre geçirgenliği.....	11
Şekil 1.6. Kara cisim ışımasının sıcaklığa göre tayfsal dağılımı.....	15
Şekil 1.7. Uzaktan Algılama platformları.....	19
Şekil 3.1. NOAA verilerinin analizi için hazırlanan programların çalışma şeması..	26
Şekil 3.2. Bitki indeksi çalışılan Çukurova Bölgesi haritası.....	27
Şekil 4.1. Bant1'in Mayıs ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	35
Şekil 4.2. Bant2'nin Mayıs ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	36
Şekil 4.3. Bant1'in Temmuz ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	37
Şekil 4.4. Bant2'nin Temmuz ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	38
Şekil 4.5. Bant1'in Eylül ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	39
Şekil 4.6. Bant2'nin Eylül ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	40
Şekil 4.7. Bant1'in Ekim ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	41
Şekil 4.8. Bant2'nin Ekim ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	42
Şekil 4.9. NDVI metodu kullanılarak tek bant haline getirilen Çukurova Bölgesi Mayıs ayı uydu görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	44
Şekil 4.10. NDVI metodu kullanılarak tek bant haline getirilen Çukurova Bölgesi Temmuz ayı uydu görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	45
Şekil 4.11. NDVI metodu kullanılarak tek bant haline getirilen Çukurova Bölgesi Eylül ayı uydu görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	46
Şekil 4.12. NDVI metodu kullanılarak tek bant haline getirilen Çukurova Bölgesi Ekim ayı uydu görüntüsü ve parlaklık histogramı.....	47
Şekil 4.13. NDVI'nin aylara göre grafiği.....	50
Şekil 4.14. Eğitimli sınıflandırma yapılmış Mayıs ayı görüntüsü	53
Şekil 4.15. Eğitimli sınıflandırma yapılmış Temmuz ayı görüntüsü	54
Şekil 4.16. Eğitimli sınıflandırma yapılmış Eylül ayı görüntüsü	55

Şekil 4.17. Eğitimli sınıflandırma yapılmış Ekim ayı görüntüsü56



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artışı, buna paralel olarak da teknolojiadaki gelişmeler insanların gereksinmelerini sağlamak için sınırlı olan doğal kaynakların en iyi şekilde araştırılması ve kullanılmasında daha etkin çalışmaların yapılmasını gerektirmiştir. Doğal kaynakların zenginliği ekonomik gelişmenin temeli olup gelişmeyi hızlandırmaktadır. Ancak ekonomik gelişme, eldeki kaynakların etkin kullanımı kaynakların hızla azalmasına neden olmakta dolayısıyla yenilerin aranmasını zorunlu kılmaktadır. Havacılık ve uzay teknolojisindeki gelişmeler bu sorunların çözümü için yeni olanaklar geliştirmiş, Uzaktan Algılama (Remote Sensing) adı verilen yöntemle havadan ve uzaydan elde edilen görüntülerin yorumlanması sonucu bilgi üretimini sağlamıştır. Burada değinilen "Uzaktan Algılama" sözcüğü objelerle fiziksel değinimde bulunmaksızın herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle objeler hakkında bilgi edinme bilim ve sanatı şeklinde tanımlanmaktadır (Lindenlaub, 1976). Kalkınmada doğal kaynakların saptanması ve kullanımında, çevre ile ilgili dengelerin sağlanmasında uzaktan algılama yöntemi giderek çok daha fazla rol almaktadır.

Bir ülkenin gelişmesi kendi doğal kaynakları hakkında yeterli derecede bilgi sahibi olmasına ve bu kaynakları en iyi şekilde kullanmasına bağlıdır. Gelişmiş ülkeler kaynaklarını en etkin şekilde kullanmalarına karşın geliştirmekte olan ülkelerin büyük bir çoğunluğu henüz doğal kaynaklarının niteliği ve niceliği hakkında yeterli bilgilere sahip değildir. Bugün geliştirmekte olan ülkelerin çoğunda temel kaynakların yeterli biçimde haritalanmamış olması sonucu toprak ve su kaynakları, işlenen toprakların dağılımı, madenler, orman ve otlaklara ilişkin tam ve kesin bilgiler elde bulunmamaktadır.

Bir ülkenin gelişme düzeyi arttıkça kendi öz kaynakları hakkında geniş bilgileri kapsayan yeni teknolojik girdilere gereksinim duymaktadır. Doğal çevre içerisinde ilişkilerin önemli bir bölümünün dinamik nitelikte olması, bunların davranışlarını gözleyebilmek için sürekli olarak yeni bilgiler ve verilerin elde edilmesi konusunda büyük önem kazandırmaktadır.

1970'li yıllara kadar araştırma verileri yerden yapılan ölçümlerle veya hava fotoğrafları ile elde edilmiştir. Daha sonra yeryüzü kaynak araştırmalarına yönelik

çalışmalarda geniş alanları kısa zamanda ve ayrıntılı biçimde algılayabilme özelliğine sahip daha gelişmiş uzaktan algılama gereç ve teknikler yeryüzü kaynaklarının incelenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu amaçla 1972'den başlayarak günümüze kadar çok sayıda uydu dünya etrafında yörüngelere yerleştirilmiştir. Uydulara yerleştirilen çok bantlı tarayıcılar sayesinde elektromanyetik tayfın görünür ve kızılötesi bölgelerinde cisimlerin yansıtma ve yayınma tayfları incelenebilmektedir.

Bütün cisimler elektromanyetik enerji yayar veya yansıtırlar. Uzaktan algılamada cisimlerin yaydıkları elektromanyetik enerji incelenmektedir. Cisimlerin yaymış veya yansıtmış oldukları elektromanyetik enerji cisimlerin yüzey özelliklerine, sıcaklıklarına, atomik ve moleküller yapılarına bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Cisimlerin yaydıkları, yansıtıkları, içinden geçirdikleri elektromanyetik enerjideki bu farklılıklar uzaktan algılamanın temel prensiplerini oluşturmaktadır.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar sonucunda, uzaktan algılama yöntemlerinin başarı ile uygulandığı alanlar aşağıda sıralanmıştır:

- Geniş ölçekli tarımsal üretimin izlenmesi ve ürün tahmini,
- Ormanların takibi,
- Bitki sağlığı ve erken uyarı sistemleri,
- Orman yangınlarının izlenmesi ve erken uyarı sistemleri,
- Su yüzeylerinin araştırılması,
- Arazi kullanımı,
- Çevre ve ilgili uygulamalar.

Diğer taraftan, aşağıda sıralanan konulara ait yöntemler henüz araştırma safhasında olup, uygulama alanı olarak büyük bir potansiyele sahiptir:

- Su yüzeylerindeki buharlaşmanın izlenmesi ve bunun bulut oluşumuna etkisinin belirlenmesi,
- Su kaynaklarının ve rezervlerde tutulan suyun izlenmesi ve modellenmesi,
- Yeraltı kaynaklarının modellenmesi,
- Erozyon modeli ve tahmini (Justice, 1986).

Batı ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan uzaktan algılama teknolojisi Türkiye’de de yeryüzünün ve doğal kaynaklarının incelenmesinde kullanılabilirliği bir çok araştırmanın konusu olmuştur (Yeğingil ve Ark., 1981).

Bilgisayar destekli yöntemlerle bitki örtüsü haritaları oluşturulabilmekte, yüzey örtü tipleri mevsimlere göre sınıflandırılabilir. Bu amaçla bitki örtüsünün yerel olarak büyük değişimler göstermesi nedeni ile, bu alandaki çalışmalarda uydu tekniklerinden yararlanılması çok faydalı olmaktadır. Örneğin, su yüzeyleri, tarım arazisi, doğal ormanlar, yerleşim bölgeleri, çıplak toprak vb. incelenmesine olanak sağlamaktadır. Sonuç olarak, mevcut orman ve tarım ürünlerinin mevsimlere göre potansiyeli belirlenmekte, iklim değişimlerinin ekonomik ve dolayısıyla endüstriyel etkileri saptanabilmektedir.

1.1. Uzaktan Algılama

Tarihe bakıldığında Uzaktan Algılamanın sanıldığı kadar yeni bir teknik ve yöntem olmadığı görülür. Eldeki kayıtlar 2000 yıl kadar önce Roma devri Britanya’sında demir madenlerinin yerlerini bulmak amacıyla kış ayları karlı günlerde yüksek tepelere çıkılarak karların önce eridiği bölgelerin gözlemlendiği belirtilmektedir. İnsanlar ilk gerçek ölçümleri, kültür ve uygarlıkların gelişimiyle birlikte gerçekleştirmişlerdir. Nil nehri su seviyesinin kaydedildiği Nilometre ölçüm gereçleri bunun örnekleri arasındadır.

Ancak Fax Talbot tarafından fotoğrafın keşfi, uzaktan algılama alanında yeni bir çağ açmış ve böylece insanın çevresini devamlı olarak incelemesine olanak veren teknik bir gereç ortaya konulmuştur. Bu arada 19.yüzyıldan çok önce teleskopun icadı da kişisel gözlem yeteneklerinin genişletilmesinde önemli derecede etken olmuştur. Bilinen ilk hava fotoğrafı Fransa’nın Bievre kentine ait olup, Gaspard F. Tournachon isimli Parisli bir fotoğrafçı tarafından 1858 yılında 80 m yükseklikteki balondan çekilmiştir. Elde mevcut en eski hava fotoğrafı ise 1860 yılında James W. Black’in 365 m yüksekliğindeki balondan çektiği Boston şehridir.

Uçağın 1903 yılında keşfiyle birlikte, fotoğrafların kullanılması uzaktan algılama alanına yeni boyutlar kazandırmış ve 1909 yılında Wright’ın İtalya’da yaptığı uçuşlar sırasında Centocelli şehri üzerinde elde edilen hava fotoğrafları, uçağın, uçurtma ve balona kıyasla çok daha uygun bir platform olduğu gerçeğini

ortaya çıkarmıştır. Birinci Dünya Savaşı sırasında askeri istihbarat amaçlı hava fotoğrafçılığı, uçak ve kameralardaki gelişim paralelinde Birinci Dünya Savaşı süresince de en önemli askeri haber alma kaynaklarından biri olma özelliğini korumuştur.

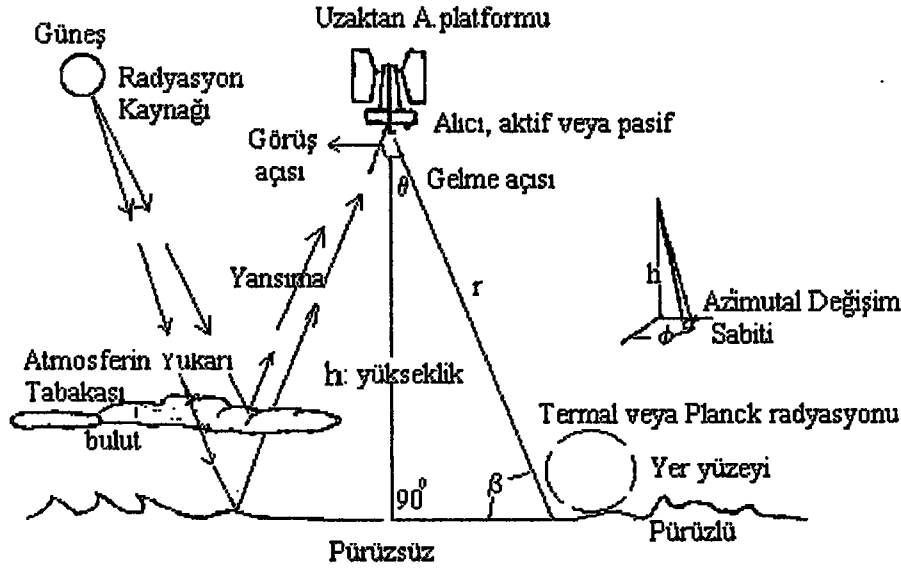
Hava fotoğraflarının 1945-1960 yılları arasındaki periyodu kapsayan dönemde renkli fotoğraf tekniklerinde bulunması sonucu hava fotoğrafları ağırlıklı olarak topografik haritaların yapılmasında kullanılmakla kalmayıp jeoloji, ormancılık, tarım, coğrafya, arkeoloji ve diğer alanlarda da giderek artan yaygınlıkla kullanılmaya başlanmıştır. Sputnik-I'nın 1957 yılında yörüngeye oturtulması uzayın keşfedilmesinde yeni bir çağ başlatmıştır.

Özelikle 1960 yılı, çok aktif platform ve algılama düzeneklerinin geliştirildiği yeni bir dönem olmuştur. Bu dönemde ilk meteorolojik uydunun gönderilmesi, balon ve uçak gibi geleneksel uzaktan algılama tekniklerini geri planda bırakan yeni bir dönem açmıştır. Daha önemlisi çevre biliminin farklı uygulamaları için elektromanyetik tayfın değişik dilimlerinde yapılan çok bantlı algılamalara yoğunluk verilerek yeryüzünün keşfedilmesinde önemli adımlar atılmıştır. Aynı yıllarda uzayın keşfedilmesi büyük bir hızla devam ederken Avrupa ülkeleri bu konuda bireysel çalışmalar yerine işbirliği programlarının geliştirilmesi üzerinde durmuşlar ve 1972 yılında Avrupa Uzay Ajansı (ESA) adı verilen yeni bir organizasyonun oluşturulmasını kararlaştırmışlardır. Muhakkak ki 1970 yıllarının başlangıcı, sorunlarını istatistik ve matematik ağırlıklı metodlarla çözümlemek durumunda olan araştırmacılar ve bilim adamları için yepyeni olanaklar ortaya koymuştur. Bu dönemde NASA (The American National Aeronautic and Space Administration) tarafından programlanan ilk alçak yörüngeli otomatik yeryüzü inceleme uydusu ERTS-I 1972 yılında uzaya gönderilmiş ve 905 km uzaklıktan her gün yeni sayısal veri göndermeye başlamıştır. Sonraları LANDSAT uydu serisi olarak adlandırılan bu programın NASA tarafından 2000 yılına kadar devamı planlanmıştır. Bu arada 1970 yılında NİMBUS, 1977 yılında METEOSAT-I, 1978 yılında da NOAA- uydu seri programları özellikle atmosferik olayların ve okyanusların ve bitki örtüsünün incelenmesinde çok büyük olanaklar yaratmışlardır.

Şimdiki durumda LANDSAT uydu serisine 1986 yılında SPOT yeryüzü kaynakları inceleme uydusu katılırken, 1991 yılında ESA tarafından uzaya gönderilen ve radar, görülebilir (visible) ve IR (infrared) dalgaboylarında son derece gelişmiş algılama düzenekleri ile donatılmış bulunan ERS-I uydusu araştırmacıların, bilim adamlarının, eğitimcilerin hatta politikacıların geniş ölçüde ilgisini çekecek özellikler taşımaktadır.

Günümüzde yeryüzü hakkındaki bilgilerin pek çoğu dünya etrafında belirli yörüngeler izleyen uydulardan elde edilmektedir. Uydu yörüngelerindeki yüksekliklerin sağladığı geniş görüş, uydu sistemlerinin veri toplama hızı ve kullanılan tayfsal bant sayısı nedeniyle yeryüzü hakkında çok tekrarlamalı ve çok fazla sayıda verinin ekonomik olarak elde edilmesi mümkün olabilmektedir. Önümüzdeki 2000'li yıllarda çok daha gelişmiş uydu teknikleri ve algılama düzeneklerinin, üzerinde yaşadığımız yeryüzünün incelenmesi amacıyla insanların hizmetine sunulacağı muhakkaktır.

Uzaktan algılamanın esasını cisimlerin yansıttıkları veya yaydıkları elektromanyetik radyasyonlarla, kendi özellikleri arasında belirli ilişkilerin bulunması oluşmaktadır (Tatar, 1979). Uzaktan algılama olayında Şekil 1.1'de gösterildiği gibi radyasyon kaynağı, atmosferik geçiş koridoru, hedef-yeryüzü objeleri ve algılayıcı platform olmak üzere dört temel eleman bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Basit bir Uzaktan Algılama modeli (Peştemalcı, 1982).

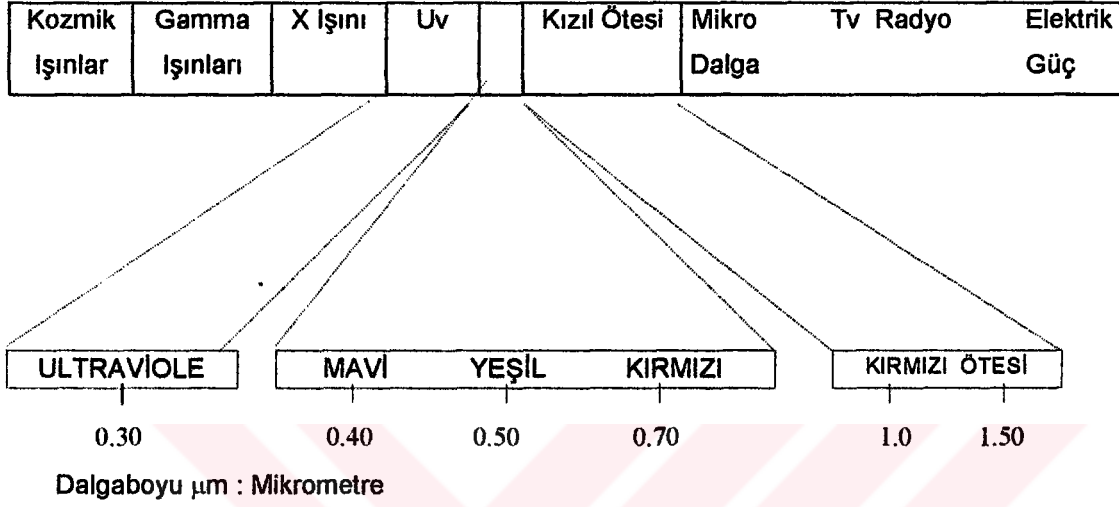
1.1.1. Radyasyon Kaynağı

Dünyamız için en önemli radyasyon kaynağı güneştir. Güneş enerjisi, elektromanyetik dalgalar halinde sabit ışık hızı ile yeryüzüne ulaşmaktadır. Elektromanyetik tayf çeşitli dalgalı boyundaki radyant enerjiyi kapsar. Uzaktan algılama elektromanyetik enerjinin cisimlerle etkileşmesi esasına dayandığı için elektromanyetik tayfın temel özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Pratikte tüm elektromanyetik tayf çeşitli dalgalı boyu bölgelerine ayrılmıştır. Gerçekte dalgalı boyu bölgeleri için kesin bir sınırlama yoktur. Uygulanan terminoloji ve bölgelerde kabul edilebilir bir üst üste binme vardır.

Belirli bir T sıcaklığında olan cisimler elektromanyetik dalga şeklinde enerji yayarlar, yansıtırlar, soğururlar ve geçirirler. Bu enerji ışığın dalgalı boyuna bağlıdır. Farklı özelliklere sahip cisimlerin elektromanyetik tayfın belirli bölgelerinde ışığı yansıtma veya yayma farklılıklarından yararlanarak o cisimler hakkında bilgi toplanabilmektedir. Şekil 1.2'de elektromanyetik tayfın dalgalı boyu bölgeleri, Çizelge 1.1'de ise bu bölgelerin dalgalı boyları, frekansları ve enerjileri gösterilmiştir.

Uzaktan algılama ile ilgili bölgeler ikiye ayrılabilir.

1. Optik dalgaboyları : 0.3-16 mikron
2. Radar dalgaboyları : 0.83-133 cm



Şekil 1.2. Elektromanyetik tayf diyagramı (Arslan, 1987).

Çizelge 1.1. Elektromanyetik tayfın dalgaboyu, frekans ve enerjileri (Arslan, 1987).

Tayfsal Bölge	Dalgaboyu(A°)	Frekans (Hertz)	Enerji (eV)
Kozmik ışınlar	0.001 - 0.01	$10^{22} - 10^{21}$	5×10^7
γ - ışınları	0.01 - 1.0	$10^{21} - 10^{19}$	$5 \times 10^6 - 5 \times 10^5$
X - ışınları	1 - 100	$10^{19} - 10^{17}$	$5 \times 10^5 - 5 \times 10^2$
Mor ötesi	$100 - 4 \times 10^3$	$10^{17} - 10^{16}$	10
Görünür	$4 \times 10^3 - 7 \times 10^3$	$10^{16} - 10^{15}$	5
Kızılötesi	$7 \times 10^3 - 10^7$	$10^{15} - 10^{11}$	1
Mikrodalga	$10^7 - 10^{10}$	$10^{11} - 10^8$	10^{-4}
TV ve Radyo	$10^{10} - 10^{13}$	$10^8 - 10^5$	10^{-9}

Kamera ve çok kanallı tarayıcı sistemler optik dalgaboyu bölgesinde çalışır. Optik bölgenin kapsamına giren dalgaboyları şu şekilde ayrılır.

1. Yansıyabilen dalgaboyları
 - a) Morötesi : 0.3-0.4 μm
 - b) Görünür bölge : 0.4-0.7μm
 - c) Yakın kızılötesi : 0.7-1.3 μm

d) Orta kızılötesi : 1.3-3 μm

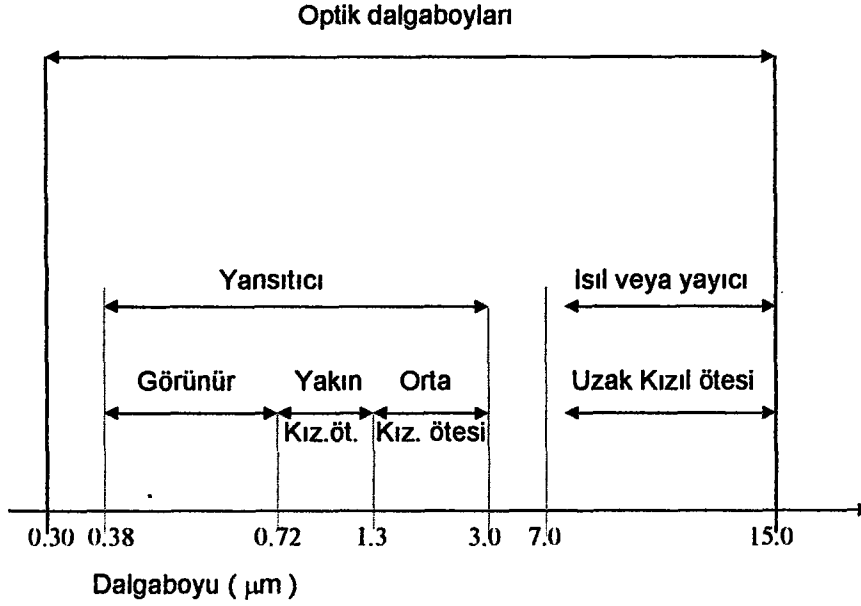
2. Yayınabilen dalgalıyları : 3-16 μm (Isıl bölge)

Uzaktan algılamada kullanılan ve yayınan dalgalıylarının bulunduğu bölgeye ısııl bölge adı verilir.

Optik algılayıcıların kaydettikleri enerji güneşten gelen enerji ile ilgilidir. Her ne kadar güneşten gelen enerjinin tayfsal dağılımı sabitse de bir cisme ulaşan miktar atmosferden geçerken değışime uğrar. Benzer şekilde, algılayıcı tarafından algılanan enerji atmosferdeki değışiklikler ve görüş açısı ile değışmektedir. Şekil 1.3'de atmosfer dışında ve deniz yüzeyinde güneş tayfını göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi yeryüzüne gelen ışıının etkili olduğu bölge 3 μm 'den daha kısa dalgalıyundadır. Şekil 1.4'de atmosferin dalgalıyuna göre ışıı geçirgenliğı gösterilmiştir. Geçirgenliğı yüksek olan dalgalıy bölgelerine atmosferik pencere veya atmosferik geçiş koridoru adı verilir (Slater, 1980).

Elektromanyetik enerji ile cisim arasındaki etkileşme anında cisim tarafından yansıtılan, soğurulan ve geçirilen enerji o cismin yansıtma, soğurma ve geçirgenlik özelliklerine bağılıdır. Dalgalıyuna bağılı bu özellikler cismin değışen uzaysal ve fiziksel özelliklerinin etkileşimi üzerine elektromanyetik enerjinin yansıma, soğurma, geçirgenlik ve dağılıma işlemleri etkilidir. Bu özellikler cismin tayfsal dağılımında yardımcı olur.

Elektromanyetik enerji, genellikle spektrumu, 10^{-10} μm dalgalıylarından (kozmik ışıılar) 10^{10} μm dalgalıylarına kadar (radyo dalgalıyları) örtecek şekilde göz önüne alınır. Uzaktan algılamada en çok ilgimizi çeken dalgalıyları, 0.30'dan 15 μm 'ye kadar uzanan optik dalgalıylarıdır. Bu dalgalıylarında, elektromanyetik enerji, prezisyonlu toleranslarda üretilebilen aynalar ve mercekler gibi katı materyallerden yansıtılabilir ve kırılabilir. Şekil 1.3, spektrumun optik bölgesini göstermektedir.



Şekil 1.3. Optik spektrum (Maktav ve Sunar, 1991).

0.38 μ m ile 3.0 μ m arasındaki bölgeye spektrumun yansıtıcı bölgesi denir. Bu dalgaboylarında algılanan enerji, yeryüzündeki cisimlerden yansıyan ışıdır. Spektrumun yansıtıcı bölgesi, ayrıca, görünür dalgaboylarına ve yansıtıcı kızılötesi dalgaboylarına ayrılmıştır. İnsan gözü, yaklaşık 0.38 ile 0.72 μ m dalgaboyları arasındaki ışıma duyarlı olduğundan, bu dalgaboylarına, görünür dalgaboyları denir. 0.72 μ m ile 3.0 μ m arasındaki bölgeye, spektrumun yansıtıcı kızılötesi bölgesi denir. Bu da ayrıca, yakın kızılötesi (0.72'den 1.3 μ m'ye kadar) ve orta kızılötesi (1.3'ten 3.0 μ m'ye kadar) dalgaboyu alt bölgelerine ayrılmıştır. 3.0'dan 7.0 μ m'ye kadar olan dalgaboyu bölgesi için, genellikle özel bir adlandırma yapılmamıştır. Atmosferik etkiler, bu bölgede, ışıma verilerinin yorumlanmasını çok karmaşık bir hale getirmekte ve bu dalgaboylarının, uydu uzaktan algılama uygulamalarındaki yararlılığını kısıtlamaktadır. 7.0'dan 15 μ m'ye kadar dalgaboylarındaki elektromanyetik enerji, spektrumun uzak kızılötesi bölgesindedir. Mutlak sıfırın üzerinde sıcaklıklara sahip tüm maddeler, elektromanyetik enerji yayar, ancak yayılan enerji miktarı ve dominant dalgaboyu bantları, maddenin yapısına göre değişir. Güneşten gelen ışıma, atmosferin dışında gözlemlendiğinde, yaklaşık 0.35 μ m ile 3.0 μ m dalgaboyları arasında, yani spektrumun yansıtıcı bölgesinde en büyüktür.

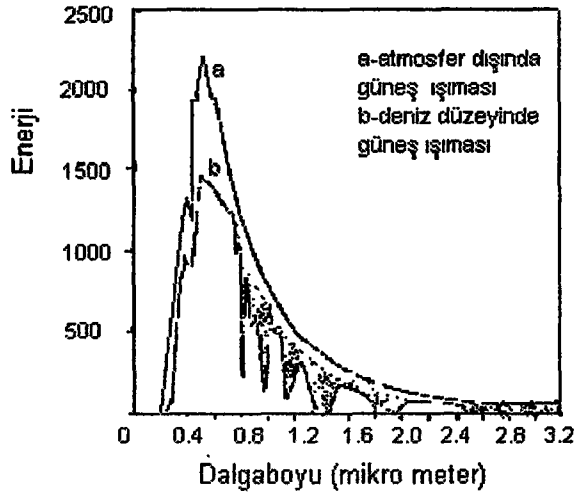
1.1.2. Atmosferik Geçiş Koridoru

Optik algılayıcıların kaydettikleri enerji güneşten gelen enerji ile ilgilidir. Her ne kadar güneşten gelen enerjinin tayfsal dağılımı sabitse de bir cisme ulaşan miktar atmosferden geçerken soğurulma, saçılma ve yansıma nedeniyle değişime uğrar. Soğurulmanın nedeni poliatomik moleküllerin titreşim ve dönmelerinin değişik enerji seviyelerine geçişi olduğu kadar, atom ve moleküle bağlı elektronların farklı enerji seviyesine geçişindendir (Gjessing, 1978). Soğurulma özellikle ultraviyole ve kırmızı ötesinde baskın olup, görülebilir ışıktaki çok azdır (Barret ve Curtis, 1976; Haberle ve Ark., 1979). Benzer şekilde, algılayıcı tarafından algılanan enerji atmosferdeki değişimler ve görüş açısı ile değişmektedir. Geçirgenliği yüksek olan dalgaboyu bölgelerine "Atmosferik pencere" veya "Atmosferik geçiş koridoru" denir (Van Der Meer Mohr, 1977). Işık atmosferden geçerken soğurulma olayı dışında, atmosferde bulunan atom, molekül ve küçük parçacıklar nedeniyle saçılmaya da uğramaktadır.

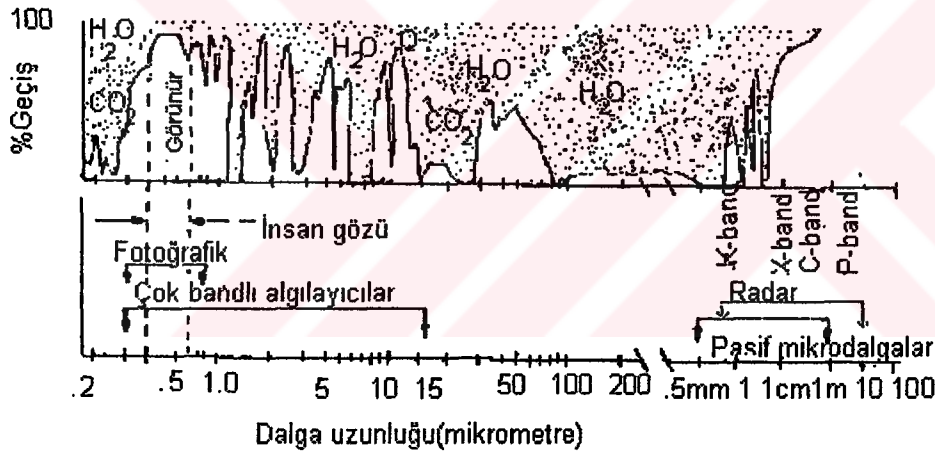
Uçak veya uzay aracı gibi algılayıcı platformlardan elde edilen veriler atmosfer tarafından etkilenir. Genellikle, atmosferin etkisi sabit olmadığından gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.

Atmosfer, uzaktan algılama verilerini, enerjinin saçılımı ve soğurulması olmak üzere iki yoldan etkileyebilir.

Soğurulma, özellikle ultraviyole ve kızılötesinde baskın olup görülebilir ışıktaki çok azdır. Şekil 1.4'de değişik dalgaboylarında ışığın atmosfer soğurumu gösterilmiştir. Şekil 1.4'de ise enerjinin soğurulduğu bantlar görülmekte ve bu durum atmosferdeki H_2O gibi gazların varlığından kaynaklanmaktadır. Elektromanyetik spektrumda soğurumun hiç veya çok az meydana geldiği bölgeler atmosferik pencere olarak tanımlanır ve geçirgenliği yüksek olan dalgaboyu bölgeleridir (Slater, 1980).



Şekil 1.4. Güneş ışınımının dağılımı ve atmosferde soğurulması (Slater, 1980).



Şekil 1.5. Atmosferin dalgaboyuna göre geçirgenliği (Emrahoğlu, 1993).

Atmosferik geçişler; görülebilir, yakın kızılötesi, termal, uzak kızılötesi, mikrodalga ve radar bölgelerinde bulunmaktadır.

Uzaktan Algılamada atmosferik geçiş veya pencerelerin önemi açıkça görülmektedir. Çünkü algılayıcılar tarafından kaydedilecek enerjinin en fazla olduğu geçişler gözetilerek çok bantlı algılayıcılar planlanabilmektedir.

Saçılım, ışınımın atmosferdeki taneciklerden yansması veya kırılması ile oluşur. Bu tanecikler, atmosferi oluşturan gaz molekülleri, toz tanecikleri ve geniş su damlacıklarıdır. Aışılmış varsayım, ister güneşten gelsin (aşıyaıya akan) ister yer yüzeyinden yansısın (yukarıya akan), saçılan ışınımın zayıflamayıp yeniden

yönlendiğidir. Bu yeniden yönlenme, ekseriya dalgaboyunda bağımlıdır. Saçılmayan ışınlam ise, genellikle dalgaboyundan da bağımlı olarak, atmosfer tarafından soğurulur ve atmosfer, soğurulan bu ışınlam tarafından ısıtılır. Atmosferin meteorolojik karakteristikleri, saçılım ve soğurma mekanizmalarının bağıl üstünlüğünü güçlü bir şekilde etkiler.

Hiç soğurma olmaması halinde ise saf saçılma oluşur. Burada, enerji kaybı yoktur. Sadece enerjinin yeniden yönlenmesi söz konusudur. Uzaktan algılama açısından saçılım, enerjinin bir bölümünün algılayıcının görüş alanı dışına yönelmesine neden olur. Görüş alanı çok geniş ise, saçılan ışınlamın bir kısmı yine de kabul edilecek; ancak görüş alanı dar ise, saçılan tüm ışınlam fiilen reddedilecektir. İlk durumda, saçılım, alet açıklığından giren ek ışınlam nedeni ile aletlerle alınan sinyali arttırırken, ikinci durum ise, saçılım, belirgin bir görüntü zayıflamasına veya kararmasına neden olur. Ancak her iki durumda da, saçılım, elde edilen verilerin niteliğini azaltır.

Saçılım, teorik olarak, saçılan ışınlamın dalgaboyu ile, saçılma neden olan taneciklerin büyüklüğü arasındaki bağıntıdan bağımlı olarak üç farklı kategoriye ayrılabilir. Saçılım mekanizmaları, Rayleigh saçılımı, Mie saçılımı ve seçici olmayan saçılımdır (Maktav ve Sunar, 1991). Rayleigh saçılımı, ışınlam dalgaboyunun, saçan taneciklerden çok daha büyük olması halinde oluşur. Rayleigh saçılımında hacimsel saçılım katsayısı,

$$\sigma_{\lambda} = 4\pi^2 N V^2 (n^2 - n_0^2)^2 / \lambda^4 (n^2 - n_0^2) \text{ cm}^{-1} \quad \text{ile verilmiştir. Burada,} \quad (1.1)$$

N = her cm^3 teki tanecik sayısı

V = saçan taneciklerin hacmi (cm^3)

λ = ışınlam dalgaboyu (cm)

n = taneciklerin kırılma indisi

n_0 = ortamın kırılma indisi

Bu denklem kullanıldığında, havadaki küresel su damlacıklarının saçılım katsayısı, tüm görünür ve kızılötesi spektrum için (soğurma bantları civarı hariç)

$n_0 = 0$ ve $n = 1,33$ 'tür, $\sigma_\lambda = 0,827 A^3 N / \lambda^4$ düşer. Burada A, saçı damlacığının dik kesit alanıdır. Tabii bu durumda, damlacıkların, molekül büyüklüğünde oldukları ve bu nedenle optik spektrumda ışınım dalgaboyundan çok daha küçük oldukları var sayılmaktadır.

Rayleigh saçılımı, gökyüzünün mavi görünmesine neden olur. Saçılım katsayısı, dalgaboyunun dördüncü kuvvetinin tersi ile orantılı olduğundan, daha kısa olan mavi dalgaboylarındaki ışınım, yere doğru, kırmızı dalgaboylarındaki ışınımdan çok daha güçlü olarak saçılır. Güneşin batışındaki kırmızılığın nedeni de Rayleigh saçılımıdır. Güneş, ufka yaklaştığında ve ışınları, atmosferde daha uzun bir yol kat ettiğinde, daha kısa dalgaboylu ışınım saçılır ve sadece kırmızı ve turuncu gibi daha uzun dalgaboyundaki ışınım gözümüze gelir. Spektrumun mavi bölgesindeki çok spektrumlu verilerin yararlılığı, Rayleigh saçılımı nedeni ile oldukça kısıtlanır.

Burada göz önüne alınacak ikinci saçılım mekanizması ise, Mie saçılımıdır. Bu saçılım, ışınım dalgaboyunun, saçı taneciklerle karşılaştırılabilir büyüklükte olması halinde olabilir. Bu durumda, saçılım katsayısı, tanecik tarafından etkilenen gelen dalga yüzünün, taneciğin kendisinin dik kesit alanına oranı ile tanımlanan bir alan katsayısıdır. Bir sürekli tanecik-büyüklüğü dağılımının söz konusu olduğu en evrensel durum için, saçılım katsayısı, aşağıdaki bağıntı ile verilmiştir:

$$\sigma_\lambda = 10^5 \pi \int N(a) K(a, n) a^2 da \quad \text{burada} \quad (1.2)$$

$\sigma_\lambda = \lambda$ dalgaboyunda saçılım katsayısı, km^{-1}

$N(a) = a$ 'dan $a + da$ 'ya kadar olan aralıktaki tanecik sayısı (cm^3)

$K(a, n) =$ saçılım katsayısı (dik kesit) (cm^{-1})

$a =$ küresel taneciklerin yarıçapı (cm)

$n =$ taneciklerin kırılma indisi

Mie saçılımı, saçılım alanı katsayısının dalgaboyu karakteristiklerine bağlı olarak, dalgaboyundan çok bağımlı olabilir veya olmayabilir. Uzaktan algılamada, Mie saçılımı, genellikle çok puslu atmosferik koşullardaki optik spektrum boyunca, çok spektrumlu görüntülerde genel bir kalite düşüklüğü şeklinde kendini gösterir.

Göz önüne alınacak son saçılım mekanizması ise, seçici olmayan saçılımdır. Bu saçılım, taneciğin ışığın dalgaboyundan çok daha büyük olması halinde oluşur. Büyük tanecikli saçılımın toplam etkisi, ışının tanecikle olan karşılıklı etkileşimindeki üç süreçten elde edilenlerin toplamıdır. Bu üç süreç, taneciğin yüzeyinden yansıma, ışının taneciğin içinden iç yansımali veya yansısız geçişi ve taneciğin kenarındaki kırılımdır. Seçici olmayan saçılım, genellikle, atmosferin çok toz yüklü olması, bulutlu olması ve bu nedenle, elde edilen verilerin önemli ölçüde zayıflaması sonucu oluşur. Bununla beraber, bu saçılım mekanizmasının oluşması, ilgilenilen doğal görüntünün üzerindeki atmosferde geniş tanecikli maddelerin varlığına işaret eder ve bu da bazen kendi içinde yararlı veriler olabilir.

Atmosferik saçılımda, ışınım atmosferdeki taneciklerden yansır veya kırılır. Diğer taraftan, soğurma ise, çarpan ışınımından, aradaki atmosferin moleküler hareketine enerji transferini gerektirir. Atmosferi oluşturan moleküller, enerjiyi bir ötelemeli titreşim veya bir dönel mekanizma ile soğurulabilir. Atmosferik gazların molekül yapısı, atmosferi oluşturan belirli bir gazın birçok soğurma rezonans frekansı olacak kadar karmaşıktır. Örneğin, karbondioksit, ışınımı birçok dalgaboyunda soğurur. Bu kritik dalgaboyu civarında, atmosferin soğurma mekanizması saçılımı bastırır. Diğer yerlerde ise, daha önce tartışılmış olan saçılım mekanizmaları, atmosferik geçirimi etkileyen dominant faktörlerdir.

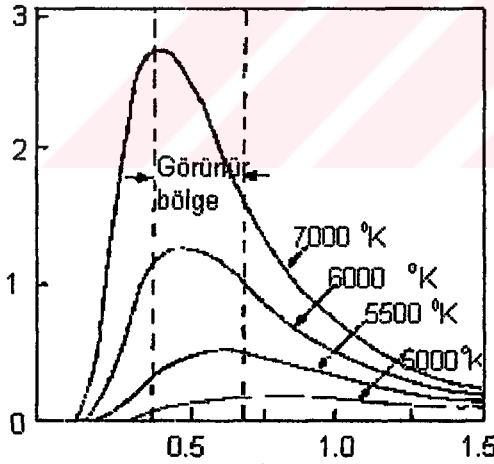
1.1.3. Hedef ve Yeryüzü Objeleri

Atmosfer bileşiklerinin izin verdiği atmosferik koridordan geçen güneş enerjisi yeryüzü hedeflerine kadar ulaşmakta ve bunların fiziksel özelliklerine göre soğurulmakta, dağıtmakta ve yayınmaktadır. Bütün yeryüzü materyalleri bir miktar güneş enerjisini geri yansıtma ve bu yansımanın miktarı gelen enerjinin dalgaboyu ile cisimlerin özelliklerine bağlı olmaktadır.

Farklı dalgaboylarında yeryüzü cisimlerinin enerjiyi farklı biçimde yansıtma ve yaymaları, diğer bir deyişle uzaktan algılama düzeneklerine gelen enerji miktarı cisimlerin özellikle elektromanyetik tayfın $0.30\mu\text{m}$ ve $15\mu\text{m}$ bölgesinde kendilerine özgü olarak enerjiyi yansıtma ve yayma karakteristikleri sonucu birbirinden ayırt edilerek tanınmasına yardımcı olmaktadır. Ancak dünyanın her yerinde geçerli olabilecek her obje için yansıma karakteristiğini saptamak

oldukça güçtür. Çünkü objeler bulundukları çevre koşullarınca etkilenirler (Fitzgerald, 1972).

Bir kara cisim, kavramsal olarak, ısı ışıyan enerji yayan ideal bir yayıcıdır. İdeal bir yayıcı, aynı zamanda ideal bir soğurucudur. Plank, kenarında çok küçük bir delik bulunan geniş bir küreden oluşan bir kara cisim modeli kullanmıştır. Delikten içeri giren bir miktar ışınım, deliğin alanı küreninkine oranla çok küçük olduğundan, büyük olasılıkla delikten geri çıkamayacaktır. Daha doğrusu, kürenin içinde saçılarak soğurulana kadar küreyi ısıtacaktır. Bu nedenle, deliğin kendisi, bir ideal kara cisim -tam bir soğurucu- gibi davranmaktadır. Kara cisimler ideal yayıcı ve soğurucu olmalarına karşın çok kötü yansıtıcıdır. Yüksek sıcaklıkta tutulan bir cismin yüzeyinden her frekansta ve her dalgaboyunda yayınan enerji, dalgaboyunun bir fonksiyonu olarak çizilirse (Şekil 1.6) çok uzun ve çok kısa dalgalarda sıfıra giden bir eğri elde ederiz. Genellikle eğrinin sıcaklığa bağlı bir λ_{max} dalgaboyuna karşılık gelen maksimumu vardır.



Şekil 1.6. Kara cisim ışımasının sıcaklığa göre tayfsal dağılımı (Maktav ve Sunar, 1991).

Plank yasasına göre ideal bir yayıcıdan veya kara cisimden yayınan ışıının tayfsal dağılımı aşağıdaki matematiksel şekilde verilmektedir. Bu ifade:

$$M_{\lambda} = 2\pi hc^2 / \lambda^5 (e^{hc/\lambda kT} - 1) \quad \text{dir.} \quad (1.3)$$

M_λ = Cisimden yayınan radyant akı yoğunluğu ($W / (m^2 \cdot \mu m)$)

c = Işık hızı

h = Plank sabiti

k = Boltzman sabiti ($1,38 \cdot 10^{-23} J / ^\circ K$)

Planck'ın kara cisim ışıması için ortaya attığı radyant akı yoğunluğunun (Spektral ışıma çıkışı) matematiksel ifadesinin 0 ile ∞ arasında integre edilmesiyle, $1m^2$ 'lik bir kara cismin üzerindeki yarıkürede cisimden yayınan radyant akı yoğunluğu elde edilir. Bu da Stephan- Boltzman yasası olarak bilinir ve aşağıdaki formülle verilir:

$$M = (2\pi^5 k^4 / 15 c^2 h^3) T^4 \quad \text{burada} \quad (1.4)$$

$$\sigma = 2\pi^5 k^4 / 15 c^2 h^3 = \text{sabit (Stephan Boltzman sabiti)}$$

$$\sigma = 5,6693 \cdot 10^{-8} (W / m^2 \cdot ^\circ K^4) \quad \text{dir.}$$

M_λ 'nın dalga boyuna göre türevi alınırsa, türevi sıfıra eşitlenerek ve elde edilen denklem λ_{max} 'a göre çözülerek, M_λ 'nın maksimum olduğu dalgaboyu için bir ifade elde edilir.

$$\lambda_{max} = 2898 / T \mu m \quad \text{dir.} \quad (1.5)$$

Burada T , Kelvin ($^\circ K$) cinsinden verilir, λ_{max} tayfsal radyant akı yoğunluğunun maksimumunun karşılık geldiği dalgaboyudur. Plank'ın kara cisim yasasını keşfetmesinden önce, klasik fizikte başka iki ışıma kanunu elde edilmişti. Bunlar, Rayleigh-Jeans ve Wien ışıma kanunudur. Bu kanunlar, Plank kanunun, spektrumun belirli bölgeleri için olan yaklaşımlardır. Uzun dalgaboyları ve yüksek sıcaklıklar için, Rayleigh-Jeans kanunu deneysel verilere yaklaşır. Daha kısa dalgaboyları ve düşük sıcaklıklar ise, Wien kanunu daha çok fiziksel gözlemlere yaklaşır. Bu kanunlar şunlardır:

$$(Rayleigh-Jeans) \quad M_{\lambda} = K_1 T / \lambda^4 \quad (W / (m^2 \cdot \mu m)) \quad (1.6)$$

$$(Wien) \quad M_{\lambda} = K_2 / \lambda^5 e^{hc/\lambda T} \quad (W / (m^2 \cdot \mu m)) \quad (1.7)$$

Burada K_1 ve K_2 , birim uyumu sabitidir. Planck kanunu, klasik fiziğin aksine kuantum mekaniğinden elde edilmiştir. Bu kanun, tüm dalgalı boylarında (veya frekanslarda) deneysel gözlemleri tam olarak açıklar.

Bütün ışıma kanunlarında, ışılayıcının, bir ideal kara cisim yani mükemmel bir ışılayıcı olduğu var sayılmaktadır. Bir cismin, bir ideal kara cisim olma yaklaşımının ölçütü, Stephan-Boltzman ışıma kanununa (veya Planck ışıma kanununa), yayım (ϵ) olarak bilinen bir sabit çarpan eklenerek kantitatif belirlenir. Yayım, genellikle, donuk hedeflerin söz konusu olması durumuna yayıcılık denir. Bir mükemmel ışılayıcı olmayan cismin yayımı, 1'den küçük, bir mükemmel kara cismin yayımı ise, 1'e eşittir. Bir ideal ışılayıcı, aynı zamanda bir mükemmel soğurucudur ve bunun anlamında, 0 yayım sahip bir cismin, yansıtımı 1 olan mükemmel bir yansıtıcı olacağıdır. Kara cisim standart kabul edilerek herhangi bir cismin yayımlılığı aşağıdaki şekilde bulunur:

$$\epsilon = M' / M \quad (1.8)$$

ϵ : Yayımlılık

M' : İlgilenilen cisimden yayılan radyant akı yoğunluğu

M : Kara cisimden yayılan radyant akı yoğunluğu

Genel olarak, herhangi bir cisim ışımasını yansıtacak, soğuracak ve geçirecektir. Materyallerin güneş enerjisini soğurması, yansıtması, kendi yapısı içerisinde iletmesi veya ısı olarak yayması aşağıdaki denklem ile özetlenebilir (Slater, 1980).

$$\rho + \alpha + \tau = 1 \quad \text{burada} \quad (1.9)$$

ρ = yansıyan radyasyon miktarı / gelen radyasyon miktarı (yansıma katsayısı)

α = soğurulan radyasyon miktarı / gelen radyasyon miktarı (soğurulma katsayısı)

τ = geçirilen radyasyon miktarı / gelen radyasyon miktarı (geçirgenlik katsayısı) dır.

Cisimlerin donuk olduğu spektrum bölgesinde, τ , 0'a eşit olacaktır. Böylece denklem,

$$\rho + \alpha = 1 \quad \text{veya} \quad \alpha = 1 - \rho \quad \text{olur.}$$

Daha sonra, bir ideal soğurucunun, bir ideal ışınlayıcı olduğu kavramını uygulayarak, soğurumu yayım ile tanımlarız ve

$$\epsilon = 1 - \rho \quad \text{elde ederiz.} \quad (1.10)$$

Bu, Kirchoff ışınım kanununun bir ifadesidir. İyi bir yayıcı ve soğurucunun kötü bir yansıtıcı olduğunu veya tam tersi kötü bir yayıcı ve soğurucunun iyi bir yayıcı olduğunu gösterir.

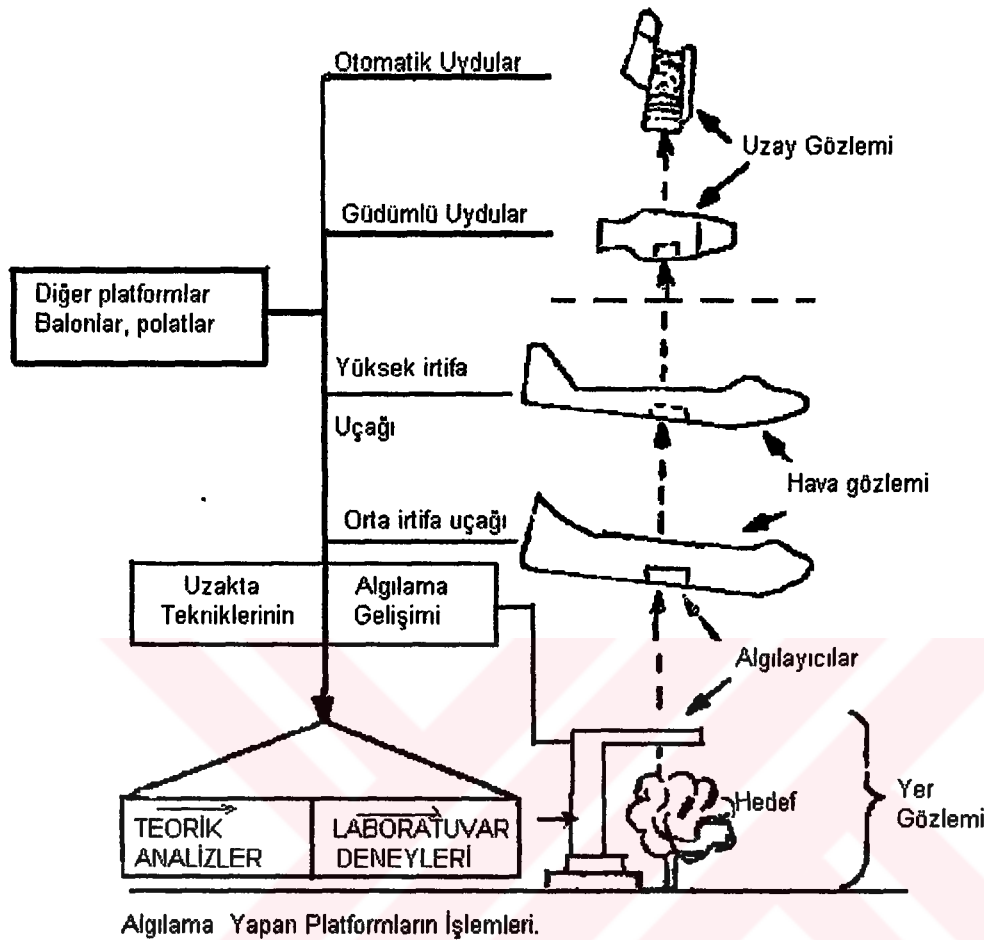
Kirchoff Yasası bir maddenin yansıma karakteristiği ile yayıncılığı arasında ilişki kurar.

Her dalgaboyundaki ışınım, ideal ışınlayıcının ışınımı arasında bağıntı kurulması halinde de, yayım, dalgaboyunun bir fonksiyonu olmak üzere, ilgilenilen cisme, her dalgaboyunda bir yayım değeri vermek olasıdır. Bu durum, maddelerin ısı karakteristliklerini aşağıdaki şekilde özetlememizi sağlar:

Siyah cisim	$\epsilon = 1$
Gri cisim	$0 < \epsilon < 1$
Mükemmel yansıtıcı	$\epsilon = 0$
Diğerlerinin tümü	$\epsilon = f(\lambda)$

1.1.4. Algılayıcı Platform

Uzaktan algılama değişik tipteki gözlem araçları ile yapılabilir (Barret ve Curtis, 1976). Her gözlem aracı kendine özgü niteliklere sahiptir. Yer gözlem araçları, hava gözlem araçları, uzay gözlem araçları olmak üzere üç tip gözlem aracı bu konuda kullanılmaktadır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Uzaktan Algılama platformu (Peştemalçı, 1984).

Yer gözlem araçları, laboratuvar çalışmalarında ve alan çalışmalarında kullanılan araçlar olmak üzere iki kısma ayırmak mümkündür.

Hava gözlem araçları (uçaklar) ile yapılan çalışmalar yöresel ve sınırlı bir alan için uygun olmaktadır (Dinç, 1980). Hava fotoğrafçılığı tekniği, kaynak geliştirme ve planlama programcılığında kullanılmaktadır (Barret ve Curtis, 1976). Hava gözlem araçları gelişme halindeki algılama sistemlerinin denenmesinde ekonomik yöntemler sağlamıştır. Fotoğrafik kameralar, radarlar, mikrodalga tarayıcıları ve çok bantlı algılayıcılar uçaklar aracılığı ile havadan denenmektedir.

Uzay gözlem araçları (uydular) büyük bölgelerin çok daha kısa zamanda incelenmesine olanak sağlar. Bu araçlar insanlı ve insansız uydular olarak ikiye ayrılır (**Barret ve Curtis, 1976**). İnsanlı uyduların (Skylab, Gemimi, Apollo vb.)

insansız uydulara (Landsat, Meteosat, Noaa vb.) göre birçok avantajı ve dezavantajları vardır. İnsanlı uydular büyük boyutlara sahiptir. Bu nedenle elektromanyetik tayfin bütün kullanışlı bölgeleri için yapılmış bir ölçüm sistemini kolaylıkla taşıyabilirler ve daha hassas ölçüm yapabilirler. Deneyler değişik algılayıcı düzeneklerle uçuş sırasında tamamlanabilir. Bunlar insanlı uyduların avantajlarıdır. Fakat çalışma sürelerinin kısa oluşu ve bu nedenle seçilen hedef üzerinde az sayıda gözlem yapabilmeleri de insanlı uyduların dezavantajlarıdır. İnsanlı uyduların dezavantajları insansız uyduların avantajlarını oluşturmaktadır. Bu insansız uydulardan LANDSAT, METEOSAT, SPOT, NOAA uydularından sonra uzaktan algılama yöntemleri ile yeryüzü doğal kaynaklarının etütlerinde yeni ufuklar açılmıştır.



2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yeryüzü objeleri içinde uzaktan algılama yöntemi ile kolayca tanınip incelenen objeler bitki örtüsü olmuştur. Bunun nedeni bitki örtüsünün yakın kızılötesi dalgaboyunda gelen ışığı yansıtması ve uydularda ise bu dalgaboyu bölgesinde algılama yapan dedektörlerin bulunmasındandır. Ayrıca farklı örtü tipleri farklı özellik ve yansımaya sahip olduklarından bunların birbirinden ayrılıp incelenmesi daha kolay olmuştur (Gaushman, 1974).

İlk Landsat uydusu 1972 yılında uzaya fırlatılması ve elde edilen uydu verilerinin tüm dünyaya dağıtılması sonucunda zirai ürünlerin alan ve verim tahmini konuları ağırlıkta olmak üzere yaygın bir kullanım başlamıştır. Veri sayısının fazla olması nedeniyle veri analizinde bilgisayarlar kullanılmakta ve konuyla ilgili değişik metotlar geliştirilmiştir ve geliştirilmektedir (İdso ve Ark., 1977).

Buğday verimi için istatistiksel ve iklimsel değişmelerin parlaklığa ilişkisi araştırılmış ve parlaklıkla verim arasında hazırlanmış modellere uygulanmıştır (Heydorn ve Ark., 1978).

H.C.M.S. (The Heat Capacity Mapping Mission) uydusu (NASA, 1978) 600x600 m² uzaysal çözömlü veriler almaktadır. NOAA uydusu tarafından taşınan AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) ise 1x1 km²lik veri almaktadır. Bu veriler daha önceki uygulamalı uyduların verilerine göre daha kullanışlıdır (Kidwell , 1979).

NOAA uydusu , nem karakteristiğinin hesaplanması ve zirai uygulamaların kullanımında uygun olduğı görölmüştür (Carlson ve Ark. 1981; Price, 1982).

NOAA uydu serilerine yerleştirilmiş ileri teknoloji, yüksek ayırma güçlü radyometre AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) veriler ile Landsat MSS (Multi Spectral Scanner) verilerini kullanarak yeşil bitki kaplı alanlar ile ürün kaplı alanları haritalamaya çalışmışlardır. Görünür, yakın kızılötesi ve orta kızılötesi bölgede birer banda (sırasıyla 0.55-0.75µm, 0.7-1.2µm ve 3.7-3.9µm) ve termal kızılötesi bölgede iki banda (10.0-11.0µm ve 11.0-12.0µm) sahip AVHRR'ın görünür ve yakın kızılötesi bantlarının birleşimiyle tanımlanan bitki indeksi kullanmışlardır. NOAA uydu verileri ile Landsat verilerinin yeşil bitkiyi algılamada

ve zamana göre değişimlerini incelemeye uygun olduğunu vurgulamışlardır (Tappeley ve McGinnis, 1984).

NOAA uydu verileri kullanarak Afrika, Güney Amerika ve Doğu Asya'daki bitki örtüsünün mevsimsel değişimlerini incelemişlerdir. Sonuçta 1km ayırma güçlü NOAA verilerinin 1:1000000 ölçekte yeşil bitki dinamiğini görüntülemek için uygun olduğunu ve bu verilerin LANDSAT verileri ile karşılaştırılabilir olduğunu belirlemişlerdir (Justice ve Ark., 1985).

ESA (European Space Agency) (1986)'da Landsat TM bantlarını kullanarak Norveç fiyordlarını sınıflandırmaya çalışmışlardır. NOAA uydusunun termal kızılötesi bandının ayırma gücünün 1km olması nedeniyle bu verilerin okyanus bilimi için uygun olacağı, Norveç fiyordları gibi daha küçük alanlarda yapılacak çalışmalarda kullanılabilir daha yüksek ayırma gücüne sahip termal algılayıcıların kullanılması gerektiği vurgulanmıştır (ESA, 1986).

Bitki indeksi metodu uygulanan örnek bölgelerin hepsine en çok benzerlik metodu uygulandığı zaman, buğday alanlarında bitki indeksi ile elde edilen görüntülere oranla bir azalma göze çarpmıştır. Ayrıca iyi ve kötü buğday ayırımı yapmak çok daha kolay olmuştur. Bunun nedeni olarak da bitki indeksinin yalnızca toprak ve bitkiyi birbirinden ayırması ama bu arada diğer bitkileri de buğday içine alması olmuştur (Arslan, 1987).

Bitki örtüsü, yeryüzeyinden atmosfere enerji transferinde önemli rol oynamaktadır. Enerji transferinde bitkilerdeki evapotranspirasyon ve fotosentez olayları büyük önem taşımaktadır. Bu konunun daha iyi anlaşılması amacı ile iklim ve biyosfer arasındaki ilişkiler incelenmekte ve model çalışmalarına gidilmektedir (Deblonde ve Cihlar, 1993; Hendersen - Sellers, 1990; Shuka ve Ark. 1990).

Körfez savaşında, İran'ın kuzeyine doğru olan körfez bölgesinde NOAA kutupsal yörünge uyduları ile havadan AVHRR'nin (Advanced Very High Resolution Radiometer) sürekli kullanımıyla görüntü alınmıştır. AVHRR savaşın akışı esnasında yangınları, kaygan parlak yağları, uçakların eksoz duman izlerini ve rüzgarın esmesiyle oluşan toz-duman görüntülerini etkin olarak göstermiştir. Bu kirliliğin sık sık görülen multispektral kaplama sahası ile NOAA serileri savaş

esnasında değerli stratejik bir alet olmuş ve çevresel durumların sonucunu değerlendirmede kullanmışlardır (Stephens and Matson, 1992).

Bitki örtüsünün yerel olarak büyük değişim göstermesi nedeni ile, bu alandaki çalışmalarda uydu tekniklerinden yararlanılması çok daha yararlı olmaktadır. Çeşitli araştırmalarda, bitki örtüsü indeksi ve atmosferik yüzey tabakasındaki meteorolojik parametreler arasında çok kuvvetli ilişki olduğu gösterilmiştir (Tucker ve Sellers, 1986; Aslan ve Ark., 1994).

Sınırlı sayıda uydu verisi kullanılarak yapılan çalışma sonucunda, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerlerinin mevsimsel değişimi ve bitki örtüsü büyüme dönemleri saptanmıştır. Bu çalışmada aerosoller ve su buharı düzeltmeleri gözönüne alınmamıştır. Yoğun yerleşim bölgelerinin düşük NDVI ve RVI (Ratio Vegetation Index) değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Yağış ve su buharı ile NDVI ve RVI değerleri büyük ve küçük ölçekli meteorolojik faktörlerin etkisinde kalmaktadır (Aslan ve Okcu, 1994).

Toprak örtüsü haritaları için kabaca ölçülen uzaktan algılama verisinin en önemli uygulamaları ve toprak örtüsü değişim analizleri normalleştirilmiş farklı bitki indeksi verileri ile meydana getirilmiştir. Deneysel çalışmalar termal kızılötesi radyasyon ve bitki indeksinin birleştirilmesi ile geniş ölçeklerde toprak örtüsünün görüntü ve haritalarını geliştirerek dökümanlar oluşmasını sağlamıştır (Lambin ve Ehrlich, 1995).

AVHRR ensöründen bant 1 ve bant 2 verilerinin normalleştirilmiş bitki indeksinin yapısını değiştirerek bütün bitki örtüsü çalışmalarında en ortak sonucu kullanmışlardır. Bu yapılanların amacı bitki , toprak ve AVHRR'den karanlık kesimlerin görüntülerini çıkartarak mevcut alanı bulmak ve NDVI'ye ek olarak toprak örtüsünü kontrol etmek olmuştur. 21-26 haziran 1993 peryodunda 6 bantdaki AVHRR görüntüleri birleştirilmiş ve Brezilya'nın Sao Pulo şehri üzerindeki bitkiler için kullanmışlardır. Bitki parçası bileşen değerleri NDVI değerleri ile güçlü bir şekilde karşılıklı bir ilişki halinde olduğunu ve Landsat TM görüntülerinden alınan Sao Pulo'nun mevcut bütün bitki haritaları ile iyi bir uyum sağladığını gözlemişlerdir (Shimabukuro ve Ark., 1996).

Bitki durum indeksini dikkatle incelemek için Amerika Birleşik Devleti ürün bölgelerindeki mısır üretimini tahmini için NOAA-AVHRR uydu verilerini kullanmışlardır. Uydu verisi, 1985-1992 yılları arasında rapor edilen 42 ürün bölgesinde normal alanlarda bitkinin %50'sinden daha fazlasına açıklık getiren bir model içerisinde kullanılmıştır. Sonuçların tahmini bölgesel mısır üretimini teşvik etmiş, üretilen ürünlerin değerlendirilmesi ulusal, ekonomik siyaset ve uluslararası ticaret etkisindeki ekonomik öneminden dolayı son derece önemli olmuştur (Hayes ve Decker, 1996).

NOAA-AVHRR'nin bant 1 (görünür) ve bant 2 (yakın kızılötesi) de çift yönlü yüzey yansımasında su buharının içeriği ve atmosferik optiksel derinliğin etkileri bir çift yüzey atmosfer yansıma modeli kullanarak analiz edilmiştir. Yüzeyin iki farklı durumu var olmuştur.

1. Çıplak Toprak
2. Bitki Örtüsü

Bu durumda çıplak toprak, her iki genişlik ve yüzeyin çift yönlü yansımanın açısız dağılımının o civarda ve iki bantda da aerosoller ve atmosferik moleküller tarafından dağınıklığa sebep olduğundan dolayı uydu yüksekliğinde değişiklik yapmış, yüzeyin yön niteliklerini düzeltmişlerdir. Oysa otlarla kaplı sahanın durumu bant1'de yüzey yansımasının açısız değişimi yansıma genişliğinde geniş bir artış ile birlikte büyüdü ve bant2'de genişlikteki küçük bir azalma kadar yansımanın açısız dağılımındaki bir değişimde o civarda ve görünen geniş hareket tarzlarının üstünde, özellikle dağınıklık sayesinde sebep olan yön değişikliklerini de düzeltmişlerdir (Rahman, 1996).

3. MATERYAL VE METOD**3.1. Materyal**

Çukurova bölgesi bitki indeksini belirlemek için Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü arşivlerinden alınan 1997 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül, Ekim ayının bulutsuz görüntülerinin NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerleri karşılaştırılmıştır.

Kullanılan uydu verileri, bilgisayar uyumlu CD'ler üzerinde, gerekli geometrik ve radyometrik düzeltmeleri yapılmış olarak bulunmaktadır. Görüntü verileri üzerindeki çalışmalar Çukurova Üniversitesi Uzaktan Algılama merkezindeki sistemler kullanılarak yapılmıştır. Uydu görüntülerinin analizinde ve görüntülenmesinde kullanılan bilgisayarların özellikleri aşağıda verilmiştir.

a) Hardware

- 233 Pentium
- 32 MB Bellek
- 3.2 GB Hard Disk
- 2 MB Görüntü Kartı
- Renkli Monitör
- Hewlett Packard 690 C printer
- Scanner

b) Software

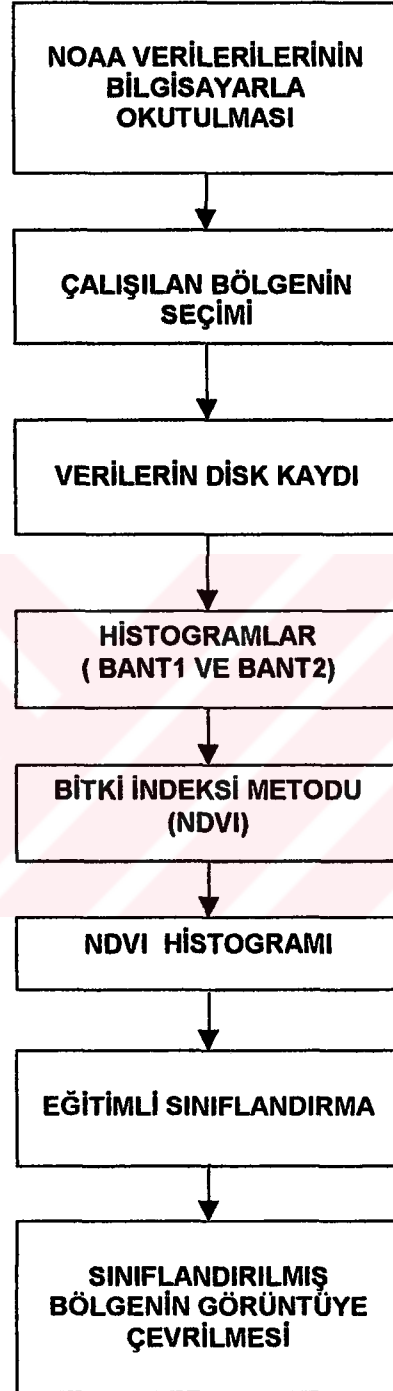
- ERDAS Paket Programı
- Corel Draw7 Paket Programı

3.2. Metod

Bu çalışmada izlenen yöntemler üç ayrı grupta toplanabilir.

- NOAA uydu verilerinin okutulması ve gözlenmesi,
- Görüntülerin işlenmesi,
- Bitki örtüsü indeksinin hesaplanması.

Çalışma programı Şekil 3.1.'de sırasıyla şema halinde verilmiştir.



Şekil 3.1. NOAA verilerinin analizi için hazırlanan programların çalışma şeması.

3.2.1. NOAA Uydu Verilerinin Okutulması ve Gözlenmesi

NOAA uydusu serisinin ilki ATN (Advanced TIROS-N) tipidir ve ekim 1978’de uzaya gönderilmiştir. Amerikalılar tarafında geliştirilen bu uyduyu aşağıdaki uydular takip etmiştir;

NOAA-6	(AVHRR/1) - Haziran 1979,
NOAA-7	(AVHRR/2) - Haziran 1981,
NOAA-8	(AVHRR/1) - Mart 1983,
NOAA-9	(AVHRR/1) - Aralık 1984,
NOAA-10	(AVHRR/1) - Eylül 1986,
NOAA-11	(AVHRR/2) - Ekim 1988,
NOAA-12	(AVHRR/2) - Mayıs 1991.

NOAA uyduları kutupsal yörüngede seyretmekte olup kuzey-güney doğrultusunda günde yaklaşık 4-6 geçiş yapmaktadır. NOAA uydu serileri gerçek zamanda bulutla kaplı alanları gösterir. Bunlara ek olarak hem bilimsel hem de meteorolojiksel uygulamalara sahip olan deneylerin geniş çeşitlilikleri için aletler taşırlar. Bu uydular geliştirilmiş yüksek çözünürlü radyometre (Advanced Very High Resolution Radiometers, AVHRR) algılayıcısı ile donatılmışlardır. Bu algılayıcının veri alım şekli ise yüksek çözünürlü resim transmisyonu (High Resolution Picture Transmission, HPRT) olarak adlandırılırlar.

NOAA uyduları görünür ve kızılötesi bölgede görüntü alırlar. NOAA uydularında iki önemli birim vardır. Birincisi atmosferik nemi görüntüleyen ve atmosferik sıcaklığı ölçen TIROS Operational Vertical Sounders (TOVS). İkincisi 1.1km çözünürlüklü deniz yüzeyi sıcaklığını ölçen AVHRR TOVS’dır. AVHRR TOVS ise üç aletten oluşur (Çekiç, 1996).

1. Kızılötesi spektrumun 20 spektral bölgede radyasyon ölçümü yapan HIRS/2 (High Resolution Infrared Sounders) yüksek ayırım güçlü kızılötesi radyasyon alıcısı.

2. 5.5 mm oksijen band yakınlığında 4 ayrı dalgaboyunda ölçümler yapan MSU (Microwave Sounding Unit) mikrodalga alıcı birimleri.

3. Atmosfer üzerindeki ısıyı düzeltmek için kullanılan SSU (Stratospheric Sounding Unit) strarosfer alıcı birimi.

Güneş merkezine yerleştirilen polar uydular, belli yerel güneş saatlerinde yeryüzüne veri gönderirler. Sınırlı görüşe sahip olan NOAA bantları ve kızılötesi (IR) soğurmaları dünya ikliminin mekanizmasını kontrol etmek için önemli ölçümler sağlayan, yeryüzünün radyasyon paketindeki büyük skala değişimlerini ve büyük bitki alanlarını belirlemekte kullanılabilir.Sınırlı (kısa) bant parlaklıkları hassas kalibrasyon ve regrasyon ilişkisi arasındaki sesler tarafından serbest banda çevrilebilir (Memduh, 1986). Halen AVHRR ile donatılmış NOAA uydu özelliği ve dalgaboyları Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Çizelge 3.1. NOAA-AVHRR Uydusunun özellikleri ve dalgaboyları (Çekiç, 1996).

YÜKSEKLİĞİ	833 Km		
GÖRÜŞ GENİŞLİĞİ	110,8° = 3000 Km		
ÇÖZME GÜCÜ	0,5 Km (görünen), 1 Km (Kızılötesi)		
EĞİMLİ	980 (Kutupsal yörüngede)		
GEÇİŞİ	Çıkış düğümü TIROS-N 15:30 İniş düğümü NOAA-6 7:30		
TEKRARI	102 Dakika Dünya Çevresinde Dönmesi İçin Gerekli Zaman		
VERİLERİ	Görüntü Boyutu : 2577 çizgi , 2048 piksel		
VERİ TRANSFERİ	Frekansı 1070 Mhz		
VERİ HIZI	0,665 Mbit/sn		
BANT SAYISI	6		
BANT ÖZELLİKLERİ		AVHRR / 1	AVHRR / 2
Görünür Bölge	Bant - 1	0,55 - 0,90	0,58 - 0,68
Yakın Kızılötesi	Bant - 2	0,72 - 1,00	0,82 - 0,87
Yakın Kızılötesi	Bant - 3	3,55 - 3,93	-
Yakın Kızılötesi	Bant - 3a	-	1,57 - 1,78
Yakın Kızılötesi	Bant - 3b	-	3,55 - 3,93
Yakın Kızılötesi	Bant - 4	10,5 - 11,5	10,3 - 11,3
Yakın Kızılötesi	Bant - 5	-	11,5 - 12,4

NOAA bantlarının genel kullanım alanları kısaca şöyledir.

BANT 1 : Hava tahminleri, bulut hareketleri, kar ve buz gözlemlerinin yapılması için kullanılır.

BANT 2 : Hidrografik uygulamalar (su tesbiti), bitkisel ve tarımsal alanların tahminleri için kullanılır.

BANT 3 : Deniz yüzeyi ısı farklarının ölçümü (balık sürüleri tesbiti, su akımları, deniz yüzeyinin kirlenmesi gözlemlerinde ve denizaltı oluşumlarının tesbitinde) için kullanılır.

BANT 3a : Bitki ve toprak nemi ölçümünde kullanılır.

BANT 3b : Deniz yüzeyi ısı farklarının ölçümü (balık sürüleri tesbiti, su akımları, deniz yüzeyinin kirlenmesi gözlemlerinde ve denizaltı oluşumlarının tesbitinde) için kullanılır.

BANT 4 : Deniz yüzeyi ısı farklarının ölçümü ve toprak nemi tesbitinde kullanılır.

BANT 5 : 4.bant benzeri amaçlar için kullanılır.

Bu bantların yukarıda sayılan kullanım amaçlarından başka , birkaç bandın birleştirilmesi ile daha geniş ölçekli ve yeni kullanım alanları bulunmaktadır. Bunlar,

- a.Deniz ve kıyı kirliliği haritalarının çıkarılması,
- b.Volkanik patlama, sel baskını, orman yangını gibi doğal afetlerin tesbiti ve erken uyarı sistemi olarak kullanımı,
- c.Geniş alanlardaki bitki örtüsünün incelenmesi ve bitki indeksi zaman profillerinin çıkarılması,
- d.Tahıl ve diğer bitki gelişimlerinin zamansal gözlemleri,
- e.Erezyon ve göl seviyelerinin tesbiti,
- f.Deniz ve göl seviyelerinin tesbitidir.

3.2.2. Görüntülerin İşlenmesi

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerleri, NOAA-14 uydusunun AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometers) görünür ve yakın kızılötesi bant bölgelerindeki sayısal verilere dayalı olarak saptanmıştır. Bu amaçla 1997 yılına ait veriler için ERDAS paket programı kullanılmıştır. ERDAS programı, LANDSAT, SPOT, NOAA gibi uyduların algılayıcıları ile alınan,

yeryüzüne ait verilerin analizinde ve haritalanmasında kullanılan bir veri işleme programıdır. Bu program ile, HRPT (Height Resolution Picture Transmission) sistemiyle alınan AVHRR veri (ham veri) dosyaları oluşturularak istenen çıktı dosyası, LAN formatında NDVI, B1, B2, B3, B4 veya B5 bant görüntü dosyaları şeklinde seçilebilir. ERDAS ile, 16 bit olarak alınan görüntüler 8 bit'e dönüştürülebilir. ERDAS programı çeşitli GIS uygulamalarına imkan veren bir programdır.

Bu program ile sınıflama yapılarak yapay renklendirilebilir, histogram çıkartılabilir, harita oluşturulabilir, istenen bölge kare içerisine alınarak o bölgeye ait ortalama değer bulunabilir.

Bu program ışığında Çukurova Bölgesindeki farklı aylar ve mevsimler göz önüne alınarak 6 genel bitki örtüsü sınıfı saptanmıştır.

3.2.3. Bitki Örtüsü İndeksinin Hesaplanması

Yerkabuğu genel çizgilerle ayırt edildiğinde şu ana örtü tipleri ile kaplı bulunmaktadır (Van Der Meer Mohr, 1977).

- Bitki örtüsü (Orman ve ağaçlar, otlak ve kültür bitkileri),
- Kaya toprak kompleksi,
- Su yüzeyleri,
- İnsan yapısı materyallerdir.

Yeryüzü objeleri içinde uzaktan algılama yöntemi ile kolayca tanınıp incelenen objeler bitki örtüsüdür. Bunun nedeni bitkinin yakın kızılötesi bölgede ışığı çok fazla yansıtmasıdır (Gausman ve Hart, 1974).

Bitkilerde diğer bütün objelerde olduğu gibi; ışığı soğurur, yayar ve yansıtır. Bu yansıma ve yayma değişik dalgaboyları için farklı şekilde olmaktadır. Kutupsal yörüngeli uyduların görünür bant (Ch1) (0,50µm-0,9µm) ve kızılötesi bant (Ch2) (0,73µm-1,10µm) bölgelerindeki verilerden yararlanılmaktadır. AVHRR'nin 1. ve 2. kanallarının çeşitli matematiksel kombinasyonları, yeşil bitki örtüsünü belirlemede kullanılmaktadır. Bu matematiksel büyüklüklere bitki örtüsü indeksleri denir. Spektrumun görünür bant bölgesinde, gönderilen elektromanyetik radyasyonun yeşil bitkilerden olan yansıma miktarı %20'yi aşmamakta, fakat IR bant bölgesindeki yansıma miktarı %50-60 civarında olmaktadır. Buna karşın, su yüzeyleri, bulutlar ve

kıraç arazi, her iki bant bölgesinde aynı yanıtı vermektedir. Bu nedenle NOAA uydularının 1. ve 2. kanallarındaki elektromanyetik dalga yayılımı ile yapılan ölçümler arasındaki fark bitki örtüsü ile kaplı bölgeler için bir gösterge olmaktadır. Bu özellik, bitki örtüsü dağılımının incelenmesi ile ilgili çalışmalarda büyük önem taşımaktadır. İnceleme bölgesinin bulutlarla kaplı olması, bu çalışmalarda problem oluşturmaktadır. Rayleigh ve Mie saçılmaları ve bulutlar, özellikle kızılötesi bant bölgesinde elektromanyetik radyasyonun azalmasına ve bitki örtüsü indeksinin düşük hesaplanmasına neden olmaktadır. Bitki indeksi, bir tür görüntü zenginleştirme tekniğidir (Evsahibioğlu, 1994).

Bilgisayar destekli yöntemlerle bitki örtüsü haritaları oluşturulabilmekte, yüzey örtüsü tipleri, örneğin su yüzeyleri, tarım arazisi, doğal ormanlar, yoğun ve az yoğun yerleşim bölgeleri vb. sınıflandırılabilir (Benedetti ve Ark., 1994)

Bitki indeksi metodu eğitilmiş sınıflandırma grubuna girmektedir. Bitki indeksi görünür ve kızılötesi bölgede algılama yapan bantlar arasındaki ilişkidir (Wooding, 1979). Bu sınıflama yönteminde sınıflar için örnek bölgelerin bilinmesi gerekmektedir. Örnek bölgelere ait piksellerin istatistik değerleri (ortalama ve standart sapma) karar verme işleminde bitki indeksi oranlarını belirler. Bu oranlara yakın pikseller o sınıfa dahil edilir. Burada sunulan çalışmalarda bitki indeksi kullanılmaktadır (Richardson ve Everitt, 1992). NDVI aşağıdaki gibi bantlar cinsinden formüle edilmiştir.

$$NDVI = (Ch\ 2 - Ch\ 1) / (Ch\ 2 + Ch\ 1) * 255$$

veya dalgaboyu bölgeleri cinsinden,

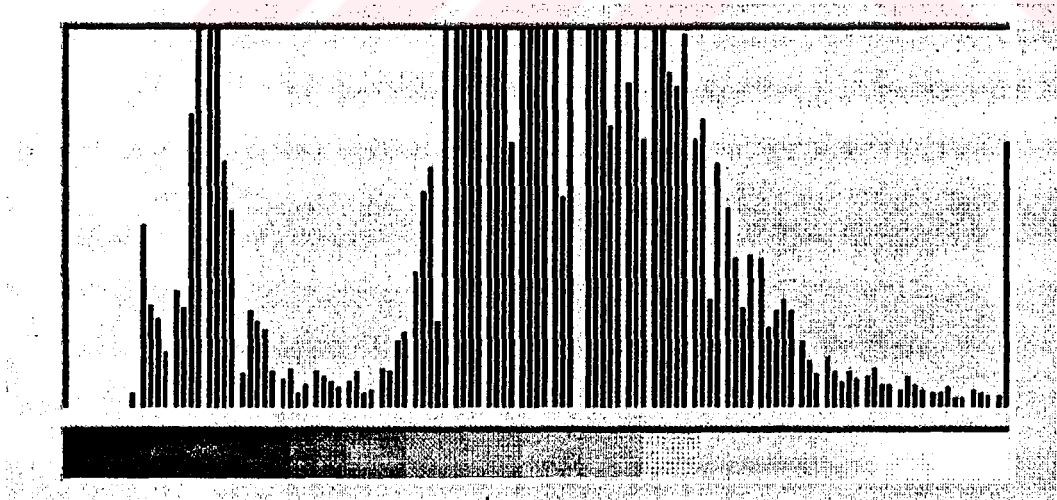
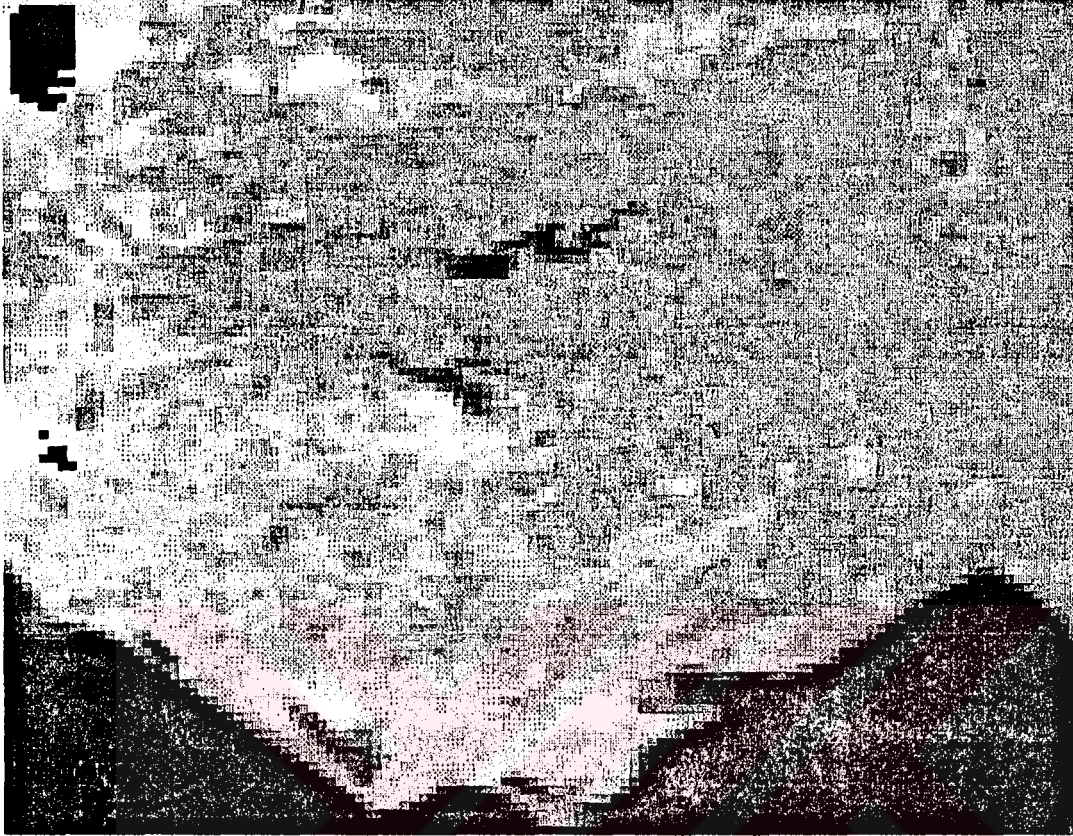
$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS) * 255$$

Burada NIR ve VIS değerleri yakın kızılötesi ve görünür bant bölgelerinde yüzeyden olan yansıtma miktarlarıdır.

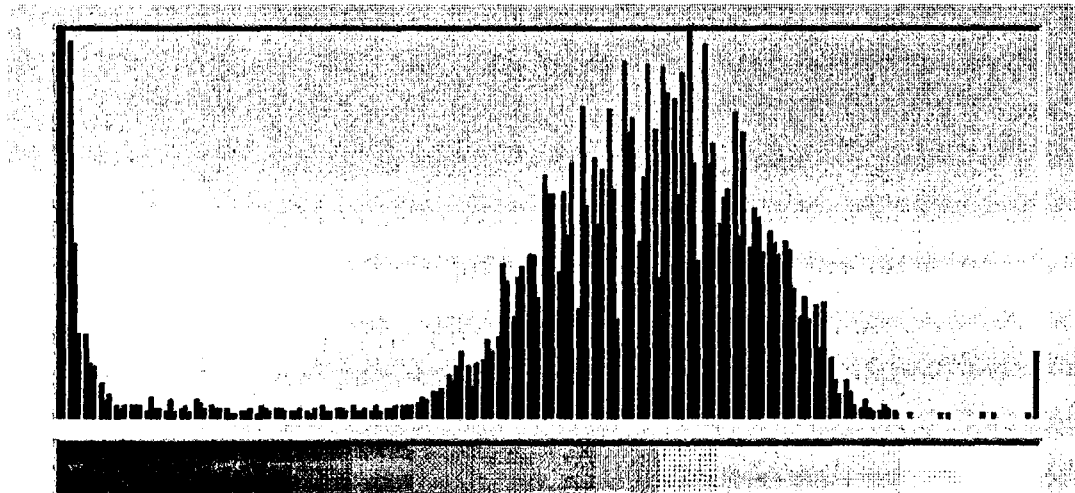
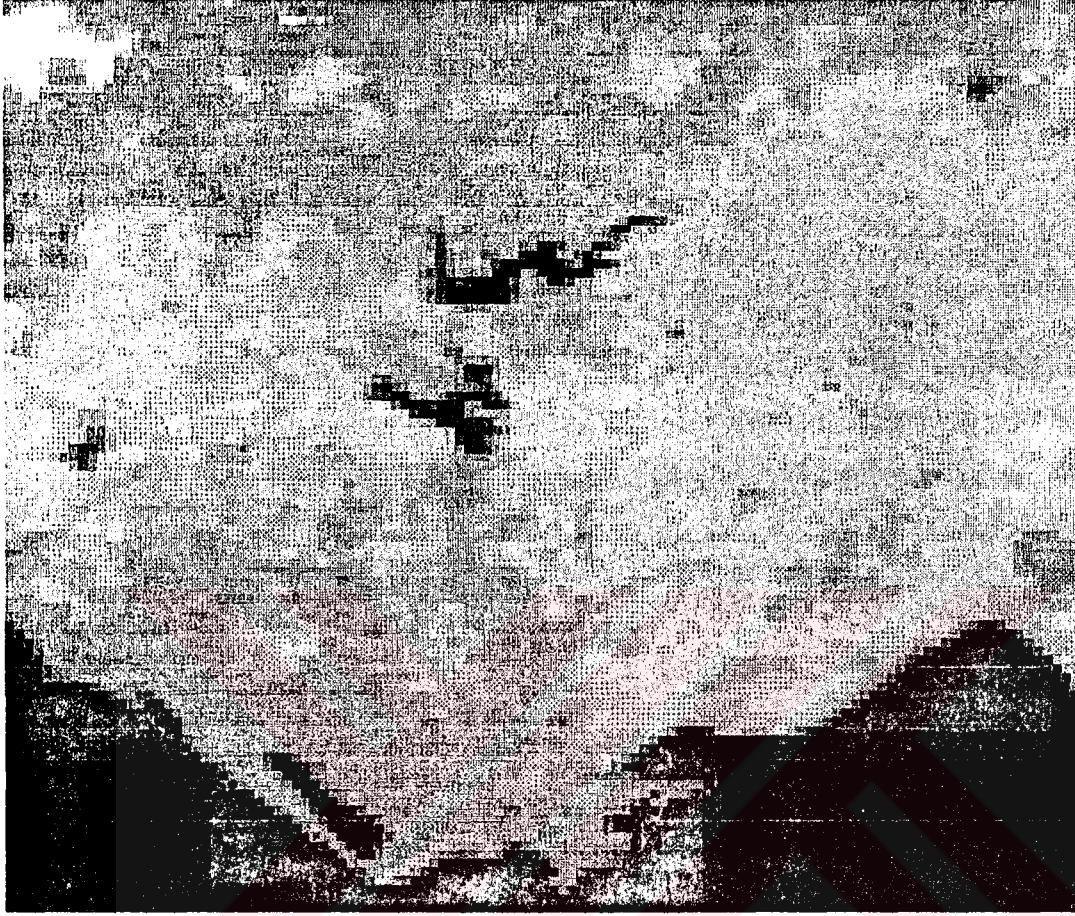
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Çukurova Bölgesine (37.35°N enlem ve 36.67°E boylam) ait NOAA uydusu 1. ve 2. bant verileri kullanılarak bölgedeki örtü tipleri belirlenmiş ve bitki alanları saptanmıştır. Bunun için izlenen yollar sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

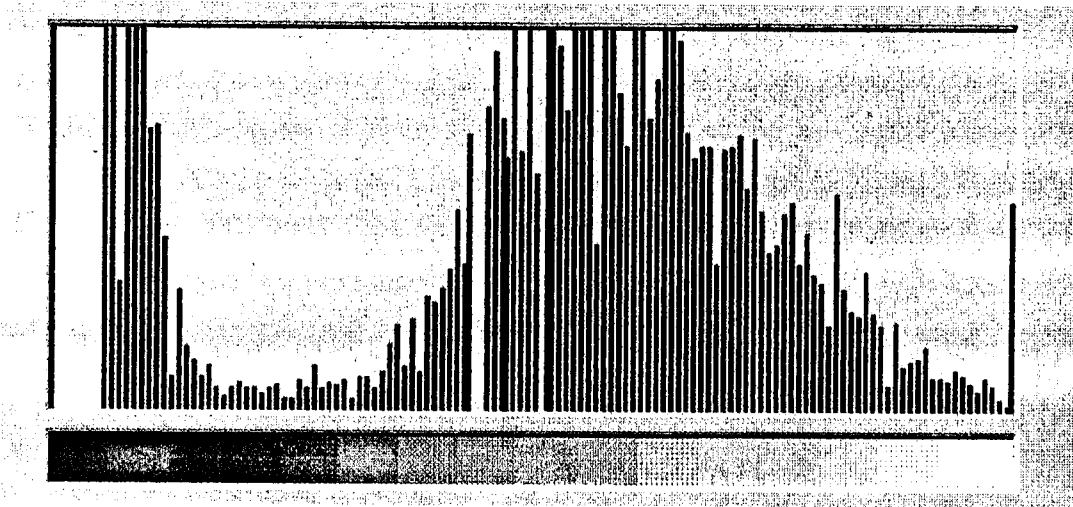
NOAA uydusu Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarına ait 1. ve 2. bant verileri bilgisayara yüklenmiş ve ERDAS paket programı kullanılarak ayrı ayrı görüntülenmiştir. Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8'de sırasıyla dört aya ait NOAA-14'ün 1. ve 2. bant görüntüleri ve histogramları verilmiştir. Görüntülerde koyu renk suyu temsil etmekte, diğer gri seviyeleri ise bitki ve diğer örtü tiplerini (toprak, kaya, yerleşim bölgesi gibi) göstermektedir. Ancak bitki yansıtması kızılötesi bölgede çok fazla , görünür bölgede az olduğundan 2. bant görüntülerinde bitki alanları açık gri tona yaklaşmakta, 1. bant görüntüsünde ise daha koyu gri tonda görülmektedir. Histogramlardan da anlaşılacağı gibi bant2 (kızılötesi) verileri bant1 (görünür) verilerine göre bitkiyi ayırmakta daha kullanışlıdır.



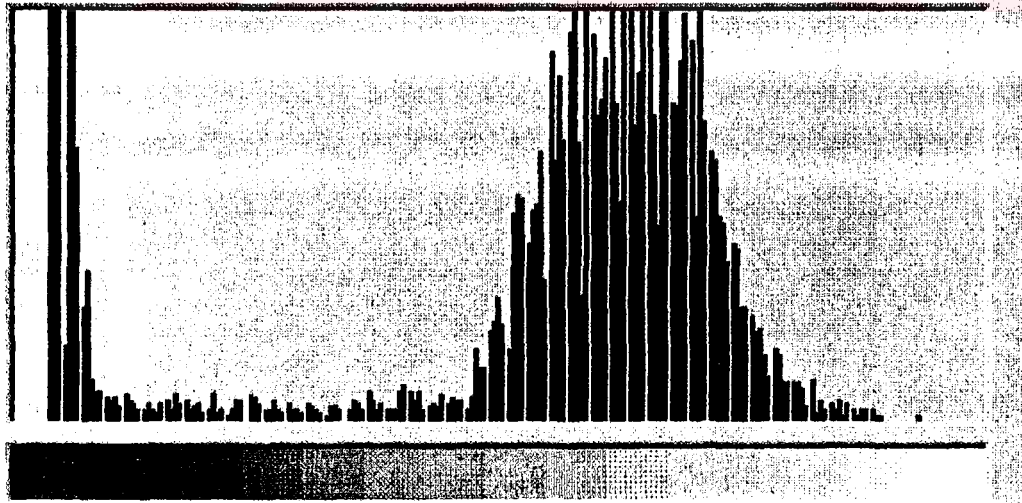
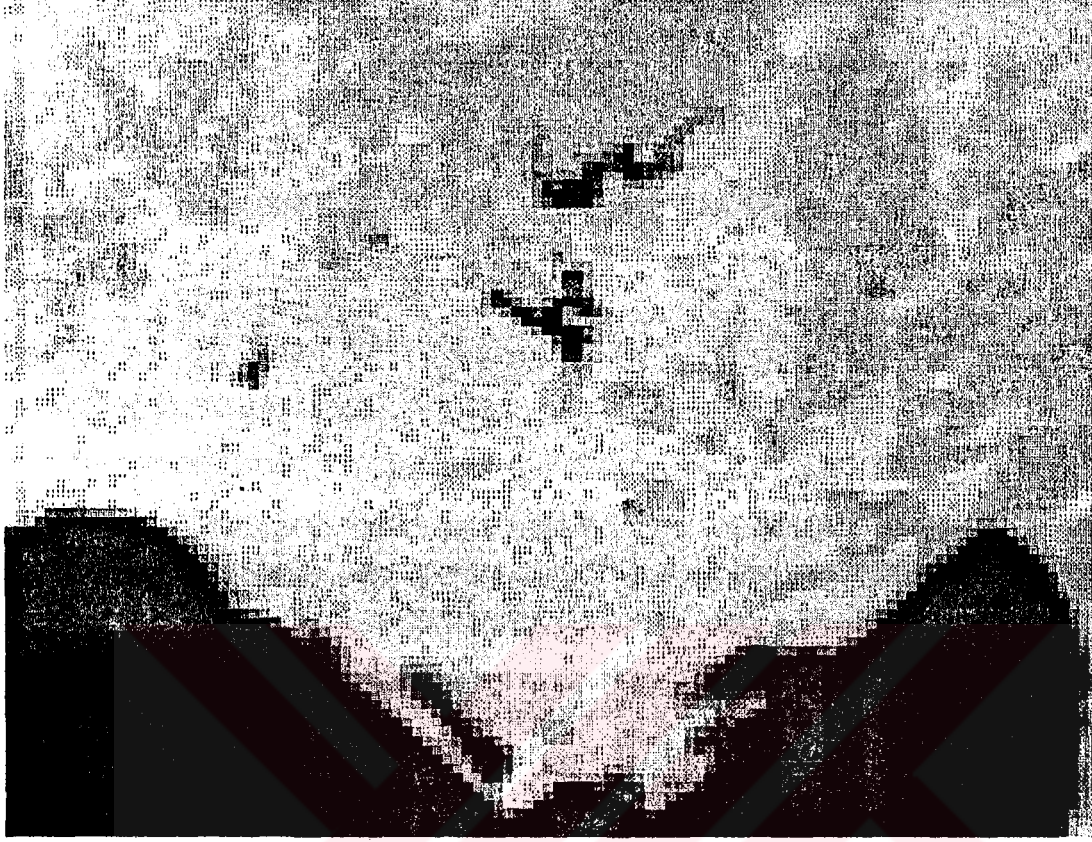
Şekil 4.1. Bant1'in Mayıs ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.



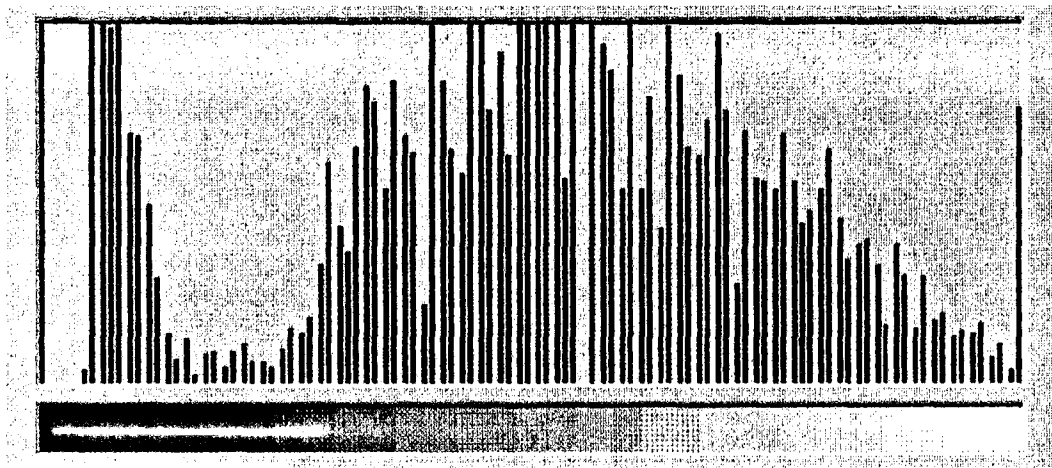
şekil 4.2. Bant2'nin Mayıs ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.



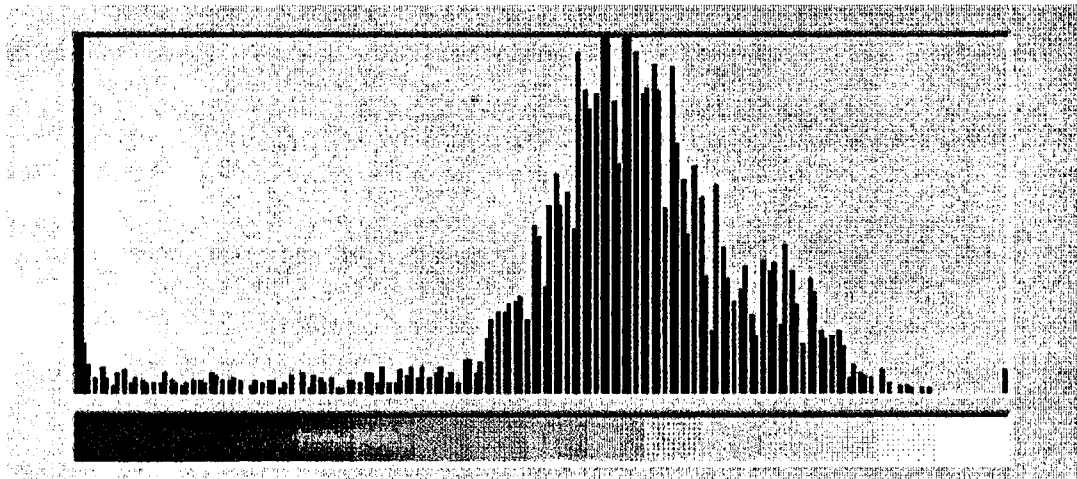
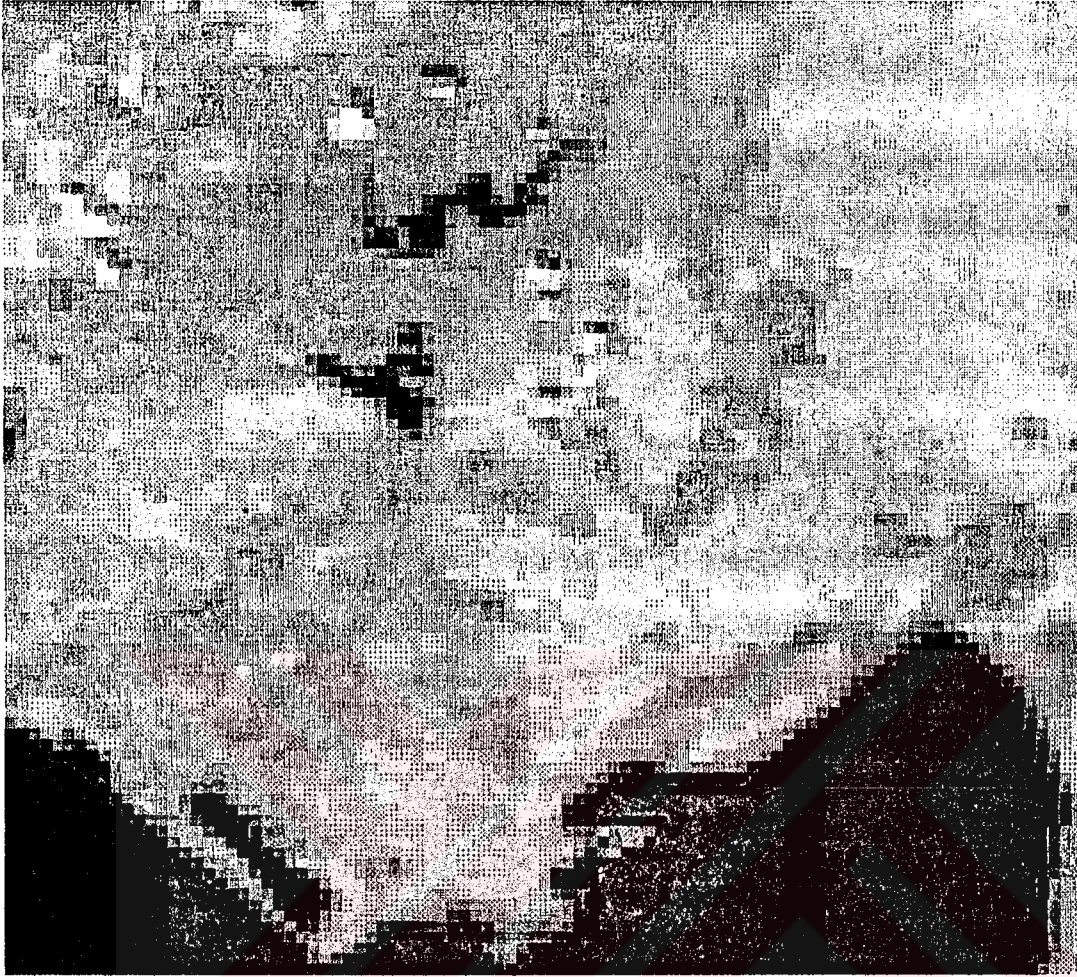
şekil 4.3. Bant1'in Temmuz ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.



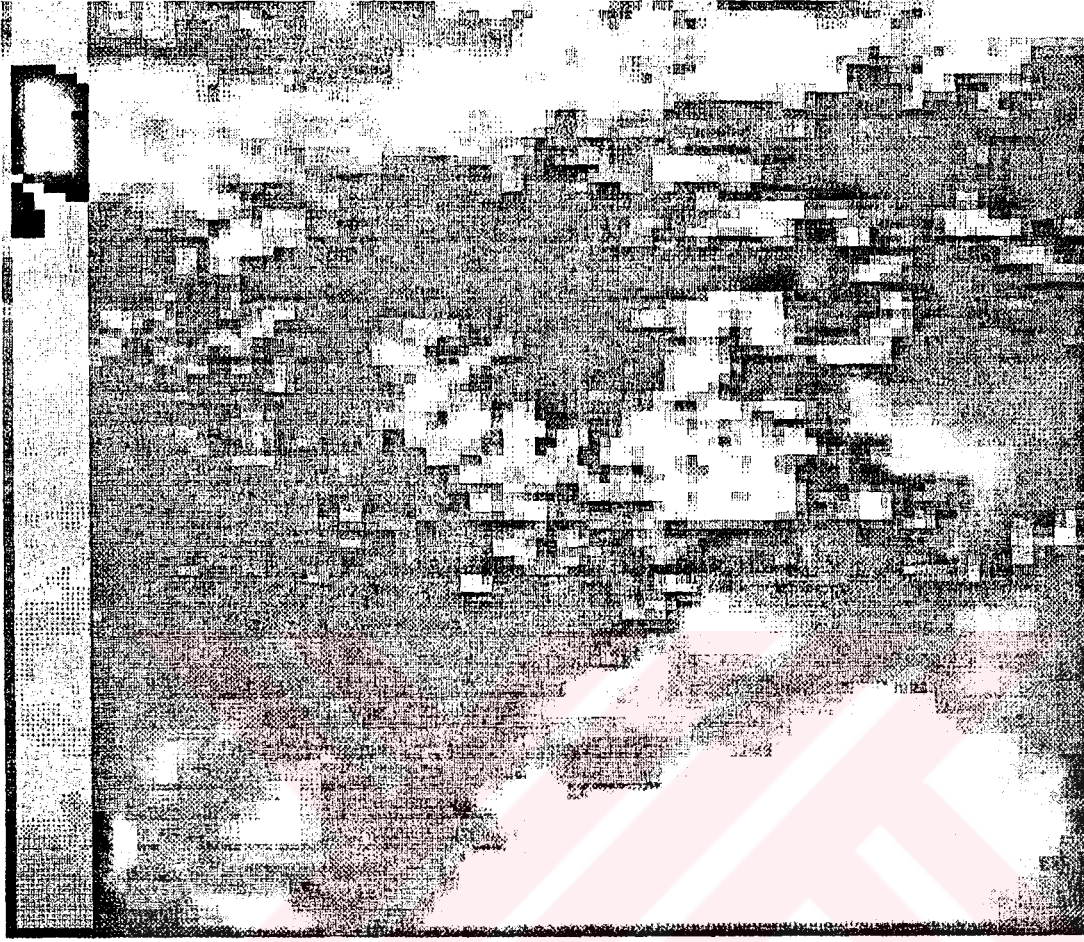
şekil 4.4. Bant2'nin Temmuz ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.



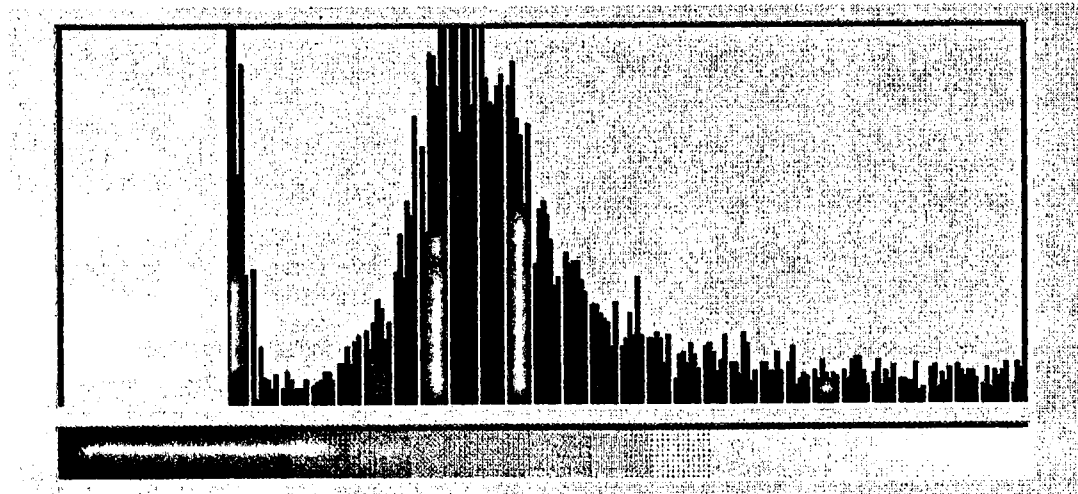
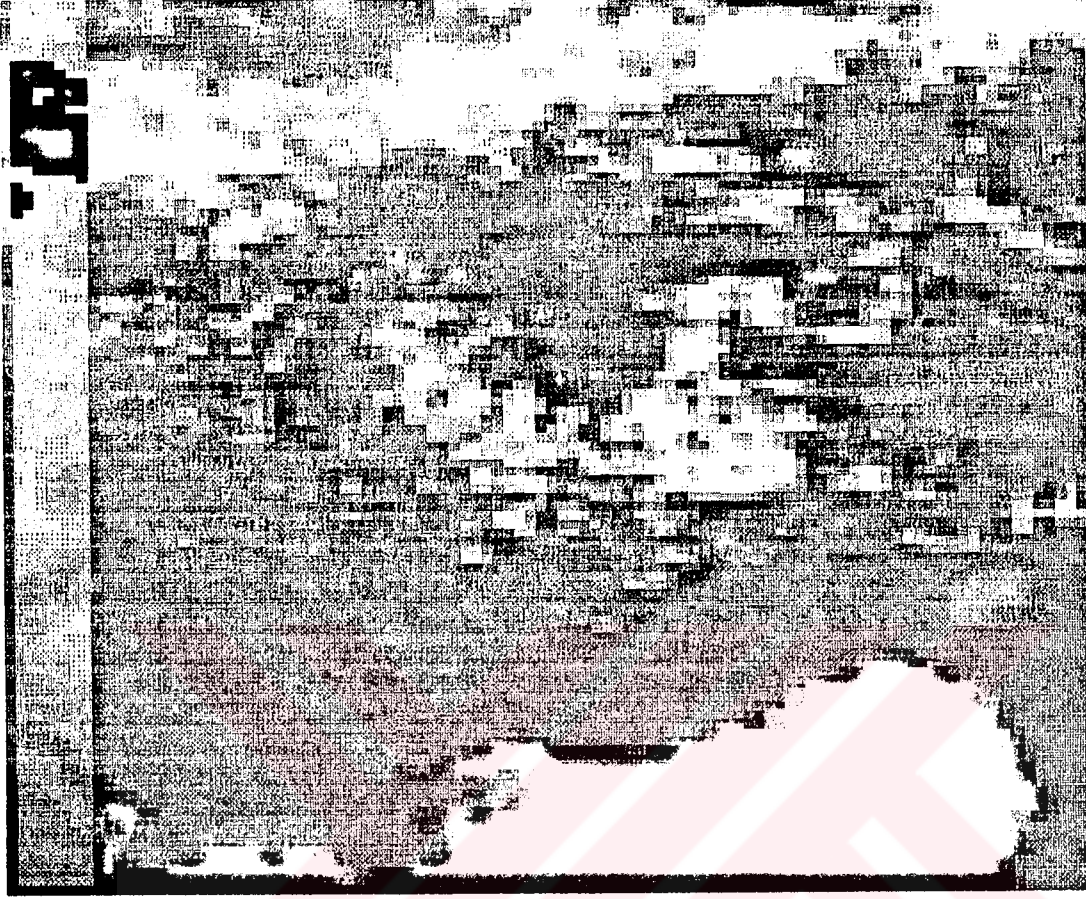
şekil 4.5. Bant1'in Eylöl ayı ham göröntüsü ve parlaklık histogramı.



şekil 4.6. Bant2'nin Eylöl ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.

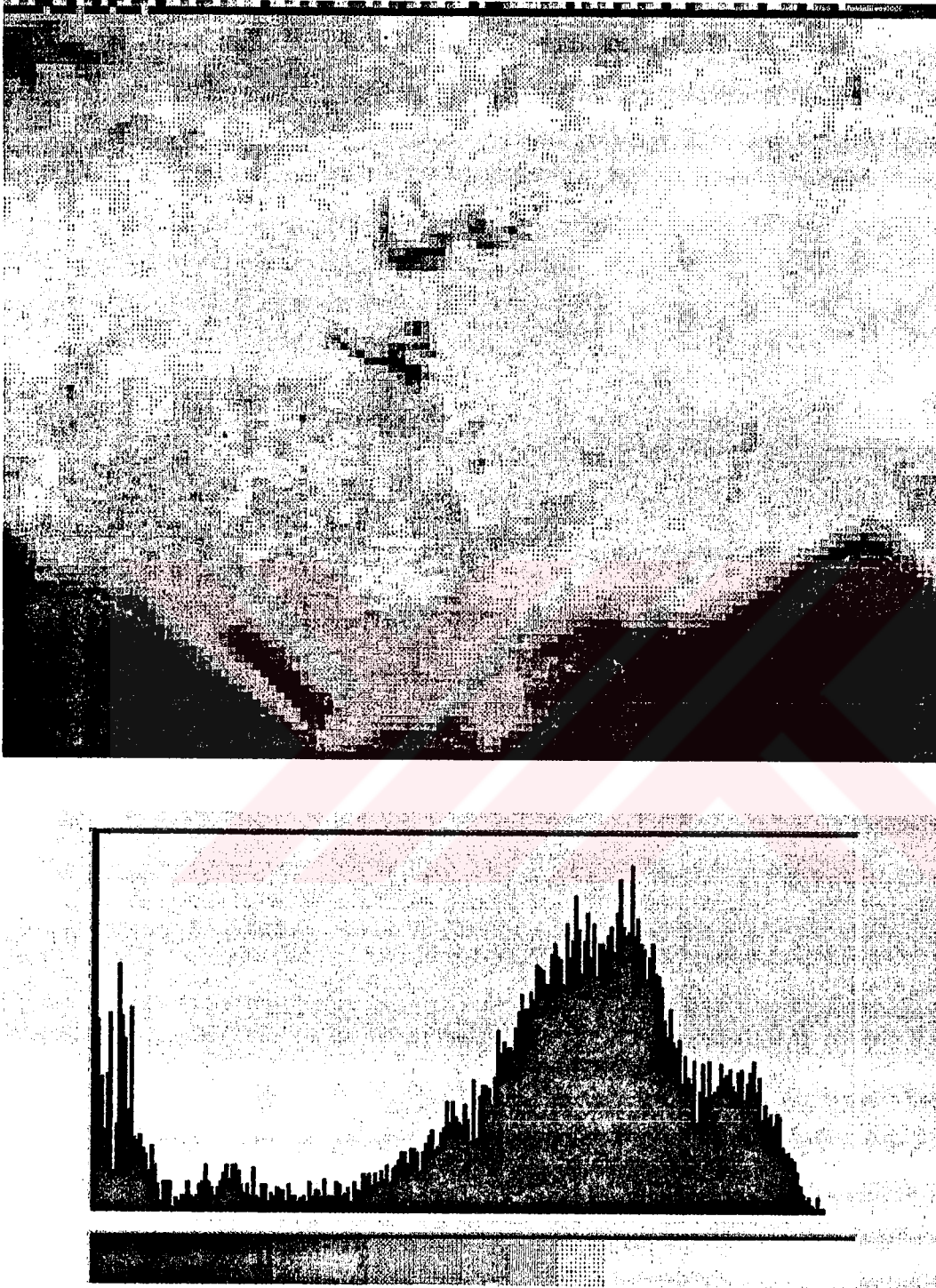


şekil 4.7. Bant1'in Ekim ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.

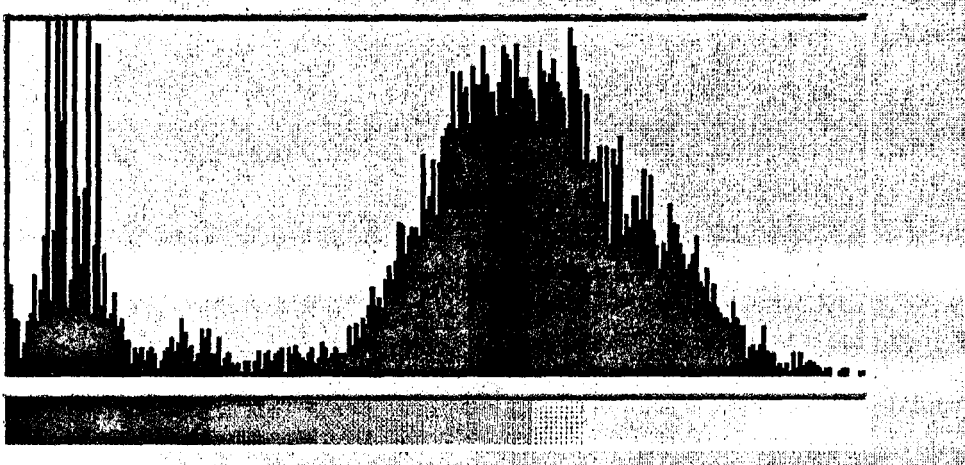


şekil 4.8. Bant2'nin Ekim ayı ham görüntüsü ve parlaklık histogramı.

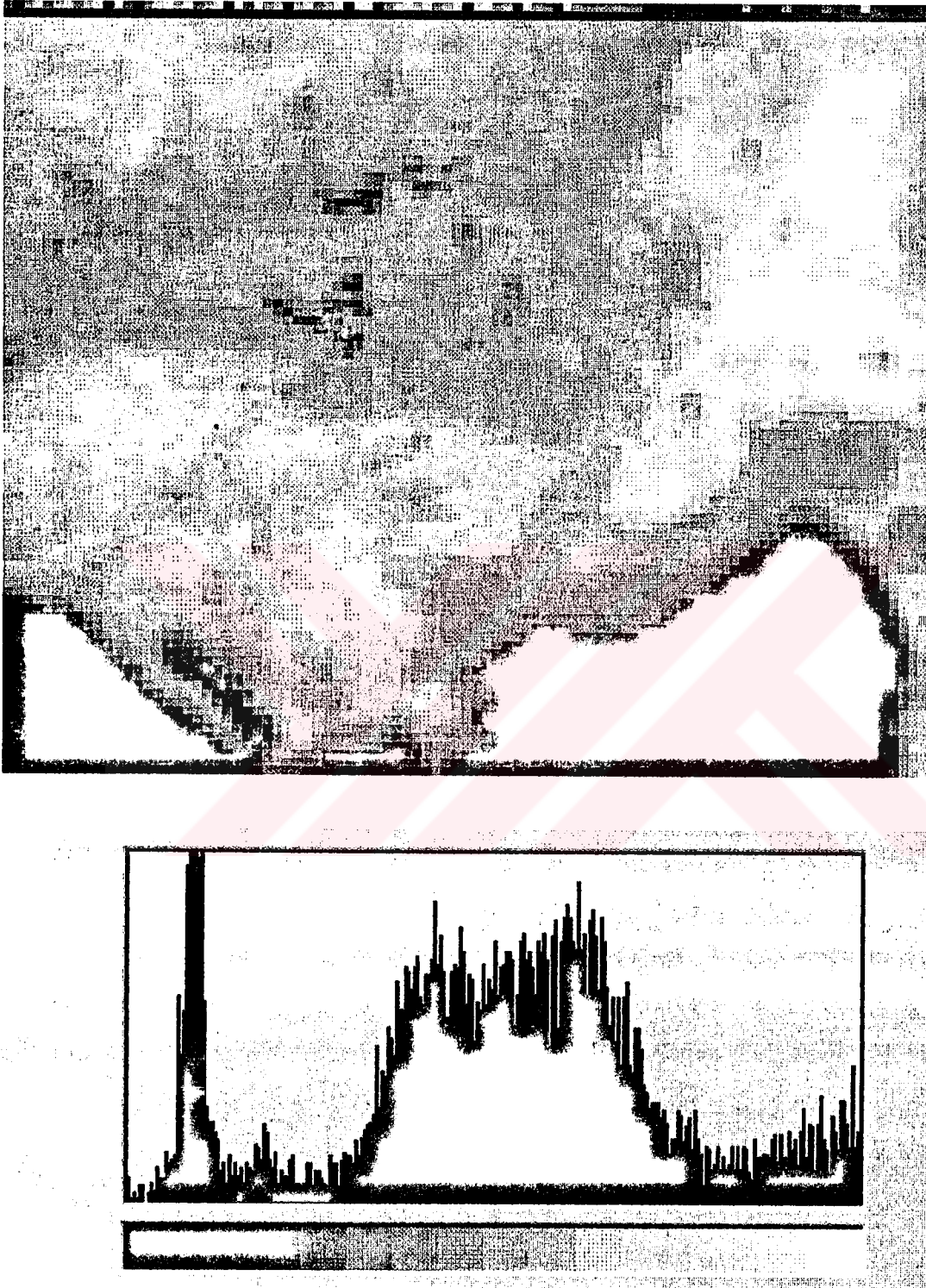
Bant1 ve bant2 verilerinin birleşimi olan ve bitki indeksi olarak adlandırılan NDVI hesaplanmış ve yeni parlaklık değerleri bulunmuştur. Daha sonra, bulunan değerler 255 ile çarpılarak normalize edilmiştir. NDVI değerlerinin 255 ile normalize edilmesinin nedeni, 0 ile 1 arasındaki NDVI değerlerinin 0-255 arasında genişletilmesi, görüntünün ve histogramın bilgisayarda daha açık sonuçlar vererek gözlenebilmesidir. Şekil 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 'de 4 aya ait NDVI parlaklık değerleri ve histogramları verilmiştir. Bölgede bulunan ana örtü tipleri parlaklık değerlerine göre saptanmış ve bunların NDVI değerleri belirlenmiştir. Bu değerler aylara göre Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de gösterilmiştir. Çizelgelerde görüldüğü gibi su yüzeyleri en düşük NDVI değerine sahipken, yoğun tarım alanları ve ormanlar en yüksek NDVI değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Çıplak toprak, yerleşim yerleri ve geçiş zonu gibi örtü tipleri ise su ve yoğun bitki örtüsü arasındaki değerlere sahip olduğu bulunmuştur.



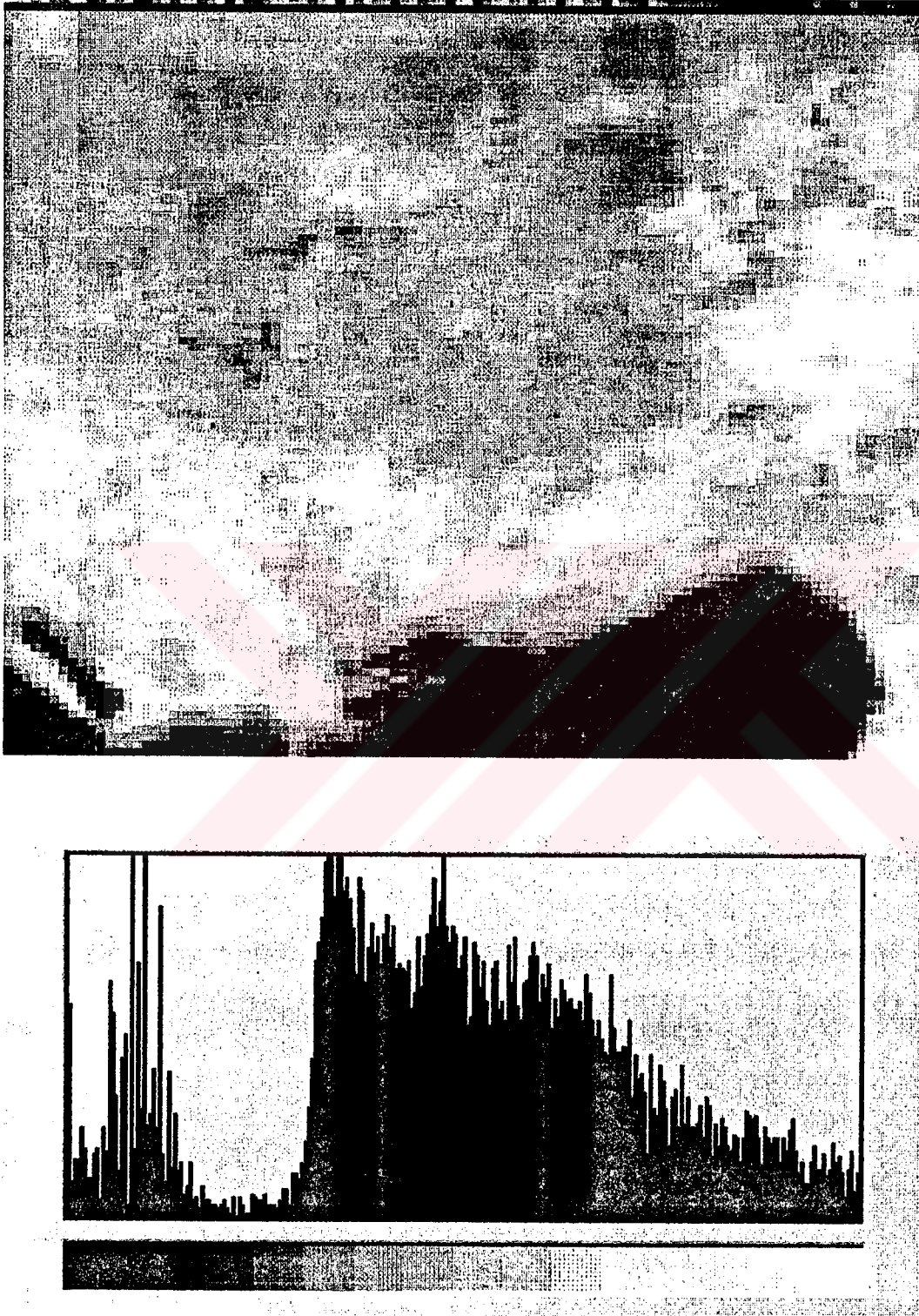
şekil 4.9. NDVI metodu kullanılarak tek bant haline getirilen çukurova Bölgesi Mayıs ayı uydu görüntüsü ve parlaklık histogramı.



şekil 4.10. NDVI metodu kullanılarak tek bant haline getirilen çukurova Bölgesi Temmuz ayı uydu görüntüsü ve parlaklık histogramı.



şekil 4.11. NDVI metodu kullanılarak tek bant haline getirilen çukurova Bölgesi Eylül ayı uydu görüntüsü ve parlaklık histogramı.



Şekil 4.12. NDVI metodu kullanılarak tek bant haline getirilen Çukurova Bölgesi Ekim ayı uydu görüntüsü ve parlaklık histogramı.

Çizelge 4.1.Mayıs ayının sınıf numaralarına göre NDVI ve yüzey özellikleri.

SINIF NO	NDVI	YÜZEY ÖZELLİKLERİ
1	0.00-0.07	SU
2	0.07-0.46	SIĞ SULAR, BATAKLIK, SU KENARLARI
3	0.46-0.53	ŞEHİR, ÇIPLAK TOPRAK
4	0.53-0.70	NEMLİ TOPRAK, GEÇİŞ ZONU, KIRAÇ ARAZI, AZ BİTKİ ÖRTÜSÜ
5	0.70-0.83	ORMAN/TARIM ARAZİSİ
6	> 0.83	ORMAN/YOĞUN TARIM ARAZİSİ

Çizelge 4.2.Temmuz ayının sınıf numaralarına göre NDVI ve yüzey özellikleri.

SINIF NO	NDVI	YÜZEY ÖZELLİKLERİ
1	0.00-0.01	SU
2	0.01-0.47	SIĞ SULAR, BATAKLIK, SU KENARLARI
3	0.47-0.52	ŞEHİR, ÇIPLAK TOPRAK
4	0.52-0.68	NEMLİ TOPRAK, GEÇİŞ ZONU, KIRAÇ ARAZI, AZ BİTKİ ÖRTÜSÜ
5	0.68-0.81	ORMAN/TARIM ARAZİSİ
6	> 0.81	ORMAN/YOĞUN TARIM ARAZİSİ

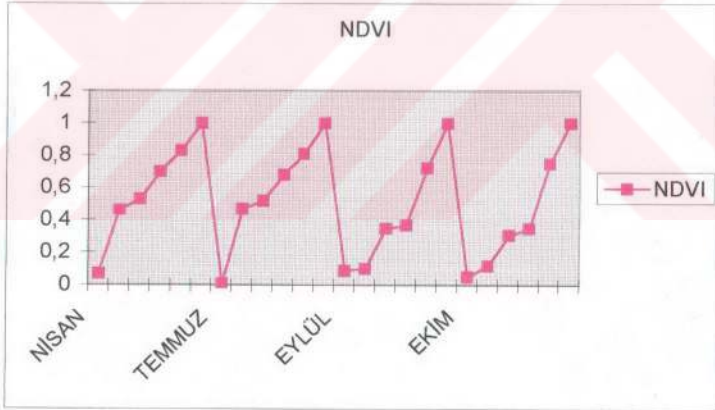
Çizelge 4.3.Eylül ayının sınıf numaralarına göre NDVI ve yüzey özellikleri.

SINIF NO	NDVI	YÜZEY ÖZELLİKLERİ
1	0.00-0.09	SU
2	0.09-0.10	SIĞ SULAR, BATAKLIK, SU KENARLARI
3	0.10-0.35	ŞEHİR, ÇIPLAK TOPRAK
4	0.35-0.37	NEMLİ TOPRAK, GEÇİŞ ZONU, KIRAÇ ARAZI, AZ BİTKİ ÖRTÜSÜ
5	0.37-0.72	ORMAN/TARIM ARAZİSİ
6	> 0.72	ORMAN/YOĞUN TARIM ARAZİSİ

Çizelge 4.4.Ekim ayının sınıf numaralarına göre NDVI ve yüzey özellikleri.

SINIF NO	NDVI	YÜZEY ÖZELLİKLERİ
1	0.00-0.05	SU
2	0.05-0.12	ŞEHİR, SIĞ SULAR, BATAKLIK, SU KENARLARI
3	0.12-0.31	ÇIPLAK TOPRAK
4	0.31-0.35	NEMLİ TOPRAK, GEÇİŞ ZONU, KIRAÇ ARAZI, AZ BİTKİ ÖRTÜSÜ
5	0.35-0.75	ORMAN/TARIM ARAZİSİ
6	> 0.75	ORMAN/YOĞUN TARIM ARAZİSİ

Bitki indeksinin Çukurova Bölgesinde Mayıs döneminde artış gösterdiği, Temmuz - Eylül - Ekim dönemine doğru düştüğü gözlenmiştir. Yer gerçeği ile işlenmiş uydu görüntüleri karşılaştırıldığında Mayıs ayının bahara rastlaması ve Çukurova Bölgesindeki karakteristik tarla bitkilerinin de çıkmasıyla parlaklık bu ay için yoğun olmuştur. Temmuz döneminde doğal otların kuruması ve bazı tarla bitkilerinin hasatıyla Mayıs ayına göre parlaklıkları daha düşük çıkmıştır. Eylül ayında bu değerlerin Temmuz ayındaki nedenlerin devam etmesinden dolayı daha da düştüğü gözlenmektedir. Ekim ayında ise Eylül ayına göre parlaklık değerleri artmış ve şehir ile çıplak toprağın daha iyi ayrıldığı fakat su kenarları ve sığ su yüzeyler ile aynı parlaklığı gösterdiği gözlenmiştir. Bu durum Şekil 4.13'de NDVI değerlerinin aylara göre değişiminde görülmektedir.



Şekil 4.13. NDVI'nin aylara göre grafiği.

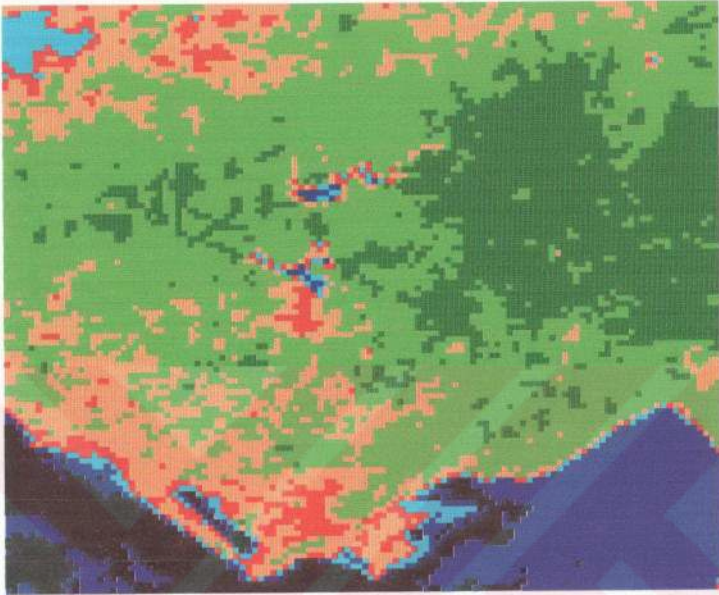
NOAA 1. bant , 2. bant ve NDVI değerlerinin aylara göre ortalama (μ) ve standart sapma (σ) değerleri çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5.Sınıfları temsil eden ortalama ve standart sapma değerleri.

SINIF	BANT	MAYIS		TEMMUZ		EYLÜL		EKİM	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
1 (SU)	1	22,3	0,45	21,3	0,18	17,5	0,26	67,5	0,18
	2	5,8	0,18	9,7	0,37	72,5	0,41	5	0,32
	NDVI	2,5	0,41	11,8	0,41	14,2	0,32	6,2	0,32
2 (SIĞ BÖL., BATAKLIK)	1	52,6	0,46	62,5	0,26	53,3	0,18	79,5	0,41
	2	38,7	0,18	60	0,32	97,5	0,32	21,3	0,37
	NDVI	37,6	0,26	72,3	0,18	24,5	0,61	21	0,18
3 (ORMANLIK, ÇALILIK)	1	118,3	0,37	160,6	0,18	120,5	0,37	209,6	0,32
	2	175,1	0,32	188,3	0,41	153,5	0,32	140,7	0,61
	NDVI	167,7	0,18	189,5	0,61	120,7	0,18	139,2	0,18
4 (YOĞUN BİTKİ)	1	202,5	0,18	232,3	0,32	232,3	0,41	245,5	0,37
	2	237,5	0,18	241,3	0,32	194,2	0,37	215,2	0,26
	NDVI	213,2	0,32	230,5	0,37	219,5	0,61	222,5	0,32
5 (YERLEŞİM BÖLGESİ)	1	98,8	0,18	104,2	0,41	85,5	0,46	101,5	0,26
	2	88,1	0,32	114,7	0,61	109,8	0,18	58,8	0,46
	NDVI	95,2	0,61	125,5	0,41	58,3	0,32	54,4	0,61
6 (ÇIPLAK ALAN)	1	165,2	0,18	129,7	0,18	161,6	0,41	152,3	0,46
	2	143,3	0,18	150,2	0,18	193	0,37	99	0,41
	NDVI	153,5	0,41	152,3	0,41	138,5	0,18	83,5	0,26

Aylık NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) görüntüleri farklı örtü tiplerini daha iyi saptamak amacıyla sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada eğitimli sınıflandırma metodu kullanılmıştır. Sınıflandırmada amaç eldeki birtakım verilerden o verilerin geldiği nesnelerin yada sınıfların bulunmasıdır. Her piksel için bant1 ve bant2 değerleri esas alınarak belirlenen bir matematiksel işlem sonucu o pikselin ait olduğu sınıf bulunur. NOAA uydu verilerinin yorumlanabilmesi için bant1 ve bant2'den alınan parlaklık değerlerinin birleştirilmesi ve beraber kullanılması gerekmektedir. Bu yöntemle geçmeden önce çalışacak bölgenin görüntülenmesi işlemini yapmak gerekmektedir.

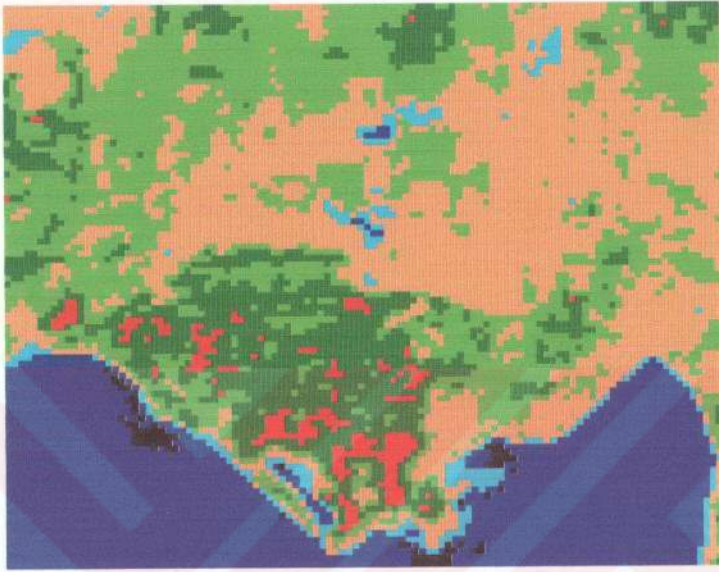
Bitki indeksi bağıntılarına dayalı olarak Çukurova Bölgesi için hesaplanan normalize edilmiş bitki indeksi (NDVI) değerlerinin 1997'nin Mayıs-Temmuz-Eylül-Ekim dönemi sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 4.14, 4.15, 4.16 ve 4.17'de verilmiştir. Aylara göre yüzey özellikleri ve bunlara ait piksel sayıları Çizelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.14. Eğitilmiş sınıflandırma yapılmış Mayıs ayı görüntüsü.

Çizelge 4.6. Mayıs ayının yüzey özelliklerine göre piksel sayısı ve yüzdesi.

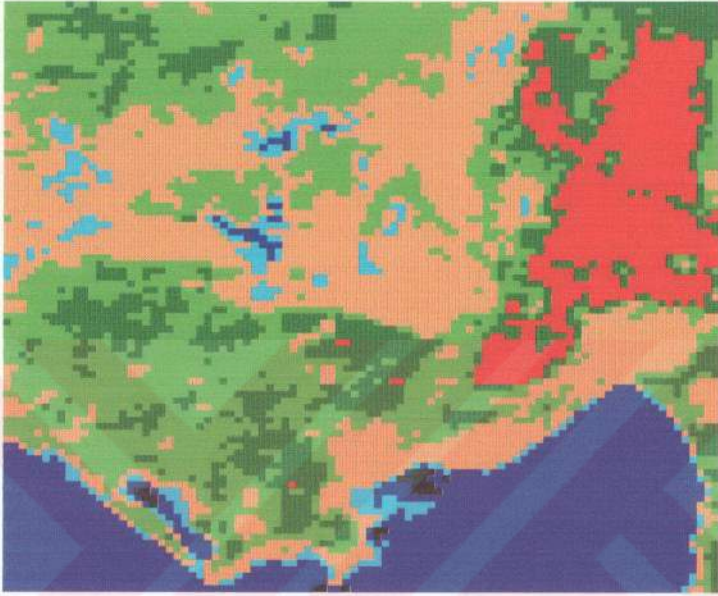
SINIF NO	PİKSEL SAYISI	%	YÜZEY ÖZELLİKLERİ
0	732	0.00	HİÇBİR SINIFA GİRMEYEN
1	1230	10.81	SU
2	263	2.31	SİĞ SULAR, BATAKLİK, SU KENARLARI
3	458	4.03	ŞEHİR, ÇIPLAK TOPRAK
4	1916	16.84	NEMLİ TOPRAK, GEÇİŞ ZONU, KIRAÇ ARAZİ, AZ BİTKİ ÖRTÜSÜ
5	5194	45.66	ORMAN/TARIM ARAZİSİ
6	2315	20.35	ORMAN/YOĞUN TARIM ARAZİSİ



şekil 4.15. Eğitimi sınıflandırma yapılmış Temmuz ayı görüntüsü.

Çizelge 4.7. Temmuz ayının yüzey özelliklerine göre piksel sayısı ve yüzdesi.

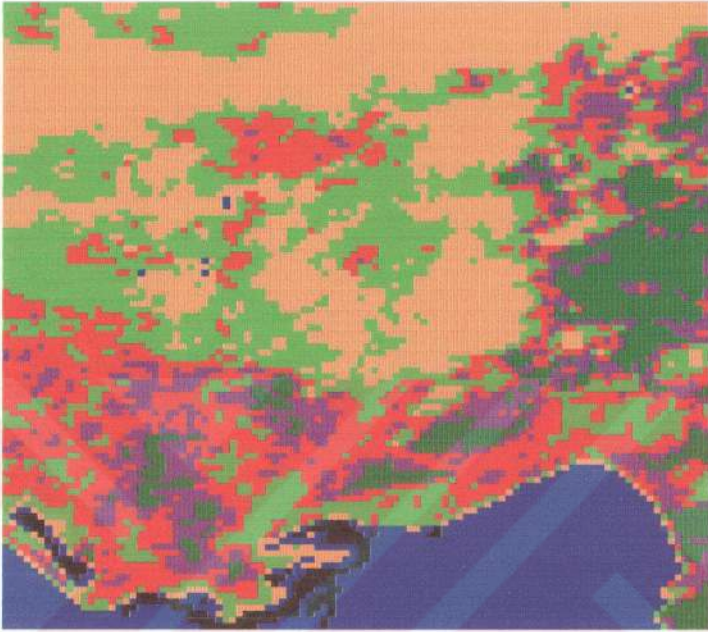
SINIF NO	PIKSEL SAYISI	%	YÜZEY ÖZELLİKLERİ
0	78	0.00	HİÇBİR SINIFA GİRMEYEN
1	2031	20.61	SU
2	283	2.87	SIĞ SULAR, BATAKLIK, SU KENARLARI
3	3157	32.02	şEHİR, ÇIPLAK TOPRAK
4	2827	28.68	NEMLİ TOPRAK, GE�Iş ZONU, KIRAÇ ARAZİ, AZ BİTKİ �RT�ş�
5	1330	13.49	ORMAN/TARIM ARAZİSİ
6	230	2.33	ORMAN/YOĞUN TARIM ARAZİSİ



Şekil 4.16. Eğitilmiş sınıflandırma yapılmış Eylül ayı görüntüsü.

Çizelge 4.8.Eylül ayının yüzey özelliklerine göre piksel sayısı ve yüzdesi.

SINIF NO	PIKSEL SAYISI	%	YÜZEY ÖZELLİKLERİ
0	26	0.00	HİÇBİR SINIFA GİRMEYEN
1	1400	16.59	SU
2	297	3.52	SIĞ SULAR , BATAKLIK , SU KENARLARI
3	2253	26.70	ŞEHİR , ÇIPLAK TOPRAK
4	2546	30.18	NEMLI TOPRAK, GEÇİŞ ZONU, KIRAÇ ARAZİ, AZ BİTKİ ÖRTÜSÜ
5	1154	13.68	ORMAN/TARIM ARAZİSİ
6	787	9.33	ORMAN/YOĞUN TARIM ARAZİSİ



Şekil 4.17. Eğitilmiş sınıflandırma yapılmış Ekim ayı görüntüsü.

Çizelge 4.9.Mayıs ayının yüzey özelliklerine göre piksel sayısı ve yüzdesi.

SINIF NO	PİKSEL SAYISI	%	YÜZEY ÖZELLİKLERİ
0	152	0.00	HİÇBİR SINIFA GİRMEYEN
1	1205	11.87	SU
2	2636	25.98	ŞEHİR, SIĞ SULAR, BATAKLIK, SU KENARLARI
3	2618	25.80	ÇIPLAK TOPRAK
4	1923	18.95	NEMLİ TOPRAK, GEÇİŞ ZONU, KIRAÇ ARAZİ, AZ BİTKİ ÖRTÜSÜ
5	764	7.53	ORMAN/TARIM ARAZİSİ
6	1002	9.87	ORMAN/YOĞUN TARIM ARAZİSİ

Aylık NDVI değerlerine göre Mayıs ayındaki bitki alan yüzdesi diğer aylara oranla daha yüksek çıktığı gözlenmiştir. Temmuz ayında yer gözlemleri sonucunda bazı tarla bitkilerinin hasat edilmesinden dolayı çıplak alanlarda artış olmuş ve bitki alan yüzdesinde düşme gözlenmiştir. Bu düşme diğer aylarda da devam etmiş ve Temmuz , Eylül ve Ekim aylarında Çukurova Bölgesindeki tarla bitkilerinin ekilmesi ve hasat edilmesi, bitki alan yüzdelerinin birbirlerine yakın olmasını sağladığı gözlenmiştir. Ayrıca yüzde değerlerini daha net bulmak için NDVI görüntülerine eğitimli sınıflandırma uygulanarak NDVI'ye göre 210 olan piksel yüzdesi değerleri 6 ana sınıfa ayırarak şekil 4.14, 4.15, 4.16 ve 4.17'deki görüntülerin ve izelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9'daki değerlerin bulumasını sağlanmıştır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

NOAA verileri yeryüzü objelerinin incelenip araştırılmasına kolaylık sağlamaktadır. Farklı yeryüzü objeleri farklı parlaklıklar gösterdiğinden bunların parlaklıkları da farklı olmaktadır. Örneğin görünür bölgede bant1 de toprak parlaklığı bitkiden daha fazla olmaktadır. Fakat yakın kızılötesi bölgede bitki yüksek yansıtma sahip olduğundan daha açık tonda çıplak alan ve şehir daha koyu tonda görünmektedir. Su görünür bölgede yüksek yansıtma sahip olduğundan açık tonda, yakın kızılötesinde daha koyu olduğu görünmektedir. Bant1 ve bant2 bu objeleri birbirinden ayırt edilmesine olanak sağlamaktadır. Bitkiyi diğer objelerden ayırt edebilmek ve yoruma daha uygun hale getirmek için NDVI'i ve eğitimli sınıflandırma yöntemleri uygulanmaktadır. Bitki indeksi metoduna göre sınıflandırılan Çukurova Bölgesinde, toprak ve bitki arasındaki farkı çok iyi belirlemesine rağmen 1kmx1km'lik piksel dezavantajıyla birlikte bitkileri birbirinden ayıramamaktadır. Bu nedenle bitki örtüsü geçiş zonu, az yoğun, çok yoğun bitki örtüsü olarak ayırt etmenin doğru bir karar olduğu anlaşılmıştır.

Çukurova Bölgesinde en yoğun ortalama NDVI değerleri ilkbahar ayına denk düşen Mayıs ayının olduğu Temmuz, Eylül, Ekim aylarının bu aya göre düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma, Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri ve Uzaktan Algılama yöntemlerinin her ikisinde aynı anda uygulanmasına, raster ve vektör formatında bir çok verinin ilişkilendirilmesine olanak sağlamasının önemli bir avantaj olduğu NOAA sayısal uydu verilerinin doğal kaynakların değişimlerine yönelik haritaların ve veri tabanlarının oluşturulmasında ve eski bilgilerin güncelleştirilmesinde kullanılabileceğini de göstermiştir.

KAYNAKLAR

- ARSLAN, Ü.,1987. Çukurova Bölgesinde Buğday Ekili Alanların Uydu Verileri ile Saptanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, s. 10-11.
- ASLAN, Z., 1982. Uzay Araştırmalarının Geleceği. Bilim ve Teknik, (178): s.12-14.
- ASLAN, Z. ve OKCU, D., 1994. Meteoroloji Uyduları ile Yağış Şiddeti ve Bitki Örtüsü Analizi.II. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulama Semineri, Uludağ, Bursa, s.329-340
- ASLAN, Z., NATARAJAN K. and TANKUT, M., 1994. Vegetation Pattern of İstanbul from the Landsat Data and the Relationship with Meteorological Parameters. Annuals Geophysical, Paris.
- BARRET, E.C. and CURTIS, L.F., 1976. Introduction to Enviromental Remote Sensing. Chapman And Hall, London, s.78-79.
- BENEDETTI, P.ROSSINI, P. and TADDEI, R., 1994. Vegetation Classification in the Middel Mediterranean Area by Satellite Data.Int. J. Remote Sensing, Vol.15, No.3, s. 583-596.
- CURRIE, R.G. and HAMEED, S., 1990. Atmospheric Signals at High Latitues in a Coubled Ocean-Atmosphere General Circulation Model. Geophysical Research Letters, Vol.17, No.7, s. 945-948.
- ÇEKİÇ, Ö., 1996. Dünya Kaynaklarını İnceleyen Uydular, Özellikleri ve Bu Uydularla Yapılan Çalışmalar. Ç.Ü. Temel Bilimler Fakültesi Fizik Yüksek Lisans Tezi, Adana, S.74.

- DEBLONBE, G. and J. CIHLAR, 1993. A Multiyear Analysis of the Relationship Between Surface Environmental Variables and NDVI over the Canadian Landmass. Remote Sensing Reviews , Vol.7, s. 151-177.
- DİNÇ, U., 1980. LANDSAT-1 (EARTS-1) Görüntülerinin Toprak Etüt ve Haritalama Çalışmalarında Kullanılma Olanakları Üzerinde bir Araştırma. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:136, Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri:28, Adana.
- DİNÇ, U., YEĞİNGİL, İ., 1982. Uzaktan Algılama Ders Notları, Ç.Ü. Yayınları, Adana.
- EMRAHOĞLU, N., 1993. Eğitilmiş Sınıflandırma Metotlarının Karşılaştırılması ve Yeni Algoritmanın Denenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, s.10
- ESA-EARTHNET, May, 1986.
- EVSAHİBİOĞLU, A.N., 1994. Uzaktan Algılama Teknikleri ile Trakya Bölgesinde Buğday Ekim Alanı ve Üretim Tahminleri. II.Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, s. 176-190
- FITZGERALD, E., 1972. Multi Spectral Scanning System and Their Potential Application to Earth Resource Surveys. European Space Research Organization, Vol.2 No: 1673.
- GAUSMAN, H.W. and HART, W.G., 1974. Reflectans of Four Levels of Soddy-Mold Deposits Produced from The Honeydew of Three Insect Species. Journal of The Rio Grande Valley Horticulture Society (28): s. 131-136.

- GAUSMAN, H.W., ESCOBAR, D.E., WIEGAND, C.L., 1975. Reflectance and Photographic Characteristics of Tree Citrus Varieties for Discrimination Purposes. Agricultural Research Service, Usda, Weslaco.
- GAUSMAN, H.W., PEYNADO, A., ESCOBAR, D.E., RODRIGUES, R.R. ve BOWEN, R.L., 1977. Comparison of Reflectance Measurement with Photograph for Early Freeze Detection on Leaves of Sour Orange Plants. J. Rio Grande Valley Horticultural Society (31) : s. 625-628.
- GAUSMAN, H.W., 1977. Reflectance of Leaf Components Remote Sensing of Environment (6): s.1-9.
- GAUSMAN, H.W., 1974 . Leaf Reflectance of Near - Infrared Presented at the Fort Biennial Workshop of Color Photography, Louis, s. 183-192.
- GJESSING, D.T., 1978. Remote Surveillance by Elektromagnetic Waves for Air-Water-Land .Ann Arbor Science Publishers. Inc., Michigan.
- HABERLE, H., SAX, H. ve WINTER, R., 1979.Remote Sensing Possibilities and Limitations.Prepared on The Occasion of The United Nations Conference on Science and Technology for Development, Vienna.
- HENDERSON-SELLERS, A., 1990. Evaluation for the Continent of Australia of the Simulation of the Surface Climate Using the Biosphere/Atmosphere Transfer scheme (BATS) coupled into a Global Climate model . Climate Research, s. 43-62.
- HEYDRON, R.P., BIZZEL, R.M., QUIREIN, J.A., ABOTTEEN, K.M., SUMMER, C.A., 1978. Clasification and Mensuration of LACIE Segments . The LACIE Symposium, Proceeding of Technical Sessions, NASA, Houston, Texas, Vol.I., s. 73-86.

- HAYES, M.J. and DECKER, W.L., 1996. Using NOAA-AVHRR data to Estimate Maize Production in the United States Corn Belt. *Int. J. Remote Sensing*, 1996, Vol. 17, No.16, s.3189-3200.
- MAKTAV, D. ve SUNAR, F., 1991. Uzaktan Algılama Kantitatif Yaklaşım (P.H. SWAIN, S.M. DAVIS Editörler), Hürriyet Ofset A.Ş., İstanbul, s. 429.
- MAKTAV, D., OKÇU, D., ASLAN, Z., YAĞIZ, E., 1997. Uydu Verileri ile Türkiye'de Bitki Örtüsü Analizi.III. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulama Semineri, s. X-45 x-54.
- IDSO, S.B., REGINATO, R.J. and JACKSON, R.D., 1977. Albedo Measurement for Remote Sensing of Crop Fields. *Nature* 266, s. 625-628.
- IDSO, S.B., REGINATO, R.J., JACKSON, R.D., 1977. Canopy Temperature and Albedo Measurement have been Quantitatively Correlated with Final Harvests of Wheat. *Science*, Vol. 196, s. 19-24.
- JUSTICE, C. O., TOWNSHEND, J.R.G., HOLDEN, B.N., TUCKER, C.J., 1986. Analysis of the Phenology of Global Vegetation Using Meteorological Satellite Data. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 6, No. 8, s. 1271-1318.
- LAMBİN, E. F. and EHRLICH, D., 1995. The Surface Temperature -Vegetation Index Space for Land Cover and Land - Cover Change Analysis. *Int. J. Remote Sensing*, 1996 s.462-485.
- LINDENLAUB, J.C., 1976. Remote Sensing What Is It?. *Fundamentals of Remote Sensing Minicourse Study Guide*, Purdue University, Indiana, No.3.
- PEŞTEMALCI, V., ve Ark. 1984. Uzaktan Algılama Uygulamaları Kitabı. S.24, Adana.

- PEŞTEMALCI, V., 1982. Çukurova Bölgesindeki Bitki Alanlarının Uzaktan Algılama Uygulamaları için Belirlenmesi. Ç.Ü. Temel Bilimler Fakültesi Fizik Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- RICHARDSON, A.J. and. EWERITT, J.H, 1992. Usign Spectral Vegetation Indices to Estimate Rangeland Productivity. Geocarto International, v.1, s. 63-69.
- RAHMAN, H., 1996. Atmospheric Optical Depth and Water Vapour Effects on the Angular Characteristics of Surface Reflectance in NOAA-AVHRR.Int. J. Remote Sensing, 1996, Vol. 17, No.15, s.2981-2999.
- SABIN, F.F., 1973.Remote Sensing Principles and Interpretation. W.H. Freeman and Comany, SanFransisco.
- SHIMABUKURO, Y.E., CARVALHO, V.C. and RUDORFF, B.F.T. 1996.NOAA-AVHRR data Processing for the Mapping of Vegetation Cover. Int. J. Remote Sensing, 1997, Vol. 18, No. 3, s.671-677.
- SHUKA, J.C. , NOBRE ve ELLERS, R.J., 1990. Amazon Deporestation and Climate Change. Science, (247): s. 1322-1325.
- SLATER, N.P., 1980 .Remote Sensing Optics and Optical Systems. Addison-Wasley Publishing Company, London.
- STEPHENS, G. and MATSON, M., 1992. Monitoring the Persian Gulf war with NOAA-AVHRR data.Int. J. Remote Sensing, 1993, Vol. 14, No.7, s.1423-1429
- TARPELEY J.D. and MCGINNES, JR D.F., 1984. Vegetation Cover Mapping for Satellites. Landsat Data User Notes, NOAA/NESDIS, Wasington Dc., Issue No.30

- TATAR, Y., 1979. Uzaktan Algılama, LANDSAT Programı ve Jeolojiye Katkısı. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No:1.**
- TUCKER, C.J., ve P.J., SELLERS, 1986. Satellite Remote Sensing of Primary Productation . Journal of Remote Sensing, (7): s. 1395-1416.**
- WOODING, M.G., 1979. Four Band Radiometer for Ground Measurement of the Spectral Reflectance of Crops-Some Initial Results. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Aerial Photography Unit Cambridge.**
- VAN DER MEER MOHR, H., 1979. Camera and Multispectral scanner System in Remote Sensing As Applied to Geoloji. Data Collection ITC, Enschede, (1): 33-37**
- YEĞİNGİL, İ., ÖGELMAN, H., DİNÇ, U., 1981. LANDSAT Uydu ile Adana İli Pamuk Ekim Alanlarının Saptanması. Ç.Ü. Fizik ve Uzay Bilimleri Bölümü ve Toprak Bilimleri bölümü, İç Rapor.**

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Adana'da doğdum. İlkokul, ortaokul ve liseyi Adana'da bitirdim. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik bölümünden mezun oldum. Aynı yıl Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimime başladım. 1996 yılında askerlik görevimi tamamladım. O yıl içerisinde özel sektörde bir yıl çalıştıktan sonra 1997'de Ç.Ü. Karaisalı Meslek Yüksekokulunda öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladım ve halen bu görevime devam etmekteyim.

