

**T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN ALGILAMA METODUYLA
ARAZİ KULLANIMININ
BELİRLENMESİNDE YEŞİL ALANLARIN
SINIFLANDIRILMASI VE YEŞİL
ALANLARDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN
TESPİTİ - ÇANAKKALE (1992-1998)**

**Öncü ATASAYAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMASI ANABİLİM DALI**

**GEBZE
1999**

**T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN ALGILAMA METODUYLA
ARAZİ KULLANIMININ
BELİRLENMESİNDE YEŞİL ALANLARIN
SINIFLANDIRILMASI VE YEŞİL
ALANLARDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN
TESPİTİ - ÇANAKKALE (1992-1998)**

**Öncü ATASAYAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMASI ANABİLİM DALI**

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Seniha Çelikhan

**GEBZE
1999**

Bu tez çalışması G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 16.01.1997 tarih ve 9712 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından Şehir ve Bölge Planlaması Anabilim dalı Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye
(Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Seniha ÇELİKHAN (G.Y.T.E.)

Üye : Doç. Dr. Nihal ŞENLİER (G.Y.T.E.)

Üye : Y. Doç Dr. V. Atilla ÖVEN

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve 97/6 sayılı kararı

İmza/Mühür

ÖZET

Arazi kullanımları iki temel etkenle şekillenmektedir; sanayileşmeyle yaşanan hızlı kentleşme; orman yangınları, depremler ve sel baskınları gibi doğal olaylar. Kentler kadar kent dışı alanların da etkilendiği bu oluşumda, doğal alanların ve özellikle yeşil alanların değişime uğradığı görülmektedir.

Yeşil alanlardaki değişimin uzaktan algılama metoduyla belirlenmesine yönelik olarak hazırlanan bu çalışmada, örnek alan olarak hızlı kentsel dönüşümlerin ve son yıllarda orman yangınlarının yaşandığı Çanakkale ili seçilmiştir. Turizm baskısı, sanayi ve ulaşım sektörlerinde yoğunlaşan yatırımlar, kentte sanayileşmenin ve dolayısıyla kentleşmenin gelişeceği beklentisini yaratmıştır. Böyle bir süreçte, Çanakkale gibi zengin doğal kaynaklara ve orman, tarım alanı gibi kırsal yeşil alanlara sahip bir kent için, kentsel gelişmenin bu kaynaklara zarar vermeden nasıl yönlendirilebileceği önem kazanmaktadır.

Yeşil alanların korunmasında etkinliği sağlamak için öncelikle mevcut yeşil alanların nitelik ve nicelik olarak değerlerinin ortaya konulması gerekmektedir. Arada fiziksel bir temas olmaksızın cisimlerin özellikleri hakkında bilgi toplama olarak tanımlanan Uzaktan algılama teknolojisiyle, hızla gelişen bölgelerdeki arazi kullanımları ve yeşil alanlar en güncel şekilde ve geniş ölçekte belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, Çanakkale’de arazi kullanımında yaşanmakta olan değişimler ve doğal alanların, özellikle yeşil alanların nasıl etkilendiğini belirlemek için uzaktan algılama yöntemleri kullanılmıştır. Bunun için, Çanakkale ilini kaplayan 1992 ve 1998 Landsat TM görüntüleri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, Çanakkale ilinin mevcut arazi kullanım durumu, yeşil alanları belirlenmiş ve kentin açık ve yeşil alan sistemi incelenmiş ve 1992-1998 yılları arasında oluşan arazi kullanım ve yeşil alan değişiklikleri analiz edilmiştir.

SUMMARY

There are two basic factors forming the basis for land usage: rapid urbanization seen as a result of industrialization, and natural phenomena like forest fires, earthquakes and floods. Rural areas are affected as much as cities, and as a result the natural habitat and especially the green areas are affected by this transformation.

In this study, the city of Çanakkale, where rapid urbanization and forest fires are observed in recent years, has been chosen as a pilot area. Due to pressures from tourism, and heavy investments concentrated on the sectors of industry and transportation, created an expectation of development in industry and urbanization in this city. In such a process, the issue of managing the urban development without damaging the rich natural resources and rural green areas like forests and agricultural soil gains a greater importance for Çanakkale where the aforesaid areas are abundant.

In order to preserve the green areas effectively, the evaluation of existing green areas in terms of quantity and quality needs to be determined. Land usage and green areas in rapidly developing zones can be best determined in an extensive scale by means of remote sensing technology which can be defined as collecting information about the characteristics of materials without a physical contact in between. In this study, remote sensing method has been used in determining the degree of transformation seen in land usage and how the natural areas - especially the green areas - in the city of Çanakkale are affected. The Landsat TM pictures of 1992-98 covering Çanakkale have been analyzed for this purpose. At the end of the study, the existing land usage and green areas in Çanakkale have been examined, and the changes in both aspects have been analyzed between 1992-1998.

TEŞEKKÜR

Beni bu konuya yoğunlaştıran ve yönlendiren Danışmanım Prof. Dr. Seniha ÇELİKHAN'a,

Laboratuvar ve veri olanaklarını kullanımımıza açan TÜBİTAK-MAM/BTAE Uzay Teknolojileri grubuna,

Çalışma sırasında destek veren ve yardımlarını esirgemeyen Doç Dr. Nihal ŞENLİER'e,

Değerli arkadaşlarım Yaşasın ERYILMAZ ve Ayşe Nur ALBAYRAK'a GYTE Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü ve TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Bölümündeki çalışma arkadaşlarıma

Değerli yardımlarından dolayı aileme, sonsuz teşekkür ederim.

GİRİŞ

Endüstri devrimi ile başlayarak değerli tarım toprakları üzerinde endüstrinin gelişmesi, doğada görsel ve ekolojik sorunlara ve büyük tahribatlara neden olmuştur. Endüstri bir taraftan yaşam düzeyini yükseltirken, diğer taraftan doğal kaynakları yok ederek, görsel ve ekolojik olumsuzluklarla beraber, çözümü zor ve insanlığı tehdit eden çeşitli çevre sorunlarını getirmiştir. Diğer taraftan endüstri ile çarpık kentleşme beraber gelişmiştir. Bunun sonucu olarak, kentsel çevrelerde, su kaynakları, tarım alanları ve doğal yaşam ortamları gelişim baskısı altında kalmıştır. Kentsel çevrelerde arazi kullanım değişiklikleri oldukça dinamik bir yapı göstermektedir. Plansız ve hızlı yapılaşmayla kentsel alanların gelişmesi, kent çevresindeki yeşil alanların hızla azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yeşil alan çalışmalarında öncelikle mevcut yeşil dokunun belirlenmesi, bu dokunun korunması ve geliştirilmesinde ilk basamaktır.

Yeryüzündeki objeler güneşten aldıkları enerjinin bir kısmını yutar, bir kısmını geçirir ve bir kısmını da yansıtırlar. Bu enerji-obje etkileşimi, uzayda çeşitli platformlar üzerinde bulunan algılayıcılar tarafından tespit edilmektedir. Bu algılayıcılar, elektromanyetik spektrumun değişik dalga boylarında bilgi alabilmektedir. Bu özelliklerden yararlanılarak geliştirilen uzaktan algılama teknikleri ile yeryüzü objeleri hakkında bilgi sağlanabilmektedir. Uzaktan algılama teknolojilerindeki son gelişmeler ile, uydular aracılığıyla elde edilen görüntülerin çözünürlüğü artmış ve kullanımı yaygınlaşmıştır. Yeryüzü ve hatta yeraltı kaynakları hakkında uzaktan algılama teknikleri ile büyük alanlar için hızlı, doğru ve en güncel bilgiler elde edilebilmektedir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ile de uydu görüntülerinden elde edilen bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılıp hızla işlenmesi ve yorumlanması ile, bu verilerin en güncel verilerin hızlı şekilde bilgiye çevrilerek kullanıma girmesi sağlanmıştır. Kullanımı hızla artan uzaktan algılama teknolojisi, mevcut arazi örtüsü ile ilgili en güncel bilgileri (su kaynakları, toprak özellikleri, bitki örtüsü, topografya vb.) kullanıcıya sunmaktadır. Uzaktan algılama teknikleri; kent ve çevresindeki arazi kullanım değişikliklerinin tespiti, kentsel ulaşım ağlarının belirlenmesi, kent ve çevresindeki yeşil kuşak ve açık alan planlaması çalışmalarında

meteorolojide, çevre kirliliğinin tespitinde, petrol ve maden araştırmalarında kullanılmaktadır. Uçak ve uydu vasıtasıyla uzaktan algılama, sistematik alınan verilerle dünyanın yüzey kaynaklarının envanterini yapma fırsatı sağlar. Ancak yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama verileriyle arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıfları, yerel ölçeklerde bile istenilen çözünürlükte ve ayrıntıda haritalanır. Sürekli tekrarlanabilen, hızlı ulaşılabilen uydu görüntüleri ile istenen özellikte veri elde edilebilir. Büyük alanlarda arazi kullanımları, uzun zaman alan yersel çalışmalara gerek kalmadan, yersel çalışmalarda genellikle eksik olan geniş perspektif ve görüş açısıyla daha hızlı ve düşük bir maliyetle uydu görüntüleri analiz edilerek belirlenebilir. Uydu görüntüleri; orman, tarımsal alan ve kentsel alanlar gibi çok çeşitli özel amaçlı arazi kullanımları ve arazi örtüleri hedeflenerek yorumlanabilir, objektif, güvenilir ve sürekli yeni veri sağlar .

Çözünürlüğü yüksek, farklı tarihlere ait uydu görüntüleri, arazi kullanım değişikliklerinin belirlenmesinde önemli bir materyaldir. Böylece söz konusu görüntülerin işlenmesi ile yerden doğrudan veri toplamanın tersine daha değerli ve ayrıntılı bilgiler hızla ve daha düşük maliyetlerle elde edilebilmektedir. Bu projede, pilot bölge olarak seçilen bir alanda yüksek ayırım güçlü, farklı tarihlere ait uzaktan algılama uydu verileri kullanılarak proje sahasında çeşitli arazi kullanımları ve yeşil alanlara ait bilgiler en kısa zamanda elde edilecek ve güncel Coğrafi bilgi sistemi (CBS) oluşturulması ve elde edilen bilgi ve sonuçlar, kent planlarında güncel veri olarak kullanılabilmesi için ilk adım olacaktır.

Bu çalışmada uygulama alanı olarak, Marmara ve Ege Denizine kıyısı olan, boğaz nedeniyle stratejik ve ekonomik öneme sahip Çanakkale ili seçilmiştir. Çanakkale ili 1980'lerde önemli gelişmeler göstermiş, kentte sanayileşme hareketiyle birlikte yapılaşma ve nüfus artışı yaşanmaya başlamıştır. Orman yangını nedeniyle arazi örtüsünde ve arazi kullanımında büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Halen yapılan veya yapılması düşünülen büyük devlet yatırımları ile (liman, havaalanı, üniversite, organize sanayi bölgesi vb. yatırımlar) gelişmekte olan kentlere önemli bir örnek olan Çanakkale'nin planlı gelişmesi için, öncelikle mevcut arazi kullanımların tespit edilmesi ve ilin peyzaj değerlerini belirlemek amacıyla, yeşil alan durumunun saptanması gerekmektedir. Buradan hareketle, bu çalışmada

Çanakkale ilinin çalışma alanı olarak belirlenen kısmında arazi kullanım tiplerinin ve yeşil alanların belirlenmesinde uzaktan algılama teknikleri kullanılmıştır. Bunun için Çanakkale ilini kaplayan temmuz 1998 ve mart 1992 tarihli, (30 m x 30 m) çözünürlüğe sahip iki LANDSAT-TM görüntüsü, PCI IMAGE WORKS görüntü işleme yazılımı ile işlenerek ve sınıflandırılarak, Çanakkale kenti ve çevresinin arazi kullanımı, 1992-1998 yılları arasında arazi kullanımında meydana gelen değişimler ve kentin açık ve yeşil alan sistemi belirlenmiş ve öneriler getirilmiştir. Ayrıca Çanakkale ilinin 1/25.000 topoğrafik haritaları Arc INFO programı kullanılarak sayısallaştırılmış ve ilin sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Sayısal arazi modeli ve Çanakkale ilinin uydu görüntüsü birlikte kullanılarak arazinin üç boyutlu modeli oluşturulmuştur.

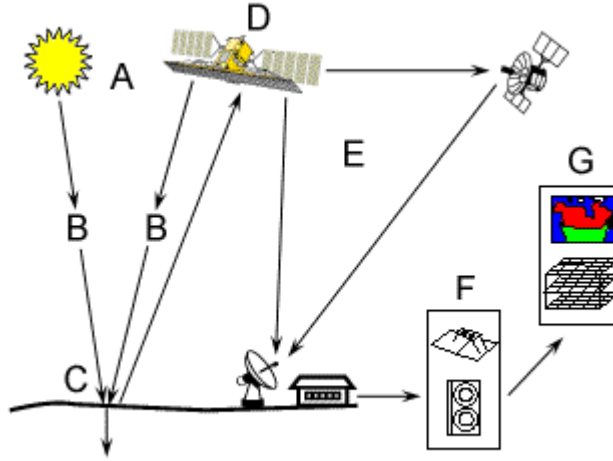
Sonuç olarak, uydu görüntüleri temelinde kentle ilgili, her an güncellenebilen bir veri tabanı oluşturulmuştur. Böylece kentin gelişiminin aşama aşama gözlemlenmesi ve planlama ve denetleme çalışmalarının bu gelişmelere göre yapılması ile kentin gelecekte açık ve yeşil alan sisteminin korunması ve geliştirilmesi sağlanacaktır.

1. Uzaktan Algılama Metodu ve Kullanım Alanları

1.1. Uzaktan Algılama Metodu

Uzaktan algılama; Bir aygıt yoluyla elde edilen verinin analizini; inceleme altındaki obje, arazi veya olayla temas etmeden yaparak araştırılan obje, arazi veya olay hakkında bilgi edinmekle uğraşan bir disiplindir. (Lillesand & Kiefer 1994). Bir başka tanıma göre ise uzaktan algılama; yansıyan veya yayılan enerjiyi algılayıcılarla kaydederek, belirli bir uzaklıktan verinin elde edilmesinde kullanılan bir teknolojidir (Morain, S., 1996).

Uzaktan Algılamada proses, güneşten gelen veya algılayıcı tarafından gönderilen (aktif mikro dalga algılayıcılar) radyasyon ile ilgilenilen hedef arasındaki etkileşimi içerir. Bu proses aşağıda tanımlanan daha sonra tanımlanacak olan görüntüleme sistemlerinin elemanlarının kullanımı ile anlatılmaktadır. Bununla birlikte uzaktan algılama, yayılan enerjinin algılanmasını ve görüntüsel olmayan algılayıcıların kullanımını da kapsamaktadır.



Şekil 1 : Uzaktan Algılama prosesi (<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>)

1. Enerji kaynağı veya aydınlatma (A)- Uzaktan algılama için ilk olarak gerekli olan aydınlatan veya ilgili hedefe elektromanyetik enerji sağlayan enerji kaynağının olmasıdır.

2. Radyasyon ve Atmosfer (B)- Hedef ve kaynak arasındaki enerji gidiş geliş atmosferle (birbirini etkilemesi) etkileşimi onun içinden geçerek meydana gelir. Bu etkileşim, enerjinin hedeften algılayıcıya yansıdığı ikinci kısımda meydana gelir.

3. Hedefle etkileşim (C); ilk önce enerji, atmosferden geçerek hedefe doğru bir yol çizer. Hedef ve enerji arasındaki etkileşim hedef ve radyasyonun özelliklerine bağlıdır.

4. Algılayıcılarla Enerjinin Kaydedilmesi (D); enerji hedeften saçıldıktan veya yayıldıktan sonra elektromanyetik radyasyonu toplamak ve kaydetmek için algılayıcı gerekir.

5. Aktarma (alma, işleme) (E); Algılayıcı tarafından kaydedilen enerji, verinin görüntü olarak işlendiği alıcı ve işleme istasyonunda elektronik formda gönderilir.

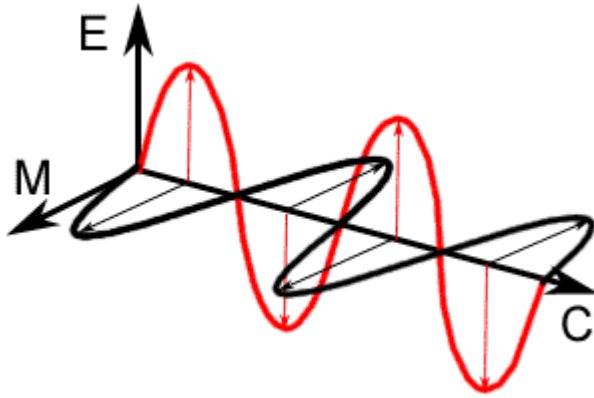
6. Yorumlama ve Analiz (F); aydınlatılan hedef hakkında verilerin elde edilmesi için işlenen görüntü görsel, sayısal veya elektronik olarak yorumlanır.

7. Uygulama (G); Uzaktan algılama işleminin sonuç ürünü olarak, daha iyi analizler yapmak, yeni bilgiler elde etmek veya büyük problemlerin çözümüne destek olmak için hedefle ilgili görüntüden elde edilen veriler kullanılır.

1.1.1. Elektromanyetik Radyasyon

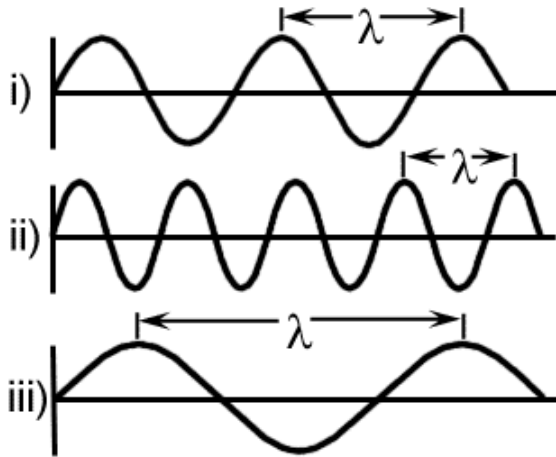
Elektromanyetik Radyasyon; Uzaktan algılamanın gerçekleşmesi için hedefi aydınlatacak bir enerji kaynağı gereklidir. Bu enerji, elektromanyetik radyasyon formundadır. Elektromanyetik radyasyonun temel özellikleri vardır ve dalga teorisi esasına göre tahmin edilebilir şekilde ilerler.

Elektromanyetik radyasyon, değişen büyüklükte, hareket eden radyasyonun yönüne dik yönde bulunan bir elektriksel alandan (E) ve elektriksel alana doğru dik açıyla yönlendirilen bir magnetik alandan (M) oluşur. Bu alanlar ışık hızıyla hareket eder.



Şekil 2 : Elektromanyetik radyasyon

Elektromanyetik radyasyonun iki karakteristik özelliği uzaktan algılamanın anlaşılması için önemlidir. Bunlar dalga boyu ve frekansıdır.



Şekil 3 : Dalga boyu ve Frekans

Ardarda gelen dalga tepeleri arasındaki uzaklık şeklinde ölçülebilen bir dalga devrinin uzunluğudur. Dalga boyu, genellikle yunan harfi lambda ile gösterilir. Dalga boyu, metre (m) ölçü birimi ile veya nanometre, nm, 10^{-9} metres), mikrometre(mm, 10^{-6} metres) veya santimetre (cm, 10^{-2} metres).gibi metrenin alt birimleriyle ölçülür. Frekans, birim zamanda sabit bir noktadan geçen dalga sayısını ifade eder. Frekans, normalde hertz (Hz) olarak ölçülür, saniyede bir döngüye ve hertz'in çeşitli katlarına denktir.

Dalga boyu ve frekans aşağıdaki formülle ilişkilendirilmiştir.

$$c = \lambda \nu$$

λ = Dalga Boyu (m)

ν = Frekans

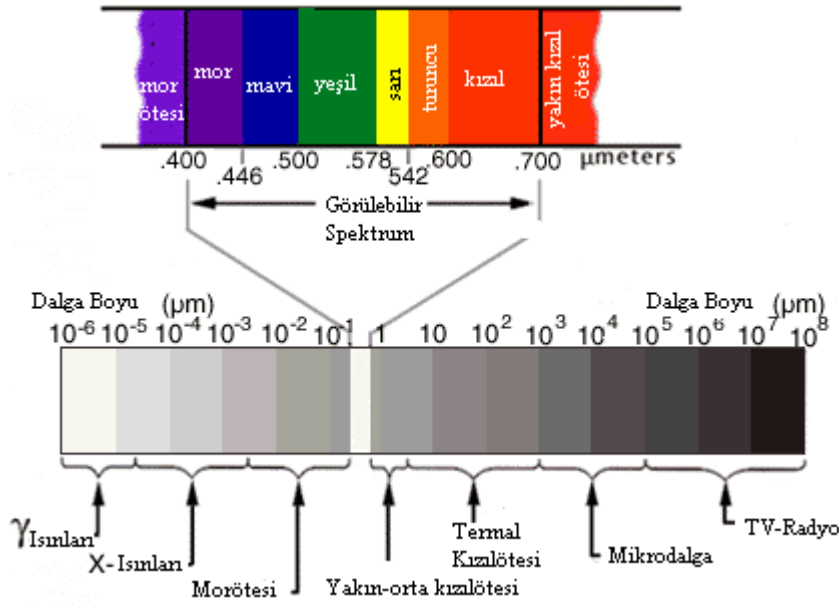
c = Işık Hızı

Burada (frekans ve dalga boyu) birbiriyle ters orantılıdır. Daha uzun dalga boyu daha düşük frekans demektir. Dalga boyu ve frekans ile ilgili olarak elektromanyetik radyasyonun karakteristiklerinin anlaşılması uzaktan algılama verisinden elde edilen verinin anlaşılmasında ve değerlendirilmesinde çok önemlidir (Jusoff K., et al, 1996).

1.1.2 Elektromanyetik Spektrum

Radyasyon ortamı, sadece ele alındığında göz, elektromanyetik spektrumda dar bir bölgeyi algılar. Enerji; gamma ışınından radyo dalgalarına kadar çeşitli şekillerde etrafımızda yoğun olarak bulunmasına karşın, insan gözü maviden kırmızıya doğru sadece küçük bir bölgeden ışığa tepki gösterir (Morain, S., 1996).

Elektromanyetik spektrum, kısa dalga boylarından (gamma ve x ışınlarını içerir) uzun dalga boylarına doğru (mikro dalgaları ve radyo dalgalarını içerir) sıralanmaktadır. Uzaktan algılama için yararlı olan, elektromanyetik spektrumun birkaç bölgesidir.



Şekil 4 : Elektromanyetik spektrum (<http://www.geo.mtu.edu/rs/back/spectrum/>)

Bir çok amaç için spektrumun ultraviyole veya UV bölümü, uzaktan algılamaya uygun olan en kısa dalga boylarını kapsar. Bu radyasyon, görülebilir mor ötesi dalga boyunun da ötesindedir. Bazı yeryüzü maddeleri, öncelikle kayalar ve mineraller UV radyasyonu ile aydınlandığında ya flüorışı elde eder veya görülebilir ışık olarak yayılır.

Elektromanyetik spektrumda insan gözünün görebildiği spektrum kısmı çok küçük bir yer tutar. Gözle görünmeyen, etrafı saran pek çok radyasyon vardır. Bu radyasyon, ancak diğer uzaktan algılama aygıtları ile algılanır ve insan yararına kullanılır. Görülebilir dalgalar, yaklaşık olarak 0,4 mm den 0,7 mm arasında sıralanır. En uzun görülebilir dalga boyu; kırmızı, en kısa görülebilir dalga boyu ise mordur. Elektromanyetik spektrumun görülebilir kısmından özel renkler olarak algıladığımız genel dalga boyları aşağıda listelenmiştir. Ancak bu kısım spektrumun renk kavramıyla birleştirilen kısmının ancak bir bölümüdür.

Mor ötesi: 0.4 - 0.446 mm

Mavi: 0.446 - 0.500 mm

Yeşil: 0.500 - 0.578 mm

Sarı: 0.578 - 0.592 mm

Turuncu: 0.592 - 0.620 mm

Kırmızı: 0.620 - 0.7 mm

Mavi, yeşil ve kırmızı görülebilir spektrumun başlıca renkleri veya dalga boylardır. Diğer bütün renkler, mavi yeşil ve kırmızının çeşitli oranlarda birleşimiyle oluşur. Güneş ışığını homojen veya uniform görmemize karşın, gerçekte güneş ışığı, spektrumun ultraviyole, görülebilir ve kızıl ötesi kısımlarında radyasyonun çeşitli dalga boylarından oluşur. Bu radyasyonun görülebilir kısmı ise, ışığı dalga boyuna göre farklı miktarlarda kıran bir prizmadan geçtiğinde, bileşimindeki renklerle algılanır.

Yer gözlemleri için elektromanyetik spektrum, tipik olarak, morötesinden mikro dalgaya kadar olan dalga boylarını kapsar.

Morötesi dalga boyu; (0,25 μm veya 10^{-6} - yaklaşık 0,39 μm) görülebilir mavi ışıktan daha kısadır. Genellikle mineral araştırmaları, yağ dökülmelerinin tespiti, likenoloji ve diğer uygulamalarda kullanılır.

0,40 μm (mavi) - 0,70 μm aralığında yer alan görülebilir dalga boyları özellikle kimyasal ve moleküler yapılardan kaynaklanan pigmentleri gösterir.

Yansıtıcı kızıl ötesi radyasyon; 0,70 μm ile 1,5 μm arasındaki bölgeyi kaplar. Çoğunlukla vejetasyonun ayrılmasında kullanılır.

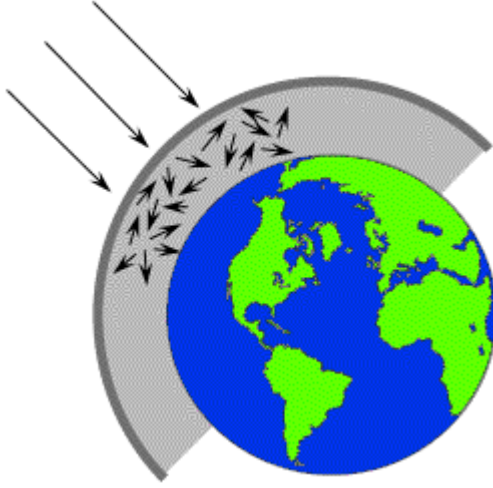
Dalga boyu 1,5 μm ile yaklaşık 3 μm arasında olan enerji (kısa kızıl ötesi dalga boyu), yansıyan ve yayılan radyasyonun karışımı şeklinde kaydedilir. Bu dalga boyları, çoğunlukla atmosferik çalışmalarda yararlıdır.

3 μm den 5 μm e kadar olan dalga boylarında çok sıcak objeler, mesela orman yangınları, volkanlar algılanabilir. (Morain, S., 1996)

1.1.3. Atmosfer Etkisi

Uzaktan algılama için kullanılan radyasyon, yer yüzeyine ulaşmadan önce belli bir süre atmosferin içinden geçer. Atmosferdeki partiküller ve gazlar gelen ışığı ve de radyasyonu etkiler. Bu etkilere saçılma ve yutulma hadiseleri neden olur.

Saçılma, atmosferde bulunan partiküller ve büyük gaz moleküllerinin birbirlerini etkilemesi ve elektromanyetik radyasyonu orjinal yolundan saptırarak farklı tarafa yeniden yönlendirilmesiyle meydana gelir. Saçılmanın ne kadar olacağı içerilen radyasyonun dalga boyu, partiküller veya gazların yoğunluğu, radyasyonun atmosferde kat ettiği mesafe gibi faktörlere bağlıdır.



Şekil 5 : Atmosferde meydana gelen saçılma (<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>)

Atmosferde meydana gelen üç tip saçılma vardır. Rayleigh saçılması, mie saçılması ve seçici olmayan saçılma

Partiküller, radyasyonun dalga boyuyla karşılaştırıldığında çok küçük olduğunda rayleigh saçılması meydana gelir. Bunlar, küçük toz zerrecikleri veya nitrojen ve oksijen molekülleri olabilir. Rayleigh saçılması, enerjinin uzun dalga boylarından kısa dalga boylarında saçılmasına neden olur. Rayleigh saçılması, üst atmosferde hakim saçılma mekanizmasıdır. Gün esnasında gökyüzünün mavi görünmesi gerçekte bu olaydan kaynaklanır. Güneş ışığı, atmosfer içinden geçerken görülebilir spektrumun kısa dalga boyları (mavi gibi) diğer görülebilir dalga boylarına göre daha fazla saçılmaya uğrar. Gün doğumunda ve gün batımında ışık; gün ortasındakine göre daha uzun yol kat eder ve kısa dalga boylarının saçılması büyük ölçüde tamamlanır; büyük orandaki uzun dalga boyları ise atmosfere girmeye terk edilirler. (Örmeci, C., 1987)

Mie saçılımı, partiküllerin radyasyonun dalga boyuyla hemen hemen aynı boyutta olduğu durumlarda meydana gelir. Toz, polen, duman ve su buharı rayleigh

saçılımıyla etkilenen dalga boylarına göre daha uzun dalga boylarını etkileyen mie saçılımının genel nedenidir. Mie saçılımı, çoğunlukla hava kapalı olduğunda, daha büyük partiküllerin, daha fazla ve baskın olduğu yerlerde, atmosferin alt kesimlerinde meydana gelir.

Son saçılma hadisesi de "seçici olmayan saçılım"dır. Partiküller, radyasyonun dalga boylarından daha büyük olduğunda bu saçılma meydana gelir. Su damlacıkları ve büyük toz partikülleri bu saçılma tipine neden olur. Seçici olmayan saçılım adını bütün dalga boylarının eşit saçılıma uğradığı gerçeğinden alır. Bu saçılma tipi, sis ve bulutlara neden olur, beyaz olarak görünür. Çünkü mavi, yeşil ve kırmızı ışık, yaklaşık olarak eşit miktarlarda saçılır.

Elektromanyetik radyasyon, atmosferle etkileşim içinde olduğunda, diğer ana mekanizma olan yutulma meydana gelir. Saçılmanın aksine bu olay, atmosferde moleküllerin çeşitli dalga boylarında enerjiyi yutmasına neden olur. Ozon, karbondioksit ve su buharı radyasyonu yutan üç ana atmosferik bileşendir.

Ozon, güneşten gelen ve yaşayanlar için zararlı olan ultraviyole radyasyonu yutma vazifesini görür. Atmosferdeki bu koruyucu tabaka, güneş ışığına maruz kalındığında insan derisini yanmaktan korur.

1.1.4. Cisimlerin Spektral Yansıma Özellikleri

Atmosferde yutulmayan saçılmaya uğramayan radyasyon, yer yüzeyine ulaşır ve etkileşime uğrar. Enerji, yer yüzeyine çarptığında veya geldiğinde üç etkileşim meydana gelir. Bunlar yutulma (a), geçirilme (t) ve yansıma (r) dır. Toplam gelen enerji, bu üç halin bir veya birkaçı yoluyla yüzeyle etkileşir. Bunlardan her birinin oranı, enerjinin dalga boyuna ve materyal ve niteliklerin durumuna bağlı olarak değişir.

Yutulma, radyasyon (enerji) hedef tarafından yutulduğunda meydana gelir. Geçirilme, radyasyon, hedefin içinden geçtiğinde meydana gelir. Yansıma, radyasyon, hedefe çarparak geri dönüp yönü değiştiğinde meydana gelir. Uzaktan

algılama da ise en çok ilgilenilen; hedeften yansıyan radyasyonun ölçülmesidir. Yansıtma iki tipte sınıflandırılır; tam yansıtma ve dağılan yansıtma.

Düz bir yüzey olduğunda tam veya ayna gibi yansıtma olur ve enerjinin hepsi yüzeyden tek bir yönde geri yansır. Dağılan yansıtma, yüzey engebeli olduğunda meydana gelir ve enerji, neredeyse aynı biçimde, bütün yönlerde yansır. Yer yüzeyinin büyük kısmı, tam ve tam dağıtıcı yansıtıcı arasında bir özelliğe sahiptir. Gelen radyasyonun dalga boyundan ziyade eleman yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak seçilmiş hedef, radyasyonu, hem tam hem de dağılan biçimde veya bu ikisinin arasında bir biçimde yansıtır. Dalga boyları, yüzey varyasyonlarından veya yüzeyi oluşturan kendine özgü partiküllerin büyüklüklerden çok daha küçük olduğunda dağıtıcı yansıtma egemen olacaktır.

Cisimlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile görünür bölgede oluşan spektral değişiklikler, renk diye adlandırılan olgunun ortaya çıkmasına neden olur. Bir çok uzaktan algılama sistemi, temelde yansıtma enerjisinin ağır bastığı dalga boyu bölgesinde çalıştığından cisimlerin yansıtma özellikleri çok önemlidir. Her cisim yansıtma bakımından farklı bir davranış gösterir ve bu davranış spektral yansıtma eğrisi denilen bir eğri ile gösterilir (bkz şekil 3). Spektral yansıtma özellikleri belirli spektral bölgelerde farklılık gösteren cisimler, bu bölgelere duyarlı uzaktan algılama görüntülerinde farklı gri renk tonlarından oluşan renklerde gözükürler. Bu nedenle cisimlere ait spektral yansıtma özelliklerinin bilinmesi, belirli bir uygulama için gerekli uzaktan algılama verisinin elde edilmesi gereken dalga boyu uzunluğu bölgesinin seçiminde önemli rol oynar (Jusoff K., et al, 1996).

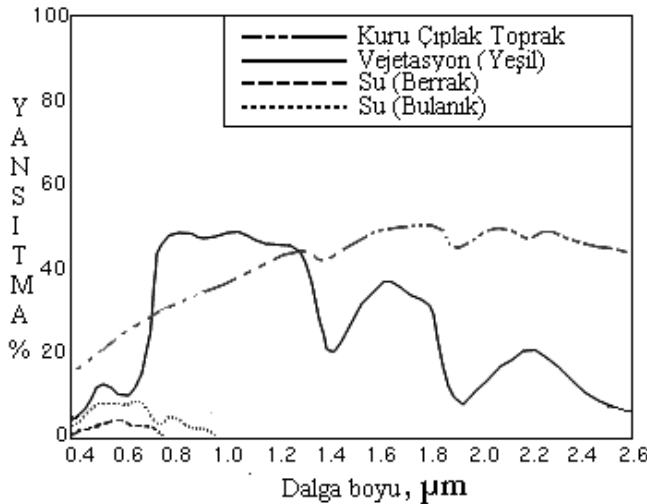
Bir çok cisim ek bir kritere gerek kalmaksızın yalnız spektral özelliklerinden yararlanarak belirlemek mümkündür. Uzaktan algılama, sınıflandırma işlemi aşamasında bu tanıma problemi genelde cisimlerin spektral yansıtma değerlerindeki farklılıklardan yararlanılarak çözülür (Coşkun, G., 1991).

Yer yüzeyinde çeşitli hedef örneklerinin görülebilir ve kızıl ötesi dalga boylarında radyasyonla etkileşimleri özetlenmiştir;

Yapraklar; Yapraklardaki kimyasal bileşim, klorofil olarak adlandırılır ve kırmızı ve mavi dalga boylarındaki radyasyonu kuvvetli biçimde yutar ama yeşil dalga

boyundaki radyasyonu yansıtır. Klorofil içeriği en yüksek olduğu yaz aylarında ise yapraklar en yeşil renkte görünür. Güz aylarında yapraklarda daha az klorofil olmasından dolayı daha az yutulma ve kırmızı dalga boylarının yansıtma oranının daha fazla olması ile yapraklar kırmızı veya sarı renkte (kırmızı ve yeşil dalga boylarının bir karışımıdır.) görünür. Sağlıklı bir yaprağın iç yapısı , yakın kızıl ötesi dalga boylarını çok iyi dağıtıcı yansıtıcı gibi davranır. Yakın kızıl ötesi yansıtmanın ölçülmesi ve izlenmesi sağlıklı vejetasyonun belirlenmesi için bir yoldur

Su yüzeyleri; Su yüzeylerinde daha uzun dalga boyundaki görülebilir ve yakın kızıl ötesi radyasyon, kısa görülebilir dalga boyundaki radyasyona göre daha fazla yutulur. Böylece su, belirgin biçimde, bu daha kısa dalga boylarındaki daha güçlü yansıtma ile ilgili olarak, mavi veya mavi yeşil gözüktür. Su bünyesinde üst tabakalarda asılı sediment varsa bu, suyun daha yansıtıcı ve parlak görünmesini sağlayacaktır. Asılı sediment, kolaylıkla sığ ama temiz suyla karışır, Çünkü bu iki olgu çok benzer gözüktür. Algler (su yosunu) içindeki klorofil, mavi dalga boyundaki radyasyonun çoğunu yutulur ve yeşil dalga boyundaki radyasyonu ise yansıtır . Bu nedenle alglerin mevcut olduğu su kütleleri daha yeşil görünür. Su yüzeyinin topoğrafyası, (engebeli, düz, dalgalı gibi) renk ve parlaklık üzerine speküler yansıtma ve diğer etkilerinin yol açtığı potansiyel problemlere bağlı olarak su ile ilgili yapılan yorumlarda karışıklıklara sevk edebilir.



Şekil 6 : Cisimlerin Spektral Yansımaları (<http://www.geo.mtu.edu/rs/back/energy>)

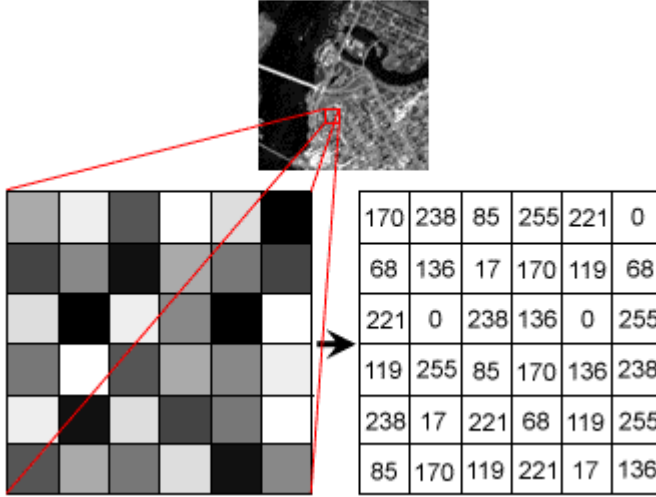
Buradan görebiliriz ki; incelenen hedefin kompleks bileşimine ve içerilen radyasyonun dalga boyuna bağlı olarak, yutulma, geçirim ve yansıtma mekanizmaları üzerine çok farklı tepkimeler gözleyebiliriz. Farklı dalga boylarının

bir varyasyonunda yer yüzeyinin üzerinden hedef tarafından yansıtılan enerjinin ölçülmesiyle bu obje için bir spektral reaksiyon belirlenebilir. Farklı özelliklerin tepkilerinin karşılaştırılmasıyla onlar arasında bir ayırım yapabiliriz. Örneğin su ve vejetasyon, görülebilir dalga boyunda bir miktar benzer yansıma yaparlar ama kızıl ötesi dalga boyunda su ve vejetasyon hemen hemen her zaman ayrılabilir. Spektral yansıma, oldukça çeşitlilik gösterebilir hatta aynı hedef bile zaman ve konuma göre farklı yansımalar gösterebilir. İlgilenilen özelliklerin spektral yansımalarını etkileyen faktörlerin anlaşılması zeminle elektromanyetik radyasyonun etkileşiminin doğru biçimde yorumlanması için önemlidir.

1.1.5. Görüntülerin Özellikleri

Elektromanyetik enerji, hem fotoğrafik hem de elektronik olarak belirlenebilir. Fotoğrafik proses, enerji türlerini belirlemek ve kaydetmek için ışığa duyarlı film üzerinde kimyasal reaksiyonları kullanır. Uzaktan algılamada fotoğraf ve görüntü kavramları arasındaki farkı ayırt etmek önemlidir. Bir görüntü, elektromanyetik enerjiyi belirlemede ve kaydetmede uzaktan algılama araçları ve dalga boylarının hangisinin kullanıldığına bakılmaksızın bir resimsel anlatıma dayanır. Bir fotoğraf, özellikle fotoğraf filmi üzerine hem belirlenen hem de kaydedilen görüntülerdir. Fotoğraflar, normal olarak, uzunlukları 0,3 mm ile 0,9mm arasında değişen görülebilir ve yansımış kızıl ötesi dalga boylarında kaydedilir. Bu tanımlamalara dayanarak, fotoğraflar görüntüdür ama bütün görüntüler fotoğraf değildir denilebilir.

Fotoğraf, görüntünün piksel veya resim elemanları olarak adlandırılan küçük eşit büyüklükte şekillenmiş alanlara bölünerek ve her alanın parlaklığı sayısal değer ve dijital sayı olarak ifade edilerek simgelenir. Fotoğraf, her pikselin parlaklığının bir dijital sayıyla gösterildiği piksellere bölünmüş ve taranmıştır. Elektromanyetik enerjiyi kaydeden algılayıcılar, enerjiyi, elektronik olarak, başlangıçtan itibaren sayısal formatta sayı dizisi şeklinde kaydeder. Uzaktan algılama verisinin gösteriminde ve takdiminde resim veya sayısal olarak kullanılan iki farklı yol aynı bilgiyi taşıdıkları için, kendi aralarında değiştirilebilir.



Şekil 7 : Piksellerin özellikleri (<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>)

Önceki bölümde spektrumun görülebilir kısmını ve renk kavramını tanımladık. İnsan gözünün görülebilir dalga boyu kısmının tamamını algılayabilmesi ve beyin de bilgiyi ayrı renkler halinde işlemesi nedeniyle renkler görülür. Düşünebiliyor musunuz, eğer dalga boyları veya renklerin çok dar bir kısmı görülebilseydi dünya neye benzerdi. Dar bir dalga boyu dizisinden bilgi elde edilebilir ve bazan band olarak ifade edilen bir kanalda depolanabilir. Üç ana rengi (mavi, yeşil ve kırmızı) kullanarak sayısal olarak veri kanallarını kombine edebilir ve gösterebiliriz. Her kanalın verisi, her kanaldaki her pikselin göreceli parlaklık değerine bağlı olarak ana renkler farklı renkleri ifade etmekte farklı oranlarda birleştirilir ve ana renklerden biri gibi gösterilebilir (Jusoff K., et al, 1996).

1.2. Uzaktan Algılama Sistemleri ve Özellikleri

Bir algılayıcının, bir hedeften veya yüzeyden çıkan veya yansıyan enerjiyi toplaması ve kaydetmesi için, gözlenmekte olan yüzey veya hedeften uzakta sabit bir platformda yerleştirilmesi zorunludur. Uzaktan algılama için platformlar, yerde, uçakta, balonda (ve atmosfer içindeki diğer platformlar), atmosferin dışında uzay aracında veya uyduda konumlandırılmış olabilirler.

Uçaktan veya uydu algılayıcılarından toplanan veri ile karşılaştırılan yüzey hakkında daha ayrıntılı veriler elde etmek için yer destekli algılayıcılar kullanılır.

Bazı durumlarda bu, diğer algılayıcılar tarafından da görüntüsü elde edilen hedefi daha iyi tanımlamak için kullanılır.

Algılayıcılar, yüksek binalar, yapı iskelelerine ve merdivenlere yerleştirilebilir. Uçan platformlar olarak helikopter de kullanılmasına rağmen sabit kanatlı uçaklar genelde kullanılır. Uçaklar, ayrıntılı görüntülerin alınmasında daha sık kullanılır ve herhangi bir zamanda yer yüzeyinin herhangi bir bölümü ile ilgili veri elde edilmesini kolaylaştırır. Uzayda ise uzaktan algılama, bazan uzay araçlarından veya daha genel olarak uydulardan elde edilen verilerle gerçekleştirilir. Uydular, başka bir objenin (dünyanın) yörüngesinde dönen aygıtlardır. Ay, dünyanın doğal bir uydusudur. Halbuki insan yapımı uydular, uzaktan algılama, iletişim gibi amaçlarla kullanılan platformlardır. Yörüngelerine bağlı olarak uyduların, belli bir kaideyle yer yüzeyinin tümünden tekrarlamalı görüntü sağlama olanağı vardır.

Uydularda bulunan multi spektral tarayıcılardan elde edilen veri, bitasyon tipleri, dağılımları ve durumları, jeomorfoloji, topraklar, yeryüzü suları ve nehir ağları hakkında bilgi sağlar.

SWIR algılayıcılar; yeryüzeyinden yayılan enerjiyi kaydeder. Özellikle yangınların izlenmesi, volkanik ve jeotermal olaylarla ilgili çalışmalarda yararlıdır.

LWIR algılayıcılar; kıyı sularının dinamiği ile ilgili olan okyanus sıcaklık haritalaması için kullanılır. Termal haritalar, kentsel alanlar, endüstriyel bölgeler, üretim merkezleri ve zirai alanlar için de kullanılabilir.

Görülebilir spektrumda işleyen aktif sistemler, bilhassa oşinografik ve ormancılık uygulamaları için lazer teknolojisini kullanır. Bu sistemler, dalga boylarını dikkate almadan çalışır. Görüntü oluşumu için aktif sistemler, güneşten yansıyan enerjiye (gece veya gündüze) bağımlı değildir. Ek olarak mikrodalga radyasyonunun daha uzun dalga boylarında atmosfer tarafından değiştirilmediği için radar sistemleri bulut tabakalarına ve yoğunlaşan bulutlara rağmen veri toplayabilir (Morain, S., 1996).

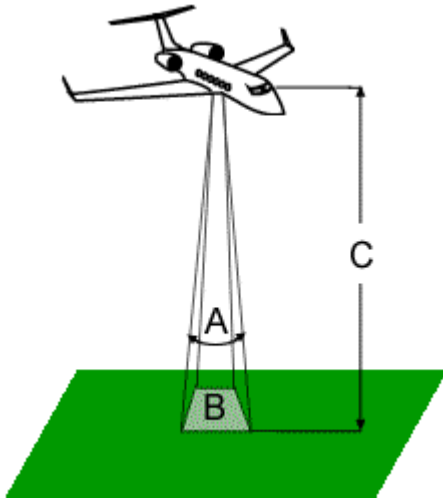
Uçaklardan veya uydulardan elde edilen uzaktan algılama verisi, geniş alanların sistematik haritalaması için kullanılır. Dünyanın hemen hemen bütün

bölgelerini kaplayan uydu görüntüleri; SPOT, Landsat ve NOAA uydularından sürekli olarak nispeten azalan uzaysal çözünürlükte ulaşılabilir (Chagarlamudi, P. and Plunket, G.W. 1993).

1.2.1 Uzaysal Çözünürlük- Piksel Özellikleri

Bazı uzaktan algılama aygıtları için görüntülenen hedef ve platform arasındaki mesafe, algılayıcının görüntülediği toplam alan ve elde edilen verinin ayrıntısının belirlenmesinde büyük rol oynar. Hedeflerinden uzakta, uçakta platformda bulunan algılayıcılardan, geniş alanların görüntüleri elde edilebilir ama geniş ayrıntılı veri sağlanamaz. Uyduya yerleştirilmiş platformda bulunan algılayıcılardan elde edilen veri ile uçakta bulunan algılayıcıdan elde edilen veri farklı özelliklere sahiptir. Uydudan elde edilen görüntüler (uydu görüntüsü), tüm şehir veya ülkeyi kapsayabilir yani geniş alanların incelenmesinde kullanılabilir. Ancak Uçaktaki algılayıcılardan elde edilen görüntülerin kapladığı alan uydu görüntülerinin kapladığı alandan çok daha küçüktür.

Bir görüntüdeki görülebilir ayrıntı, algılayıcının uzaysal çözünürlüğüne bağlıdır ve belirlenebilen en küçük niteliğin büyüklüğü ile ilgilidir.



Şekil 8 : Algılayıcıların Görüş Alanı (<http://www.geo.mtu.edu/rs/back/energy>)

Pasif algılayıcıların uzaysal çözünürlüğü, öncelikle görüntünün kapladığı alana (görüş alanı) bağlıdır. Görüş alanı, algılayıcının görüş alanının açısıdır.

(A) ve zamanda belirli bir anda belirli bir yükseklikten gözlemlenen yeryüzü üzerinde bir alanı tanımlar. Görüntü alınan alanın büyüklüğü yerden algılayıcıya olan mesafeyle görüş alanının çarpılmasıyla belirlenir (C) (bkz şekil 8). Yer yüzeyindeki bu alan, çözünürlük hücresi olarak adlandırılır ve bu bir algılayıcının en yüksek uzaysal çözünürlüğünü belirler. Görüntüde homojen bir nesnenin tespit edilebilmesi için bu nesnenin büyüklüğü, çözünürlük hücresine eşit veya ondan büyük olmak zorundadır. Eğer nesnenin büyüklüğü, çözünürlük hücresinden küçükse, nesne tespit edilemez ve bu durumda nesne, çözünürlük hücresinde bulunan tüm nesnelerin ortalama parlaklık değeriyle kaydedilecektir.

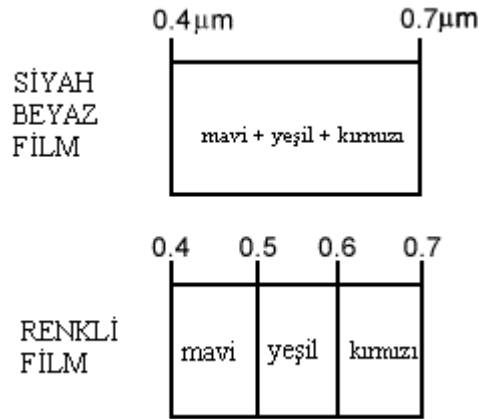
Çoğu uzaktan algılama görüntüleri, en küçük görüntü birimi olan piksellerin veya görüntü elemanlarının matrisinden oluşmaktadır. Görüntü pikselleri, genelde kare şeklinde olur ve görüntüde belirli bir alanı ifade eder. Birbirlerine dönüştürülemeyen piksel büyüklüğü ve uzaysal çözünürlük kavramları birbirinden farklıdır. Eğer bir algılayıcı 20 m uzaysal çözünürlüğe sahip ve algılayıcıdan elde edilen görüntü tam çözünürlükte elde edilmişse Her bir piksel yer yüzünde 20x20 m'lik bir alanı temsil eder. Bu durumda piksel büyüklüğü ve çözünürlük aynıdır. Bununla birlikte görüntüyü, çözünürlükten farklı piksel büyüklüğü ile göstermek mümkündür. Görüntünün elde edildiği algılayıcının orjinal uzaysal çözünürlüğü aynı kalmasına rağmen, yer yüzüne ait uydu görüntülerinin çoğu, geniş alanları temsil eden ortalama bir piksel büyüklüğüne sahiptir.

Sadece büyük nesnelerin görülebilir olduğu görüntüler, düşük çözünürlüklü görüntülerdir. İyi veya yüksek çözünürlüklü görüntülerde küçük nesnelerde belirgindir. Askeri uydularla, ayrıntılı görüntüler elde edilebilir bundan dolayı iyi çözünürlüğe sahiptir. Ticari uydulardan, 10 metreden birkaç kilometreye kadar değişen çözünürlüklerle görüntü elde edilebilir.

1.2.2. Spektral Çözünürlük

Siyah beyaz film, elektromanyetik spektrumun görülebilir bölgesindeki dalga boylarını kaydeder. Siyah beyaz filmin spektral çözünürlüğü ise, bu filmde görülebilir spektrum bölgesindeki çeşitli dalga boyları ve kaydedilen tüm görülebilir

bölgedeki yansıtmanın ayrıntılı belirlenememesinden dolayı düşüktür. Renkli film ise spektrumun görülebilir bölgesinin üzerindeki yansımış enerjiye de duyarlıdır. Spektrumun mavi, yeşil ve kırmızı dalga boylarında yansıyan enerjiye duyarlı olduğu için daha yüksek spektral çözünürlüğe sahiptir. Böylece renkli film, farklı dalga boylarının her birindeki yansımaya bağlı olarak çeşitli renk özellikleri gösterir.



Şekil 9 : Spektral Çözünürlük

Uzaktan algılama sistemleri, çeşitli spektral çözünürlüklerde farklı dalga boylarındaki enerjiyi kaydeder. Bunlar, yüksek spektral algılayıcılardır. Geliştirilmiş yüksek spektral algılayıcılar (hiperspektral algılayıcılar) ise elektromanyetik spektrumun görülebilir bölgesi, yakın kızıl ötesi ve orta kızıl ötesi bölgelerindeki yüzlerce çok dar spektral bandı algılayabilir. Yüksek spektral çözünürlük, dar bandların her birindeki spektral karşılıklara göre farklı hedefleri birbirinden ayırmayı kolaylaştırır.

1.2.3 Radyometrik Çözünürlük

Piksellerin düzenlenmesi (ayarlanması), görüntünün uzaysal yapısını tanımlarken radyometrik özellikler görüntünün içindeki güncel bilgiyi ifade eder. Film üzerinde veya algılayıcı tarafından elde edilen görüntünün, elektromanyetik enerjinin büyüklüğüne duyarlılığı radyometrik çözünürlüğü gösterir. Bir görüntüleme sistemindeki radyometrik çözünürlük, enerjideki çok küçük farkları ayırma özelliği olarak tanımlanır. Bir algılayıcının radyometrik çözünürlüğü, ne kadar iyiye yansıyan veya yayılan enerjideki küçük farklılıkları belirlenmesi de o kadar hassas olur.

Görüntü verisi, 0 ile ikinin seçilen bir kuvvetinin bir eksiği arasında değişen pozitif sayısal değerlerle ifade edilir. Bu dizi, ikili formatta kodlama sayıları için kullanılan bitlerin sayısına eşittir.

Her bir bit, iki kuvvetinin bir üssü olarak kaydedilir (mesela 1 bit = $2^1 = 2$). Olabilecek en yüksek parlaklık seviyeleri, kaydedilen enerjiyi göstermekte kullanılan bit sayısına bağlıdır. Eğer bir algılayıcı, veriyi kaydetmek için 8 bit kullanırsa, sayısal değer, 2'nin 8 inci kuvveti olan 0 dan 255'e kadar sıralanan 256 olacaktır. Ama eğer 4 bit kullanılırsa, o zaman sayısal değer sadece 0 dan 15 e kadar sıralanan $2^4 = 16$ olabilecektir. Bu durumda ise radyometrik çözünürlük daha düşük olacaktır. Görüntü verisi, genellikle grinin tonlarıyla gösterilir. Siyah renk 0 sayısal değerine sahipken, beyaz en yüksek sayısal değeri temsil eder (mesela 8 bitlik veride 255). 2 bitlik görüntü 8 bitlik görüntü ile karşılaştırıldığında, radyometrik çözünürlüklere bağlı olarak, ayrıntıda anlaşılır biçimde büyük farklılık görülür.

1.2.4. Zamansal Çözünürlük

Uzaysal, spektral ve radyometrik çözünürlüğe ilave olarak zamansal çözünürlüğün de bir uzaktan algılama sisteminde büyük önemi vardır.

Bir uydunun tüm yörüngeyi tamamlaması için geçen süre tekrar aynı noktadan geçme aralığı olarak tanımlanmıştır. Uzaktan algılama sisteminde, aynı açıdan aynı alanın görüntüsünün ikinci defa elde edilmesine kadar geçen birinciyle aynı olan bu süre mutlak zamansal çözünürlüğe eşittir.

Algılayıcının zamansal çözünürlüğü, uydu/algılayıcı kapasitesi, yörüngesi bir kerede görüntüsü alınan alanın kapsamı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Zamanın çeşitli periyotlarında, yer yüzeyinde aynı alanın görüntüsünün elde edilebilmesi, uzaktan algılama uygulamaları için çok önemli konulardan birisidir.

Varlıkların niteliklerinin spektral karakteristikleri, zamanla değişebilir ve bu değişimler, çeşitli zamansal görüntülerin elde edilmesi ve karşılaştırılmasıyla tespit edilebilir. Örneğin büyüme sezonunda vejetasyon, sürekli değişim halindedir ve

uzaktan algılamayla bu değişikliklerin izlenmesi, görüntünün hangi zaman aralıklarıyla ve ne zaman elde edildiğine bağlıdır. Farklı zamanlarda aynı alana ait görüntülerin elde edilmesi, bu alanlarda meydana gelen doğal (vejetasyon örtüsündeki değişiklikler, su baskınları vb.) veya insan kaynaklı değişikliklerin (kentsel gelişme veya ormanların azalması vb.) tespit edilebilmesini sağlar. Zaman faktörünün uydu görüntüsünün elde edilmesinde önemli olduğu durumlar ise;

- Yer yüzeyinin sürekli bulutlarla kaplı olmasından dolayı iyi görüntü elde edilmesinin kısıtlanması,
- Ani meydana gelen doğal veya diğer olayların görüntülerle tespit edilmesinin gerekmesi,
- Farklı zamanlara ait görüntüleri karşılaştırmanın gerekli olduğu durumlarda, (yayılan orman hastalıkların yıldan yıla tespiti)
- Zamanla bir niteliğin gösterdiği değişimin yakın-benzer niteliklerin birbirinden ayırt edilmesinde kullanılmasıdır. (buğday/mısır)

1.2.5. Geometrik Düzeltme

Orjinal uydu görüntülerinde algılayıcının yüksekliği, konumu ve hızındaki değişimlerden ve yeryüzünün eğriliği ve atmosferik kırılma gibi etmenlerden dolayı geometrik hata meydana gelir. Bu nedenle bu görüntüler harita amaçlı kullanılmaz.

Uzaktan algılama görüntüsü, ister uydudan çok spektrumlu tarayıcı, uçaktan fotoğrafik sistem veya diğer platform algılayıcı birleşimleri tarafından elde edilsin çeşitli geometrik hatalara sahip olacaktır. Bu yerin 3 boyutlu yüzeyinin 2 boyutlu görüntülerle tam olarak gösterilmek istendiğinde uzaktan algılamanın yapısından ileri gelen bir problemdir. Verilerin elde edilme şekline bağlı olarak bütün uydu görüntüleri, geometrik hatanın herhangi bir şekline konu olurlar. Bu hatalara bu faktörlerin çeşitliliği sebep olabilir. Bunlardan sadece bir kaç şunlardır:

- Algılayıcı optiğin görüş açısı,
- Algılama sisteminin hareketi,
- Platformun hareketi ve değişkenliği,
- Platformun yüksekliği, durumu ve hızı,
- Arazinin eğimi ve yerin eğriliği ve dönmesi,

Bütün görüntüler, veri elde edilmesi sırasındaki platformun hızında, yüksekliğinde ve duruşunda meydana gelen değişikliklerden kaynaklanan geometrik hatalardan etkilenmektedir. Bu etkiler uçak platformu kullanıldığında daha belirgindir ve bilhassa yere olan uzaklığıyla ilgili olarak kendi yörüngeleri oldukça stabil olduğundan uydu platformunun kullanımıyla önemli ölçüde azalır. Bununla birlikte yer yüzünün doğu yönüne dönmesi uydu yörüngesi boyunca her önceki taramanın batısına doğru bir alanı yavaş yavaş kaplaması için tarama sisteminin kaymasına sebep olur. Sonuçta elde edilen görüntü, böylece görüntü boyunca eğik oluşur. Bu eğim hatası olarak bilinir ve uydulardan elde edilen görüntülerde sık görülür.

Geometrik hatanın ve pozisyon hatasının kaynakları her özel durumda değişir ama bunlar uzaktan algılama görüntülerinin yapısında bulunur. Çoğu örnekte bu hatalar kaldırılabilir veya azaltılabilir. Fakat verileri elde etmeden veya ölçümleri yapmadan, her örnekte bu hata oranları hesaba katılmalıdır.

1.2.6.Yer Gözlem Uyduları ve Algılayıcıları

1.2.6.1 Landsat Uydu Sistemi ve Özellikleri

Landsat; diğer federal organların paylaşılan kaynaklarıyla ve işbirliğiyle NASA'nın yeryüzü kaynakları survey programının birlikte geliştirdiği bir üründür. İlk adıyla yeryüzü kaynak teknolojisi uydusu (ERTS-1) olan Landsat-1 ile, doğal ve kültürel kaynakların etkili biçimde uzaydan izlenmesi konsepti ilk olarak gerçekleştirilmiştir. Sonraki landsat uyduları, optimum veri işleme ve yorumlama yapmak için gelecek kuşak algılayıcılar ve başlayan araştırmalar için spektral ve uzaysal veri gereksinimlerini karşılamaya devam etmektedir. Landsat 7 uydusu, halen yörüngede olup 30 yer istasyonuna doğrudan veri göndermektedir. Landsat; 30 m yer çözünürlüğüyle 7 ayrı spektral bantta kullanıcılara hizmet vermektedir.

Landsat uyduları; dünyanın daha çok karasal bölümlerinde araştırma yapmak üzere jeoloji, kartografya, oşinografi, ziraat, ormancılık, çevre bilimleri, bölge planlama, gibi konularla ilgili yer yüzeyinde çok geniş alanların görüntülerini elde etmektedir.

Landsat uydusunun en önemli özellikleri; yer gözlem amaçlı spektral bandlarla algılayıcıların kombinasyonunu sağlaması, fonksiyonel uzaysal çözünürlüğü olması ve geniş alanları tarayabilmesidir (tarama alanı genişliği ve yenileme periyodu). Programın ömrü; uzun süreli değişiklikleri izleyerek, tarihsel kayıt ve araştırmayı kolaylaştıracak yeryüzü kaynakları ile ilgili geniş bir veri arşivi sağlar. Landsat 1,2 ve 3 uyduları; 900 km yükseklikte bulunan ve 18 günlük periyota sahip ilk landsat uydularıdır. Landsat 4,5 6 ve 7 uyduları ise 700 km yükseklikte ve 16 günlük periyota sahip uydulardır.

Landsat serisi uydularda; RBV (return beam vidicon) kamera sistemlerini, çoklu spektral tarayıcılarını (Multi Spektral Scanner- MSS) ve tematik haritalama (Thematik Mapper- TM) sistemlerini içeren çok sayıda algılayıcı bulunmaktadır. Landsat'ın en önemli elemanları; çoklu spektral tarayıcı (MSS) ve tematik haritalama aygıtıdır (TM). Her bir algılayıcı, 185 km'lik bir alanı tarayarak veri toplar ve tam görüntü 185 km x 185 km'lik bir alanı örter.

MSS sistemi, çok spektrumlu bir tarayıcı olup, yer yüzeyinden elektromanyetik radyasyonu dört spektral bandda algılar. Her bir band, yaklaşık 60 x 80 metre uzaysal çözünürlüğe ve 6 bit veya 64 sayısal değerlik radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Algılama; çizgisel tarama aygıtıyla salınımlı ayna kullanılarak yapılır.

TM sistemi ise MSS gibi çok spektrumlu bir tarayıcıdır. TM algılayıcıları, spektrumun görünür, yansıyan kızıl ötesi, orta kızıl ötesi ve ısı kızıl ötesi bölgelerinden yansıyan ya da yayılan enerjiyi saptarlar.

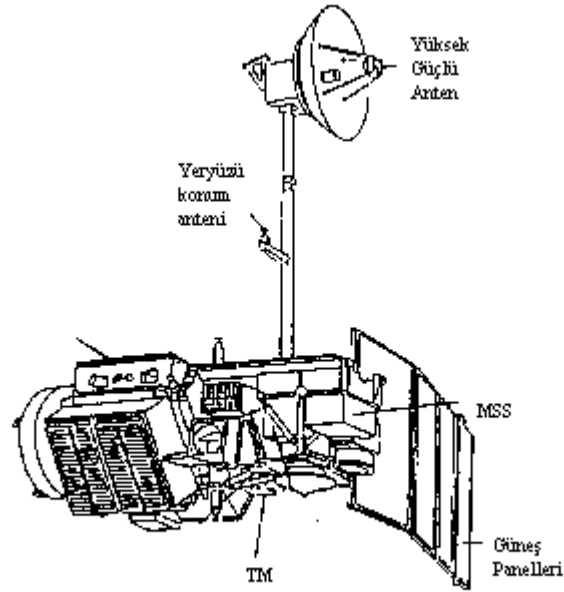
TM sistemi; elektromanyetik radyasyonu, yedi spektral bandda algılar. 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bandlar, 30x30 metre uzaysal çözünürlüğe 6. band 120 m uzaysal çözünürlüğe ve 8 bitlik radyometrik çözünürlüğe sahiptir. TM'in 1,2 ve 3. bandları; görünür bölgede kayıt yaparlar ve yol gibi kültürel yapıların özelliklerinin belirlenmesi ve su detaylarının gösterimi için faydalıdır. 4., 5. ve 7. Bandlar, kızılötesi bölgede algılama yapar, kara ve su ayrımı için yararlıdır. 6. band ise ısı (termal) kanal olup sıcaklık haritalarının yapımında kullanılır.

Çizelge 1 : Landsat TM Bantlarının Özellikleri

Kanal	Dalga Boyu (mm)	Uygulama Alanları
TM 1	0.45 - 0.52 (mavi)	toprak/vejetasyon ayrımı; batimetri/kıyı haritalaması Kültürel ve kentsel niteliklerin tanımlanması
TM 2	0.52 - 0.60 (yeşil)	vejetasyon haritalaması Kültürel ve kentsel niteliklerin Tanımlanması
TM 3	0.63 - 0.69 (kırmızı)	vejetasyon olan ve olmayan alanların ayrımı Bitki türlerinin ayrımı Kültürel ve kentsel niteliklerin Tanımlanması
TM 4	0.76 - 0.90 (yakın kızıl	Bitki/vejetasyon tiplerinin, ötesi) sağlıklı olanların ve biomasın tanımlanması Su yapılarının belirlenmesi Toprak nemi
TM 5	1.55 - 1.75 (kısa dalga Kızıl ötesi)	Toprakta ve vejetasyonda neme duyarlı Karlı veya bulutlu alanların ayrılması
TM 6	10.4 - 12.5 (ısıl kızıl ötesi)	vejetasyon ve toprak nemliliğinin Termal (ısıl) radyasyonla ilgili olarak ayrılması Isı haritalaması (kent, su)
TM 7	2.08 - 2.35 (kısa dalga Kızıl ötesi)	Mineral ve kaya tiplerinin ayrılması, Vejetasyonun nem içeriğine Duyarlılık

Landsat TM de arazi örtüsünün yorumlanmasına uygun, zengin görüntü renk bileşimi yapılması için ilk işlem, band kombinasyonlarının seçimidir. (bkz çizelge 5) Vejetasyon tiplerinin ayrılması için 4. ve 5. bantları nispeten etkilidir (Sheffield 1985). 2. ve 5. bantlar, benzer amaçlar için etkili, ek olarak 4. band sınıflanmış orman su ve kentsel alanlar hakkında daha fazla bilgi veren bantlar olarak

değerlendirilmektedir (Rasol, M.D. 1994). Bütün Landsat TM bandları arasında en kalitesi 4. ve 5. bandlardaki görüntülerdir. Bu görüntülerden en önemli özellikler açıkça ayrılır, özellikle mevcut el değmemiş ormanların bilinmeyen desenleri anlaşılabilir. Çıplak toprak, zirai alan ve kentsel alan gibi sıcaklığı yüksek alanlar, görüntüde parlak kısımlar şeklinde görünürken, ormanlar ve su yapıları koyu gri ve siyah lekeler şeklinde görünür (Jusoff K., et al, 1996).



Şekil 10 : Landsat Uydu Sisteminin Özellikler

1.2.6.2. SPOT Uydu Sistemi ve Özellikleri

Yeryüzündeki doğal kaynakların saptanmasına amacına yönelik diğer uydu sistemi; SPOT uydu sistemidir. SPOT uydu sistemi, Fransa tarafından geliştirilmiş uydu sistemidir.

SPOT uydusu, 26 günlük periyota sahiptir. Algılama genişliği, 60 km ile 80 km arasında değişir. SPOT uydusunun pankromatik ve multispektral olmak üzere iki ana tarayıcıya sahiptir.

SPOT P, uydunun pankromatik tarayıcısı olup uzaysal çözünürlüğü 10x10 metre ve radyometrik 8 bit çözünürlüğe sahiptir. Bu tarayıcı, tek kanala sahiptir ve 0,51 ve 0,70 μm arasındaki enerjiyi algılar.

SPOT XS, sistemin multispektral tarayıcısı olup, 20x20 m uzaysal çözünürlüğe ve 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Bu tarayıcı, 3 kanala sahiptir.

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

Ayrıca SPOT algılayıcısı, 4 kanallı Xi modunda da algılama yapmaktadır. SPOT uydusu, çevre kirlilik tespitinden bitki örtüsü haritalamasına kadar bir çok uygulama için kullanılabilir.

1.2.6.3. IRS Uydu Sistemi ve Özellikleri

Hindistan uzaktan algılama uydusu, 1995 yılında kutupsal bir yörüngeye yerleştirilmiştir. IRS- 1C uydusu, 817 km'lik yükseklikte, güneşe senkronizeli bir yörüngeye sahip olup, 24 günlük periyotla dünyayı taramaktadır. Bu uydu sisteminde bulunan 3 tarayıcıdan biri pankromatik ve diğer ikisi multispektral kanallarda çalışmaktadır.

Pankromatik tarayıcı (PAN); 5,8 metrelik uzaysal çözünürlükle görüntü algılayabilmektedir. PAN tarayıcısı, 70 km'lik bir alanı tarayabilir ve 0,5- 0,75 μm spektral çözünürlüğe sahiptir.

Çizgisel Görüntü Tarama Sistemi (Linear Imaging Scanner- LISS 3); 4 spektral bantta tarama yapabilmektedir. Görünür ve yakın kızıl ötesine ek olarak kısa dalga kızıl ötesi spektral bölgesinde de (1,55- 1,70 μm) algılama yapılabilir. Uzaysal çözünürlüğü, görünür ve yakın kızıl ötesi bölgesinde 23,5m ve yakın kızıl ötesi bölgesinde 70 metredir.

Uydunun Geniş Alan Algılayıcısı ise (Wide Field Sensor) iki bandlı sistemi ile doğal kaynakların devamlı görüntülenmesini sağlar. Uydu beş günlük periyotla görünmekte ve yakın kızıl ötesi bölgelerinde tarama yapmaktadır.

Çizelge 2 : Uydu programlarının özellikleri

Uydu	Spektral Çözünürlük	Uzaysal Çözünürlük	Uydu yüksekliği	Tekrarlama zamanı	Tarama genişliği
LANDSAT 5 TM	0,45-0,52 μm 0,63-0,69 μm 0,52-0,60 μm 0,76-0,90 μm 1,55-1,75 μm 10,4-12,5 μm 2,08-2,35 μm	30 m 30 m 30 m 30m 30 m 120 m 30 m	705 km	16 gün	185 km
SPOT P	0,51-0,73 μm	10 m	822 km	26 gün	60 km
IRS 2 (a) (b) (c)	C bantı 7,69-5,21 cm	26 m Yeniden Örneklenmiş 12,5 m	785 km	3/35 gün	100 km

1.3. Uydu Görüntülerinin Analizi

Uzaktan algılama görüntülerinin yorumlanması ve analizi, hedefle ilgili faydalı veriler elde etmek için görüntüdeki çeşitli hedeflerin tanımlanması ve/veya yorumlanmasını kapsar. Uzaktan algılama görüntülerindeki hedefler, görüntüde gözlemlenebilen ve belli tanımlara uyan nitelikler veya objelerdir. Hedefler; nokta, çizgi veya alansal nitelikli olabilir. Hedef, ayrılabilir olmalı; görüntüde çevresindeki diğer niteliklerle kontrast olmalıdır.

Uzaktan algılamada hedeflerin yorumlanması ve tanımlanması yorumlayan tarafından manual veya görsel olarak yapılır. Bu (yorumlama) verinin toplanmasında kullanılan algılayıcının tipi ve verinin nasıl toplandığı gibi faktörler de göz önüne alınarak, resim gibi veya fotoğraf formatındaki görüntü kullanılarak yapılır. Uzaktan algılama görüntüleri, bilgisayarda her bir pikselin parlaklık seviyesini gösteren bir sayısal değere uygun gelecek şekilde, piksel sıraları halinde gösterilir. Bu durumda veri, sayısal formattadır. Görsel yorumlama, bilgisayar ekranında gösterilen sayısal

görüntünün sorgulanmasıyla da yapılabilir. Analog görüntü de, sayısal görüntü de, hem siyah-beyaz görüntü hem de farklı dalga boylarını temsil eden farklı kanalların veya bantların kullanımıyla, renkli görüntü şeklinde gösterilebilir.

Uzaktan algılama görüntüleri, sayısal formatta elde edilirse, bilgisayar kullanarak sayısal görüntü işleme ve analiz yapılabilir. Sayısal görüntü işleme, görsel yorumlamaya başlangıç gibi, verinin zenginleştirilmesi için de kullanılabilir. Sayısal görüntü işleme ve analiz, yorumcu müdahalesi olmadan hedeflerin tanımlanmasını ve verilerin elde edilmesini otomatik olarak yerine getirir. Bununla birlikte sayısal görüntü işleme ve analizin; tam olarak manual yorumlamanın yerini alacak şekilde yapılması nadirdir. Genellikle görüntülerin analizinde yorumlayıcının eksikleri tamamlaması ve yardımı gereklidir.

Manual yorumlama ve analiz, uzaktan algılamanın başlangıç döneminden bu yana, hava fotoğrafı yorumu için yapılmaktadır. Sayısal görüntü işleme ve analiz ise bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle ve uzaktan algılama verisinin sayısal olarak kaydedilmeye başlamasıyla geliştiği için daha yenidir. Uzaktan algılama verisinin yorumlanmasında kullanılan sayısal ve manual tekniklerin farklı avantajları ve dezavantajları vardır. Genellikle manual yorumlama az, özel donanım gerektirirken, sayısal analiz için özel ve pahalı donanım gereklidir. Bir çok görüntünün birlikte, görsel yorumlanmasının zorluğundan dolayı manual yorumlama, genellikle, bir tarihe ait tek bir görüntünün veya tek bir veri kanalının analiziyle sınırlıdır. Bilgisayar ortamı, farklı tarihlere ait veya bir çok kanaldan elde edilen kompleks görüntülerin kullanılmasına daha uygundur. Bu anlamda, sayısal analiz; bir çok spektral bandın eş zamanlı analizi için yararlıdır ve büyük veri setlerini bir yorumlayıcıdan çok daha hızlı işler. Manual yorumlama, subjektif bir işlemdir ve sonuçlar farklı yorumcuya göre değişecektir. Sayısal analiz ise bilgisayarda sayı değerlerinin kullanılmasına dayanır ve böylece daha objektif ve daha uyumlu sonuçlar elde edilir. Bununla birlikte sayısal görüntü işlemeden elde edilen sonuçların doğruluğu ve geçerliliğinin belirlenmesi zordur.

Uzaktan algılama görüntülerinin görsel ve sayısal analizi birbirinden karşılıklı ayrıcalıklı olmadan tekrarlanılabilir olması önemlidir. Metodların ikisi de elde edilen sonuca göre önemlidir. Çoğu çalışmada görüntü analizinde genellikle metodların

birlikte kullanımı sağlanır. Gerçekte analiz işleminin sonunda elde edilen verinin uygunluğu ve yararlılığı konusundaki son karar uygulamacı tarafından verilmelidir.

1.3.1 Görsel Yorumlama Elemanları

Uzaktan algılama görüntüsünün analizi; bir görüntüdeki çeşitli hedeflerin tanımlanmasıdır. Bu hedefler; nokta, çizgi ve alansal ve doğal veya yapay niteliklerde olabilir. Hedefler; radyasyonu yansıtma veya yayma şekline göre tanımlanır. Bu radyasyon; bir algılayıcı tarafından ölçülür ve kaydedilir ve sonunda bir hava fotoğrafı veya uydu görüntüsü halinde ürün görüntü olarak elde edilir.

Görsel yorumlamada görüntüler iki boyutlu olduğundan üçüncü boyutta yüksekliği gösteren stereoskoplara bakılmadıkça derinlik duygusu hissedilmez. Görüntüler, üç boyutlu elde edildiğinde, yani görsel olarak zenginleştirildiğinde, yorumlama, bir çok uygulamada çok yararlı olur. Direkt olarak üstten görüntülenen objeler, alışılandan daha farklı bir üç boyutlu görünüm sağlar. Çok farklı ölekte ve ayırdedilebilir detayda gereksinimi karşılayacak şekilde kombine edilen farklı perspektifler, en belirsiz objenin bile görüntüde tanınmasını sağlar.

1.3.2 Sayısal Görüntü İşleme

Uzaktan algılama verilerinin sayısal formatta kaydedildiği tüm görüntülerin yorumlanması ve analizi, sayısal görüntü işleminin bazı esaslarını gerektirmektedir. Sayısal görüntü işleme; verinin düzeltilmesini ve düzenlenmesini, daha iyi görsel yorumlamayı kolaylaştıran, sayısal zenginleştirme veya hatta hedeflerin ve niteliklerin bütünüyle bilgisayar tarafından otomatik sınıflanmasını kapsayan çok sayıda işlemi içerir. Uzaktan algılama görüntülerini sayısal olarak işlemek için, veri bilgisayarda disklere veya teyplerde kopyalanmaya uygun biçimde sayısal formda kaydedilmeli ve kullanılabilir olmalıdır.

Sayısal görüntü işleminin adımları şöyle sıralanabilir;

1. Ön işleme
2. Görüntü zenginleştirme
3. Görüntü Dönüştürme

4. Görüntü Sınıflandırması ve Analizi

Ön işleme işlemleri, temel veri analizinden ve bilgi elde edilmesinden önce yapılması gerekli olan işlemleri içerir ve genellikle radyometrik veya geometrik düzeltme olarak gruplandırılır. Radyometrik düzeltmeler; algılayıcı ile ilgili karışıklıkları ve istenmeyen algılama veya atmosferik gürültü bakımından verinin düzeltilmesini kapsamaktadır. Böylece algılayıcı tarafından ölçülen, yansıyan ve yayılan radyasyon tam olarak gösterilebilir. Geometrik düzeltmeler; algılayıcı-yer arasındaki geometrik değişim ve verinin gerçek dünya koordinatlarına dönüşümünden dolayı olan geometrik hataların düzeltilmesini içerir.

Görüntü zenginleştirme kavramı altında gruplanmış görüntü işleme fonksiyonlarının ikinci grubunun amacı, sadece görsel yorumlama ve analizi geliştirmek için görüntünün belirginliğini arttırmak görünüşünü zenginleştirmektir. Görüntü zenginleştirme fonksiyonlarının örnekleri biri de görüntüde çeşitli nitelikler arasındaki ton farkını arttırmak için kontrastı büyütmek ve görüntüdeki tipik uzaysal desenleri zenginleştirmek için uzaysal filtreleme yapmaktır.

Görüntü dönüştürme, görüntü zenginleştirme kavramındaki işlemlerle aynıdır. Bununla birlikte bir zamanlar normal olarak bir tek veri kanalına uygulanan görüntü zenginleştirme işlemlerinden farklı olarak görüntü dönüştürme işlemleri; çeşitli spektral bantlardan verinin birleştirilerek işlenmesini içerir. Aritmetik işlemler (toplama, çıkarma, bölme ve çarpma); orjinal bandları görüntüdeki bazı özelliklerin daha belirgin olduğu yeni görüntülere dönüştürmek ve bu görüntülerle toplamak için yapılır. Burada çeşitli spektral veya band oranlama metodları dahil bazı çalışmalar ve çok kanallı görüntüde verilerin daha etkili gösterilmesinde kullanılan başlıca bileşenler analizi olarak isimlendirilen bir işlem ortaya konacaktır.

Görüntü sınıflandırması ve analiz işlemleri, veri içindeki piksellerin sayısal olarak tanımlanmasında ve sınıflanmasında kullanılır. Sınıflandırma genellikle çok kanallı veri setlerinde yapılır ve bu işlem; görüntüde, pikselin parlaklık değerinin istatistiki özelliğine göre her bir pikseli, özel sınıflara veya konuya ayırır. Sayısal sınıflandırma yapılmasında çok çeşitli yaklaşımlar vardır. En çok kullanılan iki genel yaklaşım; kontrolsüz sınıflandırma ve Kontrollü sınıflandırma yöntemleri burada kısaca tanımlanacaktır.

1.3.3. Ön işleme işlemleri, (görüntü zenginleştirme ve düzeltme)

Geometrik Düzeltme ile amaçlanan algılayıcı sistem tarafından algılanan görüntü elemanlarının, yer geometrisinin değişime uğramış olarak algılanması nedeniyle verilerin yeryüzünün gerçek dünya koordinatlarına dönüştürülmesi işleminin gerçekleştirilmesidir. Bu şekilde görüntü elemanları, yeryüzü üzerinde konumlandırılmış olmaktadır (Kraus&Schneider, 1990, Koç A. 1995). Bazan görüntü restorasyonu ve düzeltmesi olarak bilinen ön proses, verinin algılayıcıya ve platforma özgü geometrik ve radyometrik hatalarını düzeltmeyi amaçlar. Radyometrik düzeltmeler; görüntü aydınlanmasında, ve bakış geometrisinde, atmosferik şartlarda, algılayıcı gürültüsünde ve tepkilerdeki değişimler nedeniyle gerekli olabilmektedir. Bunların her biri, verileri elde etmekte kullanılan özel algılayıcı ve platformlara ve verinin elde edildiği esnadaki şartlara bağlı olarak değişecektir. Aynı zamanda, veriler arasında karşılaştırmayı kolaylaştırmak için verinin bilinen (mutlak) radyasyon veya yansıtım birimlerine dönüştürülmesi ve/veya ayarlanması istenebilir.

Görüntüler arasındaki aydınlanma ve bakış geometrisindeki farklılıklar, (optik algılayıcılar için) yeryüzünde görüntülenen alanı, güneş ve algılayıcı arasındaki uzaklığı ve geometrik ilişkiyi modelleyerek düzeltilebilir. Bu işlem; farklı zamanlarda, farklı algılayıcılardan elde edilen görüntülerin kolayca karşılaştırılabilmesi veya görüntüden görüntüye aynı aydınlanma şartları varken tek bir algılayıcıdan çeşitli görüntüleri yanyana getirilmesi gereklidir.

Radyasyon atmosferden geçerken ve atmosfer ortamıyla etkileşimi sonucu saçılma meydana gelir. Bu saçılma, yüzeyi aydınlatan enerjiyi azaltabilir veya zayıflatabilir. Buna ilave olarak atmosfer, hedeften algılayıcıya naklolan sinyali daha da zayıflatacaktır. Atmosferik düzeltmenin çeşitli metotları, veri elde edilmesi esnasındaki atmosferik şartların ayrıntılı modellenmesinden hareket ederek sadece görüntü verisine dayanan basit hesaplamalara uygulanabilir. Düzeltme; her bir banttaki, bütün piksel değerlerinden her bir özel bant için belirlenen gözlenen minimum değerin çıkartılmasıyla uygulanır. Saçılma, dalga boyuna bağlı olduğu için minimum değerler, banttan bantta değişecektir. Bu metot, eğer atmosfer açıksa bu

niteliklerden yansıtmanın çok küçük eğer değilse sıfır olacağı var sayımına dayanır. Eğer sıfırdan daha büyük değerler tespit edilirse bu değerlerin, atmosferik saçılmadan ortaya çıkmış olduğu düşünülür.

Görüntüde meydana gelen gürültü, yanıt ve/veya veri kaydı ve iletilmesinde algılayıcıda meydana gelen hatalar veya düzensizliklerden kaynaklanır. Gürültünün genel formları, çizgi veya şerit ve noktadan oluşmuş çizgiler sistematikliğini içerir. Bu gürültü etkilerinin ikisi de yapılacak olan görüntü zenginleştirme ve sınıflandırmadan önce giderilmesi gerekir.

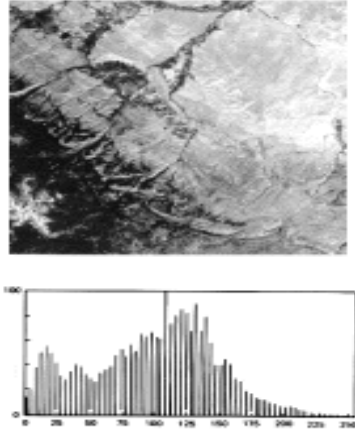
Bütün uzaktan algılama görüntülemesi yapısı gereği geometrik hataların konusunu teşkil eder. Bu hatalar algılayıcı optiğin görüntüleme açısı, algılama sisteminin hareketi, platformun hareketi, yüksekliği, duruşu, arazi reliyefi ve yeryüzünün eğikliği ve dönmesi gibi faktörlerden ileri gelebilir. Geometrik düzeltmeler, geometrik hataların düzenlenmesini amaçlar. Böylece görüntülemenin geometrik temsili gerçek dünyayla oldukça aynı olacaktır. Bu varyasyonların çoğu doğada sistemli vaziyettedir veya önceden belirlenebilir ve yeryüzüyle platformun geometrik ilişkisi ve algılayıcı ve platform hareketinin tam olarak modellenmesinden sorumlu kılınabilir. Diğer sistematik olmayan veya rastgele hatalar bu yolla modellenemez veya düzeltilemez. Bundan dolayı bilinen yer koordinat sistemine göre görüntülemenin geometrik kaydı yapılmalıdır.

Geometrik düzeltme işlemi; ham görüntüde yer kontrol noktası olarak adlandırılan homojen dağılımlı ve dönüşümün derecesine göre yeterli sayıda belirli noktanın görüntüde koordinatlarının tanımlanmasını ve yer koordinatlarında kontrol noktalarının gerçek konumları ile karşılaştırılması içerir. Gerçek yer koordinatları, tipik olarak kağıt formatında veya sayısal formatta bir haritadan ölçülür. Bu işlem, görüntünün haritaya yerleştirilmesidir. İlk önce iyi dağıtılmış çeşitli yer kontrol noktaları çiftleri belirlenir, orijinal görüntü koordinatlarını, kendi yeni yer koordinatlarını oluşturacak harita koordinatlarına uygulamak için uygun dönüşüm eşitliğini tanımlamak üzere koordinat verisi bilgisayarla işlenir. Geometrik düzeltme, coğrafik koordinatlar yerine bir (veya daha fazla) görüntünün diğer bir görüntüye karşılaştırılmasıyla da yapılabilir.

1.3.4. Görüntü Zenginleştirme

Görüntü zenginleştirme; görüntünün daha kolay görsel yorumlanması ve anlaşılması için uygulanır. Sayısal görüntünün avantajı ise bir görüntüdeki sayısal piksel değerlerinin işlenebilmesi olanağını vermesidir. Verinin kullanıcıya dağıtılması için atmosferik etkiler nedeniyle, algılayıcının özellikleri ve aydınlatma için verinin düzenlemesinden radyometrik düzeltmeler önce yapılabilmesine karşın görüntü, hala görsel yorumlama için uygun olmayabilir. Uzaktan algılama aygıtları, özellikle uydu platformundan yönlendirilenler alışılmış kullanımda karşılaşılmaması muhtemel bütün durumlar için tipik olan hedef/arka plan enerji seviyelerini ayarlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Hedeflerin farklı sıralanışından (Orman, çöl, karlı alan, su gibi) dolayı spektral yansımalarda meydana gelen farklı varyasyonlarla hiçbir genel radyometrik düzeltme, bütün hedefler için optimum parlaklık sıralamasını ve kontrastı optimum olarak belirleyemez ve gösteremez. Böylece her uygulama ve her görüntü için bilinen sıralamanın ayarlanması ve bütün hedefler için parlaklık değerlerinin dağılımının yapılması gereklidir.

Ham görüntüde yararlı veri, sayısal değerlerin kullanılabilir dizisinin sadece küçük bir oranını teşkil eder. Daha fazla mevcut dizinin kullanılması ve genişletilmesi ve bu suretle hedefler ve arka planları arasındaki kontrastın artması için kontrast zenginleştirme, orjinal değerlerin değiştirilmesini amaçlar. Kontrast zenginleştirmenin anlaşılması için bir görüntü histogramı kavramı anlaşılmalıdır. Bir histogram, bir görüntüde oluşan parlaklık değerlerinin grafik gösterimidir. Parlaklık değerleri, grafiğin X ekseninde gösterilir. Görüntüdeki bu değerlerin her birinin meydana gelme sıklığı (frekans) y ekseninde gösterilir.



Şekil 11: Bir histogram örneği (<http://www.geo.mtu.edu/rs/back/energy>)

Histogram vasıtasıyla grafik olarak gösterilen görüntüde, sayısal değerler dizisi kullanılarak veriye farklı zenginleştirmeler uygulanabilir. Bir görüntüde kontrast ve ayrıntıyı iyileştiren çok farklı teknikler ve metotlar vardır. En basit zenginleştirme yolu; lineer kontrast arttırımıdır. Bu metot, histogramdan (genellikle görüntüde en düşük ve en yüksek parlaklık değerleri) en alt ve en üst sınırların tanımlanmasını ve tam diziyi doldurmak için ve bu dizinin genişletilmesi için dönüşümlerin uygulanmasını amaçlar. Doğrusal genişletme de aynı biçimde 0 dan 255 e değerlerin tam dizisini kapsamak için bu küçük dizi genişletilir. Burada açık renkli alanların daha açık ve koyu renkli alanların daha koyu görünmesiyle görüntüde kontrast artar ve görsel yorumlama daha kolay hale gelir.

Tüm dizi içindeki girdi değerler dizisinin bir örnek dağılımı her zaman zenginleştirmeye uygun olmayabilir. Özellikle girdi dizisi tekdüze dağıtılmış değilse, bu durumda histogram- dengelemeli genişletme daha iyidir. Bu genişletme, daha çok işlenen (görüntülen) değerleri (dizisine) histogramın sık sık tezahür eden kısmına atar. Bir başka deyişle histogramın sadece spesifik kısımlarında kontrastı zenginleştirme arzu edilir. Örneğin herhangi bir nehir girişine ait bir görüntünün su kısmının, tüm görüntü histogramının 40 ile 76 arasındaki sayısal değerleri kapsadığı kabul edilsin. Eğer sudaki ayrıntı genişletilmek istenirse, belki küçük sediment çeşitlerini görmek amacıyla histogramın sadece suyu temsil eden küçük kısmı (40 dan 76 ya kadar olan kısmı) tüm gri seviye dizisine (0 dan 255'e) genişletilir. Bu değerlerin altında ve üstünde tüm pikseller sırayla 0 ve 255 e atanır ve bu alandaki

ayrıntılar kaybedilmek istenebilir. Sonuçta sudaki ayrıntı mükemmel olarak genişletilmek istenmektedir.

uzaysal filtreleme, bir görüntünün görünümünün arttırılmasında kullanılan bir başka sayısal işleme fonksiyonları setini içine alır. uzaysal filtreleme, uzaysal frekanslara bağlı olarak bir görüntüde spesifik özelliklerin vurgulanması veya gizlenmesi için tasarlanmıştır. uzaysal frekans, görüntü tekstürü ile ilgili bir kavramdır ve bir görüntüde ortaya çıkan tondaki varyasyonların sıklığını ifade eder. Bir küçük alanın bitiminde (öbür tarafında) renk tonunda ani değişiklik olan bir görüntünün pürüzlü dokulu alanlarının uzaysal sıklığı yüksektir. Çünkü çeşitli piksel genel filtreleme işlemi, belirli boyutta (3x3, 5x5 gibi) birkaç pikselden oluşan pencerenin görüntüde her bir piksel üzerinde hareket ettirilmesini ve pencere altındaki piksel değerlerini kullanarak matematiksel hesaplamaların uygulanmasını ve merkezdeki piksellere yeni değerlerin verilmesini içerir. Pencere belli bir zamanda bir pikselin sütun ve satırları boyutunda hareket ettirilir ve tüm görüntü filtrelenceye ve yeni görüntü üretilinceye kadar hesaplama tekrarlanır. Filtre penceresindeki tek tek piksellerin ağırlığının ortaya konmasıyla değişen hesaplamanın yapılmasıyla filtreleme, niteliklerin farklı tiplerini zenginleştirmek veya gizlemek üzere uygulanır. Düşük geçirimli filtre, benzer tona sahip daha büyük homojen alanları vurgulamak ve görüntüde daha küçük ayrıntıları azaltmak için uygulanır. Böylece düşük geçirimli filtreleme, genellikle görüntünün düz görünmesini sağlar. Ortalama ve orta filtreler, radar görüntüsü için sıklıkla kullanılır. Yüksek geçirimli filtreler tezat yapar ve bir görüntüde ince ayrıntının görünüşünün keskinleştirilmesini sağlar. Bir yüksek geçirimli filtrelemenin uygulanmasında önce görüntüye düşük geçirimli filtre uygulanır sonra sonuç orjinalden çıkartılır geriye sadece yüksek uzaysal sıklık bilgisi kalır. Yönsel veya kenar tespit etme filtreleri, yollar veya arazi sınırları gibi doğrusal nitelikleri vurgulamak üzere tasarlanmıştır. O halde bu filtreler, belli istikametlerde yönlendirilen nitelikleri arttırmak üzere tasarlanabilir. Bu filtreler, örneğin jeolojide, jeolojik yapılanmanın hatlarının belirlenmesi gibi uygulamalarda yararlıdır. (Chagarlamudı, P. and Plunket, G.W. 1993).

1.3.5. Görüntü Dönüştürme

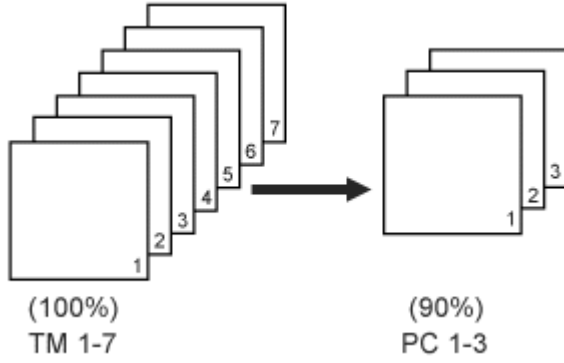
Görüntü dönüştürme; tipik olarak ya tekli çoklu spektral görüntüden veya aynı alanın farklı zamanlarda elde edilen iki veya daha fazla görüntüsünden elde edilen çoklu veri bandlarının işlenmesini içerir. Her iki yolla yapılan görüntü dönüştürmelerle iki veya daha fazla kaynaktan, bazı ilgilenilen taraf ve özellikleri orijinal girdi görüntüden daha iyi vurgulanan yeni görüntüler oluşturulur. Temel görüntü dönüştürmeler görüntü verisine basit aritmetik işlemler uygular. Farklı tarihlerde toplanan görüntüler arasında oluşan değişiklikleri belirlemekte ekseri görüntü çıkarma işlemi uygulanır. Karakteristik olarak, geometrik olarak kaydedilmiş iki görüntü arasında, bir görüntüdeki piksel parlaklık değerlerinden diğerindeki piksel değerlerinin çıkartılmasıyla kullanılır. Elde edilen çıktı değerlere bir sabitin eklenmesiyle elde edilen sonuç görüntünün derecelendirilmesi, uygun farklı bir görüntüde ortaya çıkacaktır. Böyle bir görüntüde orijinal görüntüler arasında değişikliğin az olduğu veya hiç olmadığı alanlar; 127 civarında sonuç parlaklık değerine sahip olacaktır. Çünkü önemli değişikliklerin olduğu alanlar; 127 den daha düşük veya daha yüksek değere sahip olacaktır. Daha parlak veya daha karanlık olması iki görüntü arasındaki yansıtmadaki değişikliğin yönüne bağlı olarak değişir. Görüntü dönüşümünün bu şekli, orman alanlarının azalmasının belirlenmesi ve bir kentin çevresindeki kentsel gelişmede ortaya çıkan değişikliklerin haritalanması için yararlıdır.

Görüntü ayrıştırma veya spektral oranlama görüntü verisine uygulanan en genel dönüştürme metodlarından birisidir. Görüntü ayrıştırma, çeşitli yüzey örtülerinin spektral tepkimedeki ince varyasyonlarını vurgulamayı sağlar. İki farklı spektral banttan elde edilen verinin paylaşılmasıyla (ayrıştırılmasıyla) elde edilen sonuç görüntüsü, yoksa bandların her birinde piksel parlaklığının değişmesiyle maskelenecek olan iki farklı spektral dizi arasındaki spektral yansıtma eğrisinin eğimindeki varyasyonlarını artırır. Aşağıdaki örnek spektral ayrıştırma kavramını açıklar. Sağlıklı vejetasyon görülebilir kırmızı içinde kuvvetli biçimde yutulurken spektrumun yakın kızılötesi içinde şiddetle yansır. Toprak ve su gibi diğer yüzey tipleri ise, yakın kızıl ötesi ve kızıl bölgesinde eşite yakın yansımalar gösterir. Böylece Landsat MSS uydusunun (5. Bant tarafında bölünen) 7. Bandının

ayrıştırılmış görüntüsünün bir oranı; vejetasyon için 1.0 den çok daha büyük oranlarda ve toprak ve su için 2.0 civarında sonuçlanmış olur. Böylece vejetasyonun diğer yüzey örtüsü tiplerinden ayrımı önemli ölçüde arttırılır. Düşük yakın kızıl ötesi yansıtma gösteren sağlıklı vejetasyona sahip alanlarda, yansıtma oranları sağlıklı yeşil vejetasyondan daha düşük olduğundan daha iyi belirlenebilir.

Spektral ayırmanın diğer faydası, tüm parlaklık değeri yerine göreceli değerler dikkate alındığı için topoğrafik etkilerin bir sonucu olarak yüzey aydınlatılmasında varyasyonlar azaltılır. Bu nedenle ormanla örtülü meyilli arazi parçası için tüm yansıtıcılıkları, güneşin aydınlatması ile ilgili olarak kendi konumuna bağlı şekilde değişebilmesine rağmen iki bant arasındaki yansıtıcılıkların oranı birbirine çok yaklaşık olmalıdır. Çeşitli algılayıcılar için spektral bantlar arasındaki eksiklikleri ve bandların fazlalıklarını içeren kompleks oranlamalar, vejetasyon durumlarını izlemek için geliştirilmiştir. Geniş ölçüde kullanılmış bir görüntü dönüşümünü NOAA taklit serisi uyduda AVHRR algılayıcısı kullanarak kıtasal ve global ölçekte vejetasyon durumunu izlemekte kullanılmış normalleştirilmiş vejetasyon indeksidir. Multispektral verinin farklı bantları birbirleriyle oldukça ilişkilendirilmiştir ve bu nedenle benzer bilgileri içerir. Örneğin Landsat MSS'in 4. Bandı ve 5. Bandı (yeşil ve kırmızı) art arda karakteristik olarak aynı yüzey örtüsü tipleri için yansıtıcılığın hala hep aynı olmasından dolayı benzer görünüşe sahiptir. Multispektral veri setlerinin istatistiksel karakteristiklerinin kompleks biçimde işlenmesine dayanan görüntü dönüşüm teknikleri, bu veri fazlalığının azaltılmasında ve bandlar arası korelasyonun sağlanmasında kullanılır. Böyle dönüşümlerden biri de temel bileşenler analizi olarak adlandırılır. Bu dönüşüm metodunda amaç; verideki boyutluluğu azaltmak (bandların sayısı) ve orijinal bantta bulunan verinin mümkün olduğu kadar daha az bantlara sıkıştırılmasıdır. Bu istatistiksel işlemde elde edilen yeni bantlara, bileşenler denir. Bu işlem, orijinal veriden daha az sayıdaki yeni bileşenlere aktarılan bilgilerin miktarını en yüksek düzeye çıkartmaya çalışır. Temel bileşenler analizinin kullanımına bir örnek olarak; 7 bantlı tematik haritalama TM veri setinin 3 bantlı veri setine dönüştürülmesi verilebilir. Burada orijinal yedi bantta bulunan verinin %90 dan daha fazlası ilk üç temel bileşeni kapsayacak şekilde dönüştürülebilir. Verilerin görsel ve sayısal olarak kombine edildiği bu üç veri bandının analizi ve yorumlanması, orijinal yedi bandın tamamının kullanılmasını denemekten daha etkili ve daha basittir. Temel bileşenler analizi ve diğer kompleks dönüşümler, hem

geliştirme için zenginleştirme tekniği olarak görsel yorumlamayı zenginleştirmek hem de sayısal sınıflandırma işlemlerine girdi olarak kullanılan bantların sayısını azaltmak için kullanılır.



Şekil 12 : Görüntü Dönüştürme (<http://www.geo.mtu.edu/rs/back/energy>)

1.3.6. Görüntü Sınıflandırması ve Analizi

Sınıflandırma İşlemi; Yeryüzü yüzeyinde uygun noktada obje veya materyallerin karakteristiklerine göre görüntüde her bir pikselin yeriyle birleştirilen desenin tanımlanmasıdır (Sunar, F., 1998).

Sınıflandırma stratejisinin amacı, verilen uygulama için görüntünün yararlı sınıflara ayrılmasıdır. Bazı uygulamalar için (mesela yeryüzü suyu haritalaması gibi) tek sınıf istenirken, başka uygulamada (mesela arazi kullanımı haritalamasında) görüntünün bütünüyle sınıflandırılması istenebilir. Sınıflandırma, desene dayalı bir işlemdir. Spektral özelliklere göre tek tek pikseller sınıflara ayrılır. Sonuçta ortaya çıkan tematik görüntü, önceki, üzerinde tartışılan görüntüden bir kaç yönden farklıdır. Her sınıf, bir özellik listesi taşır ve bu genellikle hızlı görsel yorumlama için renklere kodlanır. Tematik haritalar, hücreye (piksele) dayalı coğrafi bilgi sistemlerince direk olarak işlenir. Sınıflandırmada iki ana adım; kümeleme ve sınıf istatistiklerinin elde edilmesi ve çoklu spektral görüntünün tek tematik tabakaya sınıflandırılmasıdır. Sınıflandırma işlemi, ayrıca iki farklı metod kullanılarak yapılabilir; kontrolsüz sınıflandırma ve Kontrollü sınıflandırma. Veri, görüntünün sınıflandırılmasıyla kümeleme işleminden sonra elde edilir. Birkaç tip sınıflandırma

kuralı, sonuç tematik tabakanın oluşturulmasında kullanılır. Sonuçta sınıflandırılmış görüntü, uygulama gereklerini daha iyi karşılamak için birleştirilebilir.

1.3.6.1. Kontrolsüz sınıflandırma ve özellikleri

Kontrolsüz sınıflandırma, Sınıflanmış özelliklere ait bir ön bilgi olmaksızın benzer yüzey özellikli grupların oluşturulmasıdır. Bütün piksellerin toplam spektral yansıması, istatistiksel bağlantılar için incelenir. Benzer olanlar, aynı gruplara kümelenir. Grupların özelliklerinin saptanması ise yorumlayıcının işidir. Standart kümeleme tekniği (ISODATA) tekrarlamalı kendi kendini düzenleyen veri analizidir. ISODATA (iterative self-organizing data analysis) kümeleme tekniği önceden kullanıcı tarafından ayarlanan sonuç sınıf sayısına göre görüntü verisini veri değişikliğinin aynı olduğu alanlara böler. Her bir piksel daha sonra yakınlık derecesi ve DN (dijital sayısı) değerine göre değerlendirilir ve en yakın olduğu kümeye ayrılır. Her piksel, her bir kümenin ortalama DN leriyle ne kadar bağlantılı olduğuna göre değerlendirilir ve en yakın kümeye göre kümelenir. Her piksel spektral mesafesi, küme ortalamalarının görüntü farklılığına daha iyi uyum sağlaması için düzenlenmesinden sonra tekrar değerlendirilir. Bu işlem, kullanıcının tanımladığı oluşan her kümede değişmeden kalan, piksel yüzdelерinin belirlenmesine kadar kendi kendine tekrarlanır. Sınıfların, hangi özellikleri en iyi temsil ettiğinin belirlenmesi amacıyla özgünlük dosyasında, sonuçlanan sınıflar değerlendirilir. Değerlendirme, programa yerleştirilmiş spektral kütüphanelerden veya türetilen görüntüden kullanıcının yorumuna göre yapılır. Bazı sınıflar elenebilir veya birleşmesi gerekebilir. Çünkü bazı sınıflar çok farklı özellikleri ve gereksiz bilgiyi temsil edebilirler. Bazı durumlarda bir sınıf kendi içinde alt sınıflara ayrılabilir.

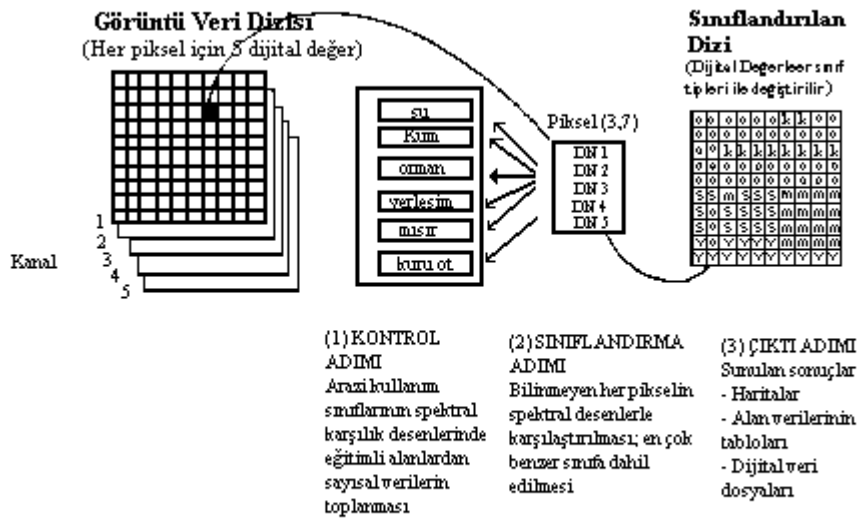
Kontrolsüz sınıflandırma teknikleri aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Çalışma alanının önceden bilinmesine gerek yoktur.
- Kullanıcının müdahalesi en aza indirilmiştir. Ama sonuçta ortaya çıkan sınıflar, kullanıcının isteklerini karşılayacak özelliklere sahip olmayabilir. (Örneğin vejetasyon haritalaması yapılmak istenirken çalışma alanının kurak olması nedeniyle sonuçların toprağın yansıttığı desenleri göstermesi gibi)
- Sonuçta ortaya çıkan bazı sınıfların yorumlanması zor olabilir.

- Görüntüde yorumlanamayan sınıflar olursa bu sınıfların birleştirilmesi veya bölünmesi gerekebilir.

1.3.6.2. Kontrollü sınıflandırma ve özellikleri

Kontrollü sınıflandırma, önceden yer bilgisine dayalı olarak sınıfların belirlenmesine olanak sağlar. Kullanılan kaç Kontrollü sınıflandırma metodlarından biri; bilinen özelliklerin ekranda poligonlarla tanımlanmasıdır Diğer bir metod ise, istatistiki olarak bilinen bir noktaya dayanarak aynı alanların sınıflandırılmasıdır. Bir başka sınıflandırmadan veya coğrafi bilgi sistemi katmanlarından üretilen tematik görüntüler sınıfları oluşturmak için kullanılabilir.



Şekil 13 : Kontrollü Sınıflandırma Adımları

Kontrollü sınıflandırmada sınıflar belirlendikten sonra her arazi kullanım sınıfı için Kontrollü alanları belirlenir (Kontrollü alanlar; her arazi kullanım sınıfı için arazide belirlenen ve bu kullanım sınıfını temsil eden örnek alanlardır). Seçilen Kontrollü alanın bütün sınıfın tipik özelliğini göstermesi gerekir. Bu nedenle Kontrollü alanların seçiminde çok dikkat edilmelidir. Bazan farklı durumlar veya niteliklerin durumları aynı zamanlı veri setinde mevcuttur. Bu durumda her biri ayrı Kontrollü alan gerektirir. Kontrolsüz sınıflandırmada olduğu gibi Kontrollü

sınıflandırmada da değerlendirilebilen, iyileştirilebilen özgünlük (signature) dosyası oluşturulur.

Kontrollü sınıflandırmanın ana özellikleri;

- Genellikle arazi deneyimi, yani sınıflanacak arazi için ön bilgi gerekir.
- Kontrollü yer olarak seçilen alanlar, verilen sınıf özelliklerini bütünüyle yansıtmayabilir. Bu nedenle sonuç haritası hatalı olabilir.
- Sonuçta elde edilen sınıfların anlamı bilindiği için kullanıcı her bir sınıfı yorumlamaya gayret etmez.
- Sınıflandırma işlemi, kullanıcının çalışma konusuna göre, seçilen özelliklerin sınıflandırılması için yönlendirilir.

Sınıflandırma Kuralları; Kümeleme işleminin sonuçları, görüntüyü sınıflandırmak için kullanılır. Sınıflandırma işlemi, özgünlük dosyasında bulunan bilgiyi kullanarak görüntüye karar kuralı uygular. En çok kullanılan karar verme kurallarından bazıları; “minimum uzaklık kuralı” ve “en yüksek benzerlik sınıflandırmasıdır” (maximum likelihood classification) kuralıdır. “Minimum uzaklık kuralı”; pikselleri sınıfa yakınlığına göre sınıflar. ISODATA sınıflandırmasının sonucu aslında minimum uzaklık sınıflandırmasıdır. “En yüksek benzerlik sınıflandırması”, pikselin ait olduğu sınıfı belirlemek için aynı değişkenleri kullanır ve olasılık fonksiyonlarına göre birleştirilir. En yüksek benzerlik sınıflandırma algoritması, diğer algoritmalara göre genelde daha doğrudur. Ancak son derece parametrik ve verinin normal olarak dağılmış olması gereklidir (Morain, S, 1996).

“En yüksek benzerlik” algoritmasında her bir sınıfın her bir bantta normal dağılımlı olduğu kabul edilir ve her bir piksel için olasılık değeri hesaplanır. Bütün pikseller en yüksek olasılığa sahip oldukları sınıfa atanır. (Musaoğlu N., 1994)

Bu nedenle, en yüksek benzerlik algoritması kullanılarak yapılan kontrollü sınıflandırma, görüntü verisinin kantatif analizi için seçilmiş bir yöntemdir. Başlıca adımları şunlardır.

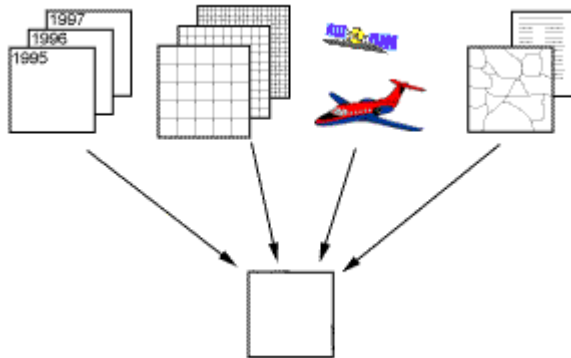
- 1- Yer örtü tipleri setinin seçimi (veri sınıfları)
- 2- Her bir sınıftan Kontrollü piksellerin seçimi (Kontrollü veri), Her bir sınıf için Kontrollü setlerin, çalışma alanında yapılacak tespitler ile oluşturulması

- 3- Kontrollü veri, en yüksek benzerlik sınıflayıcısının parametrelerini (kullanılan muhtemel modelin özelliklerini gösteren parametreler) oluşturmak için kullanılır.
- 4- Kullanılan Kontrollü sınıflayıcı her bir pikseli görüntüde bir veri sınıfının içine sınıflandırır.
- 5- Tabakalı, sistematik açıdan uyuşmayan teknik kullanılarak yapılan sınıflandırmanın doğruluk analizlerinin yapılması gerekir (Gomasca, M.A. 1996).

Sınıflandırılmış görüntüler gösterilmeye ve analiz yapılmaya hazırdır. Yanlış belirlenen veya daha çok Kontrollü alan gerektiren sınıflardan doğru belirlenen sınıfları ayırmak için görüntü analizinde olasılıklı görüntüler kullanılabilir. (Moran, S. 1996)

1.3.7. Veri entegrasyonu ve analizi

Geniş algılayıcılardan sayısal formatta elde edilen verilerle yorumlama ve analiz yapmak için veri entegrasyonu yaygın bir metottur. Veri entegrasyonu esas itibariyle çok sayıda kaynaktan elde edilen verinin birleştirilmesini veya kombine edilmesini içerir. Veri entegrasyonu; çok zamanlı, yüksek çözünürlüklü, çok algılayıcılı, çok veri tipini kapsar.



Şekil 14 : Çeşitli verilerin entegrasyonu (<http://www.geo.mtu.edu/rs/back/energy>)

Farklı zamanlara ait görüntüler, değişiklik olan alanları belirlemek için bütünleştirilir. Çok zamanlı değişiklik belirleme basit metotlar vasıtasıyla olduğu gibi çoklu sınıflandırma karşılaştırmaları veya çok zamanlı veri setleriyle bütünleşmiş sınıflandırmaları kullanan kompleks yaklaşımlarla da yapılabilir. Çok

Çözünürlüğe sahip verilerin birleştirilmesi, farklı uygulamalar için faydalıdır. Düşük özünürlüklü verilerle daha yüksek çözünürlüklü verinin bütünleştirilmesi, bir görüntüde uzaysal ayrıntıyı önemli ölçüde keskinleştirir ve niteliklerin ayrımını belirginleştirir. SPOT uydu verisinde, 10 metrelik pankromatik görüntü 20 metrelik multispektral görüntüyle kolayca birleştirildiğinden bu yaklaşıma uygundur. Ayrıca pankromatik veri, gelişmiş uzaysal çözünürlük sağlarken multispektral veri, iyi spektral çözünürlük elde etmeye yardım eder. Çok algılayıcı veri entegrasyonunun uygulamaları, birbirine veya genel coğrafik koordinat sistemine veya harita tabanına geometrik olarak kaydedilmiş veri gerektirir. Bu aynı zamanda yardımcı veri kaynaklarının uzaktan algılama verisiyle bütünleştirilmesine olanak sağlar. Örneğın sayısal yükseklik veya sayısal arazi modeli diye adlandırılan sayısal formda yükseklik verisi, çeşitli amaçlar için uzaktan algılama verisiyle birleştirilebilir. Sayısal arazi veya sayısal yükseklik modeli, bir görüntü sınıflandırılmasında arazi ve eğim değışikliklerinin düzeltilmesinin ve sonuç sınıflandırmasının doğruluğunun potansiyel olarak arttırılmasının etkeni olarak faydalı olabilir. Sayısal arazi modeli, yükseklik verisi üzerine uzaktan algılama sonuç görüntüsünün örtülmesi ve alanın görünüşünün zenginleştirilmesiyle üç boyutlu perspektif görünüşlerinin üretilmesi için de yararlıdır.

Farklı tiplerde farklı kaynaklardan elde edilen verilerin birleştirilmesi, veri bütünleştirilmesi ve analizinin en belirgin yanıdır. Bütün veri kaynaklarının genel bir coğrafik tabana geometrik olarak oturtulduğu sayısal bir bilgi elde etme potansiyeli oldukça geniştir.

Bu sayısal coğrafi bilgi sistemi veri tabanıyla analiz yapma kavramıdır. uzaysal olarak tanımlanan bazı veri kaynakları bu tip bir ortamda kullanılabilir. Sayısal model, bu tip verinin bir örneğidir. Diğer örnekler, uygulamaya göre, toprak tipinin, arazi örtüsü sınıflarının, orman tiplerinin, yol ağlarının vb. sayısal haritalarını içerebilir. Mevcut harita bilgilerini yenilemek için harita formatında olan bir uzaktan algılama veri setinin sınıflandırılmasından elde edilen sonuçlar, başka bir veri kaynağı olarak da coğrafi bilgi sisteminde kullanılabilir. Esasında çeşitli veri setlerinin birlikte analizleriyle sadece tek bir veri kaynağı kullanılarak elde edilene göre sinerjistik biçimde daha doğru ve daha iyi veri elde etmek mümkündür. Pek çok uygulama için mümkün olan binlerce uygulama için analiz potansiyeli vardır.

1.4. Uzaktan Algılama Kullanım Alanları

Uzaktan algılamanın başlıca kullanım alanları;

- Arkeoloji, Antropoloji,
- Kartoğrafya,
- Jeoloji,
 - Survey çalışmaları
 - Mineral kaynaklar,
- Arazi kullanımı,
 - Kentsel arazi kullanımı,
 - Zirai arazi kullanımı,
 - Toprak haritalaması,
 - Toprak nemi ve evapotranspirasyon,
 - Ürün tahminleri,
 - Ormancılık envanteri,
- İnşaat mühendisliği, - Arazi çalışmaları,
 - Su kaynakları,
 - Ulaşım olanakları,
- Su kaynakları,
 - Yeryüzü suyu, suyun sağlanması, su kirliliği,
 - Kar ve buz haritalaması,
- Kıyı çalışmaları,
 - Erozyon, yeni arazi oluşumu, batimetri,
 - Kentsel atık, termal ve kimyasal kirlilik denetimi
- Oşinografi,
 - Yüzey sıcaklığı,
 - Deniz dibi topoğrafyası,
 - Rüzgarlar, dalgalar, hava akımları,
 - Petrol kirliliğinin denetlenmesi,
- Meteoroloji,
 - Hava sistemlerini izleme,
 - Hava tahminleri,
 - Bulut sınıflandırması,
- Klimatoloji
 - Atmosferik küçük bileşenler,
 - Yeryüzü albedosu,
 - Çölleşme,
- Doğal felaketler
 - Seller, depremler,
 - Volkanlar,
 - Orman yangınları, (Cracknell, A.P. and Hayes, L.W.B. 1996).

1.5. Kentsel Arazi Kullanımının Belirlenmesinde Uzaktan Algılama Metodunun Önemi

Kent merkezleri, endüstriyel gelişmelerin büyümesine paralel olarak yakın çevresi içinde gelişmektedir. Kentlerin sürekli büyümesinden dolayı kentsel ve kırsal saçaklarda arazi kullanımları daha sık ve daha hızlı değişiklik gösterme eğilimleri içindedir. Bu süreç esnasında kentte ve kent çevresinde önemli doğal ve kültürel yeşil alanlar, kentleşmeyle yok olmaktadır. Bunun sonucu olarak kentlerde; çeşitli verimli zirai alanlar ile yeşil alanların azalması gibi çeşitli çevre sorunları yaşanmaktadır. Bu sorunların çözülmesi için, değişen kentsel yayılım, kentsel arazi kullanımı, kentsel kaynaklar ve kentsel çevre ile ilgili, zamana göre düzenli aralıklarda elde edilen tam ve güncel veriler gerekmektedir. Bunun en ekonomik ve en kolay yolu uzaktan algılamadır. Yeryüzü kaynaklarını tespit uydularının 1970'lerde gönderilmesiyle Landsat MSS gibi uydulardan elde edilen veriler, kent ve çevresinin haritalarını üretmek için yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. (Gao, J., Skilcorn, D.). Bununla birlikte Landsat MSS pikselleri 79x79m uzaysal çözünürlükten dolayı ayrıntılı arazi örtüsü haritalarının üretilmesine imkan verecek derecede yeterli ayrıntıya sahip değildi. (Jensen 1996). Ancak daha sonra gönderilen 30x30 m yersel çözünürlüğe sahip Landsat TM uydusundan elde edilen veriler, kentin kırsal alanla birleştiği kent saçaklarında arazi kullanımının haritalanmasında başarıyla kullanılmaya başlanmıştır. Miami Florida'da arazi örtüsü; Landsat TM görüntüsü kullanılarak su, açık alan, ormansız alan, ıslak alan, zirai alan, konut ve ticari alanlar şeklinde sınıflandı. Yine benzer kentsel çalışmalarda, Harris ve Ventura (1995) Landsat TM görüntüsünden Wisconsin, Beaver Dam'nin küçük kentsel alanı için (konut alanı, ticaret alanı, endüstriyel alan, açık alan ve yol) şeklinde sınıflandırma yaparak %77 doğruluk elde etti. Charbanneau et. al. (1993) yaptığı çalışmayla üç Landsat MSS görüntüsünü Montreal /Kanada'nın kentsel gelişimini denetlemede kullanmıştır. Son yıllarda uydu algılayıcı sistemlerinden elde edilen verileri kullanılarak, kentsel alanların uzaktan algılama ile analizi şeklindeki çalışmalar başarılı sonuçlar vermektedir. Özellikle SPOT veya Landsat uyduları gibi nispeten iyi uzaysal çözünürlükte veri sağlayan uydu algılayıcıları, kentsel çalışmalarda önemli potansiyele sahiptir. Bu alanlar morfolojik karakteristikleri ile ilgili olarak uzaktan algılama verisinin uzaysal, spektral ve zamansal özelliklerine göre analiz

edilmelidir (Jensen 1981, Weber 1995).

- Kentsel yayılım ve kentsel çevrenin gelişiminin haritalanması, denetlenmesi ve planlanmasında uzaktan algılama kullanılabilir. Kentsel alandan başlayan ve gittikçe kırsal alanlara süratle ilerleyen arazi kullanım değişikliklerinin yaşandığı Metropoliten Alanlarda arazi kullanım değişiminin değerlendirilmesinde çok zamanlı Landsat TM verisinin olası katkısı uzaktan algılama teknolojisindeki ilerlemelerle gün geçtikçe artmaktadır. Kentsel alanlarda arazi kullanımı ve arazi örtüsünün hızla değişimi problemi büyümektedir. Arazi yönetimi ve planlama politikalarında, karar vericilerin rasyonel programlar hazırlamasında, karar vermede ortaya çıkan çok önemli olan, sorunlar hakkında güvenilir bilgi gerekir (Fabos and Petrosovits 1984). Yer kaynakları uydularının geliştirilmesiyle uzaktan algılanmış görüntüler bu şekildeki bilgilerin elde edilmesinde yeni bir araç olarak kabul edilmektedir.

Landsat MSS ve TM, SPOT uyduları; kırdan kente arazi kullanımı dönüşümü hakkında yer surveylerinden ve hava fotoğraflarından daha sık, daha ucuz, karşılaştırılabilir, duruma göre (%75 -%99 arası) doğrulukla bilgi sağlarlar. Zirai alanların, ormanların, meraların konuta ve endüstriyel gelişmeye hızlı dönüşümü sorunun geçtiği etkilenme alanlarının arazi kullanımı / arazi örtüsü değişiminin belirlenmesi çalışmalarında uzaktan algılama teknolojisi başarıyla kullanılmaktadır (Gomasca. M.A., 1996).

- Kent ve çevresinin arazi kullanım planlarının haritalanmasında, planlanmasında, Arazi kullanım planlarının denetimi ve yenilenmesinde; genellikle geleneksel yersel metodlar kullanılmaktadır. Bu da yoğun çalışma ve zaman harcanmasına neden olmaktadır. Özellikle hızlı değişen yerlerde zamanla bu haritaların geçerliliği kalmamaktadır. Son yıllarda uydu uzaktan algılama teknolojisindeki hızlı gelişme göstermiştir ki; artık düzenli zaman aralıklarında alınan uydu görüntülerinin analizi ile arazi kullanımı / arazi örtüsü haritalarının hazırlanması ve yenilenmesi mümkündür. Ulaşılması zor bölgelerdeki arazi kullanımının haritalanmasında ise uzaktan algılama görüntüleri bu konudaki tek veri kaynağı olmaktadır (Raghavswamy, V., 1996). Görüntüler analiz için gereken ayrıntıda uygun uzaysal çözünürlükle elde edilebilmektedir. Uzaktan algılama görüntüleri yer analizlerinde sorun olan yersel analiz problemlerini ortadan

kaldırmaktadır. Görüntüler yer çalışmalarında eksik olan görüş açısına sahiptir. Görüntülerin yorumlanması ile arazi örtüsü ve kullanımının belirlenmesi yersel araştırmalar yapmaktan daha hızlı ve daha ucuz olmaktadır.

Sonuç olarak, uzaktan algılama ile uydu görüntülerinden üretilen veriler, şehrin planlanmasında ve gelişmesi için uygun planlar ve stratejiler hazırlanmasında çok önemli katkılarda bulunmaktadır (Raghavswamy, V., 1996).

Uzaktan algılama teknolojisinin kentsel çalışmalarda kullanımında ortaya çıkan sorunlar olabilmektedir. En önemli sorunlardan biri algılayıcının uzaysal çözünürlüğü ile ilgili olarak kentsel alanların heterojenliğidir. Kentsel alanlarda bu sorun (çatılar, yollar, ağaçlar vb.) objelerin çeşitliliğinden kaynaklanan spektral yansımaların birbirine karışması ile ilgili bir durumdur (Forster 1985, Weber 1995). Bunun sonucunda kentsel objelerin doğru olarak belirlenmesinde sonuç verileri kritik olmaktadır. Eğer objenin civarında bulunan örtü farklı ise algılayıcının bütünleştirici etkisi tek arazi örtüsü sınıfından yansımayı önemli ölçüde etkilemektedir (Paulsson, 1991 Weber 1995). Ayrıca arazi örtüsü sınıflarının bütünlüğü kolayca ayrı sınıflara bölünemez olduğundan arazi yüzeylerinin geleneksel görüntü sınıflandırması yaklaşımıyla tanımlanması zor olmaktadır. Yanlış sınıflandırmalar çeşitli sebeplerle meydana gelmektedir. Örneğin kentsel arazi örtüsünün farklı tiplerinin spektral yansıması birbirinin benzeridir. (Örneğin liman kıyısı ile evlerin çatıları) Bazı sınıfların spektral yansımaları da çok geniş aralıkta olabilmektedir (Örneğin çatı malzemesi farklı yılların farklı materyalleri olabilir.) (Weber 1995).

1.5.1. Yeşil Alanların Belirlenmesinde Uzaktan Algılama Metodunun Önemi

1.5.1.1. Açık ve Yeşil Alanlara İlişkin Analitik Tanımlamalar

Açık alan; insan yaşantısını sürdürdüğü, üzerinde yapı yapılmış kapalı mekanların dışında kalan, ya doğal olarak bırakılmış, ya da tarım ve konut dışı dinlenme amaçlarına ayrılmış kent parçasıdır (Keleş 1977). Açık alan kavramı, çok geniş bir

içeriğe sahiptir. İster kentsel ister kırsal alanda olsun açık alanların yorumlanmasında, insan yoğunluğu en önemli etkidir.

Yeşil Alanlar; tarım ve diğer işletme alanları dışında kalan, düzenlemelerle genelde topluma yararlı hale getirilmiş yerlerdir (Gürses 1970). Genel olarak açık ve yeşil alan kavramı içine giren alanlar fiziksel, ekolojik ve ekonomik önemi olan yerlerdir. Ya doğal olarak ya da belirli bir planlamaya tabi tutulup insan hizmetine sunulmuştur.

Açık ve yeşil alanları oluşturan elemanlar ayrı ayrı ele alındıklarında, birbirinden çok farklı işlevleri yerine getirmekle beraber, kent açık ve yeşil sistemi bakımından düşünüldüklerinde kent gelişim deseninin ortaya çıkmasında önemli rol oynarlar.

Açık ve yeşil alan sistemi; bir kentin yapısındaki çeşitli kullanımlar için uzun süreli bir denge unsuru; aynı zamanda, çok yönlü dış mekan kullanımları için de çeşitli olanaklar yaratan, bir unsurdur. (Öztan 1991)

Açık ve yeşil alanları oluşturan elemanlar ayrı ayrı ele alındıklarında, birbirinden çok farklı işlevleri yerine getirmekle beraber, kent açık ve yeşil alan sistemi bakımından düşünüldüklerinde kent gelişim deseninin ortaya çıkmasında önemli rol oynarlar.

Bir açık yeşil alan sistemi, bu sistemi oluşturan elemanların süreli bir seri halinde birbirine bağlanmaları yada işlevsel bir sistem oluşturacak şekilde düzenlenmeleriyle oluşur. (Öztan 1991)

Ekosistem ve çevre sağlığının korunması ve sürdürülebilirliği açısından bu denli büyük öneme sahip açık ve yeşil alanların kent planlama disiplini açısından da anahtar rol oynayacak eleman olması kaçınılmazdır. (Değirmencioğlu 1977)

Yeşil kuşak; ekolojik ve rekreasyonel amaçlarla planlanan uygulanan ve yönetilen şebekelenmiş açık alanlar bütünüdür. Belirlenen bu açık alan örgüsü,

kentsel büyümenin denetlenmesinde ve kentsel formun oluşturulmasında önemli rol oynar. (Çulcuoğlu 1997)

Yeşil kuşak modelinin amacını 3 maddede toplamak mümkündür.

- Yoğun yapılaşmanın geçirilmesini önlemek
- Kentlerin büyüyerek birleşmesini önlemek
- Kentlerin özellikli yapısının korunmasını sağlamak (Öztan 1968)

Yeşil kuşak içerisinde bulunması kabul edilen kullanımlar şunlardır; tarım alanları, meyva bahçeleri, orman alanları, koruluklar, mezarlıklar, mevcut ensititüler, doğa koruma ve yaban yaşam alanları, nehirler, kanallar, rezervuarlar, göller ve liman alanları, öncelikli açık hava rekreasyon aktiviteleri, fidanlıklar ve hobi bahçeleri, yerel planlama otoriteleri tarafından uygun görülen kısa süreli kamping ve karavan sahalarıdır. (LPAC 1994)

1.5.1.2. Açık ve Yeşil Alanların Fonksiyonları ve Önemi

Açık ve yeşil mekanlar; şehircilik, kent iklimi, peyzaj ve kent estetiği, psikolojik ve ruh sağlığı, ekolojik ve kullanım fonksiyonu bakımından önemlidir (Richter,1982, Ayaşlıgil, 1996).

1) Şehircilik açısından önemi :Kentsel açık ve yeşil mekanların; şehircilik açısından bölümlleme, sirkülasyon, biyoklimatik ve hijyenik yönden, koruma, kenti biçimlendirme ve estetik kazandırma, yaşantı değerini artırma, alan saklama, rekreasyon gibi kullanıcıya dönük kullanım alanı yaratma fonksiyonları vardır.

a) Bölümlleme fonksiyonu : Her hangi bir yerleşim yerinde korunan, ayakta kalan açık alanlar, örneğin orman alanları, yamaçlar, sırtlar, kıyılar ve vadiler, yalnızca varlıkları dolayısıyla bile kenti bölümleyen ya da kente biçim veren elemanlar olarak etkin olabilirler.

b) Sirkülasyon fonksiyonu: Kenti bölümleyen akslarla birlikte düşünülen yollar, kentsel açık mekanlar, yerleşim yerleri ile endüstri bölgelerinin ve tüm şehrin ulaşımına açılmasını sağlar. Çok iyi düşünülmüş ulaşım sistemleri örneğin araç, yaya ve bisikletliler için düşünülmüş bağlantılar bu fonksiyonu yerine getirebilir.

c) Biyoklimatik ve hijyenik fonksiyonu : Yerleşim yerlerinin vejetasyonu, geniş alanlar kaplayan yeşil bantlardan başlayıp özel ev bahçelerine kadar, hepsi kent ikliminin olumsuz etkilerini ortadan kaldırabilir. İnversiyon durumlarının söz konusu olması durumunda regüle etme inversiyonları sayesinde iklimde bir iyileşmeye katkıda bulunabilirler. Asimilasyon yapma yeteneğinde olan bitkiler sayesinde havanın nemi artar, sıcaklık dengelenir, güneş ışığının etkileri zayıflar, ayrıca oksijen ve karbon asitlerinin artması sonucu ve ağır metal içeren diğer emisyonlar tutulur.

d) Koruma fonksiyonu : Bir kentin yeşil strüktürleri ; geniş yeşil alanlardan dar yeşil bir şeride kadar hepsi, kentteki gürültünün, toz ve gaz şeklindeki zararlı maddelerin tutulmasını sağlar. Bitkilendirilmiş alanlar, şiddetli rüzgarları önleyerek ve termik rüzgarlar oluşturarak hava kütlelerinin sirkülasyonunu sağlar.

e) Kenti biçimleme ve estetik kazandırma fonksiyonu : Kent yeşili, çok farklı biçimlerde oluşturulmuş, örneğin tarihi bakımdan önemli bahçelerde buna dahil olmak üzere, bir kentin ya da tek tek mekanlarının görsel tablosunu çok büyük ölçüde etkileyebilirler. Özellikle açık yerlerde gösterişli açık mekanlar bir kentin estetiğinin artmasını sağlayabilir. Çok çeşitli açık mekanlar yoğun yerleşim yerlerinde arzulanmayan çekirdek oluşumlarını önleyebilir ve kenti bölümleyerek yaratacakları mekan strüktürleri ile kentin biçimi ve formu üzerinde etkili olabilir. Kentin büyük park tesislerinden başlayıp, küçük yeşillendirilmiş kent mekanlarına kadar hepsi kent biçimi ve formu üzerinde etkilidir.

f) Yaşantı değerini artırma fonksiyonu : Açık mekanı kullanan kişiler açısından kent yeşili bir yaşantı değerine sahiptir. Ayrıca reprezentatif amaçlı düzenlemeler de yaşantı değeri üzerinde etkilidir. Aktif olarak doğadaki uğraşlar ve kentte mevsimlerin yaşanılması da yaşantı değerini artırır.

g) Rekreasyon fonksiyonu : Konut yakınındaki, bir semtteki ya da bir şehir bölgesindeki çeşitli açık mekanlar, iş saatleri dışında ve hafta sonlarında çok farklı şekillerde kişilerin rekreasyon ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

h) Alan saklama fonksiyonu : Kent gelişim konsepti içerisinde bazı alanların, gelecekte olabilecek alan ihtiyaçları göz önünde bulundurularak, gelecekte düşünülen fonksiyonları için ara kullanımlara sunulur.

k) Kullanıcıya dönük kullanım alanı yaratma fonksiyonu : Yaşantı değerini artırma ve dinlenme fonksiyonu açısından kullanıcıya dönük fonksiyon alanlarının belirlenmesini sağlar. Bunlar tüm kent yeşili ya da yalnızca belirli mekanları kapsayan yeşil alanlar, meydanlar ve ev bahçeleri gibi alanlardır.

2) Kent iklimi bakımından önemi : Açık ve yeşil mekanlar kent sistemi içerisinde çok sayıda çeşitli mikroklimalar meydana getirerek yeşil mekanlar kent iklimi üzerinde belirli bir etki yapar. Özellikle de sıcaklık üzerinde etkili olmaktadır. Yapılaşmanın yoğun olduğu yerlerdeki ısınan hava ile, geniş, yeşil mekanlardaki serin hava arasında bir sirkülasyon sistemi oluşur. Bu sirkülasyon sistemi sayesinde kent ve çevresindeki serin hava geceleri yapılaşmış kent bölgesine ulaşır. Bu hava sirkülasyonu reliyef vasıtası ile de sağlanabilir. Eğimli alanlarda, örneğin vadide, serin hava daha alçak yerlere doğru akmaktadır. Bu serin hava, kent çevresindeki büyük ormanlık alanlar üzerinde, tarım ve çayır alanlar civarında oluşur. Eğer kentte yapılar ve bitkilendirmeler hava akımına dik olarak yerleştirilmemişlerse bu serin hava kente doğru akar. Aksi durumda serin havanın yer yer birikmesine ve buzlanma gibi olumsuz oluşumlara neden olabilir.

Kent sıcaklığı açısından vejetasyonun ve yayılışının büyük önemi vardır. Kent iklimi üzerinde su yüzeylerinin de büyük ölçüde etkisi vardır. Kısacası kentteki iklim şartları büyük ölçüde vejetasyon ve su yüzeylerinin miktarları ile çok yakından ilgilidir (Miess,1974, Ayaşlıgil, 1996).

3) Pevzai ve kentin estetiği açısından önemi : Her kentin gelişimini ve temelini oluşturan ve belirleyen faktör peyzajdır. Peyzajı röliyef, sular ve vejetasyon belirler. Kentin çekiciliği, peyzaj elemanları ile yapı elemanları arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Tek tek yeşil mekanlar örneğin ev bahçeleri, parklar ya da alleler kentin görünüm ve estetiğini etkilemektedir. Tek büyük bir ağaç bile mekanın etkisini büyük ölçüde değiştirebilir (Oerel,1976, Ayaşlıgil, 1996). Kent içindeki kent ormanları, koruluklar, ağaç grupları ya da soliter ağaç, çalılık, çitler gibi yeşil mekanlar ve yeşil elemanlar kentin peyzaj ve estetiğini etkileyen mekanlardır.

Kent çevresinde ise kent ve peyzaj görünümünü oluşturan tipik unsurlar, orman, bağ, bahçe gibi arazi kullanım şekilleridir. Kentlerde yeşil mekanlar tarihin mirasına dahildir ve çoğu sanat ve kültür tarihi açısından önemli olup ya korunmakta, ya da öneminden dolayı bir çok kentin ayrılmaz parçası olarak kabul edilmektedir. Bazı kentlerde yeşil mekanlar isimleriyle o kentin simgesi haline gelmişlerdir.

Örneğin Hydepark - Londra, Bois de Bolougne - Paris, İngiliz Bahçesi, Münih, Prater - Viyana.

4) Psikolojik ve ruh sağlığı yönünden önemi : Psikologlar tarafından yeterli ölçüde ve doğrudan doğa ile birlikte yaşamanın, insanın ruh sağlığının ön koşullarından biri olarak kabul edilir. Toprak, temiz hava, güneş, bitki ve hayvanlar ile kontak özellikle çocuklar için gereklidir. Ayrıca yeşil mekanlar kent sakinlerine yapılaşmış çevreye bir kontrast yaşantı sunmaktadır.

5) Ekolojik önemi : Yeşil mekanlar çok sayıda bitki ve hayvan türü ve yaşam birlikleri için yaşam mekanları olarak büyük öneme sahiptirler. Yerleşim bölgelerinde koruma alanı olarak ayrılan yerlerde hayvan ve bitkilerin buralara göç etmesiyle ve buralarda yaşamlarını sürdürmeleri ile mümkün olmaktadır.

6) Açık ve yeşil mekanlar kent sakinlerine çeşitli kullanımlar sunarlar. Örneğin parklar, dinlenme alanları, spor alanları, gezinti ya da bisiklet yolları, bitki gösteri alanları, botanik bahçeleri, su yüzeyleri, spor alanları gibi.

7) Yeşil mekanların ekonomik yönden önemi : Kentin ekonomik sisteminde yeşil mekanların önemi, bazı semtlerin yeşil mekanlarla donatılmış olmasından dolayı bu semtlerdeki arsa fiyatları ile sıkı ilişkiler göstermektedir. Yeşil mekan miktarı ne kadar fazla ise arsa fiyatları da o kadar yüksektir.

Kamuya açık yeşil mekanların ekonomik değeri, bir yandan fiziksel ve ruhsal yönden insan sağlığına direkt olarak katkısından dolayı ileri gelmektedir.

Kent yeşil alan sisteminin oluşturulması ile konut ve iş bölgeleri arasında ulaşım ağının yeşil mekanlarla donatılması ile de gürültü ve hava kirliliğinin azaltılması sağlanmış olur. (Ayaşlıgil, 1996)

1.5.1.3. Açık ve Yeşil Alan Sınıflanması

Kentlerde açık ve yeşil alanlar 2 grupta toplanabilir.

1. Düzenlenmiş Açık Alanlar (Kültür Yeşilleri)

1.1. Kentin fiziksel yapısında mutlak bir fonksiyon gereği olarak yer alan açık alanlar, yollar, otoparklar, mezarlıklar, hava alanları,

1.2. Estetik ve rekreasyonel amaçlarla yer verilen yeşil alanlar

1.2.1. Sosyal yeşiller,

1.2.1.1. Topluma açık alanlar,

- Pasif yeşil alanlar : Parklar, bakı noktaları, vizüel yeşiller (meydanlar, refüjler, bulvarlar).

- Aktif Yeşil Alanlar; Spor sahaları, Yüzme tesisleri, oyun sahaları, çocuk bahçeleri,

1.2.1.2. Topluma yarı açık alanlar ;

- Resmi, daireler iş yerleri ve çevreleri

- Tarihi binalar , mabetler ve çevreleri

- Hastaneler ve diğer sağlık merkezleri

- Okul bahçeleri

- Özel spor kulüplerine ait sahalar

1.2.2. Özel yeşil alanlar

1.2.2.1. Ev bahçeleri

1.2.2.2. Golf sahaları

2. İşlenmemiş Açık Alanlar

-Doğal yeşil alanlar, tabiatı koruma alanları, su, vejetasyon, şehir ormanları (Bayraktar 1973)

1.5.1.4. Uzaktan Algılamanın Açık ve Yeşil Alanlarda Kullanımı

Doğal alanlara, özellikle yeşil alanlara sürekli müdahaleler yapılmaktadır. Hızla artan kentleşme nedeniyle kent çevresindeki yeşil alanlar gelişme baskısı altındadır. Özellikle gecekondu gibi plansız yapılaşma ile kentler çevrelerine doğru hızla geçirilmektedir. Kent çevresindeki yeşil alanlar (ormanlar, tarım alanları) hızla tükenmektedir. Yeşil alanlardaki bu değişim en kolay ve güncel olarak uzaktan algılama metodları kullanılarak belirlenebilir. İstenilen tarihte alınacak görüntülerle yeşil alanların zamansal değişimi ortaya konabilmektedir. Farklı tarihli uydu görüntülerinin analizi ile kentin gelişme aksları belirlenerek gelişmeye maruz kalabilecek yeşil alanlar belirlenerek, bu şekilde tespit edilen yeşil alanlar koruma altına alınacak şekilde düzenlemelere gidilebilir. Yani, uydu görüntülerinden

belirlenen kentin gelişimi, yeşil kuşaklar oluşturulmak suretiyle kontrol altında tutulabilir. Buradan hareketle geleceğe dönük gerçekçi planlamalar yapılabilir.

Uydu görüntülerinden toprak analizleri, (topoğrafik haritalarla birlikte kullanılmasıyla) arazi kullanımına göre eğim analizleri yapılabilmektedir. Bu tür çalışmalar peyzaj planlamalarında survey çalışmalarında veri olarak kullanılabilir.

Milli park gibi doğal ve korunması gerekli alanlarda, uzaktan algılama metodu kullanılabilir. Bu şekilde, bu tür alanlarda, doğal hayatı sürekli kontrol altında tutmak mümkündür. Ulaşılması zor alanlardaki survey çalışmaları için uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması zorunlu hale gelmektedir.

Bir kentte yeşil alan sistemi oluşturulurken uydu görüntüleri kullanılabilir. Bu şekilde 1:100.000 ölçekten 1:10.000 ölçeğe kadar kentin yeşil alan haritaları oluşturulabilir.

Uyduların çözünürlüğünün artmasıyla, uydu görüntüleri ile yeşil alanların analizleri daha detaylı, daha güncel ve hızlı biçimde yapılabilir.

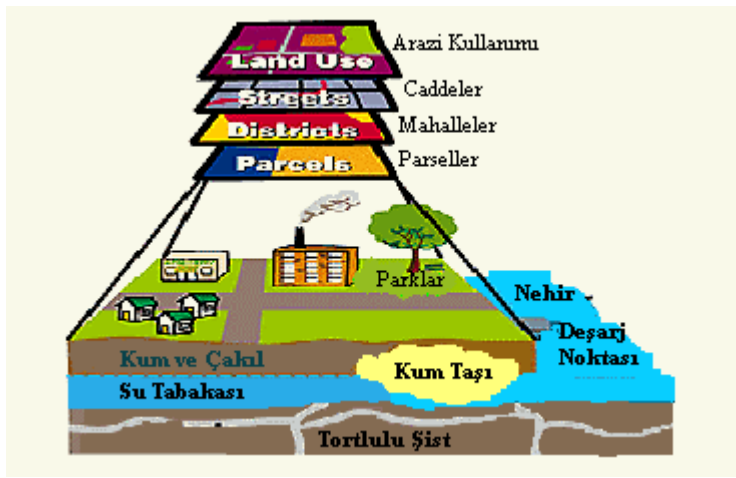
2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri; coğrafi tabanlı uzaysal veri ve onun özel gereksinimlerini karşılayan aynı özellikteki veriyle coğrafi tabanlı veriyi toplayan, depolayan, yenileyen, dönüştüren, gösteren araçlar seti olarak tanımlanır. Coğrafi bilgi sistemlerini diğer bilgi depolama ve yenileme sistemlerinden ayıran, kantitatif analizlerde önemli değişkenler gibi en önemli gösterilen prensibi, koordinat uzayında özelliklerinin ve konumunun kullanılmasıdır.

Coğrafi bilgi sistemlerinde, nesnelerin konumunun karakteristik özellikleri (uzaysal veri olarak) ve diğer özellikli veri (istatistikler, hazırlanmış tablo ve yazılar gibi) olmak üzere iki tür veri tabanı vardır. Uzaysal veri, bilgisayarda vektör ve raster olmak üzere iki ayrı formatta depolanabilir. Coğrafi bilgi sistemleri, coğrafi nesnelerin birbirleri arasındaki metrik, topolojik ve düzen ilişkilerine ait bilgileri de içermelidir. Kolaylıkla birleştirilen raster ve uzaysal veri katmanlarıyla yeni haritalar çok doğru biçimde üretilir. Böylece coğrafi bilgi sistemleri, üzerinde çalışılan farklı katmanlarda seçilen elemanlar arasındaki ilişkileri değerlendirmeyi yapabilen çok değişik veri tabanını mevcuttur. Coğrafi bilgi sistemlerinde verinin analizi; bilgisayar destekli haritalar ve veri tabanı yardımıyla desteklenir. Yüksek uzaysal çözünürlüklü uydu verisi coğrafi bilgi sistemleri veri tabanında kentsel çalışmalarda çeşitli potansiyel alanları ortaya çıkartmak için etkili biçimde birlikte kullanılır (Radhakrishnan, K., 1996).

Coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları; coğrafi bilgi sistemleri, araziye dayalı veri ile ilgilenen hükümet kurumları ve diğer özel veya kamu kuruluşları için özellikle önemlidir. Coğrafi bilgi sistemleri ile coğrafik veri, kağıt haritalardan, uydulardan, hava fotoğraflarından ve arazi ile ilgili tanımlayıcı kayıtlardan sayısal forma dönüştürülür ve bilgisayara yüklenir. Arazi parsellerinin belirtilmesi, politik ve kişisel sınırlar, kamu hizmeti dağılımı, yol ağı, arazi kullanım desenleri, doğal kaynaklar ve altyapıyı tanımlayan eklenebilecek sonsuz kapsamda veri, coğrafi bilgi sistemlerinde bir katman olarak gösterilebilir. Bir bütün olarak bu uzaysal veriye bağlanan milyonlarca öz nitelik veri kayıtları uzaysal veriyi tanımlar. Örneğin her bir parselle bütünleştirilen ölçüler ve sahiplik verisi, yükseklik, çap, fiziksel ve benzeri

diğer verilerle, coğrafi bilgi sistemleri ortamında yapılabilen uygulamaların zenginliği ve serbestliği sadece hayal gücü ile sınırlıdır. Örneğin çiftçiler; toprak tipi, yağış miktarı, senelere göre ürün rekolteleri ve yetiştirme şartları, (en iyi ürün rotasyon döngüsünün tahmin edilmesi veya ürün rekoltesinin en yükseğe çıkartılması için) ile ilgili konularda uzaysal veriyi kullanırlar. İlkyardım kuruluşları, doğal felaketlerin (sel, deprem vb.) karşılanmasında onlara yardım edecek topoğrafik ve nüfus verisini girer ve depolarlar. Son yıllarda çevre mühendisleri de kirliliğin neticelerini tahmin etmek ve modellemek için de coğrafi bilgi sistemlerini kullanmaktadırlar. (Chagarlamudı, P. and Plunket, G.W. 1996)



Şekil 15 : Coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılan çeşitli veri katmanları

Coğrafi bilgi sistemleri; farklı bileşenlerden oluşur;

Fonksiyonel bileşenleri; bir Coğrafi bilgi sisteminde veri aktarma, veri toplama, veri işleme, coğrafi analiz ve veri sunma bileşenlerinin var olması gerekir. Veri aktarma; veri toplama, veri doğrulama ve kalite kontrol gibi faaliyetleri içerir. Başlıca coğrafi veri toplama yöntemleri; arazide ölçme, fotogrametri, uzaktan algılama, harita ve planların sayısallaştırılması şeklindedir.

Veri depolama fonksiyonu; daha çok bilinen veri yönetim işlemlerinin dışında veri yapılandırma üzerinde yoğunlaşır. Geometrik veri, raster veya vektör yöntemleri ile tespit edilirken her iki yöntemde de farklı veri yapıları söz konusudur.

Veri işleme fonksiyonu; coğrafi bilgi sistemleri içinde nesneler ve bunların veri tabanları arasındaki ilişkiyi sağlamak için kullanılır.

- Nesne tanımlayıcı ve özniteliklerin veri tabanına girilmesi, değiştirilmesi, silinmesi,
- Nokta ve çizgi tipi geometrik elemanların girilmesi; konumunun değiştirilmesi, ölçeklendirilmesi, döndürülmesi, simetrik transformasyonu, biçiminin değiştirilmesi, nokta sayısının azaltılması, bölünmesi, kopyalanması, birleşmesi gibi bilgisayar destekli tasarım işlemlerini kapsar.
- Nokta, çizgi ve alan detay bileşenlerinin topolojik değerlerinin değişmesi,
- Benzeşim ve projektif dönüşümler,
- Projeksiyon dönüşümleri,
- Sınıflandırma, kodlama, tutarlılık ve format kontrolleri, olarak gruplandırılabilir.

Coğrafi analiz fonksiyonu; bir dizi coğrafi işlemde oluşan, coğrafi veriyi bilgiye dönüştüren ve üretilen bu bilginin yeni bilgilerin üretilmesinde kullanılması ile coğrafi bilgi sistemlerine kendi içinde doğurganlık kazandıran bir bileşendir. Çizgi ve yüzey enterpolasyonları, yüzey modelleme, istatistik analiz, tampon yaratma, üst üste çıkıştırma, yeniden sınıflandırma, alan birleştirme, ikili cebir, ağ analizi gibi işlemlerden oluşan coğrafi analiz pek çok coğrafi bilgi sistemi projesinin temel hedefini oluşturmaktadır.

Sorgulama işlemleri ise; Coğrafi analiz aşamasında, coğrafi veri işleme aşamasında ve veri sunma aşamasında yer alabilir. Sorgulama tipleri; grafikten veri tabanına sorgulamalar, veri tabanından grafiğe sorgulamalar, metrik sorgulamalar, topolojik sorgulamalar, düzen sorgulamaları ve veri tabanı sorgulamaları şeklinde sıralanabilir. Veri sunma işleminde ise toplanan ve coğrafi bilgi sistemi içinde üretilen raporlar, grafikler, haritalar gibi pek çok şekilde kullanıcıya sunulur.

Teknolojik bileşenler; fonksiyonel bileşenleri kolaylaştıran donanım ve yazılım araçlarından oluşur.

Organizasyonel bileşenler; Bir coğrafi bilgi sistemi projesinin başarıya ulaşmasında fonksiyonel ve teknolojik bileşenler kadar önemlidir. Organizasyonel bileşenler, insan kaynaklarının yönetimi, mali kaynakların yönetimi, kalite yönetimi, risk yönetimi, zaman yönetimi gibi proje yönetim konularının yanı sıra

organizasyonların ve iş süreçlerinin analizi ve yeniden yapılandırılması gibi konuları içerir (Özkan, C., 1998).

2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanım Alanları

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin temel uygulama alanlarından bazıları şunlardır;

a. Bilgisayar destekli harita üretimi,

Çeşitli özelliklerde çizgisel harita üretimi,

Harita güncelleştirme,

Harita genelleştirme,

Gölgeleme, eğim, bakış haritalarının üretimi,

b. Görüş kesitleri,

Kesit hesabı,

Görüş diagramları,

Üç boyutlu perspektif görüntüler,

c. Mühendislik uygulamaları,

Yol ağı planlaması

Sulama, drenaj,

Hacim hesapları,

Rezerv hesabı,

İletişim ağı analizi,

d. Envanter çalışmaları,

Orman sahalarının envanteri ve amenajman planları,

Maden sahaları,

Tarım sahaları,

Hayvancılık,

Su-petrol kuyuları,

Meslek kuruluşları,

e. Hizmet ağıları,

Su, kanalizasyon, elektrik, havagazı,

Toplu ulaşım,

Haberleşme ağı,

Ulaşım ağı,

Enerji ağı,

f. Bilgi sistemleri ,

Şehir bilgi sistemleri,

Tapu kadastro bilgi sistemi,

Askeri bilgi sistemi,

g. Askeri uygulamalar,

(Bank, E., 1993)

2.1.1 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kent Planlamada Kullanımı

Coğrafi bilgi sistemleri verisinin güncel ve tam kalmasının en etkili metodlarından biri güncel bilgi kaynağı olarak uzaktan algılamanın kullanılmasıdır. Sınıflanan veya yorumlanan uzaktan algılama görüntüleri girdi olabilir ve coğrafi bilgi sistemleri ile entegre edilebilir. Görüntü haritalarının üretilmesi, topoğrafik haritalardan daha az pahalıdır. (Bu işlem tamamen sayısal olduğundan beri) daha esnek olarak Landsat ve NOAA gibi uydulardan alınan uzaktan algılanmış verisi kullanan düşük maliyetli sistemlerin çeşitli amaçlar için topoğrafik haritaların işlevsel revizyonunda faydalı olduğu belirlenmiştir (Chagarlamudı P. and Plunket, G.W., 1996).

Sonuç olarak, coğrafi bilgi sistemleri bilimi ve onun kentin yeni problemlerini çözmedeki adaptasyonu ve bu konudaki uygulamaları, son yıllarda hızla artmaktadır. Bu şekilde yüksek çözünürlüklü veri kullanarak yeni alanların görüntülerinden harita üretilmesi, kadastral veri tabanı oluşturulması ve modellenmesi gibi uygulamalar yapmak mümkündür. Çeşitli kentsel uygulamalar ve altyapı çalışmalarında yararlı olabilecek çeşitli ölçeklerde tematik haritalar üretilir. Nüfus haritalaması, yol haritalaması ve metropoliten gelişmenin belirlenmesi, kaçak yapılaşmanın

gelişiminin denetlenmesi gibi uygulamalar coğrafi bilgi sistemleri metodları kullanılarak gerçekleştirilebilir. Ayrıca kentlerdeki sosyal ve teknik altyapının yeterliliği sınanabilmekte ve belirli parametrelere göre en uygun yer seçimi modellenmesi yapılabilmektedir (Radhakrishnan, K., 1996)

Uzaktan algılama ile coğrafi bilgi sistemlerinin birlikte kullanıldığında şehir planlaması ve yönetimi ile ilgili problemlerin belirlenmesinde daha etkin olmaktadır. Yerel coğrafi bilgi sistemi çalışmalarının ana hedefi; kullanıcıların türlü gereksinimlerini karşılayacak çok amaçlı bütünleşmiş bir sistemin kurulmasıdır. Büyük ölçekli uydu görüntüleri ve coğrafi bilgi sistemleri teknikleri, arazi mülkiyetleri seviyesinde arazi bilgi sisteminin gelişmesine izin verirler.

Coğrafi bilgi sistemlerinin yerel yönetimlerde;

- Hava fotoğrafları ve uydu verileri ile kaçak yapıların denetlenmesi,
- Kentsel arazi kullanım, nazım ve uygulama planlarının üretilmesi,
- Arazi kullanım haritaları ve mülkiyet verileri yardımı ile çağdaş konut alanlarının üretimine yardımcı olunması,
- Kentsel toprak değer analizleri yapılarak kamulaştırma haritalarının üretilmesi,
- Yapılaşmanın imar verilerine göre kontrolü,

gibi konularda kullanılmaktadır (Alkış, 1997, Aksoylu S., 1998)

3. UZAKTAN ALGILAMA METODUNUN ÇANAKKALE ARAZİ KULLANIMI VE YEŞİL ALANLARIN BELİRLENMESİNDE UYGULAMASI

3.1. Çanakkale'nin özellikleri

Çanakkale ili, Biga yarımadası ile Gelibolu yarımadası üzerinde yer almaktadır. Ege ve Marmara Bölgesinde toprakları bulunan ilin yüzölçümü 9737 kilometrekare, kıyı uzunlukları 671 kilometredir. Çanakkale ili, Biga yarımadası ile Gelibolu yarımadasının coğrafik konumundan dolayı stratejik öneme sahiptir. Çanakkale ili bir yandan Karadeniz, Marmara Akdeniz havzaları ile, öte yandan da Avrupa-Anadolu ile önemli bağlantılarının kavşağı durumundadır. Bu bakımdan deniz ve kara ulaşım olanakları ile Çanakkale, Türkiye'nin dışa açık önemli kapılarından birisi konumundadır. Çevrede bulunan başka yerleşim merkezlerine göre sınırlı ve geç başlamış olsa da özellikle son yıllarda hareketli nitelendirilebilecek bir yapılaşma ve kentleşme hızı gözlenmektedir.

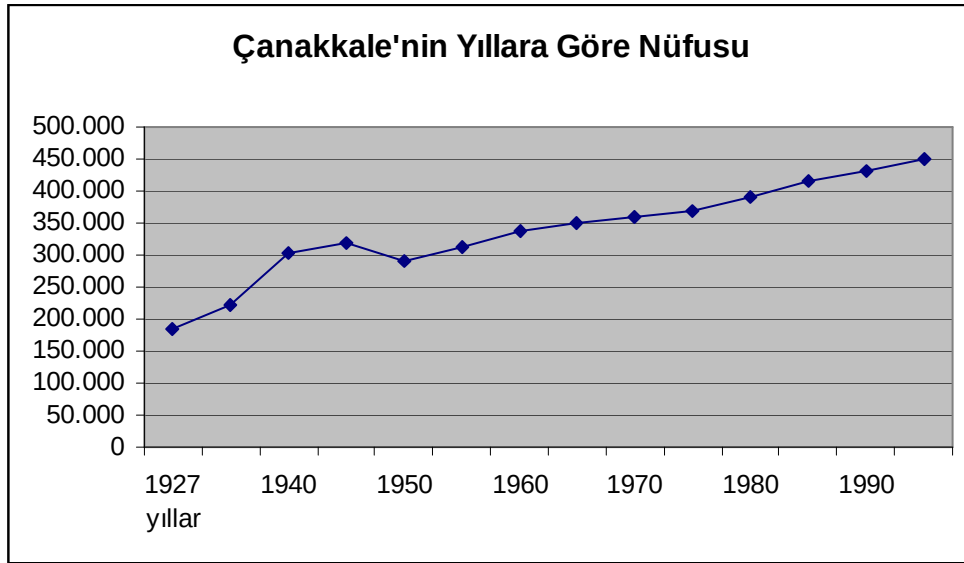
3.1.1. Nüfus ve İdari Bölüm

Merkez ilçe dışında ikisi ada olmak üzere 11 ilçesi, 34 belediyesi, 568 köyü bulunmaktadır. 1990 Nüfus sayımına göre Çanakkale'nin nüfusu 432.263'tür. Bu nüfusun 250.249 u köyde, 198.566'sı şehirde yaşamaktadır. 1997 Nüfus Sayımına göre ilin toplam nüfusu 448.815'e yükselmiştir. köy nüfusu; 263.734, şehir nüfusu; 168.529'dur. Yıllık nüfus artış hızı binde 5.29, nüfus yoğunluğu 46' dır.

Çizelge 3 : Çanakkale'nin Yıllara göre nüfusunun değişimi (1)

Yıllar	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1997
Nüfus	350317	360764	369385	391568	417121	432263	448815

(1) Ekonomik ve Sosyal Göstergeler DİE



Şekil 16 : Çanakkale'nin Yıllara Göre nüfusu

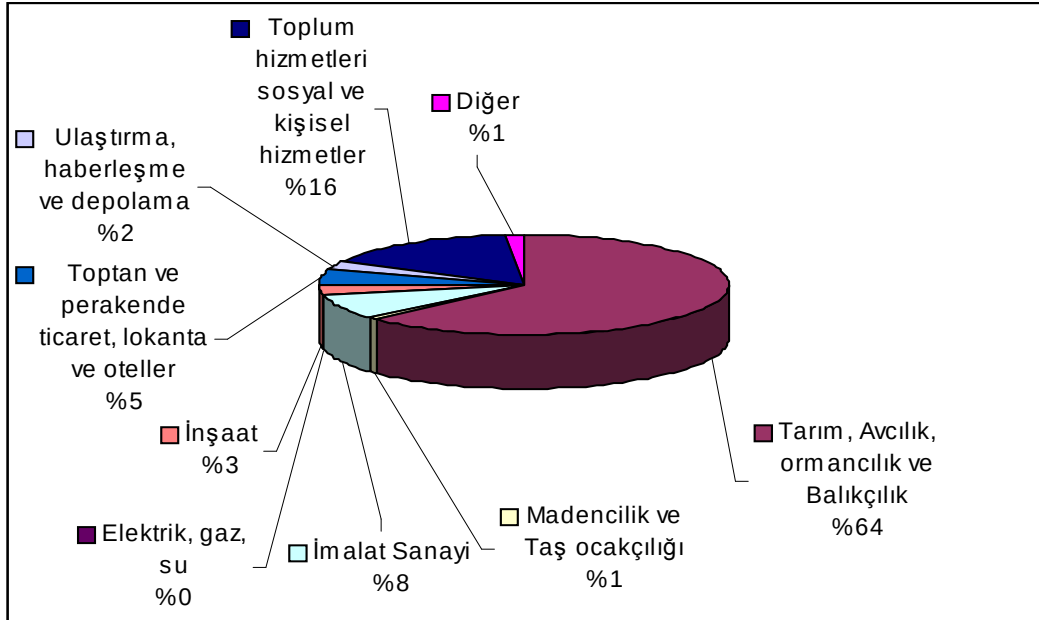
3.1.2. Sosyal Yapı

Çanakkale İlının sosyal yapısı; statik sayabileceğimiz bir yapıdadır. İlin iki yakasında yer alan ve nüfusun yaklaşık yüzde 5'ini oluşturan askeri birlikler ve aileleri kente bugüne kadar damgasını vuran en önemli unsurdur. Diğer bir büyük grubu ise kentin sakin havasının cezbedtiği emekliler oluşturmaktadır. Ülkemizin bazı bölgelerine nazaran oldukça küçük bir şehirleşmenin belirginliği olan, önemli sorunları bulunmayan bir il olarak kendisini hissettirmektedir. 1990 genel nüfus sayımına göre ilin 432.263 olan nüfusu, "Nüfus Artış Oranı" ve "Kır kent Nüfus Bölümü" itibariyle, ülkemiz nüfus hareketlerine nazaran kararlı bir gelişme göstermiştir.

3.1.3. Ekonomik Yapı

İl ekonomisinin temeli tarım ve hayvancılığa dayanmakla beraber son yıllarda özellikle tarıma dayalı sanayi, sebze ve su ürünleri, hayvansal ürünleri işleme alt sanayi dalları gelişme göstermektedir. Toprağa dayalı seramik ve çimento, petrokimya sentetik deri, şarap ve kanyak sanayiinde önemli tesislere sahiptir.

Tarım, Çanakkale'deki temel ekonomik etkinliktir. Ancak ilde kurulu sanayi yapısının büyük ölçüde tarıma dayalı olması ilin yaşamında tarımın önemini daha da artırır. DİE nin ekonomik ve sosyal göstergeler raporuna göre nüfusunun %62,79'u tarım, avcılık, ormancılık ve balıkçılıkla uğraşmaktadır (şekil 17). Yine DİE köy bilgi anketine göre; Çanakkale köylerinin %70'den fazlasının en önemli gelir kaynağı tarla ürünleridir. Bahçeciliğin ve sebzeciliğin en önemli gelir kaynağını oluşturduğu köyler ise toplam köylerin %5'i kadardır (DPT Çanakkale ili raporu). Hububat, ayçiçeği, zeytin, sebze, meyve üretimi ile hayvancılık, ilde en önemli gelir kaynaklarını teşkil etmektedir. İl, doğal ve su kaynakları açısından zengin bir konumdadır. İl topraklarının %97 si kültüre elverişli topraklardır. Orman alanları ise toprakların %54'ünü oluşturmaktadır. Çayır ve meralar, %9'luk bir alana sahiptir.



Şekil 17 : İktisadi faaliyet kollarına göre nüfus

Sanayi, Çanakkale'de genellikle tarıma dayalı olarak son yirmi beş yıldan bu yana bazı alt sanayi dallarında gelişme ve yapılaşma göstermiştir. Tarıma dayalı olarak Çanakkale'de gelişen sanayiler, sebze, meyve, deniz ürünleri ve süt ürünleri, un, yem, yağ, ve içki alt kollarından oluşmaktadır. İlin başlıca sanayi ürünleri, konserve (özellikle domates ve kırmızı biber salçası) kurutulmuş sebze, çimento, seramik sanayi ürünleri ve süt ürünleridir. Çanakkale ilinin sanayisi 1970'li yılların başına kadar önemli bir gelişme göstermemiştir. Bunun temel etkenlerinden birisi, stratejik konumda ve özellikle askeri bölge olmasıdır. İlde imalat sanayiine genişleme olanağı sağlayan dönüm noktası, Çanakkale'nin 1973 yılında "kalkınmada

öncelikli iller" kapsamına alınması ile başlamıştır. Gerek il dışından gelen büyük sermaye grupları, gerekse ilde çoğu çok ortaklı şirket biçiminde kurulan firmalar ağırlıklı olarak gıda ve taş ve toprağa dayalı sanayilerde büyük ölçekli yatırımlara girmişlerdir.

Son yıllarda ise Çanakkale'de organize sanayi bölgesi, liman, doğal gaz boru hattı ve demiryolu yapım çalışmaları gibi ard arda başlayan altyapı yatırımları gerçekleştirilmektedir. Bu yatırımlardan, Çanakkale organize sanayi bölgesi ve Biga organize sanayi bölgesi, yaklaşık bin dönümlük bir arazide ve tüm altyapı hizmetlerinin iki yıl içinde tamamlanması planlanmaktadır. Çanakkale ve Biga'da aynı anda başlayan organize sanayi bölgeleri bittiğinde 100'den fazla orta büyüklükteki fabrikayı (35 Biga, 65-70 Çanakkale merkez ile) kazandıracağı düşünülmektedir. Verilen bilgilere göre, bu organize sanayi bölgelerinde 15 bin işçi çalışacağı ve bu bölgeden gerçekleştirilecek ihracatın yıllık 100 milyon doları bulacağı tahmin edilmektedir.

Doğalgaz İletim Hattı projesi; Sanayinin enerji ihtiyacının karşılanması için Botaş Genel Müdürlüğü, Çan-Çanakkale Doğalgaz İletim Hattı projesinin, 2000 yılında bitirilmesini planlamaktadır. Çanakkale Limanı; Liman tamamlandığında Limanın yükleme boşaltma kapasitesi, 1 milyon ton/yıl olacaktır. Çanakkale-Biga-Bandırma Demiryolu projesi, henüz etüd ve proje aşamasındadır. Çan Termik Santralı projesi; Çan'a 10 km. mesafede .2 x 150 MW'lık yapılması düşünülmektedir. Üç büyük sanayi kuruluşu bir yana bırakılırsa, Batı'nın en az sanayileşmiş kenti olan Çanakkale, son bir-iki yıldır önemli bir dinamizm sergilemektedir. Önemli altyapı yatırımları ildeki yatırım atağını körüklemektedir. Bu nedenle son yıllarda Çanakkale'de sanayinin atağa kalkması beklenmektedir. Önümüzdeki yıllarda Çanakkale ilinde hızlı bir gelişme sağlayacaktır. Bu gelişmenin planlı biçimde gerçekleştirilmesi için önce mevcut gelişmeye duyarlı alanların tespiti gerekmektedir. Gelişme baskısı altında kalacak yeşil alanların (ormanların verimli tarım arazilerinin) korunması için öncelikle çok iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Bunların yanında son zamanlarda, Çanakkale'de arsa ve konut alımı son derece artmıştır. Özellikle Gelibolu Yarımadası, arsa satışlarının en yoğun olduğu bölgedir. Arsa alımları daha çok sanayi ve turizm yatırımlarına yöneliktir. Gayrimenkule artan ilgi Çanakkale ilinin yakaladığı dinamizmin bir başka göstergesidir.

3.2. Çalışmada Kullanılan Veriler

Sayısal yükseklik modelinin oluşturulması için öncelikle Harita Genel Komutanlığının hazırladığı, Tübitak BTAE Uzay Teknolojileri Bölümünden alınan 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılmıştır. Bu çalışmada 10 m aralıklı eş yükselti eğrilerine sahip dört adet topoğrafik harita bilgisayarda sayısallaştırılmıştır.

Çalışma alanının görüntülerinin sınıflandırılmasında, Orman Genel müdürlüğünden alınan 1:100.000 ölçekli orman haritaları ile İller Bankası tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli çevre düzeni planları kullanılmıştır. Belediyeden alınan 1/5.000 ölçekli imar planı ile çalışma desteklenmiştir. Landsat-5 TM uydusunun Temmuz 1998 ve Mart 1992 yılı görüntüleri analiz edilmiştir. (şekil 18-19)

3.3. Çalışmada Kullanılan Sistemler

Coğrafi bilgi sistemi oluşturulmasında Arc INFO yazılımı kullanılmıştır. Arc INFO, coğrafi verinin kurulan topolojisinin depolanması, analizi, yönetimi ve gösterilmesi için vektöre dayalı coğrafi bilgi sistemidir. ESRI tarafından geliştirilen Arc INFO alt sistemi kartoğrafik veriyi depolar. Arc INFO komutları ile;

Coğrafi veri tabanının üretilmesi ve yönetimi

Coğrafi analiz

Coğrafi veri tabanının işlenmesi

Veri tabanının sorgulanması

İlgili veri tabanı yönetim sisteminin entegrasyonu

Görüntünün entegrasyonu

Grafik gösterim ve rapor üretilmesi

yapılabilmektedir.

Arc INFO, çift ve tek doğrulukta gerçek X,Y koordinatlarında verinin elde edilmesini destekler. Veri düzeltme olanağı ile, sayısallaştırma hatalarını otomatik bulmayı ve tanımlamayı mümkün kılar. Veride bir çok topolojik ilişkiler, program tarafından otomatik olarak bulunur. ARC INFO analiz fonksiyonları, harita çakıştırma, harita işleme, kartoğrafik ölçümler, analiz çizelgeleri bitişik harita

poligonlarında verilerin birleştirilmesi sürecini içerir. Grafik gösterim ve çıktı, grafik sembol ve renkle kartoğrafik özelliklerle birleştirilen tablolarla kontrol edilebilir. (Korte, G.B., 1995)

PCI yazılımının 6.2 versiyonu uydu görüntüsünün işlenmesinde ve sınıflandırılmasında kullanılmıştır. PCI programı, çeşitli geometik ve mühendislik uygulamalarda (havza analizleri, arazi örtüsü sınıflaması, değişikliklerin denetlenmesi, yön seçimi, sel tahminleri, çevresel etki değerlendirmesi, uçuş simülasyonları gibi) kullanılan çok amaçlı bir programdır.

SOLARIS 2.5.1. işletim sisteminde çalışan SUN SPARC 20 modeli ile SUN ULTRA 30 modeli çalışmada kullanılan sistemlerdir.

3.4. Çalışma Alanının Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması

Sayısal yükseklik modeli, genellikle yer yüzeyinin gösterilmesinde kullanılır. Başlıca iki tip sayısal yükseklik modeli vardır. Bunlardan biri TIN (Trianglulated Irregular Network/Düzensiz Üçgenler Ağı) diğeri ise Gride dayalı veri modelidir. Sayısal yükseklik modeli, her bir noktanın x ve y koordinatları ve aynı zamanda yüksekliğini (z değeri) içeren veri setlerinden üretilir. Bu veri aynı zamanda üç boyutlu topoğrafik kontur çizgilerinden veya yükseklik değeri verilmiş 2 boyutlu kontur çizgilerinden de üretilebilir. Sayısal yükseklik modeli, çeşitli şekillerde plan, perspektif görüntü veya yüksekliklere göre renklendirilmiş arazi modeli olarak gösterilebilir. Çok sayıdaki görünüm tam bir görsel analiz için birleştirilebilir. Bir perspektif görüntü devamlı yeniden konumlandırılarak, yeniden gösterilerek arazi üzerinde uçuş yapılabilir. Sayısal yükseklik modeli; topoğrafik haritalama, arazi planlanması, inşaat mühendisliği, çevre ve doğal kaynaklar yönetimi gibi konularda çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır (Korte, G.B 1994). Çalışmada topoğrafik haritaların sayısallaştırılmasıyla çalışma alanının sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur.

Çalışmada oluşturulan sayısal yükseklik modeli ile uydu görüntüsünün karşılaştırılmasıyla çalışma alanının üç boyutlu arazi modeli elde edilmiştir (Şekil 22,23 ve 24).

3.4.1. Sayısallaştırma Çalışmaları

Coğrafi bilgi sistemi verisinin elde edilmesinin en genel metodu haritaların sayısallaştırılmasıdır. Sayısallaştırma elle yapıldığı gibi otomatik olarak da yapılmaktadır. Elle yapılan sayısallaştırmada, elektronik hassasiyetli masaya konulan haritada, haritanın özellikleri mouse aygıtıyla bilgisayar ekranına aktarılır. Aygıt kontrol panelindeki sayı ve harf tuşlar, özellikleri belirlemek için düğüm noktaları, tepe noktaları ve veri etiketleri gibi girdileri işaret etmek için kullanılır. Normal olarak sayısallaştırma verisi, vektör veridir ve sayısallaştırılan verinin koordinat noktalarıdır. En yaygın olarak topoğrafik haritaların bilgisayar ortamına aktarılması

amacıyla sayısallaştırma yapılır. Topoğrafik haritaların sayısallaştırılması ile eğim, bakı durumu, sayısal yükseklik modelinin oluşturulması gibi sonuçlar elde edilebilir.

Çalışmada çalışma alanına ait 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritalar, bilgisayar ortamında sayısallaştırılmıştır.

3.4.2. Sayısallaştırmanın Düzeltilmesi

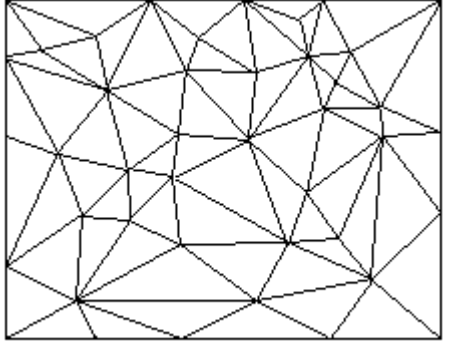
Sayısallaştırmanın düzeltilmesi, ayrıntı ve doğruluk için gerekli bir işlemdir. Topoğrafik haritaların sayısallaştırılması sırasında birleşmeyen ve birbirini kesen çizgiler, yanlış yerleştirilen veri etiketleri, çift çizgi çizilmesi, çizgilerin izlenirken yanlışlık yapılması gibi hatalar ARC/INFO yazılımı ile düzeltilmiştir. Bu aşamada verilere önce ayırma, birleştirme, kesiştirme, ekleme, silme ve kaydırma gibi düzeltme işlemleri uygulanmıştır.

3.4.3. Sayısallaştırılan Haritaların UTM Koordinat Sistemine Aktarılması

Sayısallaştırılmış haritalar, standart 1:25.000 ölçekli Harita Genel Komutanlığı haritalarından sayısallaştırılmış, daha sonra UTM (Universal Transverse Mercator) harita koordinat sistemine aktarılmıştır.

3.4.4. TIN Modelinin Kurulması

Topoğrafik haritalar, ARC/INFO programı ile sayısallaştırılırken eş yükselti eğrileri ve diğer rakım noktalarının yükseklik değerleri öz nitelik olarak veri tabanına girilmiştir. Eşyükselti eğrileri ve rakım noktaları elde edildikten sonra arazinin sayısal yükseklik modelinin elde edilmesi için eğriler ve noktalar arasında TIN (Triangulated Irregular Network - Düzensiz Üçgenler Ağı) modeli oluşturulmuştur.



Şekil 20: Bir Düzensiz Üçgenler Ağı (TIN) örneği

3.4.5. Yükseklik Modelinin Oluşturulması

Sayısal yükseklik modeli, planlanan x,y,z koordinatlarından oluşan veri setidir. Bir yörenin sayısal yükseklik modeli, o yöredeki yer yüzeyinin topoğrafik yapısının bilgisayar ortamında sayısal olarak oluşturulduğu, gerçeğe en yakın modeldir. Bu model üzerine, uydu görüntüsünün yerleştirilmesi ile, yörenin kuş bakışı görüntüsü bilgisayar ortamında oluşturulabilir, incelenebilir ve analiz edilebilir (Plunkett and Schanzer 1989, Ostrowski et.al. 1991).

Bu çalışmada, çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli haritaların sayısallaştırılması, UTM koordinat sistemine aktarılması ve TIN modelinin kurulması gibi işlemlerin sonucunda Çanakkale iline ait sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur.

SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ NİN OLUŞTURULMASI İÇİN AKIŞ
DİAGRAMI



Şekil 21 : Sayısal yükseklik modelinin oluşturulması için akış diagramı

3.5. Arazi Örtüsünün Uydu Görüntüsüyle Belirlenmesi Çalışması

3.5.1. Uydu verisinin tespiti

Yeni görüntü, internet yoluyla “Eurimage” web sitesine bağlanılarak çalışma alanı ile ilgili uygun mevsimdeki çalışmaya uygun bulutsuz görüntüler taranmıştır. “Quicklook”lardan Temmuz 1998 tarihli görüntü seçilmiştir. Eski görüntü ise Mart 1992 yılına ait Landsat-5 TM görüntüsüdür ve TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Bölümünden temin edilmiştir. Alınan uydu görüntüleri, Uzay Teknolojileri Laboratuvarında PCI Imagine görüntü işleme sistemlerine okunarak arşivlenmiş, bu sistemlerce tanımlanan formatlara dönüştürülmüş ve çeşitli görüntü işleme tekniklerini uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

3.5.2. Uydu Verilerinin İşlenmesi

Geometrik Düzeltme ile çalışma alanı, uydu görüntüsünün kapladığı çerçeve içinde belirlenerek, uydu görüntüsünden kesilerek ayrılmıştır. Bu görüntü, Harita Genel Komutanlığı tarafından hazırlanmış olan standart 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita paftaları ile karşılaştırılarak, haritada ve uydu görüntüsünde ayırt edilebilen kontrol noktaları (nehir kıvrımlarında, yerleşim merkezlerinde, yol kavşaklarında gibi) alınmıştır. Yeni görüntü geometrik olarak düzeltildikten sonra PCI programında yeni görüntü ve eski görüntü karşılaştırılarak eski görüntü de geometrik olarak düzeltilmiştir. Bu işlemde, yeni görüntüden koordinatı belli noktalar eski görüntüde de bulunarak ve koordinatı girilerek düzeltme işlemi uygulanmıştır.

3.5.3. Uydu Görüntüsünün Eğitimsiz Sınıflaması ve Sonuçları

3.5.3.1. Alanının Mart 1992 Görüntüsünün Eğitimsiz Sınıflaması ve Sonuçları

Çalışma alanının Mart 1992 Landsat-5 TM görüntüsüne eğitimsiz sınıflama uygulandı. ISODATA kümeleme yöntemiyle çalışma alanı 6 arazi kullanım sınıfına

ayrıldı. Sınıflandırma sonucunda ortaya çıkan sınıflar; orman haritaları, çevre düzeni planları kullanılarak tanımlanmaya çalışıldı.

Sınıfların, piksel sayılarına göre yüzde dağılımları sınıflandırma sonucunda belirlendi (bkz çizelge 4).

Çizelge 4: Çalışma alanının 1992 görüntüsünün ISODATA algoritması ile eğitimsiz sınıflanması sonucunda ortaya çıkan arazi kullanım sınıfları ve yüzde oranları

SINIFLAR	piksel sayısı	% oranı
Su yüzeyleri	189982	28.6%
Orman alanları	189471	28.6%
Tarım alanları	95806	14.4%
Maki alanları	144622	21.8%
Yerleşim alanları	37168	5.6%
Tarım alanları II	6257	0.9%

3.5.3.2 Alanın Temmuz 1998 Görüntüsünün Eğitimsiz Sınıflaması ve Sonuçları

Çalışma alanının temmuz 1998 görüntüsüne eğitilmiş sınıflama algoritması uygulanmadan önce spektral yansıtma değerleri benzerlik gösteren alanları belirlemek için eğitimsiz sınıflama uygulandı. Bunun için ISODATA sınıflama algoritması kullanıldı. Görüntü altı sınıfa ayrıldı . Daha sonra bu sınıfların hangi arazi kullanımını veya hangi arazi örtüsünü temsil ettiği belirlenmeye çalışıldı. Bunun için arazi çalışmasında elde edilen veriler, orman haritaları ve çevre düzeni planları kullanıldı. Sonuçta eski görüntüdeki sınıflarla benzer sınıflar elde edilmiştir.

Sınıfların piksel sayıları ve buna göre yüzde dağılımları, sınıflandırma sonuç raporundan elde edilmiştir. (bkz çizelge 5)

Çizelge 5: Çalışma alanının 1998 görüntüsünün ISODATA algoritması ile eğitimsiz sınıflanması sonucunda ortaya çıkan arazi kullanım sınıfları ve yüzde oranları

SINIFLAR	piksel sayısı	% oranı
Su yüzeyleri	189876	28.6%
Orman alanları	99760	15.0%
Tarım alanları	101255	15.3%
Maki alanları-Yeşil Alanlar	118801	17.9%
Yerleşim alanları-Çıplak Alanlar	99421	15.0%
Boş alanlar	54193	8.2%

Sonuçta eski ve yeni görüntüye ISODATA eğitimsiz sınıflama algoritması uygulanması sonucunda sınıfların % olarak değişimleri belirlendi

Çizelge 6: Çalışma alanının 1992 görüntüsünün ve 1998 görüntüsünün ISODATA algoritması ile eğitimsiz sınıflanması sonucunda ortaya çıkan arazi kullanım sınıflarının % oranları ve 1992-1998 yılları arasındaki değişim

	1992 görüntüsünde	1998 görüntüsünde	1992-1998 arasındaki fark
Sınıflar	% oranı	% oranı	% değişim
Su yüzeyleri	28.6%	28.6%	0%
Orman alanları	28.6%	15.0%	13.5%
Tarım alanları	14.4%	15.3%	0.8%
Maki alanları- Yeşil alanlar	21.8%	17.9%	3.9%
Yerleşim-çıplak alanlar	5.6%	15.0%	9.4%
Tarım II	0.9%	8.2%	7.2%

Bu sınıflandırmaya göre 1992-1998 yılları arasında orman alanlarının %13,5 oranında azaldığı görülmektedir. Maki alanları ise %3,9 oranında azalmıştır. Tarım alanları %0,8 oranında artarken, yerleşim-çıplak toprak sınıflandırmada benzer yansıtma değerlerine sahip oldukları için aynı sınıf içinde gösterilmişlerdir.

Bu sınıflandırma sonucunda orman ve maki alanlarında, orman yangınları ve tarım alanlarının genişlemesi için yapılan orman açmaları sonucunda meydana gelen orman alanlarında ve maki alanlarındaki azalma tespit edilmiştir.

Kentsel alanlardaki gelişme de bu sınıflama sonucunda ortaya çıkmıştır. Güneye doğru kıyı boyunca kentsel gelişme görülmektedir. (bkz şekil 26)

3.5.4. Uydu Görüntüsünün Eğitimli Sınıflaması ve Sonuçları

3.5.4.1. Çalışma Alanının 1992 Görüntüsünün Eğitimli Sınıflama Yöntemiyle Sınıflandırılması

Çalışma alanının Mart 1992 Landsat TM görüntüsü “en yüksek benzerlik” algoritması kullanılarak sınıflandı. Su yüzeyleri, yerleşim alanları, orman alanları, maki alanları, ağaçlık alanlar, kuru tarım alanları-boş alanlar, sulu tarım alanları şeklinde önceden belirlenmiş olan arazi kullanım sınıfları için eğitimli alanlar seçildi. Bu sınıfları temsil edecek eğitimli alanlarının belirlenmesinde arazi bilgisi olmadığı için orman haritaları ve çevre düzeni planları gibi referanslar kullanıldı. Ayrıca ISODATA eğitimsiz sınıflamasından elde edilen sınıflanmış görüntüden de yararlanılarak, eğitimli alanlar belirlendi.

Eğitimli alanlar belirlenirken bunların o arazi kullanım sınıfını tam olarak temsil etmiş olmasına ve bu eğitimli alanların en az 3x3 piksel olmasına dikkat edildi. Daha sonra eğitimli alanlar görüntü üzerinde işaretlendi. Her bir arazi kullanım sınıfı için uygun renkler seçilerek “en yüksek benzerlik” sınıflaması uygulandı.

3.5.4.2. Çalışma Alanının 1998 Görüntüsünün Eğitimli Sınıflama Yöntemiyle Sınıflandırılması

Eğitimli sınıflandırmada çalışma alanının Temmuz 1998 görüntüsüne “en yüksek benzerlik” sınıflaması algoritması uygulandı. Bu sınıflandırma için her bir arazi kullanım sınıfı temsil eden eğitimli alanları belirlemek gerekiyordu. Eğitimli alanları belirlemek için çalışma alanında arazi çalışması yapıldı. Arazi çalışmasında arazi kullanım sınıflarına göre arazide bu sınıfları temsil eden alanlar (eğitimli alanlar) belirlendi. Eğitimli alanları belirlerken bu alanların temsil ettikleri arazi kullanım sınıfına göre homojen özellikte olmasına, başka arazi kullanım sınıfıyla karışacak nitelikte olmamasına dikkat edildi. Bu alanların GPS (Geographical Positional System) aleti kullanılarak koordinatları tespit edildi. Her bir arazi kullanım sınıfı için en az üç farklı yerden eğitimli alan belirlendi. Daha sonra eğitimli alanlar görüntü üzerinde işaretlendi. Arazi kullanım sınıfları için 1992 mart görüntüsünün

sınıflamasında seçilen renklerle aynı renkler seçilerek “en yüksek benzerlik” sınıflama algoritması uygulandı.

3.5.5. Sınıflandırma ve Doğruluk Analizleri

3.5.5.1. 1992 Görüntüsünün Sınıflanması ve Doğruluk Analizleri

Yerleşim Alanları; Çalışma alanında bulunan yerleşim alanları için Çanakkale kent merkezinden eğitimli alanları alınarak sınıflama yapıldı. Yerleşim alanları sınıfında kent, ilçe, belde ve köy yerleşimleri, sanayi alanları ve anayollar yereldi. Yerleşim alanlarının spektral yansıtma özellikleri ile çıplak alanların spektral yansıtma özelliklerinin benzemesi sınıflama hatalarına neden oldu.

Kuru tarım alanları; mart görüntüsü olması nedeniyle bu alanlar görüntüde yeşil renkte tespit edildi. Arazi bilgisi olmadığından tarım alanları için, sulu tarım ve kuru tarım şeklinde bir ayırım yapılamadı. Eğitimli alanlar, eğitimsiz (ISODATA sınıflaması sonucu) sınıflanmış görüntüde tarım alanları olarak tanımlanan alanlar dikkate alınarak ve orman haritalarından da yararlanılarak belirlendi. Tarım alanları genelde geniş alanları kapsamaları nedeniyle sınıflandırmada diğer sınıflardan kolaylıkla ayrılabilir. Bununla birlikte tarım alanlarının spektral yansıtma özellikleri mevsimlere göre değişmektedir. Mart görüntüsünde de tarım alanları yeşilin açık tonları şeklindedir ve bu haliyle diğer yeşil alanlarla karışma riski vardı. Bu risk eğitimli alanların çok uygun yerlerden alınmasıyla en aza indirgenmeye çalışıldı.

Orman Alanları; orman haritaları kullanılarak ve eğitimsiz sınıflamanın sonucuna dayanılarak çeşitli yerlerden eğitimli alanlar belirlendi. Eğitimli alanları, homojen ve belli kapalılıkta olan orman alanlarından alındı. Sınıflama sonucunda orman alanlarının diğer yeşil alanlarla karışması sonucunda ortaya çıkan sınıflama hataları belirlenmeye çalışıldı.

Maki Alanları; çalışma alanındaki maki alanları daha önce yapılan eğitimsiz sınıflama ile genel olarak tespit edilmişti. Bunun yanında orman haritalarında da maki alanlarının yerleri belirlendi. Bu alanların yerleri, eğitimsiz sınıflanmış görüntüde maki alanları olarak belirlenmiş alanlarla karşılaştırıldı. Hem haritada hem

de eğitimsiz sınıflanmış görüntüde maki alanı olarak tespit edilmiş alanlar belirlendi. Eğitimsiz sınıflanmış görüntüde bu alanların koordinatları saptandı. Koordinatları belli bu alanların yerleri daha sonra eğitilmiş sınıflama yapılacak görüntüde de belirlenerek eğitilmiş alan olarak alındı ve sınıflandı. Sınıflama doğruluğu, orman haritaları kullanılarak ortaya kondu.

Su yüzeyleri; boğazdan ve Ege denizinden eğitilmiş alanları alınarak %100 doğrulukla sınıflandı.

Sulu tarım alanları; mart 1992 görüntüsünde tespit edilmiştir. Eğitilmiş alanları alınırken eğitimsiz sınıflanmış görüntüden ve görsel yorumlamadan yararlanıldı. Daha yüksek doğruluk almak amacıyla farklı eğitilmiş alanları alınarak bir çok sınıflandırma yapıldı. Bu sınıflandırmaların doğrulukları, orman haritaları ve çevre düzeni planları yardımıyla denetlenerek (en doğru sınıflandırma sonucu) elde edildi.

Ağaçlık (zeytinlik) Alanlar; Bu alanlar, büyük ölçüde zeytinlikleri ve orman niteliğini kaybetmiş ağaçlık alanları kapsamaktadır. Bu alanlar, ISODATA eğitimsiz sınıflamasında ayrı bir sınıf olarak temsil edilmemiştir; Orman alanları sınıfı içinde yer almıştır. Ayrıca orman haritalarında da zeytinliklerin gösterilmemesi nedeniyle bu alanlar için eğitilmiş alanların belirlenmesi güç olmuştur. Bu nedenle yeni görüntünün sınıflanmasında kullanılan ağaçlık alanlara ait eğitilmiş alanların koordinatları alınarak aynı alanlar eski görüntüde de eğitilmiş alan olarak belirlenmiştir. Ağaçlık alanların çok geniş alanlar kaplamaması ve genellikle orman alanları ile tarım alanları arasında yer alması nedeniyle bu alanlarla karışarak sınıflama hatalarına neden olmuştur.

3.5.5.2. 1998 Görüntüsünün Sınıflanması ve Doğruluk Analizleri

Arazi çalışmalarında çalışma alanından rast gele olarak alınan test alanları ile sınıflandırma için doğruluk analizleri yapılmıştır. Her arazi kullanım sınıfı için (Yanmış alanlar için) beş ila (sulu tarım için) onsekiz arasında, (ortalama on kontrol noktası) alınmıştır. Bütün arazi kullanım sınıfları için toplam 92 kontrol noktası alınmıştır.

Yerleşim Alanları; Çalışma alanında bulunan yerleşim alanları; Çanakkale kent merkezi, Eceabat, Kilitbahir ve Behramlı Köyü'nden oluşmaktadır. Arazi çalışmalarında bu yerleşimlerden “kontrol noktaları” ve “eğitimli alanlar” alındı. Kentsel alan sınıfına yollar ve sanayi alanları da dahildir. Sınıflandırılmamış görüntüde kentsel yeşil alanlar nedeniyle kentsel alandaki pikseller farklı spektral yansıtma değeri göstermiştir. Kentsel alan sınıfı bazı yerlerde boş alanlarla (çıplak toprakla) karışmıştır. Bunun nedeni kentte bulunan çatıların spektral yansıtması ile kırmızı toprak renginin spektral yansıtmasının benzerliğidir. Doğruluk analizleri sonucunda kentsel alanların maki alanları ve kuru tarım alanları ile karıştığı görülmüştür. Kentsel alanların %73 doğrulukla tespit edildiği belirlenmiştir.

Kuru tarım alanları-boş alanlar; genelde geniş alanları kaplaması nedeniyle doğru tespit edilmiştir. Su yüzeylerinden sonra en yüksek doğrulukla (%81) kuru tarım alanları sınıflandırılmıştır. Bunun yanı sıra kimi yerlerde kuru tarım ve sulu tarım alanları çok iyi bir şekilde ayrılmışlardır. Ancak bazı yerlerde sararmış biçilmiş ekin alanlarının (kuru tarım alanlarının) spektral yansıtması, güneşten sararmış yabani otlak alanlarının spektral yansıtma değerleri ile karışmıştır. Bu nedenle boş alanlarla birlikte değerlendirilmiştir. 30m x 30m den küçük kuru tarım alanları ise sulu tarım alanları ve maki alanları ile karışıklık göstermiştir.

Sulu tarım alanları; tarım alanları formel biçimleri ile görüntüde tespit edilebilmektedir. Bunun yanında arazi çalışmasında da koordinatları tespit edilen sulu tarım alanları “eğitimli alan” olarak alınarak sınıflandırma yapılmıştır. Sulu tarım alanı kapsamında domates, ayçiçek tarlaları ile meyva bahçeleri yer almaktadır. Sulu tarım alanlarının diğer alanlarla karışmasının en önemli nedeni tarım alanlarının çok bölünmüş olmasıdır. Bir pikselden küçük tarım alanlarının spektral yansıtması çevresindeki diğer alanların yansıtması ile karıştığından sınıflandırma hataları doğmaktadır. Bunun sonucunda sulu tarım alanlarının, maki alanları, kuru tarım alanları ve ağaçlık alanlar şeklinde sınıflandırılmasıyla sınıflandırma hatalarına neden olmuştur. Sulu tarım alanları, diğer sınıflar arasında en düşük doğrulukla (%67) tespit edilmiştir.

Orman Alanları; çalışma alanındaki ormanların iğne yapraklı türlerden oluşması nedeniyle spektral yansıtma değerleri fazla çeşitlilik göstermemiştir. Orman

alanları ile ilgili eğitimli alanları arazi çalışmaları sonucunda tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki orman alanlarının nitelikleri çok kötüdür. Sınıflandırma sonunda orman alanlarının maki alanları, ağaçlık alanlarla ve sulu tarım alanları ile karıştığı görülmüştür. Sonuç olarak orman alanları %70 doğrulukla tespit edilmiştir.

Maki Alanları; özellikle Gelibolu Milli Parkı kesiminde oldukça geniş alanlar kaplamaktadır. Maki alanları, yoğunluk ve boylarına göre çok çeşitlilik arz etmektedir. Bu alanlar özellikle Conkbayırı civarında yüksek kesimlerde ve Anzak koyunda ve Çanakkale’de orman kenarlarında ve Karacabey çıkışında bir alanda yani alçak kesimlerde bulunmaktadır. Ancak bu makilikler arasında henüz çok ufak olan çam ve göknar fidanları da görülmüştür. Arazi çalışması ile maki alanları için “eğitimli alanlar” tespit edildi. Eğitimli alanlar bilgisayarda görüntü üzerinde belirlendikten sonra “en yüksek benzerlik sınıflama” algoritması kullanılarak sınıflandırma yapıldı. Sınıflandırma sonucunda maki alanlarının % 70 doğrulukla tespit edildiği belirlendi. Ancak çalışma alanının homojen yapıda olmaması maki alanlarının orman alanları, tarım alanları ve ağaçlık alanlarla karışık, iç içe bir durumda bulunması nedeniyle bu sınıflarla karışmıştır. Hatalı sınıflandırmaların 1/3’ü maki alanlarının yanlış sınıflandırılması sonucudur.

Su; Çalışma alanının Ege Denizinde kalan kısmı ve Çanakkale boğazı çalışma alanındaki su yüzeylerini oluşturmaktadır. Bilindiği gibi su yüzeyleri sınıflandırmada en kolay ayrılan yüzeylerdir. Bu çalışmada da su yüzeylerinde %100 doğruluk elde edilmiştir.

Çıplak Arazi (Yanmış Alanlar); Gelibolu Milli Parkında orman yangınından etkilenen 4049 ha ormanlık ve makilik alan yanmıştır. Bu alanlar arasında ulaşılması zor, maki alanları arasında bir kesimde bulunan bir alan, üzerinde yangından sonra herhangi bir vejetasyon gelişme göstermediğinden dolayı görüntüde farklı spektral yansıtma göstermiştir. Bu nedenle bu alan görüntüde oldukça farklı gözlemlenmiştir. Hatta sınıflama algoritmaları denemelerinde kentsel alan sınıfı ile yanmış alan sınıfı kimi zaman karışmıştır. Arazi çalışmaları sonucunda belirlenen eğitimli alanlar sınıflandırmada kullanılmıştır ve yanmış alanlar %80 doğrulukla sınıflandırılmıştır.

Ağaçlık (zeytinlik) Alanlar; Çalışma alanında zeytinlikler dağınık olarak bulunmaktadır. Yoğun orman alanlarının kenarında, yol kenarlarında, tarım alanlarında zeytinliklere rastlanmaktadır. Arazi çalışmasında zeytinlikleri temsil edebilecek eğitilmiş alanlar tespit edilmiştir. Eğitilmiş alanlar kullanarak yapılan sınıflandırmada zeytinliklerin daha ziyade yol kenarlarında ve alçak kesimlerde yer aldığı görülmüştür. Zeytinlikler yüksek doğrulukla tespit edilmiştir. Sınıflandırmada az yoğunlukta genç çam ormanı ile ve sulu tarım alanları ile benzer spektral yansımalar göstermesi nedeniyle bazı yerlerde karışmıştır. Doğruluk analizleri sonucunda ağaçlık alanların %75 doğrulukla tespit edildiği belirlenmiştir.

3.5.6. Arazi Kullanımları ve Yeşil Alanların Analiz Edilmesi

3.5.6.1. Çalışma Alanının 1992 Yılındaki Arazi Kullanımı

Çalışma alanının en yüksek benzerlik sınıflama algoritması ile sınıflanarak 1992 yılındaki arazi kullanım durumu belirlendi. Buna göre çalışma alanında 1992 yılında arazi kullanımı; %27,68 oranla su yüzeyleri, %20,3 oranla 11.957 ha orman alanı, %17,14 oranında 10.234 ha maki alanları, %15,28 oranında 91.209 ha tarım alanı, %11,39 oranında 68.001 ha ağaçlık alan, boş alan (çıplak alan), %5,78 oranında 34,931 ha boş alan (çıplak alan) ve %2,28 oranında 13.593 ha alan yerleşim alanı şeklinde belirlendi.

Sınıflandırma sonucunda çalışma alanında tarım alanları da dahil olmak üzere 29.591 ha yeşil alan belirlendi. Orman alanlarının Gelibolu Milli Parkındaki orman yangını öncesindeki kapladığı alanlar sınıflama sonucunda tespit edildi.

Çizelge 7: Çalışma alanının 1992 görüntüsünün “en yüksek benzerlik” sınıflaması algoritması ile eğitilmiş sınıflanması sonucunda ortaya çıkan arazi kullanım sınıfları ve yüzde oranları

Arazi Kullanım Sınıfları	Piksel Sayısı	% Oranı
Yerleşim alanları	15104	2.28%
Su yüzeyleri	183603	27.68%
Orman alanları	132864	20.30%
Kuru tarım alanı-boş alanlar	101344	15.28%
Ağaçlık alanlar	75557	11.39%
Maki alanları	113720	17.14%
Sulu Tarım alanları	38813	5.78%

3.5.6.2. Çalışma Alanının 1998 Yılındaki Arazi Kullanımı ve Yeşil Alanlarının Analizi

Çalışma alanının “en yüksek benzerlik sınıflama” algoritması ile sınıflanması ile 1998 yılındaki arazi kullanım durumu belirlendi. Buna göre çalışma alanında en büyük alanı %27,68 oranla su yüzeyleri kapladığı belirlendi. Ege Denizi, Çanakkale Boğazı çalışma alanındaki su yüzeylerinin 16.522 ha lık alana sahip olduğu görüldü.

Orman alanları ise Gelibolu yarımadasında Kocadere köyü çevresinde ve Behramlı köyü çevresinde ve Çanakkale'nin kentin hemen doğusunda bulunan dağlık kesimlerde ve Güzelyalı beldesinden dağlık kesimlerde yer aldığı görüldü. Çalışma alanında %13,3 oranla 7.835 ha orman alanı olduğu saptandı.

Maki alanları, özellikle çalışma alanının Gelibolu Milli Parkı kesiminde geniş alanlarda tespit edildi. Milli Parkın yanmış alanlarında bodur makilikler görüldü. Sınıflandırma sonucunda çalışma alanında %17.19 oranında 10.261 ha maki alanı olduğu tespit edildi.

Kuru tarım alanları- boş alanlar; Çalışma alanında %22.13 oranında 13.209 ha kuru tarım alanı ve boş alan saptandı. Çalışma alanının Çanakkale kesiminde Kent çevresinde Karacaören ovası, Saraycık ovası ve Gelibolu kesiminde Kilve ovası gibi

verimli tarım alanları uydu görüntülerinde belirlendi. Sınıflandırma sonucunda %5 oranında 2,985 ha sulu tarım alanı saptandı.

Ağaçlık alanlar; daha çok orman alanları ve maki alanları ile tarım alanları arasındaki zeytinlik alanlar ve çok az kapalılıkta orman niteliğinde olmayan ağaçlık alanlar tespit edildi. Sonuçta, çalışma alanının %10.21'i oranında yani 60.949 ha ağaçlık alan tespit edildi.

Yerleşim alanları sınıfında köyler ve sanayi alanları dahil olmak üzere %2.85 oranında saptanan yerleşim alanları 1693 ha alan kaplamaktadır.

Çizelge 8: Çalışma alanının 1998 görüntüsünün “en yüksek benzerlik” sınıflaması algoritması ile eğitilmiş sınıflanması sonucunda ortaya çıkan arazi kullanım sınıfları ve yüzde oranları

Arazi Kullanım Sınıfları	Piksel Sayısı	% Oranı
Yerleşim alanları	18817	2.85%
Su yüzeyleri	183515	27.68%
Orman alanları	87066	13.13%
Kuru tarım alanı- boş alanlar	146770	22.13%
Ağaçlık alanlar	67722	10.21%
Maki alanları	114011	17.19%
Çıplak arazi (Yanmış alanlar)	7151	1.08%
Sulu tarım alanları	33176	5%

3.7. Arazi Kullanımlarının ve Yeşil Alanların Zamansal Değişiminin Analiz Edilmesi

Çalışma alanına ait 1992 ve 1998 Landsat TM görüntülerinin “en yüksek benzerlik” algoritması kullanılarak sınıflandırılmasından elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler belirlenmiştir.

Çizelge 9 : Çalışma alanının 1992 ve 1998 yıllarında arazi kullanım dağılımının karşılaştırılması

Arazi Kullanım Sınıfları	1992 yılında	Alanı (ha)	1998 yılında	Alanı (ha)	Değişim (%)
Yerleşim alanları	2.28%	1359.36	2.85%	1693.53	0.57%
Su yüzeyleri	27.68%	16524.3	27.67%	16516.4	-
Orman alanları	20.30%	11957.8	13.13%	7835.94	7.17%
Kuru tarım alanı-boş alanlar	15.28%	9120.96	22.13%	13209.3	6.85%
Ağaçlık alanlar	11.39%	6800.13	10.21%	6094.98	1.18%
Maki alanları	17.14%	10234.8	17.19%	10261	0.05%
Sulu tarım alanları	5.78%	3493.17	5%	2985.84	-
Çıp. Toprak yanmış al.	-	-	1.08%	643.59	-

Çalışma alanının 1992 ve 1998 sınıflanmış görüntülerinin üst üste konarak alansal olarak arazi kullanım değişiklikleri belirlenmiştir.

Çizelge 10: Alansal olarak 1992-1998 yılları arasında meydana gelen başlıca arazi kullanım değişiklikleri

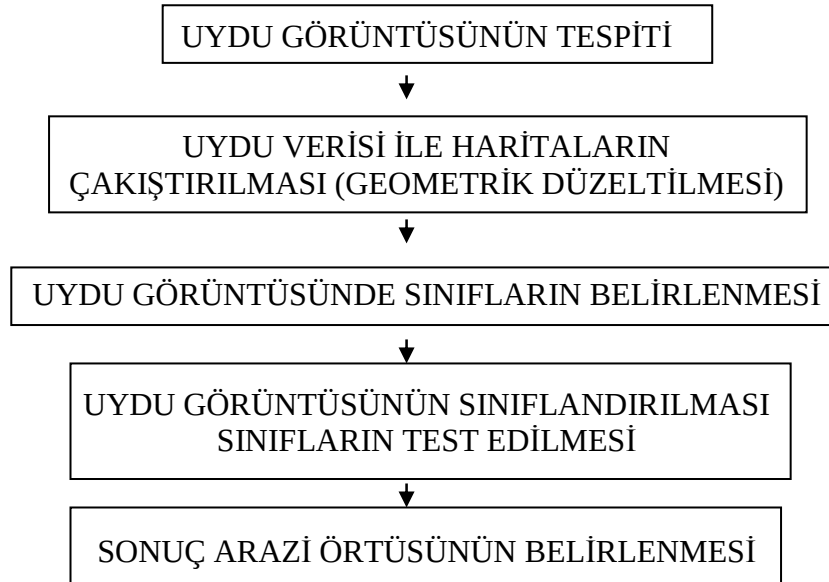
1992 yılında	1998 yılında	Alansal değişim
Orman	Maki	964 ha
Ağaçlık	Kuru tarım-boş alanlar	1276 ha
Maki alanı	Kuru tarım- boş alanlar	1451 ha
Kuru tarım -boş alan	Yerleşim	290 ha

Çalışma sonucunda sanayi alanlarını da kapsayan yerleşim alanları sınıfının 1992-1998 yılları arasında 334 ha genişlediği belirlenmiştir. Bu sonuç yerleşim alanlarının bu tarihler arasında %24 oranında büyüdüğünü göstermektedir. Yerleşimler arasında en büyük büyümeyi gösteren Çanakkale kentinin güneye yani Kepez'e doğru büyüdüğü görülmüştür. Başta yapılmakta olan organize sanayi bölgesi olmak üzere yeni sanayi alanlarının gelişmeye başladığı görüntüden tespit edilmiştir. Bu büyüme ile 290 ha kuru tarım alanı ve boş alan, kentsel alana dönüşmüştür.

Çanakkale ilinde çalışma alanında 4728 ha doğal yeşil alanın azaldığı tespit edilmiştir. Bunun başlıca nedeni Gelibolu Milli Parkında yaşanan orman yangınıdır. 1994 yılında meydana gelen yangında 4096 ha maki ve orman alanı yanmıştır. Bu yanan orman alanların 964 ha'lık kısmı bodur maki alanlarına dönüşmüştür. Sayısal arazi modelinde (şekil 11 ve şekil 12) Kabatepe limanı ve Conkbayırındaki ormanlık alanların maki alanlarına dönüşmüş olduğu görülmektedir.

Orman alanlarında tarla açma girişimleri ve aşırı hayvan otlatması sonucu 155 ha'lık alanın orman niteliğini kaybederek ağaçlık alanlara dönüştüğü belirlenmiştir. Kuru tarım- boş alanlar 1992 yılında 9120 ha olarak belirlenen kuru tarım alanları-boş alanlar, 1998 yılı görüntüsünde 13.209 ha olarak belirlenmiştir. Yani bu yıllar arasında kuru tarım alanları-boş alanlar %44 oranında büyümüştür 1451 ha maki alanının ve 1276 ha ağaçlık alanın kuru tarım ve boş alana dönüşmesi bunun nedenidir.

ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN UYDU GÖRÜNTÜSÜYLE BELİRLENMESİ ÇALIŞMASININ AKIŞ DİAGRAMI



Şekil 27 : Arazi kullanımının ve yeşil alanların uydu görüntüsüyle belirlenmesi çalışmasının akış diagramı

3.7. Çalışma Sonuçlarının Sonuçlarla Kamu Kurumlarından Elde Edilen Verilerle Karşılaştırılması

Uydu görüntüsünün işlenmesi ve sınıflandırılması ile çalışma alanının 1992 ve 1998 yılındaki arazi kullanım durumu ve yeşil alan dağılımı belirlendi. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmek için kamu kurumlarının çalışmalarından elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldı.

3.7.1. Çalışma Alanının 1992 Görüntüsünden elde edilen Sonuçlarla Kamu Kurumlarından Elde Edilen Verilerin Karşılaştırılması

1992 görüntüsünün sınıflaması, 1992 yılına ait yersel çalışmalar olmadığından harita ve planlar kullanılarak yapılmıştı. Sınıflamanın doğruluğu da yine 1992 yılındaki arazi kullanım durumu bilinmediğinden yersel çalışmalarla belirlenemedi. Yine de sınıflamanın doğruluğunu belirlemek için kamu kurumlarından 1992 yılına ait arazi kullanım bilgileri alındı. Görüntünün sınıflanmasından elde edilen sonuçlar kamu kurumlarından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması çizelge 11'de görülmektedir.

Çizelge 11 : Çalışma alanının 1992 yılındaki arazi kullanım dağılımının uydu verisine göre ve Kamu Kurumlarından Elde Edilen verilere göre karşılaştırılması

	1992 Yılında Arazi Kullanım Dağılımı			
	Uydu Verisinden		Yersel Veriler	
Arazi Kullanım Sınıfları	% Oranı	Alanı (ha)	Alanı (ha)	% Oranı
Yerleşim alanları	2.28%	1359.36		
Su yüzeyleri	27.68%	16524.3	17010	%28
Ağaçlık alanlar	11.39%	6800.13		
Maki alanları	17.14%	10234.8		
Orman alanları	20.30%	11957		
Toplam Ormanlık Alanlar	47.83%	28992	34081	%45
Kuru tarım alanı-boş alan.	15.28%	9120.96	14699	%19
Çıplak Toprak alanlar	5.78%	3493.17	2590	%3,4
Sulu tarım alanları	-	-	1436	%2

Sonuç olarak uydu görüntüsünün sınıflanmasının doğruluğu ortalama %79 bulunmuştur. 1992 yılına ait yersel çalışmaların olmaması doğruluğun düşük çıkmasına neden olmuştur.

3.7.2. Çalışma Alanının 1998 Görüntüsünden elde edilen Sonuçlarla Kamu Kurumlarından Elde Edilen Verilerin Karşılaştırılması

1998 uydu görüntüsünün sınıflanmasından elde edilen sonuçlarla çalışma alanının arazi kullanım durumu belirlendi. Elde edilen sonuç kamu kurumlarının verileriyle karşılaştırılarak yorumlandı. (bkz çizelge 12)

Çizelge 12 : Çalışma alanının 1998 yılındaki arazi kullanım dağılımının uydu verisine göre ve Kamu Kurumlarından Elde Edilen verilere göre karşılaştırılması

	1998 Yılında Arazi Kullanım Dağılımı			
	Uydu Verileri		Yersel Veriler	
Arazi Kullanım Sınıfları	% Oranı	Alanı (ha)	Alanı (ha)	% Oranı
Yerleşim alanları	2.85%	1693,53		
Su yüzeyleri	27.67%	16516.4	17018	%25
Ağaçlık alanlar	10,21%	6094,98	1193	%2
Maki alanları	17.19%	10261	13104	%17
Orman alanları	13.13%	7835,94	17315	%23
Kuru tarım alanı-boş alan.	22,13%	13209,3	14328	%19
Çıplak Toprak alanlar	1.08%	643,59	4552	%6
Sulu tarım alanları	5.00%	2985,84	4483	%6

Sonuç olarak uydu görüntüsünün sınıflanmasının sonucu kamu kurumlarından Elde Edilen verilerle karşılaştırıldığında ortalama %84 doğru olduğu bulunmuştur.