

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, uydu görüntüleri ve topoğrafik haritalar kullanılarak Ege Denizi'nde bulunan iki önemli Türk adası olan Gökçeada ve Bozcaada' da Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Entegrasyonu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma esnasında bilgi ve tecrübeleri ışığında bana yardımcı olan ve çalışma ortamı yaratan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Çiğdem GÖKSEL'e en içten teşekkürleri sunarım

Bozcaada ile ilgili harita ve broşürlerin temininde yardımcı olan Bozcaada Belediyesi Fen İşleri Müdürü sayın Nırcan ÇEBİ'ye teşekkür ederim

Çalışmanın uzaktan algılama kısmında her daim bilgilerinden faydalandığım Dr. Cem GAZİ OĞLUNA, Dr. Zeki YÜCEL'e ve Doç. Dr. Nebiye MUSAOĞLU'na, Coğrafi Bilgi Sistemleri konusunda yardımcı olan sevgili Yük. Müh. Araş. Gör. Zaiide DURAN'a ve çalışma arkadaşları Müh. Araş. Gör. Elif SAROĞLU'na ve Müh. Araş. Gör. Ahmet ÖDOĞRU'ya teşekkürlerini sunarım

Eğitim hayatım boyunca her zaman bana destek olan babam Mustafa BEKTAŞ'a, sevgili annem Bedriye BEKTAŞ'a, her zaman yanımda olan kardeşim Müh. Ü. Mırat BEKTAŞ'a ve tüm arkadaşlarıma özellikle Müh. Y. Hakan BALÇIK'a ve Müh. Anıl OKUMUŞ'a sonsuz teşekkür ederim

Mayıs 2003

Eliz BEKTAŞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. UZAKTAN ALGILAMADA TEMEL KAVRAMLAR	3
2.1. Elektromanyetik Enerji ve Spektral Etkileşim	3
2.1.1. Elektromanyetik Spektrum	4
2.2. Atmosfer Etkisi	5
2.2.1. Gsi nlerin Spektral Yansıtması	8
2.2.1.1. Bitkilerin Spektral Yansıtması	8
2.2.1.2. Zeminlerin Spektral Yansıtması	9
2.2.1.3. Suyun Spektral Yansıtması	9
2.3. Sayısal Görüntü ve Özellikleri	10
2.4. Görüntü İşleme Teknikleri	11
2.4.1. Görüntü Zenginleştirme Teknikleri	11
2.4.1.1. Filtrelene	12
2.4.1.2. Histogram Eşleştirme	13
2.4.2. Geometrik Düzeltme	13
2.4.3. Sınıflandırma	16
2.4.3.1. Kontrolsüz sınıflandırma	16
2.4.3.2. Kontrollü Sınıflandırma	17
2.4.4. Uygun Kanal Kombinasyonunun Belirlenmesi	18
2.5. Sınıflandırmanın Doğruluk Değerlendirilmesi	19

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ & UZAKTAN ALGILAMA	21
ENTEGRASYONU	
3.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tanımı	21
3.2. CBS de Kullanılan Veri Yapıları	22
3.2.1. CBS de Kullanılan Veri Tabanı Yapıları	26
3.4. Veri Entegrasyon	27
4. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER, UYDU SİSTEMLERİ VE	31
ÖZELLİKLER	
4.1. Kullanılan Veriler	31
26	
4.2. Kullanılan Bilgisayar Donanımı ve Yazılımlar	36
5. UYGULAMA	37
5.1. Çalışma Bölgesi 1: Gökçeada	37
5.2. Çalışma Bölgesi 2: Bozcaada	39
5.3. Uydu Görüntü Verilerinin İşlenmesi	41
5.3.1. Uydu Verilerinin Geometrik Düzeltmesi	41
5.3.2. Görüntü Zenginleştirme	45
5.3.2.1. Yüksek Geçirgen Filtre Uygulanması	45
5.3.2.2. Histogram Eşleştirme	46
5.3.3. Sınıflandırma Öncesi Uygun Kanal Kombinasyonunun Belirlenmesi	47
5.3.4. Sınıflandırma	47
5.4. Sınıflandırmanın Doğruluk Değerlendirilmesi	50

5.5 Sayısal Yükseklik Modeli, Eğim ve Bakı Haritaları	54
5.6 Uzaktan algılama ve CBS Entegrasyonu	61
6. SONUÇLAR	71
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	79

KISALTMALAR

UTM	: Universal Transversal Mercator
TM	: Thematic Mapper
GPS	: Global Positioning System
GCP	: Ground Control Point
KOH	: Karesel Ortalama Hata
ISODATA	: Iterative Self Organizing Data Analysis Technique
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
ETM+	: Enhanced Thematic Mapper Plus

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	Atmosferik saçılma	6
Tablo 3.1.	Raster - vektör veri karşılaştırması	25
Tablo 4.1.	Çalışmada kullanılan Gökçeada paftalarının indeksi.....	31
Tablo 4.2.	Çalışmada kullanılan Bozcaada paftalarının indeksi.....	31
Tablo 4.3.	Landsat 5'timin spektral bölgeleri ve bazı özellikleri.....	33
Tablo 4.4.	Landsat 7-etmspektral bölgeleri ve bazı özellikleri.....	34
Tablo 4.5.	Spektral aralığa göre genel uydu kullanımları.....	35
Tablo 5.1.	Gökçeada iklim özellikleri.....	37
Tablo 5.2.	Gökçeada nüfusunun yıllara göre değişimi	38
Tablo 5.3.	Bozcaada nüfusunun yıllara göre değişimi.....	40
Tablo 5.4.	Geometrik düzeltme etiket bilgileri.....	42
Tablo 5.5.	Gökçeada ve Bozcaada için dış doğruluk değerlendirilmesi.....	44
Tablo 5.6.	Bozcaada için korelasyon katsayıları.....	47
Tablo 5.7.	Gökçeada için korelasyon katsayıları.....	47
Tablo 5.8.	Bozcaada sınıflandırma sonuç analizleri	48
Tablo 5.9.	Gökçeada sınıflandırma sonuç analizleri.....	49
Tablo 5.10.	Sınıflandırma hata matrisleri.....	51
Tablo 5.11.	Bozcaada ve Gökçeada için doğruluk analizi.....	52

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Elektromanyetik kışınım ve uzaktan algılama.....	4
Şekil 2.2	: Elektromanyetik spektrum.....	4
Şekil 2.3	: Atmosfer ve yer enerji etkileşimi.....	5
Şekil 2.4	: Atmosfer pencereleri	7
Şekil 2.5	: Bitki örtüsü spektral yansıması.....	8
Şekil 2.6	: Suyun spektral yansıması	10
Şekil 2.7	: Hissel (Görüntü Hemanı)......	11
Şekil 2.8	: Hata matrisi	19
Şekil 3.1	: Vektör – Raster veri yapıları.....	23
Şekil 3.2	: İlişkisel veri yapısı.....	26
Şekil 4.1	: Landsat 7- ETM Uydu.....	33
Şekil 5.1	: 1992 tarihli Landsat 5 TM uydu görüntüsünden Tuz Gölü	38
Şekil 5.2	: Bozcaada ve Gökçeada haritası.....	39
Şekil 5.3	: Bozcaada turistik haritası.....	41
Şekil 5.4	: Geometrik düzeltilmiş 2000 tarihli Landsat 7 ETM görüntüsü... ..	42
Şekil 5.5	: Sayısallaştırılan Tuz Gölü.....	45
Şekil 5.6	: Yüksek geçirgenli filtre uygulanmış 2000 tarihli Landsat 7 ETM uydu görüntüsü.....	46
Şekil 5.7	: Histogram eşleştirme işleminden önceki (1.) ve sonraki (2.) Bozcaada görüntüsü	46
Şekil 5.8	: ISODATA yöntemiyle sınıflandırılmış Bozcaada görüntüsü.....	48
Şekil 5.9	: ISODATA yöntemiyle sınıflandırılmış Gökçeada görüntüsü	49
Şekil 5.10	: Bozcaada'ya ait sayısallaştırılan eş yükselti eğrileri.....	54
Şekil 5.11	: Gökçeada 'ya ait sayısallaştırılan eş yükselti eğrileri.....	55
Şekil 5.12	: Raster yapıdaki sayısal arazi modeli (Gökçeada)......	56

Şekil 5.13	: Uzaktan algılama verileri LANDSAT 7 ETMuydu Görüntüsü ile karşılaştırılmış Gökçeada sayısal arazi modeli.....	56
Şekil 5.14	: Uydu görüntüsü ile karşılaştırılmış Bozcaada sayısal Arazi modeli	57
Şekil 5.15	: Bozcaada eğim haritası	59
Şekil 5.16	: Bozcaada yön haritası	59
Şekil 5.17	: Gökçeada eğim haritası	60
Şekil 5.18	: Gökçeada yön haritası	60
Şekil 5.19	: 1/ 25000 ölçekli topografik haritadan sayısallaştırılmış Dereler (Bozcaada)	62
Şekil 5.20	: 1/25000 ölçekli topografik haritadan sayısallaştırılmış yollar (Bozcaada)	63
Şekil 5.21	: Vektör formatta arazi örtüsü sınıflarının gösterimi (Bozcaada)..	64
Şekil 5.22	: Entegre vektör verilerin genel gösterimi (Bozcaada)	64
Şekil 5.23	: 1/ 25000 ölçekli topografik haritadan sayısallaştırılmış dereler ve göller (Gökçeada)	65
Şekil 5.25	: Gökçeada' nın sayısallaştırılmış jeolojik yapısı	66
Şekil 5.26	: Bozcaada yerleşim eğimi ve baki analizi	68
Şekil 5.27	: Gökçeada yerleşim eğimi ve baki analizi	69
Şekil 5.28	: Jeolojik yapı ve yerleşim analizi	70

UZAKTAN ALGILAMA ve COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ENTEGRASYONU

GÖKÇEADA ve BOZCAADA ÖRNEĞİ

ÖZET

Uzaktan algılama verileri, uydu ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak yeryüzünün araştırılması için bir çok bilim dalında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde, farklı yapılardaki verilerin uzaktan algılama verileri ile aynı koordinat sistemine dönüşümü yapılarak entegre edilebilmesi ve bu verilerin birlikte değerlendirilebilmesi olanakları olması nedeniyle de bir çok problemin çözümü kolaylaşmıştır.

Bu çalışmada, Ege Denizi'nde bulunan GÖKÇEADA ve BOZCAADA için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi entegrasyonu uygulanması gerçekleştirilmiştir.

Birinci bölümde, uzaktan algılama teknolojisi hakkında kısa bilgiler verildikten sonra çalışmanın amacına genel olarak değinilmiştir.

İkinci bölümde, uzaktan algılama sistemlerinde temel kavramlar, görüntü işleme teknikleri, zenginleştirme, geometrik düzeltme ve sınıflandırma kısaca anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, coğrafi bilgi sistemi tanımları, raster ve vektör veri yapıları hakkında bilgi verilmiş ve uzaktan algılama ile entegrasyonu anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, kullanılan yazılım donanım bilgisayar programları ve Landsat uydu sistemleri hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Uygulama kısmında çalışma bölgelelerinin coğrafi tanımlanması yapılmış, 2000 Landsat 7 ETM uydu görüntü verilerine sırasıyla filtreleme, histogram eşleştirme ve ISODATA sınıflandırma görüntü işleme yöntemleri uygulanmıştır. Sınıflandırma işlemi ile arazi kullanımı kısa bir zamanda elde edilmiştir. Her iki adanın 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalarından eşyüksekti eğrileri her 20 m'de bir sayısallaştırılarak bölgenin 3 boyutlu modeli elde edilmiştir. Sayısal yükseklik modeli kullanılarak her iki ada için eğim ve baka haritaları oluşturulmuştur. Tematik veriler coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ArcView 3.2 içerisinde katmanlar halinde depo edilmiş ve UTM projeksiyon sistemine dönüştürülen uydu verileri ile entegrasyonu sağlanmıştır.

REMOTE SENSING and GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM INTEGRATION ' EXAMPLES OF GÖKÇEADA and BOZCAADA '

SUMMARY

The remote sensing data have been utilized a variety of different disciplines by the development of satellite and computer technology for the purpose to study earth surface. At present, solution of a number of problems have been made easier through the advent of integrating the different data with remote sensing data by transforming them into the same coordinate systems so that they are analyzed together.

In this study, Geographic Information System will be applied on the Bozcaada and the Gökçeada Islands by using remotely sensed data and the other types of data such as topographic data of various scale of different thematic maps, land use data, social and economic data.

In the first chapter, the purpose of the study was explained after an brief introduction to remote sensing.

In the second chapter, the basic issues of remote sensing, digital image processing methods, image enhancement and classification were explained briefly.

In the third chapter, geographic information system, raster data, vector data and integration of remote sensing and geographic information system were explained.

In the fourth chapter, Landsat satellite systems and data were used this study explained briefly.

In the application chapter of the thesis, the study area is defined geographically. 1/25000 scale topographic maps contour lines were digitised in every 20 m interval to make 3D model of the islands. Digital image processing techniques will be applied to 2000 date Landsat 7 ETM image and at the end of this process land use of these two islands were easily obtained to compare with the ground truth data. Thematic informations were get from government associations and other sources.

The ArcView 3.2 were used to store thematic data and the last step of this study was integration of remotely sensed data and geographic information system. By combining remote sensing image analysis and GIS resource managers can have timely and accurate knowledge of a renewable resource.

1. GİRİŞ

Günümüzde bilgisayar ve uydu teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak cisimlerden belirli bir uzaklıktan, arada fiziksel bir temas olmadan yayılan elektromanyetik enerjinin ölçülmesiyle o cisimler hakkında bilgi elde etme bilimi olarak tanımlanan uzaktan algılama, bilgi toplumu olma yolundaki insanoğlunun gereksinimlerini karşılamak amacıyla yeryüzü kaynaklarının araştırılması ve daha etkin kullanımının sağlanmasına yönelik birbirinden farklı birçok uygulama alanında karşılaşılan sorunlara hızlı ve ekonomik çözüm yolları bulunmasında kullanılmaktadır. Uydu verilerinin sinoptik, çok zamanlı, kolay erişimi, hızlıca işlenebilir olmaları yersel verilerle birlikte kullanılabilir olmaları farklı disiplinlerin ilgi odağı olmalarına neden olmuştur.

1970'li yıllardan günümüze kadar yeryüzü kaynaklarının araştırılması için elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde algılama yapabilen birçok uydu uzaya fırlatılmıştır. Spektrumun mikrodalga bölgesinde algılama yapan uyduların geliştirilmesi ile birlikte uzaktan algılama teknolojisi farklı bir boyut kazanmıştır. Çağımız bilgi ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan birçok veriyi etkileşimli olarak sunmanın yanında konumlandırabilme, sonsuz sayıda yolla bilgileri düzenleme, depolama, güncelleme, karşılaştırma ve farklı kaynaklardan toplanan verinin entegrasyonu gibi avantajlar sunan Coğrafi Bilgi Sistemleri çeşitli disiplinlerin ortak çalışma olanağı bulduğu bir başka alandır.

Uzaktan algılama teknolojisi ile elde edilmiş verilerin Coğrafi Bilgi Sistemi entegrasyonu farklı kaynaklardan, farklı formlara sahip nitelik ve nicelikteki verilerin aynı koordinat sisteminde tanımlanarak bir araya getirilmesine, analiz edilip sonuçların değerlendirilmesine ve böylece daha fazla bilgi elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

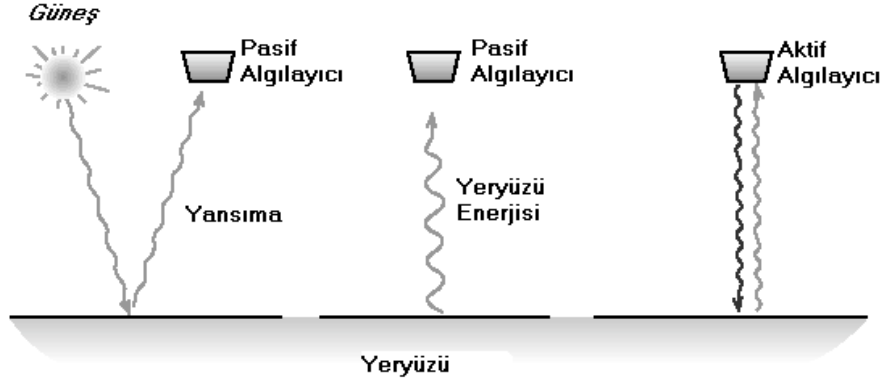
Uydu görüntülerini işlenmesi ile elde edilen arazi örtüsü verilerinin diğer mekansal veya mekana bağlı olmayan verilerle entegrasyonunu içeren bu çalışmada uygulama alanı olarak, Ege Denizi'nde yer alan iki önemli Türk adası Bozcaada ve Gökçeada seçilmiştir. 28.08.2000 yılına ait Landsat 7 ETM uydu görüntülerini işlenmesi ile elde edilen arazi örtüsü sınıflarının raster veri formatından vektör veri formatına dönüştürülmesi ile elde edilen veriler, 1/25000 ölçekli standart topografik haritaların ve bölgeye ait tematik haritaların sayısallaştırılması sonucunda elde edilen vektör veriler, bölgeye ait çeşitli öznetelik verileri bir araya getirilerek entegre bir sistem oluşturulmuştur. Bölgede arazi kullanımları ile ilgili değerlendirmeler ve sorgulamalar gerçekleştirilmiştir ve adalar ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

2. UZAKTAN ALGILAMADA TEMEL KAVRAMLAR

2.1. Elektromanyetik Enerji ve Spektral Etkileşim

Uzaktan algılamada, dalga uzunluğuna ve cismin ısısına bağlı olarak ışıyan enerji miktarı önemlidir (Ömeci, 1987). Temel esas, cisimden yayılan elektromanyetik enerjinin algılanmasıdır. Elektromanyetik enerji ışık hızı ile harmonik dalgalar şeklinde hareket eden bütün enerji şekillerini kapsar. Elektromanyetik ışımanın esas olduğu bir uzaktan algılama sistemi dört bileşeni içerir (Lillesand, ve Kiefer, 2001; Jansen, 1996).

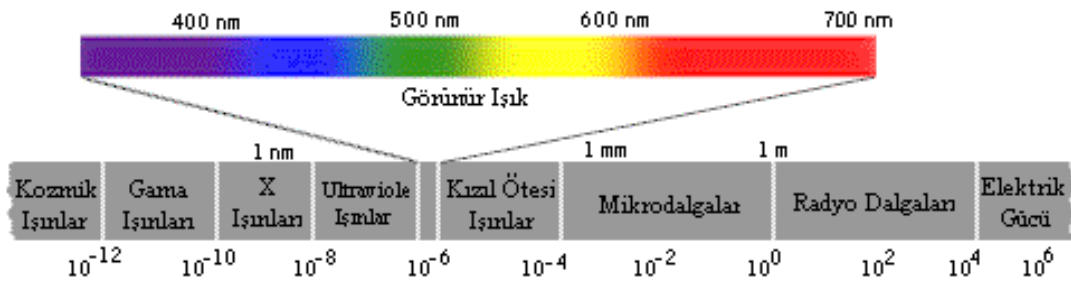
- 1- Kaynak : Güneş ışığı, yeryüzünün neşrettiği ısı gibi doğal ışımlar ile radar ile algılamada olduğu gibi yapay elektromanyetik ışımlar, uzaktan algılamada ışın kaynağını oluştururlar.
- 2- Yeryüzü ile karşılıklı etkileşim: Yeryüzünden yansıyan veya neşredilen ışıının miktarı ve ışıının özellikleri, yeryüzündeki objenin özelliklerine bağlıdır.
- 3- Atmosfer ile karşılıklı etkileşim: Elektromanyetik enerji atmosferden geçerken, çeşitli etkilerle saçılma ve bozulmaya uğrar.
- 4- Algılayıcı : Yeryüzü ile karşılıklı etkileşime uğrayan elektromanyetik ışıının bir algılayıcı tarafından kaydedilir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Elektromanyetik ışınımı ve uzaktan algılama (ITC CD Book, 2000)

2.1.1 Elektromanyetik Spektrum

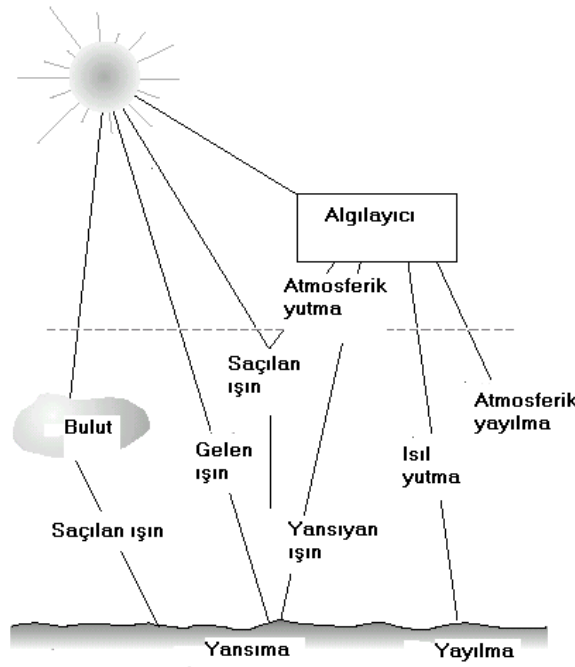
Elektromanyetik enerji, katı, sıvı veya gaz halindeki cisimlere teması dâhil, doğrultu, dalga uzunluğu, polarizasyon ve faz gibi bakımlardan değişikliğe uğrar. Uzaktan Algılamada bu değişiklikler saptanır ve ortaya çıkan görüntü verileri cisim özelliklerinin belirlenmesi için yorumlanır. Elektromanyetik spektrum $3 \cdot 10^8$ m/s hızla hareket eden, dalga uzunluğu nanometrelerden kilometrelere kadar uzanan sürekli enerji ortamıdır. Bütün cisimler az veya çok enerji yayarlar. Uzaktan algılamada daha çok kullanılan dalga boyları $0.3 \mu\text{m}$ den $15 \mu\text{m}$ ye kadar uzanan görünür ve kızıl ötesi ışınları, çok spektrumlu optik tarayıcılar ile 0.3 cm den 300 cm ye kadar uzanan mikrodalga ışınları ise radarlar tarafından algılanır.



Şekil 2.2 Elektromanyetik spektrum

2.2 Atmosfer Etkisi

Kaynağına bakıl raksızın uzaktan algılayıcılar tarafından algılanan bütün ışın ın algılayıcı nın konumuna göre atmosferde kısa veya uzun bir yol kat eder. Bu nedenle atmosfer etkisi izlenen yol farkına bağı lı olarak değ iş i k l e r gösterir. Genel anlamda atmosfer bir algılama sistemi tarafından algılanan ışın ın nın yoğunluk ve spektral bileş imine etki yapar. Bu etkiler şek il 2.3 de gösterildi ğ i gibi atmosferik saçıl ma ve yutul ma olarak ortaya çıkar.



Şekil 2.3 Atmosfer ve yer enerji etkileş imi (ITC CD Book, 2000)

Saçıl ma ; Güneş ışın ın nın, atmosferdeki gaz molekülleri ve duman, buhar, toz, tuz kristalleri, yağmur damlaları gibi askıda maddeler nedeniyle saçılır. Saçılan ışın dalga boyuna bağı nı lı olarak yeniden yönlendirir (Lillesand, ve Keffer, 2001).

Elektromanyetik ışın ın nın saçıl ma genel teorisi, Mie tarafından ortaya konmuştur. Çapları 0.01 m den 100 m ve daha büyük değ erlere ulaş an askıda maddelerden boyutları gelen ışın ın nın dalga uzunlu ğ u civarında olanlar, Mie saçıl masına neden olurlar. Mie saçıl ması genellikle dalga uzunlu ğ uyla ters orantılı olup uzun dalga uzunluklu Rayleigh saçıl masına göre daha etkilidir ve atmosferin alt tabakalarında oluş ur. Öğ le üzeri güneş in tam tepede ol ması durumunda atmosferde en kısa yol izlendi ğ inden saçıl ma en alt düzeyde olur ve gökyüzü beyaz gözükür.

Öğle üzeri gökyüzünün mavi renkte gözükməsi M e saçıl m asına neden olan askıda maddelerin bulun m asına, yani gökyüzünün bu maddeler yönünden temiz ol m asına işaret eder.

Rayleigh saçıl m asında, saçıl m anın dalga uzunluğunun dördüncü kuvveti ile ters orantılı olduğu ve kısa dalga uzunluklarını uzun dalga uzunluğuna göre çok küçük olan gaz molekülleri nedeni ile saçıl m anın üst tabakalarda olduğu kabul edilir. Temiz bir atmosfer için geçerli olan Rayleigh saçıl m ası, gökyüzünün mavi gözükməsinin nedeni dir. Güneş ise mavi ışın m ın saçıl m asından dolayı sarı m ıtarak kırmızı gözüktür. Saçıl m a ol m asaydı gökyüzü siyah, güneş parlak beyaz gözükecekti. Rayleigh saçıl m ası temiz bir atmosfer için geçerlidir.

Atmosferdeki askıda bulunan maddelerin büyüklükleri ışığın dalga uzunluğundan çok daha büyükse ($>10\lambda$) bütün dalga uzunlukları eşit olarak saçılır (λ^0). Yağmur damlası böyle bir saçıl m aya neden olur.

Tablo 2.1 Atmosferik saçılma

	Dalga Uzunluğuna Bağılılık	Tane Boyutu	Tane Gnsi
Rayleigh	λ^{-4}	$\ll 0.1$	Gaz molekülleri
M e	λ^{-1}	0.1-10	Duman, is, pus
	λ^0	> 10	Sis, su buharı, bulut

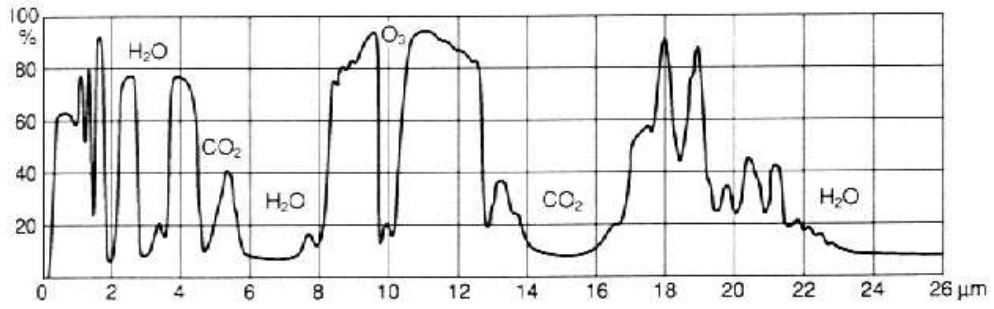
Yutulma ; Enerji yeryüzüne ulaş m adan atmosferde depolanır, atmosfer içerisinde bulunan ozon, karbondioksit ve su buharı yutul m aya neden olur. Bir ortam i çinde yutul m ada, ortama giren büyük frekanslı bir enerji, enerji kaybından dolayı, daha küçük frekanslı bir enerjiye dönüşür.

Atmosferin alt tabakaları ve yer yüzeyi, maksimum enerjinin 11 μ m dalga uzunluğu civarında olduğu 3 ile 100 μ m arasındaki bölgede güneş ışın m ından t a m a m e n farklı olarak ışın m yapar.

Kısa dalga uzunluklu güneş ışınımının büyük bir kısmı atmosfere geçer. Buna karşılık uzun dalga uzunluklu yeryüzü ışınımının yaklaşık %1'i yutulur.

- 9.4-9.8 μm arası ozon,
- 13.1-16.9 μm arası karbondioksit,

5.3-7.7 μm ve 15 μm üstündeki değişik bölgeler su buharı tarafından absorbe edilir. Elektromanyetik enerjinin geçirildiği dalga uzunluğu bölgelerine **atmosfer pencereleri** denir (Şekil 2.4). Gözün duyarlık bölgesi bir taraftan güneş ışınımının en fazla olduğu bölge, diğer taraftan da bir atmosfer penceresi ile çakışmaktadır. Yeryüzü ve güneşin ısı enerjilerinin algılandığı bölgelere kızılötesi pencereler adı verilir ve 3.0-4.0 μm , 4.4-5.0 μm ve 8.0-14.0 μm arasında ısı algılayıcılarla algılanabilir (Örneği, 1987, Saroğlu, 2002).



Şekil 2.4 Atmosfer pencereleri

Uzaktan algılanmada ışınım kaynağı atmosfer etkisi ve algılayıcının duyarlılığı birbirini bütünlükten etkiler. Bu nedenle belirli bir iş için algılayıcı seçerken;

- Algılanmak istenen spektral bölgede atmosferin geçirgenliği,
- Algılanacak enerjinin kaynağı, şiddeti ve spektral bileşimi,
- İncelenecek özelliklere algılanan enerjinin etkisi göz önüne alınmalıdır.

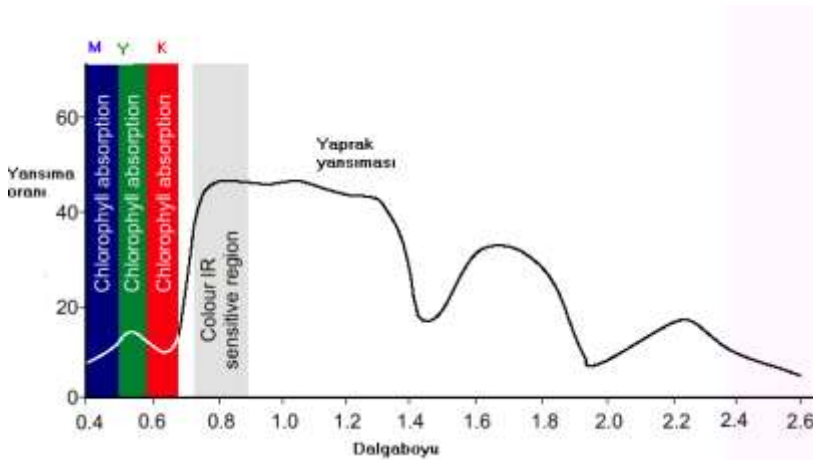
2.2.1 Gsı nleri n Spektal Yansıtması

Doğal veya yapay kaynaklardan bir cisme ulaşan enerji, yansıtılır, yutulur ve geçirilir. Gsme gelen toplam enerji, cismden yansıtılan, cismi tarafından geçirilen ve yutulan enerjilerin toplamına eşittir.

Yeryüzündeki cisimler, spektral yansıtımlarındaki farklılıklardan ayırt edilebilir. Farklı cisimler elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde farklı yansıtım gösterirler.

2.2.1.1 Btkileri n Spektal Yansıtması

Bitki türlerinin spektral yansıtımına, klorofil, karotene, ksantofil, antosiyonins gibi yaprak pigmentleri, hücre yapısı (kalınlık, genişlik) ve yaprağın su muhtevası etki etmektedir. Görünür bölgede yaprak pigmentleri ışınımı yutarlar ve yansımayı azaltırlar. Klorofil, yeşil ışınım ($0.50-0.60 \mu\text{m}$) geçirdiğinden, bu bölgede yaprak tarafından yansıtılan ışınım yeşil olarak algılanır ve yaprak yeşil görünür (Örneği, 1987; Jansen, 1996; Lillesand ve Kieffer., 2001). Sonbaharda yapraklardaki klorofil azalması, karotenlerin ve ksantofillerin artmasına neden olur ve yaprak sarı renkte görünür. Eğer bitki de klorofilin azalmasıyla antosiyonins pigmenti artarsa, yaprak açık kırmızı renkte görünür. Yakın kızılötesi bölgede ($0.40-1.30 \mu\text{m}$), yaprak pigmentleri tamamen geçirilebilir olduklarından, sadece yapraktaki su muhtevası nedeniyle $0.98 \mu\text{m}$ ve $1.20 \mu\text{m}$ dalga boylarında çok az miktarda yutulma olur. Bu bölgede spektral yansıtım yaprak yapısıyla yakından ilgili olduğundan, yansıtımadaki farklılıklardan, bitkilerin sağlık durumu ayırt edilebilir.



Şekil 2.5: Bitki örtüsü spektral yansıtması (ITC CD Book)

2.2.1.2 Ze m i n l e r i n S p e k t r a l Y a n s ı t m a s ı

Ze m i n l e r i n s p e k t r a l y a n s ı t m a l a r ı n d a , s a d e c e y a n s ı t m a v e y u t m a s ı z k o n u s u d u r . Ze m i n i n ü s t t a b a k a s ı n ı n b i l e Ő i m i , y a n s ı t m a ö z e l l i k l e r i n i e t k i l e r .

Ze m i n l e r i n y a n s ı t m a ö z e l l i k l e r i , z e m i n s u m u h t e v a s ı n a , z e m i n i o l u Ő t u r a n m i n e r a l l e r i n c i n s i n e , y a p ı s ı n a , d o k u s u n a , y ü z e y p ü r ü z l ü l ü ğ ü n e v e z e m i n i n o r g a n i k m a d d e b i l e Ő i m i n e b a ğ l ı d ı r .

Genel olarak, bir ze m i n d e s u m u h t e v a s ı n ı n a r t m a s ı y l a y a n s ı t m a ö z e l l i ğ i a z a l ı r v e z e m i n l e r k o y u r e n k t e g ö z ü k ü r l e r . K u r u b i r z e m i n i s l a k b i r z e m i n e o r a n l a d a h a f a z l a ı Ő ı n ı y a n s ı t ı r .

Ze m i n l e r d e s u y u n b u l u n m a s ı d u r u m u n d a z e m i n i n y a p ı s ı ö n e m k a z a n ı r . K a b a v e k u m l u z e m i n l e r i ç d r e n a j o l a n a ğ ı f a z l a o l d u ğ u n d a b u n l a r ı n y a n s ı t m a ö z e l l i k l e r i ç o k f a z l a d ı r , b u n a k a r Ő ı l ı k i n c e d o k u l u , a z d r e n a j i n k a n l ı z e m i n l e r d e y a n s ı t m a ö z e l l i ğ i a z d ı r . Ze m i n l e r d e s u y u n b u l u n m a s ı d u r u m u n d a , k a b a d o k u l u z e m i n l e r y ü z e y p ü r ü z l ü l ü ğ ü n ü n f a z l a o l m a s ı n e d e n i y l e k o y u , i n c e d o k u l u z e m i n l e r i s e a ç ı k r e n k t o n u n d a g ö z ü k ü r l e r . A y n ı ö z e l l i k l e r i t a Ő ı y a n z e m i n l e r d e , o r g a n i k m a d d e m i k t a r ı n d a k i a r t ı Ő s p e k t r a l y a n s ı m a d a a z a l m a y a n e d e n o l u r .

Isıl k ı z ı l ö t e s i b ö l g e d e , s u m u h t e v a s ı f a z l a o l a n b ö l g e l e r b u h a r l a Ő m a n e d e n i y l e s o ğ u y a c a k l a r ı n d a n k o y u r e n k t o n l a r ı n d a g ö z ü k ü r l e r . G ö r ü n ü r v e ı s ı l k ı z ı l ö t e s i b ö l g e d e k o y u r e n k t o n u s u m u h t e v a s ı n ı n f a z l a l ı ğ ı n a ı Ő a r e t t i r . B u n a k a r Ő ı l ı k g ö r ü n ü r b ö l g e d e k o y u , ı s ı l k ı z ı l ö t e s i b ö l g e d e a ç ı k r e n k t o n u k u r u b i r z e m i n i ç i n o l d u ğ a y ü k s e k o r g a n i k m a d d e v a r l ı ğ ı n ı n g ö Ő t e r g e s i d i r .

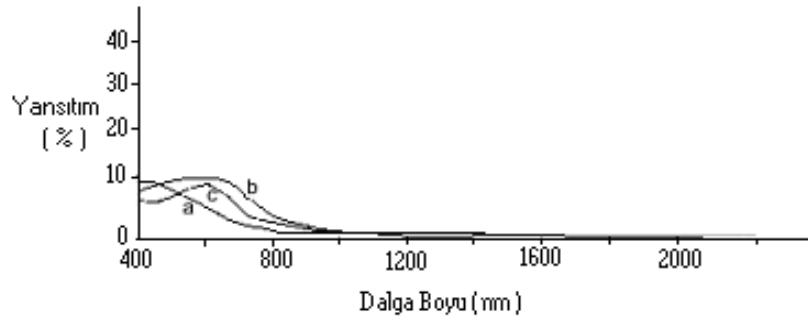
2.2.1.3 S u y u n S p e k t r a l Y a n s ı t m a s ı

S u y u n y a n s ı t m a ö z e l l i ğ i , s u y ü z e y i n i n d u r u m u n a , s u d a b u l u n a n a Ő k ı d a m a d d e l e r e , s u y u n b u l u n d u ğ u o r t a m ı n t a b a n ı n a , s u d a k i o r g a n i k m a d d e v e k l o r o f i l m i k t a r ı n a b a ğ l ı o l a r a k d e ğ i Ő i r . S u y u n y u t m a s ı v e g e ç i r g e n l i ğ i , s u i ç i n d e b u l u n a n o r g a n i k v e y a i n o r g a n i k m a d d e l e r i n m i k t a r v e b ü y ü k l ü ğ ü n e b a ğ l ı d ı r . S u y u n b u l a n ı k l ı ğ ı g e ç i r g e n l i ğ i n a z a l m a s ı n a , b u n a k a r Ő ı l ı k y a n s ı m a n ı n a r t m a s ı n a n e d e n o l u r . B u l a n ı k s u , t e m i z s u y a g ö r e d a h a b ü y ü k d a l g a u z u n l u k l a r ı n d a n y a n s ı t ı r .

S u y u n y a n s ı t m a ö z e l l i ğ i , i ç i n d e b u l u n a n k l o r o f i l m i k t a r ı n a g ö r e d e d e ğ i Ő i r . K l o r o f i l y o ğ u n l u ğ u n d a k i a r t m a , s u y u n m a v i d a l g a u z u n l u k l a r ı n d a k i y a n s ı t m a s ı n ı n a z a l m a s ı n a , y e Ő i l d a l g a u z u n l u k l a r ı n d a k i y a n s ı t m a n ı n i s e a r t m a s ı n a n e d e n o l u r .

Kı zıl ötesi bölgede ise gelen ış ın ın büyük bir k ı s m yut ul du ğ undan su koyu renkte görünür ve di ğ er özelliklerden belirgin bir ř ekilde ay ı rt ed ilir. Su derinli ğ inin yansı ma ya olan etkisi bir dereceye kadar derinlik  l   n l r ine olanak ver mektedir. Uzaktan alg ı lı nı da böyle  l   n l r su tabanı nın yansı nas ı na ve su molekülleri nin inceli ğ ine ba ğ lı dır. Genellikle 1.510 - 0.565  m dal ga boyları arasında ve 10 m' ye kadar olan derinliklerde alg ı layıcı lar tarafından belirli bir enerji kaydedilebil mektedir.

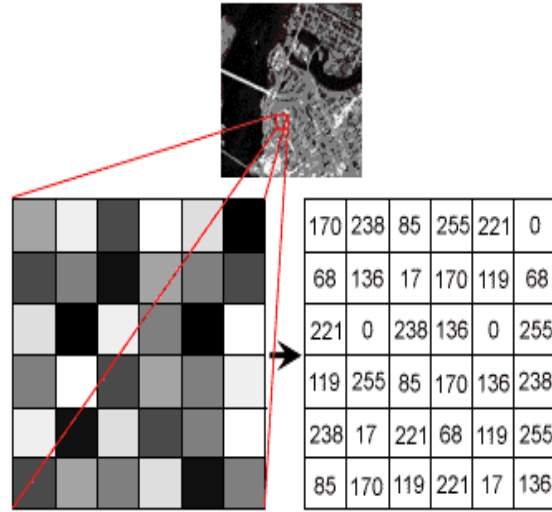
Görünür bölgede kar örtüsünün yansı tı nas ı da ř  yl edir; kuru kar örtüsünde enerji nin %90 kadar ı yansı tılır, sulu kar da ise yansı tı ma %25' e kadar d ş er.



ř ekil 2.6 Suyun spektral yansı nas ı (a: Okyanus Suyu, b: Bul an ı k Su, c: Kl orofil İ  eren Su) (ITC CD Book)

2.3 Say ı sal Görüntü ve  zellikleri

Say ı sal görüntü genel anla mda bir cis nın dijital gösteri nı dir. Görüntü verileri sadece sayılardan oluş up, her bir say ı piksel olarak adlandırılan bir veri dosya de ğ erini i   erir. P ı ksel teri ni görüntüdeki en k  k ele m na karş ı lık gelir ve genellikle kare bi   i nindedir. P ı ksele atanan veri dosya de ğ eri, genel belirli konumdaki yeryüzü b l gesinden yansı tılan yada yayılan elektromanyetik enerji nin kaydı dır. Yeryüzünde bir p ı ksele karş ı lık gelen ne kadar de ğ iř k görünüm ve de ğ erlere sahip olursa olsun p ı kselin bir spektral banttaki de ğ eri tek bir say ı ile ifade edilir (Aksoy, 2001). Say ı sal bir görüntü yeterince b y t l d  ğ unde blok görünümleri yle p ı kseller ortaya   k maktadır.



Şekil 2.7 Piksel (Görüntü Elemanı)

2.4 Görüntü İşleme Teknikleri

Görüntü zenginleştirme, geometrik düzeltme ve sınıflandırma olarak üç ana gruba ayrılabilen sayısal görüntü işleme tekniklerinin görüntüye uygulanabilirliği uygulama amaçlarına ve işlem türüne bağlı olarak değişmektedir.

2.4.1 Görüntü Zenginleştirme Teknikleri

Sayısal görüntülerdeki özellikler arasındaki ayırt edilebilirliği, çeşitli algoritmalarla artırarak görsel yorumlamayı kolaylaştırmak amacıyla uygulanan tekniklere, görüntü zenginleştirme adı verilir (Lillesand, ve Kieffer, 2001). Görüntü zenginleştirmede kullanılacak yöntem kullanılan spektral aralığa, kanal sayısına ve görsel yorumlanabilirliği arttırılacak cismin özelliklerine bağlıdır. Sayısal görüntünün görsel olarak zenginleştirilip daha iyi yorumlanabilmesi için bu çalışmada filtreleme, histogram eşleştirme görüntü zenginleştirme yöntemleri kullanılmıştır.

2.4.1.1 Filtreleme

Filtreleme işlemi ile ya görüntüdeki gürültü ve parazitler giderilir ya da istenen cisimlerin özellikleri vurgulanacak şekilde kontrast artırılır.

Filtreleme işleminde, filtre boyutu (pencere) önemlidir. Çalışmanın amacına göre, geometrik çözünürlük kaybının önemli olmadığı işlerde büyük filtre boyutları, çözünürlüğün artırılmasının amaçlandığı çalışmalarda ise küçük filtre boyutları kullanılmaktadır.

➤ Alçak Geçiren Filtre İle Süzme İşlemi

Bu işlemle görüntü kalitesini bozan gürültü ve parazitler giderilir. Bu bir hesap işlemi olup görüntüdeki her resmin resim elemanı için $(n \times m)$ resim elemanı koşulluğunda ortalama değer hesaplanır. Bu ortalama değer o resim elemanı için alınarak bu ortalama değerlerle görüntü yeniden oluşturulur ve görüntüde düzleşme meydana gelir.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{1}{n.m} \sum_{p=i-\frac{m-1}{2}}^{i+\frac{m-1}{2}} \sum_{r=j-\frac{n-1}{2}}^{j+\frac{n-1}{2}} X_{pr} \quad (n, m = 1, 3, 5, \dots) \quad (2.1)$$

➤ Yüksek Geçiren Filtre İle Süzme İşlemi

Yüksek geçirgen filtre kullanılmasıyla amaç, parazitsiz görüntülerde algılayıcı sistemin çözebilirlik sınırında veya altında kalan küçük cisimlerin ayırt edilebilirliğini sağlamaktır. Bu işlemle görüntü düzleştirilmez ve bastırılmaz, kontrast artırılır. Her bir resim elemanlarının parlaklık seviyeleri belirli oranda arttırılırsa bu değerden bu piksele $(n \times m)$ koşulluğunda yer alan pikselleri ortalama değerleri çıkarılır. Böylece oluşturulan değerler görüntünün yeniden elde edilmesinde kullanılır. Açık renk pikseller daha açık, koyu renk pikseller ise daha koyu görünürler. Filtreleme sonucunda küçük değerler daha küçük, büyük değerler daha büyük olurlar.

$$Y_{ij} = X_{ij} + C(X_{ij} - \bar{X}_{ij}) \quad (2.2)$$

C : Kontrastı düzenleyen bir sabit

X_{ij} : i. satır ve j. sütundaki orijinal pikselin parlaklık değeri

Y_{ij} : Çıktı değeri

$\bar{X}_{ij}$: Açık geçirgen filtredeki orta değer

2.4.1.2 Histogram Eşleştirme

Farklı tarihlerde algılanmış aynı veya komşu görüntülerin güneş açısı ve atmosfer etkilerinden dolayı eşleştirilmesi ve daha anlaşılır hale getirilmeleri için kullanılan radyometrik zenginleştirme yöntemidir.

Histogram eşleştirme ile iyi sonuçlar elde edebilmek için iki görüntünün aşağıda sıralanan özelliklere sahip olması gerekmektedir.

- Histogram eğrileri her iki görüntü için benzer özellikte olmasıdır,
- Görüntülerde açık ve koyu cisimlerin aynı olması,
- Bazı uygulamalar için uzaysal çözünürlüğün aynı olması,
- Farklı alanlara ait iki görüntü söz konusu olduğunda ise yeryüzü örtüsü dağılımının her iki alan için yaklaşık olması beklenmektedir (ERDAS Field Guide, 1997)

Bu zenginleştirme işleminin gerçekleştirilebilmesi için eşlenecek histogram eğrilerinin eşik değerlerinin matematiksel olarak hesaplanması gerekmektedir. Böylece bir histogramın diğerine dönüşümü için gerekli fonksiyon sağlanmış olacaktır (Campbell, 1987; Mather, 1993; Sabins, 1996).

2.4.2 Geometrik Düzeltme

Orijinal uydu görüntüleri, genel de geometrik distorsiyon içerdikleri için harita amaçlı kullanımlar. Bu distorsiyonların kaynağı, algılayıcı platform yüksekliği, konumu ve hızındaki değişimlerden, yeryüzü eğriliği, atmosferik kırılma gibi birçok sebepten meydana gelir. Geometrik düzeltmenin amacı, distorsiyonları gidermek ve düzeltilmiş dijital görüntünün haritanın geometrik entegrasyonuna sahip olmasını sağlamaktır. Geometrik düzeltme işlemi iki aşamalı olarak gerçekleştirilir. İlk aşamada, sistematik hata kaynaklarının matematiksel olarak modellenip elde edilen formlerin düzeltme işlemlerine uygulanmasıyla hatalar giderilir.

İkinci aşamada ise, sistematik olmayan distorsiyonlar ile bilinmeyen sistematik hatalar bir görüntüde homojen olarak dağılmış yer kontrol noktalarının analiz edilmesiyle düzeltilirler. Yer kontrol noktalarının konumları görüntü koordinatları, haritadan ölçülmüş yer koordinatları, enlem ve boylam değerleri veya GPS ölçümleri yardımıyla belirlenir. Rektifikasyon için kullanılan yer kontrol noktası kaynaklarının doğruluğu sayısal görüntünün çözünürlüğü ile uyumlu olmalıdır (Smith ve Atkinson, 2001). Yer koordinat sistemi ile görüntü arasındaki bağlantıyı sağlayan 1. ve 2. dereceli lineer dönüşüm eşitlikleri için gerekli katsayılarınsaptanması, yer kontrol noktalarının her iki sistemdeki mevcut koordinat değerlerine en küçük kareler yöntemi uygulanmasıyla gerçekleştirilir. Dönüşümde kullanılacak polinom derecesi, dönüşüm uygulanacak uydu verisinin özelliklerine bağlıdır. Uydu görüntüleri için genellikle 1. derece dönüşüm yeterlidir (Janssen, 1994).

Genellikle fazla distorsiyonu olan görüntüleri, yüksek dereceden polinomlarla dönüşüm uygulanır (Lillesand ve Kiefer 2001). Birinci dereceden polinom eşitlikleri aşağıda gösterilmiştir

x' , y' dönüşüm sonrası nokta koordinatları, x ve y dönüşüm öncesi nokta koordinatları, ve $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$ dönüşüm matrisi katsayıları olmak üzere,

$$x' = a_0 + a_1 x + a_2 y \quad (2.3)$$

$$y' = b_0 + b_1 x + b_2 y \quad (2.4)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır.

Dönüşüm sonrası referans veri ile düzeltilmiş görüntü koordinatları arasındaki dönüşüm hatası, her bir kontrol noktasının Karesel Ortalama Hatası ile test edilir ve aşağıdaki formül ile hesaplanır. Burada x ve y dönüşüm sonrası nokta koordinatlarını, x ve y ise dönüşüm öncesi orijinal nokta koordinatlarını göstermektedir (Jensen, 1996).

Karesel Ortalama Hata (RMS);

$$R_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{R_i}^2} \quad (2.5)$$

$$R_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{R_i}^2} \quad (2.6)$$

$$T = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (2.7)$$

R_x ve R_y : X ve Y yönlerindeki karesel ortalama hata

T : Toplam karesel ortalama hata

n : Yer kontrol noktası sayısı

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

Bu hata bir yer kontrol noktasının görüntüdeki konumu ile aynı noktanın dönüşüm sonrası konumu arasındaki uzaklığı olarak tanımlanmaktadır. Dönüşüm işlemi tamamlandıktan sonra, geometrik düzeltmesi yapılmış görüntü için piksel değerlerinin hesaplanmasında üç farklı yeniden örnekleme yöntemi kullanılmaktadır.

En Yakın Koşuluk Yöntemi: Düzeltilmiş görüntünün piksel değerleri orijinal görüntüdeki en yakın pikselin atanmasıyla elde edilmektedir. Hesaplama kolaylığının yanı sıra orijinal görüntüdeki piksel değerleri değişmediği için veri kaybına sebep olmaz.

Bilineer Enterpolasyon Yöntemi; Bu yöntemde en yakın 4 pikselin ağırlıklı ortalaması düzeltilmiş görüntünün piksel değerleri olarak atanmaktadır. Yeni görüntüdeki piksel değerleri gerçek değerler değildirler, bu da veri kaybına sebep olmaktadır (Lillesand ve Kiefer., 2001).

Küçük Katlama Yöntemi; Geometrik dönüşümü yapılan görüntünün piksel değerleri, orijinal görüntüdeki en yakın 16 pikselin ağırlıklı ortalaması alınarak elde edilmektedir.

Diğer yöntemlere göre hesaplama zamanının uzunluğu ve karmaşıklığı ve orijinal piksel değerlerinin değişimi bu yöntemin olumsuz yanlarını oluşturmaktadır. Sonuç görüntü, daha düz ve keskin olmaktadır (Jansen, 1996).

Düzeltilme, bu anlamda georeferanslama ve geokodlama terimlerinin kullanıldığı bir yeniden örnekleme yöntemiyle birlikte bir referans koordinat sistemine kaydı içerir.

Bir görüntü ile bir referans koordinat sistemi arasında bağlantı kurulmasına (kayıt) georeferanslama denir. Geokodlama ise bir görüntünün yeni bir raster formata örnekleneşi olarak tanımlanmaktadır (Göksel, 1996; Janssen, 1994; Irish, 1990).

2.4.3. Sınıflandırma

Uzaktan Algılamada sınıflandırma, cisimlerin farklı spektral yansıtma değerleri esasına dayanarak orijinal görüntüdeki her görüntü elemanını ait olduğu özellik grubuna ayırma işlemidir. Ayırt etme ya da tanıma problemi her pikselin, algılamaya yapılan spektral bantlara göre farklılık gösteren sayısal değerler kümesinden yararlanılarak aşılmasıdır (Göksel, 1996; Jansen, 1996; Lillesand ve Keffer 2001). Sınıflandırma işleminde dikkat edilecek konular genel olarak 4 adımda açıklanabilir.

1. Yeryüzü özelliklerini ortaya koyabilecek güvenilir örnekleme alanlarının seçimi ve incelenmesi.
2. Uydu görüntülerinin algılanma zamanları ve çalışılacak spektral bant kombinasyonlarının amaca uygun olarak seçimi.
3. Orijinal görüntünün türü ve çalışmanın amacına yönelik olarak uygun sınıflandırma metod ve algoritmasının seçimi.
4. Sınıflandırılmış görüntü için doğruluk değerlendirmesi.

Sınıflandırma yöntemleri, kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri olarak ikiye ayrılır.

2.4.3.1 Kontrolsüz Sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırmada, pikseller kontrol alanları kullanılmaksızın otomatik olarak görüntüdeki doğal gruplaşmalara dayalı olarak sınıflandırılır (Lillesand ve Keffer, 2001). Bu metod çalışma bölgesi hakkında yeterli bilginin olmadığı veya bölgenin genel yapısı hakkında ön bilgiye ihtiyaç duyulması durumunda kullanılmaktadır. Uydu verilerinin kontrollü sınıflandırma ile detaylı analizine başlamadan önce spektral sınıfların kontrolsüz sınıflandırma ile belirlenmesi faydalı olmaktadır (Chapbell, 1987). Çünkü bulunan bu sınıflardan kontrollü sınıflandırma işlemi esnasında örnekleme bölgesi olarak yararlanmak mümkündür.

Kontrollü sınıflandırma sonucunda oluşacak sınıflar spektral sınıflardır. Kontrolsüz sınıflandırma işlemi sonucunda oluşan sınıfların özellikleri bölgeye ait hava fotoğrafları, topoğrafik haritalar ve daha önce elde edilmiş mevcut bilgilerle karşılaştırılarak belirlenir.

Kümeleme merkezi önce geçici olarak belirlenmekte, her bir pikselin açılan kümelerden hangisine dahil edileceği ise o görüntü elemanı ile açılan küme merkezi arasındaki uzaklığın hesaplanması ve başlangıçta kabul edilen uzaklık değeri ile karşılaştırılması sonucu belirlenir. Bu belirlemede esas alınan en küçük uzaklık değeridir. Kümeye dahil edilen her yeni piksel ile birlikte aritmetik ortalama hesaplanarak geçici küme merkezinin boyutlu uzayda ötelenmekte ve işlem geçici merkezin konumunda değişim olmayıncaya kadar iteratif olarak devam etmektedir. Ardışık kümeleme ve tekrarlı ardışık kümeleme (Iterative Self- Organizing Data Analysis Technique 'ISODATA') gibi çeşitli kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri bulunmaktadır (Jensen, 1996; Mather, 1987).

2.4.3.2 Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma yönteminde, uydu görüntüsünün sınıflandırılması yeryüzü özelliklerini temsil eden örnekleme bölgelerine dayalı olarak her bir cismi için spektral özellikleri tanımlı, özellik dosyalarının oluşturulması ile gerçekleştirilir. Her bir görüntü verisinin ait olduğu sınıfa atanabilmesi için örnekleme bölgelerinin özellik dosyaları görüntü verilerine uygulanması ile her bir pikseli, hesaplanan olasılık değerlerine göre en çok benzer olduğu sınıfa atanmaktadır (Jensen, 1996). Kontrol aşamasında temsil edici nitelikteki kontrol bölgeleri ve her bir arazi örtü tipine ait spektral aralıklar belirlenir. Bu aşamada mevcut referans verileri ile bu verilerin uygulanacağı coğrafi bölgeye ait bilgilerden yararlanılır (Kaya, 1999). Sınıflandırma sonucunda oluşan çıktı ürünler genellikle tematik haritalar, çeşitli arazi örtü sınıfları içeren tüm görüntüye veya belirlenmiş alt görüntüye ait olan istatistiksel tablolar veya coğrafi bilgi sistemlerine dahil edilecek nitelikteki veri dosyaları olarak oluşturulabilir.

Kontrollü sınıflandırmada yaygın olarak kullanılan algoritma En Çok Benzerlik (Maximum Likelihood) algoritmasıdır. Bu yöntemde bilinmeyen bir görüntü elemanının sınıflandırılması için varyans ve kovaryans değerlendirilmesi gerekmektedir.

Sınıf kontrol verilerini oluşturan noktalar kümesindeki dağılımın Gauss normal dağılım olduğu kabul edilir ve belirli sınıflara ait olan görüntü elemanları için istatistiksel olasılık hesaplanır (Campbell, 1987). Her bir sınıf için olasılık değerlendirilmesinden sonra, görüntü elemanı en çok benzer olduğu sınıfa atanır veya olasılık değeri önceden belirlenen eşik değerinin altında kalan görüntü elemanları belirsiz olarak nitelendirilir (Mitter, 1997; Lillesand ve Kieffer, 2001.)

2.4.4 Uygun Kanal Kombinasyonlarının Belirlenmesi

Uydu verilerinin sınıflandırılmasında uygun kanal kombinasyonlarının belirlenmesi sınıflandırma doğruluğu için oldukça önemlidir. Bantlar arasındaki korelasyon çok kanallı uydu verilerinin analiziinde sıkça karşılaşılan bir sorundur. Farklı bantlardaki verilerin benzer görünmesine ve birbirine yakın bilgi içermesine neden olmaktadır. Sınıflandırma için kullanılacak bantların seçiminde bantlar arasındaki varyans kovaryans matrisine bakılarak karar verilmektedir (Misaoğlu, 1999).

Aşağıda bunlara ilişkin denklemler verilmiştir.

Q, R : Q ve R kanalındaki parlaklık değerleri

μ_Q, μ_R : Q ve R kanalındaki parlaklıkların ortalama değeri

k : piksel sayısı ve i : herhangi bir piksel olmak üzere,

herhangi iki kanal arasındaki kovaryans matrisi,

$$Cov_{Q, R} = \frac{\sum_{i=1}^k (Q_i - \mu_Q)(R_i - \mu_R)}{k} \quad (2.8)$$

ρ : korelasyon katsayısı ise,

Cov_{ij} : i, j bantlarının kovaryansı

δ_i : i bantının standart sapması ve δ_j : j bantının standart sapması olmak üzere,

$$\rho = \frac{Cov_{i, j}}{\delta_i \delta_j}$$

eşitliği ile elde edilir.

Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında aralarında düşük korelasyon olan kanalların kullanılması, yeryüzü özelliklerinin ayırt edilebilirliğini arttırmakta ve sınıflandırma doğruluğunu olumlu yönde etkilemektedir.

2.5 Sınıflandırmanın Doğruluk Değerlendirmesi

Uzaktan algılamada teknolojisinde sınıflandırma'nın doğruluğu tek bir piksele ait sınıf etiketi ile gerçek sınıf arasındaki uygunluğu gösterir (Göksel, 1996). Sınıflandırma doğruluk derecesini nıntayını için en çok kullanılan yöntemler, kontrollü sınıflandırma için seçilen örneklem bölgeleri ile sınıflandırılmış görüntünün karşılaştırılması veya referans verilerden çıkarılan sonuçların test alanlarındaki arazi örtüsünün bilinen değeri ile karşılaştırması yöntemleridir.

Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasının doğruluk derecesini tanımlamak için en yaygın yol sınıflandırılmış görüntü verisi üzerinden seçilen pikseller ile bunlara karşılık gelen referans veriler karşılaştırılarak bir hata matrisi elde etmektir.

Hata matrisi, gerçek arazi örtüsüne göre belirli bir arazi örtüsü tipi olarak atanan piksellerin sayısını gösteren satırlar ve sütunlar halinde düzenlenmiştir ve sütunlar referans verileri, satırlar ise sınıflandırılmış görüntüyü temsil ederler (Foody, 2001). Toplam piksel sayısının hata matrisinin ara köşegeni üzerindeki toplam piksel sayısına bölümü sınıflandırma doğruluğudur. Hata matrisi Kappa katsayısı ile istatistik olarak analiz edilmektedir (Cohen, 1960; Congalton ve diğ., 1983 ; Rosenfield, Fitzpatrick-Lins., 1986 ; Harris ve Ventura, 1995). 0 ile 1 arasında değişen bu katsayı, hata matrisinin satır ve sütun toplamaları ile köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanmaktadır (Jensen, 1996).

		J = Sütunlar			Kolon Toplam	
					↓	
		1	2	k	n _i +	
İ : Satırlar (Referans)	1	n ₁₁	n ₁₂	n _{1k}	n ₁₊	
	2	n ₂₁	n ₂₂	n _{2k}	n ₂₊	
	k	n ₃₁	n _{k1}	n _{kk}	n _{k+}	
	n _j +	n ₄₁	n ₊₂	n _{+k}	n	
Sütun Toplam →						

Şekil 2.8 Hata matrisi (Foody , 2001)

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}} \quad \text{Burada;}$$

K; Kappa katsayısı

r ; Matrisin satır sayısı

x_{ii} ; i inci satır ve i nci sütundaki köşegen değeri

x_{+i} ; i nci sütunun toplam değeri

x_{i+} ; i nci satırın toplam değeri

N ; toplam örnek sayısını göstermektedir.

Analiz kısmında olasılık matrisi kullanıldığı için Kappa sabiti hesaplanması uzaktan algılama ile elde edilen görüntünün sınıflandırma doğruluğu değerlendirilmesinde tercih edilen bir yöntemdir (Harris ve Ventura, 1995).

Doğruluk değerlendirme işleminin iki önemli avantajı sağlamaktadır, bunlardan birincisi hangi kategorilerin temsilci olan dağılımlara sahip olduklarının gösterilmesi olanak vermesi, diğeri ise belirli bir sınıflandırma algoritmasının veya kullanılan yardımcı verinin etkinliğinin test edilmesi için çeşitli sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırılmasıdır.

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ VE UZAKTAN ALGILAMA ENTEGRASYONU

3.1 Coğrafi Bilgi Sistemi Tanımı

Coğrafi Bilgi Sistemleri, konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafi bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram veya konumsal bilgileri dijital yapıya dönüştüren bilgisayar tabanlı bir araç, ya da organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin tanımları için tüm dünyada kabul edilen çeşitli kaynaklardan alınmış bazı tanımlar aşağıda sıralanmıştır.

- *Coğrafi bilgi sistemi nokta, çizgi, alan olarak ifade edilen nesnelerin, aktivitelerin, ve olayların mekansal dağılım gözlemlerini içeren veri tabanı olarak tanımlanan Bilgi Sisteminin özel bir konusudur (Diecker, 1979).*
- *Bilgi sistemi uzaysal veya coğrafi koordinatlar ile referanslandırılmış veri ile çalışmak için dizayn edilmiştir. Coğrafi bilgi sistemi mekansal olarak referanslandırılmış veri için özel imkanlara sahip veri tabanı sistemi veya bu veri ile çalışabilme imkanı sağlayan bir teknolojidir. (Star, 1990 ; Clarke, 1997).*
- *Coğrafi bilgi sistemi coğrafyaya ilişkin bilgilerin bir arada toplanması, depolanması, işlenmesi ve görüntülenmesi yeteneklerine sahip bilgisayar sistemidir. Kullanılan veriler ve sistemi çalıştıranlar coğrafi bilgi sistemi içinde değerlendirilebilirler (ESRI).*
- *Konumsal verinin toplanması, depolanması, tekrar kullanılması, analizi ve gösterimini sağlayan otomatik sistemlerdir (Clarke, 1997).*
- *Coğrafyaya ilişkin bilgilerin her türlü şeklinin etkin bir şekilde toplanması, depolanması, güncelleştirilmesi, işlenmesi, analizi ve görüntülenmesi amacıyla tasarlanmış, bilgisayar donanımı, yazılımı, coğrafi veri ve personelin düzenli bir şekilde bir araya getirilmiş halidir (Arc Info).*

- *Coğrafi Bilgi Sistemi, coğrafi nesnelere ait coğrafi verileri toplanması, düzenlenmesi, depolanması, veri tabanı işlemleri, sorgulamalar, dönüşümler ve coğrafi analizler ile coğrafi bilgiye ve coğrafi veri ve bilgilerin gösterilmesi için kullanılan geniş kapsamlı bir bilgi sistemi dir (Şeker, 1993).*

CBS teknolojisini sorgulama, görüntüleme, istatistiksel analiz ve haritalarda gösterilen coğrafi analiz gibi ortak veri tabanı işlemlerini birleştirir. Farklı tematik haritaların üst üste çakıştırılması (overlay), alan ve mesafe değerlerinin bulunması, nesneler hakkında istatistiksel bilgilerin elde edilmesi, lejant değişimi, haritaların projeksiyon ve ölçeklerinin değiştirilmesi ve yükseklik verileri kullanılarak 3D görüntülerinin ve sayısal yükseklik modeli kullanarak eğim ve bakı haritalarının oluşturulması gibi tipik işlemleri gerçekleştiren Coğrafi Bilgi Sistemi ile mümkün olmaktadır.

CBS kullanılarak oluşturulan yeni ürün araştırmacıya verileri yeni yöntemlerle analiz etme, mevcut durumu açıklamak ve strateji planlamak gibi olanaklar tanımaktadır. (Maracchi ve Perarnaud, 2000).

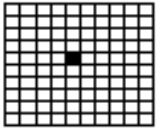
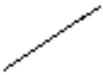
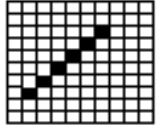
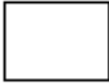
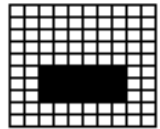
3.2 CBS’ de Kullanılan Veri Yapıları

CBS sistemleri yönetimi ve karmaşık planlama problemlerini çözmek için verinin elde edilmesi, depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve sunulması içi tasarlanmış yazılım donanımı ve işlemlerinin oluşturduğu bir sistemdir ve coğrafi varlıklara ilişkin her türlü verinin bir sistem dahilinde alınması gerekmektedir.

Mekansal veri; raster veya vektör yapıda olabilir. Coğrafi nesnelere ait coğrafi bilgi ise konum ve biçimi ifade eden mekansal (geometrik, grafik) bilgi ve nesnenin öz niteliklerini veren semantik bilgi (grafik olmayan) olmak üzere iki ana parçadan oluşur. Bilgisayar ortamında grafik verileri temsil etmek üzere birbirinden tamamen farklı ancak birbirini tamamlayan iki değişik yol izlenmektedir. Bunlar vektör ve raster (tarama) tekniğidir.

Vektör veri yapısında detaylar; nokta, çizgi, alan olarak ele alınırlar. Bilgisayar da bir nokta detay bir koordinat çifti ile, bir çizgi detay çizgi üzerindeki bir koordinat çifti dizisi ile, bir alan detay ise bu alanın çevresini oluşturan kapalı poligon yine bir koordinat çifti dizisi ile temsil edilir (Congalton, 1997). (Şekil 3.2).

Raster (tarama) veri yapısında tüm detay türleri, koordinatları (satır ve sütun numaraları) bilinen resim elemanları ile temsil edilirler. Uydu görüntüleri veya taramış haritalar numaralarla kodlandırılmış grid hücrelerinden oluşan raster veriye örnek olarak gösterilebilirler (Congalton, 1997).

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

Şekil 3.1 Vektör – Raster veri yapıları (Yomralıoğlu, 2000)

Raster veri yapısının avantajları:

- Veri yapısı basittir.
- Referanslandırma kolaydır.
- Veri katmanları basit raster yapıda olursa harita çakıştırmaları etkili yapılır.
- Pikseller arasındaki mekansal ilişkiler sabit ve izlenebilir.
- Sürekli yüzeylerin temsilinde daha etkilidir.
- Uzaktan algılama görüntüleri ile uyumludur.

Raster veri yapısının dezavantajları:

- Gereksiz veri fazlalığı vardır.
- Mekansal özellikler arasındaki topolojik ilişki kurmak zordur.

- İşlenmiş raster haritalar kaliteli üretilmiş haritalara göre estetik yönden zayıftır. Görsel özellikler pikseller tarafından zayıf olarak temsil edilmektedir.
- Raster bir yapıda kodlanmış bir mekansal verinin vektör formatına dönüştürülme işlemi sırasında şeklin biçimi bozulma eğilimi gösterir.
- Mekansal özelliklerin ölçüm ve işlenmesindeki doğruluğu beklenenden düşüktür.
- Ağ analizleri zordur.
- Projeksiyon dönüşümlerinde etkin değildir.

Vektör Veri Yapısının Avantajları

- Gereksiz veri daha azdır.
- Ayrı özellikler açık ve sürekli şekilde temsil edilir.
- Mekansal özelliklerin topolojisi daha açık bir şekilde tanımlanır.
- Mekansal özelliklerin hesaplanmasında ve haritalama özelliklerinin işlenmesinde daha büyük bir doğruluk sağlar.
- Ağ analizleri için uygundur.
- Projeksiyon dönüşümleri için uygundur.

Vektör Veri Yapısının Dezavantajı

- Veri yapısı karmaşıktır.
- Raster yapıda basit bir işlem olan harita bindirmeleri oldukça zordur.

Raster yapıda sadece nokta koordinatları yeterlidir. Oysa vektörel veri yapısında veri tipi değişiklikleri nedeni ile birçok karmaşık işlem ortaya çıkmaktadır (Çedi koğlu, 2000).

Raster ve Vektör Veri Modellerinin Karşılaştırılması

- Vektör veri modelinin odaklandığı ana konu coğrafi özellik iken, raster veri modelinin odaklandığı ana konu konumdur.
- Vektör model sınırları tanımlanmaktadır. Raster modelde tanımlanmış bir sınır yoktur.
- Vektör model, konumları bir Kartezyen sistemde x,y ile temsil edilir. Raster model konumları ise bir Kartezyen sistemde hücreler olarak temsil edilmektedir.

- Vektör model özelliklerin şekillerini kesin olarak temsil ederken, raster model kare alanlar olarak temsil etmektedir ve bu nedenle daha genelleştirilmiş ve daha az kesindir.
- Vektör model yüksek kalitede kartografik uygulamalarda kullanılır. Raster veri yapısı ise noktasal modeller için daha uygundur.
- Overlay analizleri vektör veri için çok karmaşık fakat raster için çok kolay ve kullanılabilir (Yomralıoğlu, 2000, Çedi koğlu, 2000).

Tablo 3.1 Raster - Vektör veri karşılaştırması (Çedi koğlu, 2000)

	RASTER	VEKTÖR
Veri toplama	Hızlı	Yavaş
Veri hacmi	Büyük	Küçük
Grafik işlem	Orta	İyi
Veri yapısı	Basit	Karmaşık
Geometrik doğruluk	Düşük	Yüksek
Ağ analizi (Topoloji)	Zayıf	İyi
Alan analizi	İyi	Orta
Genelleştirme	Basit	Karmaşık
Topolojik ilişkiler	Zor	Daha kolay
Şekil temsili	Potansiyel olarak düşük	İyi
Projeksiyon dönüşümü	Yavaş	Hızlı
Alanal çokgen analizi	İyi	Yavaş
Kombi ne bindir neler	İyi	Yavaş
Genel veri işlenmesi	Hızlı	Yavaş
UA verisi ile kombi ne	İyi	Zayıf
Genel noktasal	İyi	Zayıf / Yavaş
Sınımlasyon /	İyi	Zayıf
Haritanın çıktı kalitesi	Zayıf	İyi

3.2.1 CBS ‘de Kullanılan Veri Tabanı Yapıları

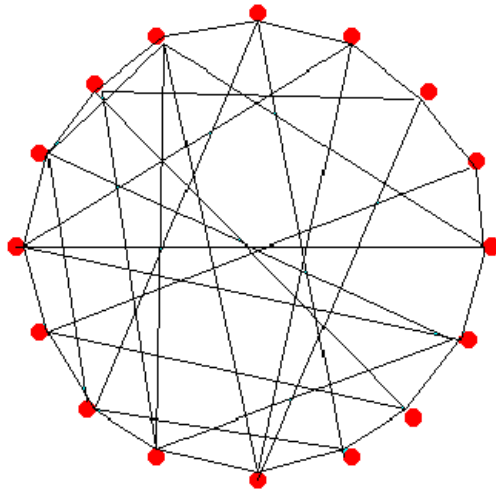
Veri tabanının işlevsel olabilmesi, veri tabanının yapısal bir organizasyona sahip olmasıyla mümkün olabilmektedir. Bu organizasyonel yapıya göre veri tabanları farklı yapılarda kurulabilirler. 3 farklı veri tabanı yapısı vardır:

- Hiyerarşik veri yapısı
- Ağ veri yapısı
- İlişkisel veri yapısı

Hiyerarşik veri yapısı; Her kayıt ile ilgili detaylar tek bir dosyada saklanmayıp detaylar alt dosyalar da belirli yapıda bulunmaktadır. Bu tür veri yapılarında varlıklar arasında ilişki bire çok yapıdadır. Hiyerarşik veri tabanı sistemleri, kolayca anlaşılabilir olması, kolay genişletilebilir ve güncelleştirilebilir olması açısından avantajlı, ancak veriye erişimin zaman alması açısından ise dezavantajlıdır.

Ağ veri yapısı; Varlıklar arasındaki ilişki çoka çok yapıya sahiptir. Bu yapıda alt düzeydeki bir varlığın birden çok üst düzeydeki varlık yada varlıklarla bağlantısı vardır bu durumda kompleks veri topluluklarında verilere erişimin gerekenden daha yavaş olmasına sebep olmaktadır.

İlişkisel veri yapısı; Tablolar halinde düzenlenen verilerde her bir satır bir varlığa ilişkin kayıtları ifade eder. Şekil 3.2’ de gösterildiği gibi tablolar arasında ilişki bire bir olduğu gibi bire çok veya çoka çok olma özelliğine sahiptir.



Şekil 3.2 İlişkisel veri yapısı

CBS için kullanılması gereken veri yapısı konumsal veriler ile onların detaylı olarak ifadesini sağlayan özniteliklerin ilişkilendirilmesi açısından ilişkisel yapıya sahip olmalıdır (Yomralıoğlu, 2000 ; Çedikoğlu, 2000).

3.3 Entegrasyon

Coğrafi Bilgi Sistemleri farklı disiplinlerden ve kaynaklardan gelen farklı ölçeklerdeki bilgilerin modellerde birleştirilmesi ve etkin şekilde anlaşılması için kullanılan önemli bir araçtır (Maracchi ve Perarnaud, 2000). Doğal kaynaklarda meydana gelen değişimleri ve doğal felaketler sonucunda oluşabilecek değişiklikleri haritaya aktarabilmek için kullanılan yöntemler ve yüzey kapasitelerinin değerlendirilmesi gelişmekte olan ülkeler ve kurallara uygun mekansal planlama için önemli araçlardır (Bacco, 2001). Coğrafi Bilgi Sistemi farklı veri formatları arasındaki dönüşüm olanağı yaratarak farklı bilgi katmanları arasında hızlı bir etkileşim oluşmasına izin verir .

Entegrasyon, veri paylaşımında uzaktan algılama ve CBS arasındaki herhangi bir bağlantı türünü tanımlamak için kullanılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde kullanılan önemli raster veri kaynakları arasında dijital uydu görüntüleri verileri, sayısal yüzey örtüsü verileri ve sayısal yükseklik verileri yer almaktadır. Uzaktan algılama sistemleri bilgiye dönüştürülebilen büyük miktarlarda, çok zamanlı verilerin elde edilmesine ve analiz işleminin keşif görevi yanında izlenmesinde imkan sağlar. Uzaktan algılama verilerinin coğrafi bilgi sistemleri içinde kullanılması nın en önemli sebepleri mekanla ilgili geniş kapsamlı bilgiyi kısa zamanda sağlayabilmesi, oluşturulan sınıfların aynı koordinat sisteminde ifade edilebiliyor olması ve raster-vektör veri yapıları arasında dönüşümlerin kolaylıkla sağlanabiliyor olmasıdır.(Jansen, 1996 ; Kaya, 1999 ; Musaoğlu, 1999) . Uzaktan algılama verileri kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemi içerisinde vektör verilerle yapılamayan analizleri yapma imkanı sağlanmaktadır, ancak uydu görüntüsünün çözünürlüğü bu durum için sınırlandırıcı bir etken olmaktadır. Dijital uydu görüntülerinin geometrik düzeltilmesiyle standart harita koordinatlarına sahip görüntüler elde edilir ve bunlar CBS veri tabanının güncelleştirilmesi için referans olma özelliği taşırlar.

Uzaktan algılanmış görüntünün kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırılması sonucunda oluşan arazi örtüsü sınıflarından oluşan haritalar analiz, değerlendirme ve modelleme için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin veri tabanının vazgeçilmez bir parçasını oluşturmaktadır (Haxson, 1980; Justice ve Townshend, 1982; Tom ve Miller, 1984; Lillesand ve Kiefer, 1987; Ma, Hart ve Redmond, 2001).

CBS verileri ve mekansal analiz teknikleri yüzey örtüsü sınıflandırmalarının doğruluğunu ve kategorik detayları artırmak için sayısal görüntü işlemleri ile birleştirilir. Uydu görüntüleri doğru arazi kullanım verilerinin sağlanması ve kentsel - kırsal alanlardaki değişimleri izlenmesi için kullanılmaktadır, fakat bazı uyduların sahip oldukları çözünürlük tek başına doğru ve belirgin bir sınıflandırma için yeterli değildir. Uydu verilerinden elde edilen sınıflandırma sonuçlarını iyileştirmek için uzaysal veri ile CBS ortaklığı gerekmektedir (Harris ve Ventura, 1995). Birleştirilmiş bu teknolojiler akıllı bilgi sistemlerinin gelişimini arttırmaktadır. Sayısal görüntü işlemede ki en önemli veri birleştirme şekli uydu görüntü verisini görüntü niteliği taşıyan veya yardımcı veri grupları ile birleştirmektir. Coğrafi bilgi sistemleri ve görüntü işleme entegrasyonu, sayısal görüntü verilerinin güncelleştirme için eş zamanlı olarak vektörel arazi kullanım verileri ile gösterimine olanak sağlamaktadır (Westmoreland ve Douglas 1992). Sonuç olarak, uzaktan algılama verileri ile CBS arasındaki ilişki tek yönlü değildir, uzaktan algılama verileri ile birlikte maksimum bilgi hacmi sağlanmakta, CBS veri tabanının dinamik bileşenleri olan arazi kullanım ve arazi örtüsü verilerinin belirlenmesi, analizi ve güncelleştirilmesi için gerekli bir araç olmaktadır (Lillesand ve Kiefer, 2000). Arazi kullanım ve arazi örtüsü katmanları Coğrafi Bilgi Sistemini etkili bir şekilde kullanmak için mekansal verinin özelliklerini çok iyi anlamak gerekmektedir. Sayısal görüntü verisi ile diğer yardımcı verilerin entegrasyonu görüntünün görsel yorumlanması, bilgisayar destekli görüntü işleme ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin üst üste çakıştırma (overlay) analizleri ile mümkün olmaktadır (Westmoreland ve Douglas, Fried 1992).

Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu için 5 önemli faktör göz önüne alınarak çalışma yapılmalıdır.

Farklı Kaynaklardan Alınan Verilerin Birleşimi : Farklı amaçlar için farklı kaynaklardan toplanmış büyük boyutlardaki verilerin teknik olarak entegrasyonu CBS ile gerçekleştirilir (Masser, 2001). Birleştirilecek olan verilerin öncelikle birbirleri ile uyumlu olmaları gerekmektedir. Farklı çözünürlüklere sahip uydu görüntülerinden çıkarılan bilginin aynı nitelikte olması gerekmektedir.

Farklı kaynaklardan elde edilen bilginin türünün, bilginin elde edildiği kaynağın güvenilirliğinin, elde etmek istenilen verinin ulaşılabilirliğinin ve elde edilen bilginin ekonomik yönden yapılacak iş için uygunluğunun dikkate alınması gerekmektedir.

Ölçme Uyumu: Kullanılan veriler raster ve vektör yapıda olabilirler bunların birbirine dönüşümlerindeki avantaj ve dezavantajlar göz önünde bulundurulmalıdır. Geometrik veya geometrik olmayan veri türleri, verinin sorgulama yapmaya uygunluğu, verinin standartı, toplanan verilerin doğruluğu, verilerin formatı ve bir formattan başka bir formata transfer kolaylığı üzerinde durulması gereken konulardır.

Konumsal Doğruluk: Herhangi bir objenin yatay ve düşey konumdaki doğruluğu ve hassasiyeti genellikle CBS için kullanılan altlık haritanın ölçeğine bağlı olarak irdelenir. Kullanılan uydu görüntülerine getirilen geometrik düzeltme de bu aşamada önem kazanmaktadır. Yer yüzeyi özelliklerinin yorumlanmasının güvenilirliği uzaktan algılanmış görüntünün rektifikasyonuna ve bunu takip eden sınıflandırma işleminin doğruluğuna bağlıdır (Smith ve Atkinson, 2001).

İstatistiksel Değerlendirme: Kullanılan veriler ile yapılan analiz sonuçlarının kullanılabilir, gerekli nitelikte yanıtları verebilmesi gerekmektedir.

Sınıflandırma Uyumu: Bilgilerin daha anlamlı ve anlaşılabilir olması için veriler kendi içinde sınıflama veya genellemeye tabi tutulurlar. Bu durumda dikkat edilmesi gereken nokta sınıf aralıklarının bilgiyi yansıtacak düzeyde belirlenmesidir. Söz konusu kullanılan veri raster formatta ise bir çok farklı sınıflandırma yöntemi ve algoritması vardır bunların arasında amaçla en uygun olanın seçilmesi ve elde edilen sonuçların uyumu miçinde olmasına dikkat edilmesi gerekir.

Arazi örtüsü sınıflarını tanımlamak için uydu görüntüsünden elde edilen veriler ile bölgeye ait yorumlayıcının bilgileri ve mevcut diğer yardımcı verilerin bir bütün olarak düşünülmesi gerekmektedir (West moreland ve Douglas, Friedl., 1992).

4. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER, YAZILI M ve DONANIM

4.1. Çalışmada Kullanılan Veriler

Bu çalışmada Seyir Hidroğrafi ve Çinografi Dairesi'nden alınan Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilmiş Gökçeada için 7 adet Bozcaada için 2 adet olmak üzere toplam 9 adet 1/25000 ölçekli standart topoğrafik harita kullanılmıştır (Tablo 4.1). Bu haritaların neş yükselti eğrileri her 20 m'de bir , dereler, yollar, göller, adalara ait kıyı çizgileri AutoCAD Map programı yardımıyla ekran üzerinden sayısallaştırılmıştır.

Tablo 4.1 Çalışmada kullanılan Gökçeada paftalarının indeksi.

Çanakkale H15 d2	Çanakkale H15c1	Çanakkale H15c2	Çanakkale H16 d1
Çanakkale H15 d2	Çanakkale H15 c3	Çanakkale H15c4	

Tablo 4.2 Çalışmada kullanılan Bozcaada paftalarının indeksi

Ayvalık İ15 b3	Ayvalık İ16 a4
-------------------	-------------------

Bu çalışmada için ayrıca 1/ 100 000 ölçekli Cökçeada jeolojî haritası kullanılmıştır.

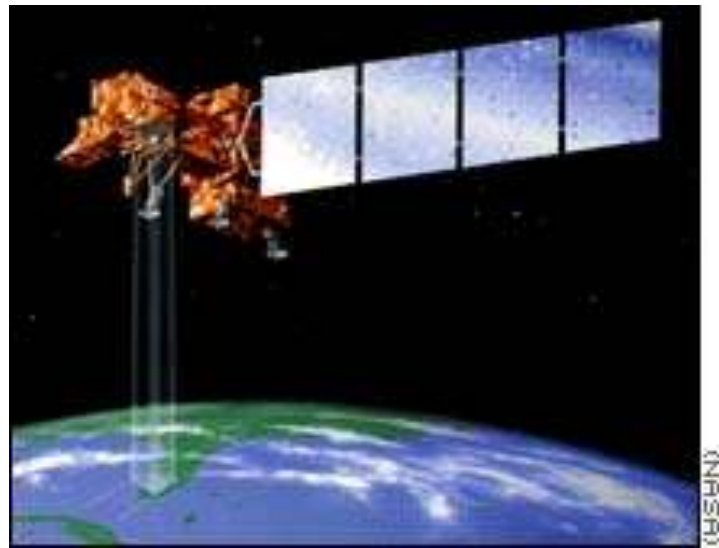
Bu çalışmada 14-06-2000 tarihli Landsat 7 ETM ile 28-8-1992 Landsat 5 TM uydu görüntüsü kullanılmıştır.

Landsat 5 TM 1984 tarihinde NASA tarafından uzaya yerleştirilen ve halen veri üreten bir algılayıcıdır. Bu algılayıcı 7 farklı spektral bantta algılama yapan, yörüngesi dünyadan 705 km yüksekte olan, 30 m çözünürlüklü, 6. bant (ısı bant) 120 m çözünürlüğe sahip olan ve yer yüzünün tamamını 16 günde tarayan, sivil amaçlı yer yüzeyinin araştırılması için kullanılan bir uzaktan algılama sistemidir. Radyometrik çözünürlüğü 8 bit’dir. 1. 2. 3. bantlar görünür bölgede kayıt yaparken, 4, 5, 7. bantlar yansıyan kızıl ötesi bölgede algılama yapar. 6. bant ise ısı bantı kızıl ötesi bölgede algılama yapıp, sıcaklık haritalarının yapımında kullanılır. Bu uydu görüntüsü çalışmada süresince 2000 tarihli Landsat 7 ETM uydu görüntüsünün zenginleştirilmesi için kullanılmıştır.

Tablo 4.3 Landsat 5 TM'nin spektral bölgeleri ve bazı özellikleri

BANT NO	SPEKTRAL ARALIĞI (μm)	UZAYSAAL ÇÖZÜNÜRLÜK (m)
1	0.45-0.53 mavi	30
2	0.52-0.60 yeşil	30
3	0.63-0.69 kırmızı	30
4	0.76-0.90 yakın kızılötesi	30
5	1.55-1.75 orta kızılötesi	30
6	10.40-12.50 ısıal kızılötesi	120
7	2.08-2.35 orta kızılötesi	30

Kullanılan diğer uydu algılayıcısı Landsat 7, diğer Landsat sistemlerinden farklı olarak ETM+ tarayıcısına sahiptir. ETM+ sistemi, yeryüzünü 705 km yükseklikten, 183 km genişliğinde şeritler halinde taramaktadır. Elektromanyetik ışınım piksel büyüklüğü 15 m olan pankromatik bantta, 30 m olan 6 görünür, yakın ve orta kızılötesi bantlarda ve 60 m olan ısıal kızılötesi bantta algılanmaktadır.



Şekil 4.2 Landsat 7-ETM Uydusu

Tablo 4.4 Landsat 7-ETM spektral bölgeleri ve bazı özellikleri

BANT NO	SPEKTRAL ARALIĞI (μm)	UZAYSAL ÇÖZÜNÜRLÜK (m)
1	0.45-0.515 mavi	30
2	0.525-0.605 yeşil	30
3	0.63-0.69 kırmızı	30
4	0.75-0.90 yakın kızılötesi	30
5	1.55-1.75 orta kızılötesi	30
6	10.40-12.5 ısı kızılötesi	60
7	2.09-2.35 orta kızılötesi	30
pankromatik	0.52-0.90 pankromatik	15

Tablo 4.5 Spektral aralığa göre genel uydu kullanımları

BANT NO	SPEKTRAL ARALIĞI (µm)	UYGULAMALAR
1	0.45-0.515 mavi	Sahillerin haritalanması, bitki ve toprağın ayırtılması, su penetrasyonu sayesinde sığ sularda kaplı alanların ayrılması.
2	0.525-0.605 yeşil	Sularda yosun ve benzeri canlıların belirlenmesi, arazi kullanımı, bitkilerin canlılığının ölçülmesi.
3	0.63-0.69 kırmızı	Jeomorfolojik haritalama, su kirliliğinin belirlenmesi, klorofil absorbe edebilme özelliği sayesinde bitki türleri arasındaki farklılıkların tespiti.
4	0.75-0.90 yakın kızılötesi	Arazi çalışmaları, su kalitesi ve bitki ayırma çalışmaları.
5	1.55-1.75 orta kızılötesi	Bulut ve kar örtüsünün ayırma, bitki ve toprak nem ölçümü.
6	10.40-12.50 ısırl kızılötesi	Termal algılama ve haritalama, bitki sıcaklık stresi hakkında bilgi, jeodeji ile ilgili termal bilgiler
7	2.09-2.35 orta kızılötesi	Hydrotermal haritalama, kaya toprak ayırma, bitkisel çalışmalar.

4.2 Çalışmada Kullanılan Yazılım ve Donanım

Bu çalışmanın uygulama bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesinde, Uzaktan Algılama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sayısallaştırma işlemleri AutoCAD Map yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Görüntü işleme çalışmaları için Erdas Imagine 8.5 ve Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları için Arc View 3.2 yazılımları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm 1/25000 ölçekli standart topografik haritalar Seyir Hidrografi ve Çiğnografi Dairesi'nden A0 sayısallaştırıcıda taranarak CDye kaydedilmiş şekilde alınmıştır.

5. UYGULAMA

5.1 Çalışma Bölgesi 1: GÖKÇEADA

Gökçeada, Kuzey Ege Denizi'nin $25^{\circ} 40' 06''$ - $26^{\circ} 01' 05''$ doğu boylamları ile $40^{\circ} 05' 12''$ - $40^{\circ} 14' 18''$ kuzey enlemleri arasında İstanbul'un 2834 km güneydoğusunda ve Çanakkale'nin 40 km batısında yer alır. Doğu-batı uzunluğu 29.5 km ve kuzey-güney uzunluğu 13 km olan ada 95 km kıyı şeridi uzunluğuna sahiptir. 289.5 km² yüzölçümü ile Türkiye'nin en büyük adası olan Gökçeada Çanakkale ilinin ilçelerinden biridir.

Ada'da yaklaşık 1500 hektar ekilebilir arazi, 1900 hektar bağlık, 4000 hektar mera, 8000 hektar ormanlık arazi bulunmaktadır. Karışık olarak toplam 20.000 hektar alan bulunmaktadır. Kullanılmayan arazinin %30 olması ile Gökçeada'da kullanılabilir arazi Türkiye ortalamasının çok üzerindedir. Ada'da 5 adet gölet bulunmaktadır. Su kaynakları açısından Ege'nin en zengin ve dünyanın su zenginliği bakımından 4. adasıdır.

➤ Bölgenin İklimi

Gökçeada'da Akdeniz tipi iklim görülür. Hakkımızda rüzgarlar lodos ve poyrazdır. Tablo 5.1 de rakamlarla Gökçeada'nın iklim özellikleri verilmiştir.

Tablo 5.1. Gökçeada iklim özellikleri

Yıllık ortalama yağış miktarı	791.5 mm
Yıllık nem oranı ortalaması	% 68.5
Yıllık ortalama sıcaklık derecesi	16.3 °C
Yıllık maksimum sıcaklık ortalaması	20.6 °C
Yıllık minimum sıcaklık ortalaması	12.7 °C

➤ Bölgenin Bitki Örtüsü

Gökçeada'da yaygın bitki örtüsü orman ve maki alanlarıdır. Çanakkale ilinin zengin zeytinlikleri adada yer almaktadır.

➤ Bölgenin Doğal Yapısı

Gökçeada, volkanik kütlelerden oluşmuştur. Adanın % 77 si dağlık alandır. En yüksek noktası Doruk Tepe 673 metredir. Su kaynakları zenginliği bakımında dünya sıralamasında adalar arasında 4. sırada yer almaktadır.

Adanın barajı ve doğu kesiminde denizden taşan sular dan oluşmuş adanın %'i kadar büyüklükte Tuz Gölü bulunmaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 1992 tarihli Landsat 5 TMuydu görüntüsünden Tuz Gölü

➤ Bölgenin Nüfusu

Bölge nüfusunun yıllara göre değişimi tablo 5.2 de gösterilmiştir.

Tablo 5.2 Gökçeada nüfusunun yıllara göre değişimi

Yıllar	1975	1980	1985	1990	2000
Nüfus	6001	5978	7610	7948	8875

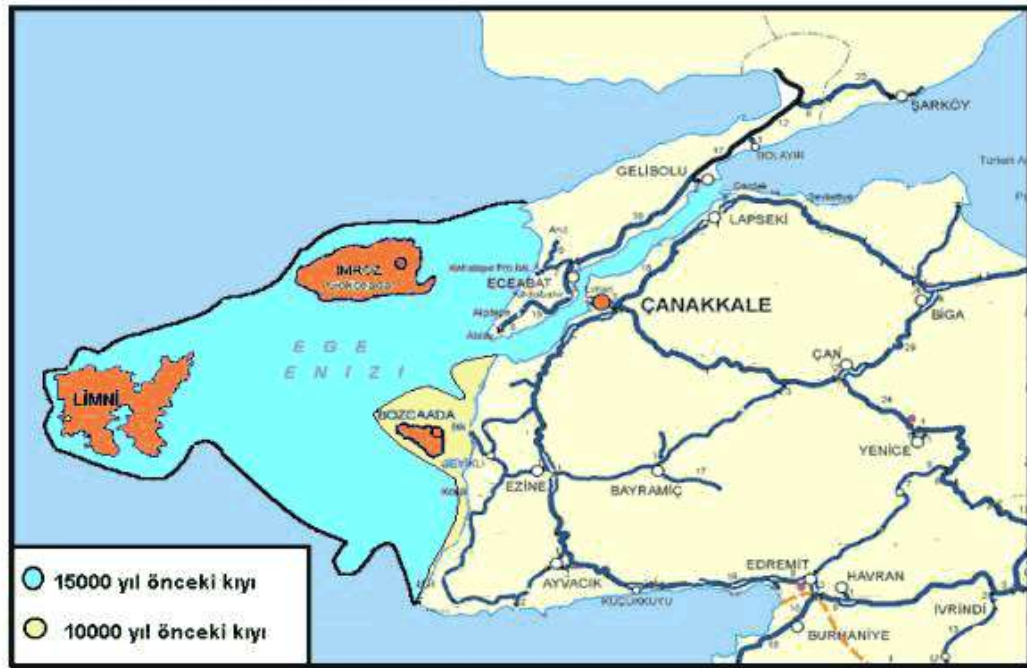
➤ Bölgenin Ekonomisi

İlçenin ekonomik yapısı tarım hayvancılık kamu hizmetleri ve turizme dayanmaktadır. Turizme yönelik ev pansiyonculuğu gelişme göstermektedir. Arıcılık 1300 arı kovam ile gerçekleştirilmektedir. Tarımda en önemli faaliyet alanı zeytincilik ve hububat üretimidir. Gökçeada da hayvancılık önemli bir potansiyele sahiptir ancak verimli olarak yapılmamaktadır.

➤ Sosyo- Ekonomik Yapı

İlçe genelinde toplam 4 ilköğretimi okulu, yatılı olarak eğitimi veren Atatürk Anadolu Öğretmen Lisesi ve Endüstri Meslek Lisesi ile Gökçeada Çok Programlı Lisesi bulunmaktadır. Nüfusun %5'i okuma yazma bilmektedir. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi'ne bağlı olarak açılan Gökçeada Meslek Yüksek Okulu bulunmaktadır.

Şekil 5.2 Bozcaada ve Gökçeada'nın 15000 ve 10000 yıl önceki kıyı durumlarını göstermektedir.



Şekil 5.2 Bozcaada ve Gökçeada Haritası

5.2 Çalışma Bölgesi 2: BOZCAADA

Bozcaada, Ege Denizi'nin kuzey alt bölgesinde $39^{\circ} 47' 30'' - 39^{\circ} 50' 90''$ kuzey enlemleri ile $25^{\circ} 57' 80'' - 26^{\circ} 05' 00''$ doğu boylamları arasında yer alır ve Türkiye'nin Ege Denizi'nde yer alan üzerinde yerleşimin bulunduğu Gökçeada'dan sonraki ikinci büyük adasıdır. 26 km kıyı uzunluğuna, etrafındaki irili ufaklı adacıklar dahil olmak üzere yaklaşık 42 km^2 lik yüzölçümüne sahiptir. En yüksek noktası Göztepe 192 m'dir.

➤ Bölgenin İklimi

Bozcaada tipik Akdeniz iklimini andırarakla beraber, Çanakkale Boğazı'nın tam çıkışında bulunması sebebiyle Kuzey rüzgarlarını fazlaca alır, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve az yağışlı geçer.

➤ Bölgenin Nüfusu

Bozcaada'nın ilk nüfus sayımı Osmanlı İmparatorluğu döneminde 1831 yılında yapılmıştır. Bu sayımda Ada nüfusunun, 439 u Müslüman, 793 ü Hristiyan olmak üzere toplam 1232 olduğu tesbit edilmiştir. Cumhuriyet döneminde ise ilk nüfus sayımı 1927 yılında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.3 Bozcaada nüfusunun yıllara göre değişimi

Yıllar	1927	1945	1955	1960	1965	1970	1985	1990	1997	2000
Nüfus	1631	1765	1686	1685	2141	2031	2030	2003	2543	2015

➤ Bölge Ekonomisi

Bozcaada ekonomisinin temeli, iklimin özelliği sebebiyle bağcılık ve şarapçılık üzerinedir. Ayrıca, sebzeçilik, küçükbaş hayvancılık geçim kaynakları arasında yer almaktadır. Balıkçılık ve turizm ise, Ada'nın ekonomisinde vazgeçilmez bir öneme sahiptir.

➤ Bölgenin Bitki Örtüsü

Genel olarak makilik olmakla birlikte, özellikle güneybatı bölümünde çamlıklar yer alır. Ada'nın toplam yüzölçümündeki 18.500 dönüm alan bağlarla kaplıdır.



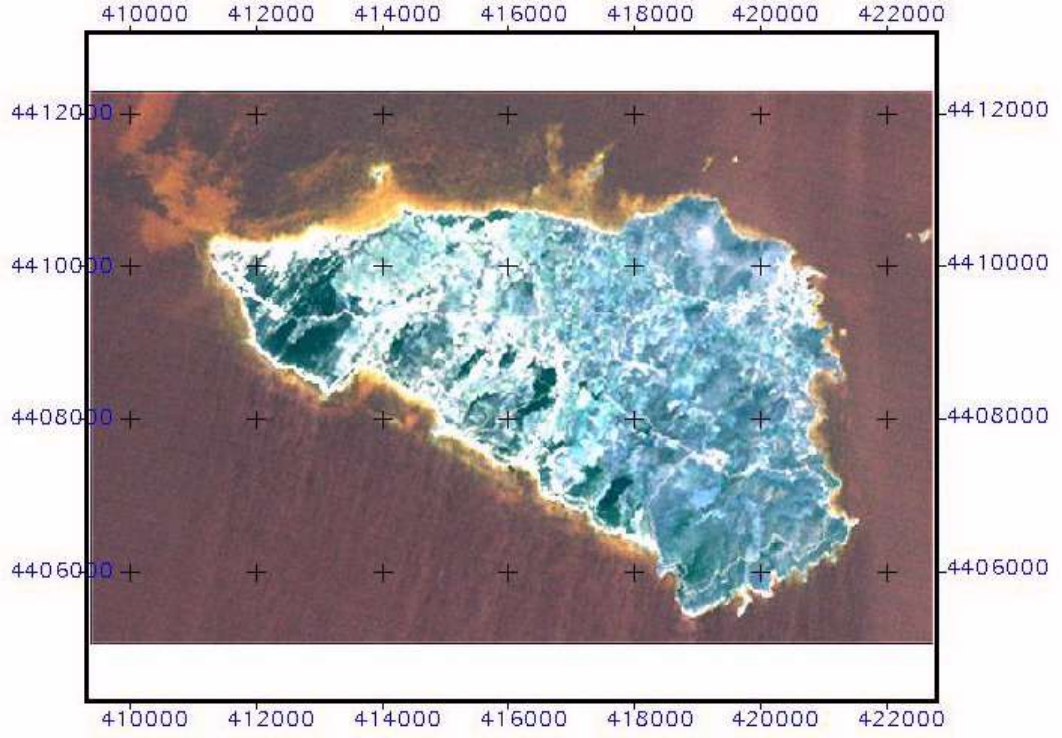
Şekil 5.3 Bozcaada turistik haritası

5.3. UYDU GÖRÜNTÜLERİ Nİ NİŞLENMESİ

5.3.1 Uydu Verileri ni n Ge o met ri k Düzelt mesi

Uydu verilerinin, yer yüzeyinde konuma dayalı üretilen bilgilerle veri entegrasyonunun sağlanması için yer yüzünü tanımlayan bir projeksiyon sisteminde tanımlanması gerekmektedir. Landsat 7 ETM uydu verileri, 1/25000 ölçekli standart topoğrafik haritalar üzerinden elde edilen yer kontrol noktaları kullanılarak jeoreferanslandırılmıştır. Yer kontrol noktalarının görüntü üzerinde homojen olarak dağılmış ve görüntü üzerinde açıkça görülebilen noktalar olmalarına özen gösterilmiştir. Bu noktalar, deniz ile karanın birleştiği kıyılardan, yol kavşaklarından, yol-dere kesişim noktalarından seçilmiştir. Landsat 7 ETM için geometrik dönüşümde maksimum karesel ortalama hata değeri 15 m (0.5 piksel) kabul edilmiştir. Bu amaçla Gökçeada ve Bozcaada için 20 adet yer kontrol noktası seçilmiştir. Yer koordinat sistemleri ile görüntü koordinat sistemleri arasındaki bağıntıyı sağlayan transfor masyon eşitlikleri 1. dereceden polinom olarak seçilerek, bu eşitliklerin katsayıları En Küçük Kareler Yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Dönüşüm sonucunda Landsat 7 ETM için Karesel Ortalama Hata Gökçeada için 0.47 piksel ve Bozcaada için 0.49 piksel olarak bulunmuştur.

Yeni den örnekleme yöntemi olarak mevcut üç yöntemden spektral özelliklerde daha az veri kaybı avantajından dolayı En Yakın Koşuluk Yöntemi seçilmiş ve uygulanmıştır (Şekil 5.4) . Geometrik düzeltmeye ait etiket bilgileri tabl o 5.5 de verilmiştir.



Şekil 5.4 Geometrik düzeltilmiş 2000 tarihli Landsat 7 ETM görüntüsü, Bozcaada

Tabl o 5.4 Geometrik düzeltme etiket bilgileri

	Gökçeada	Bozcaada
Referans Harita 1/25000 ölçekli standart topografik harita	H15c1, H15c2, H15c3, H15c4, H15d1, H15d2, H15d3	I15b3, I16a1
Poli nom Derecesi	1. derece poli nom	1. derece poli nom
Yer kontrol nok sayısı	20 adet	20 adet
Yeni den örnekleme yöntemi	En yakın koşuluk	En yakın koşuluk
Toplam karesel ortalama hata	0.47 piksel	0.49 piksel
Projeeksiyon tipi	UTM	UTM
Elipsoid	International 1909	International 1909

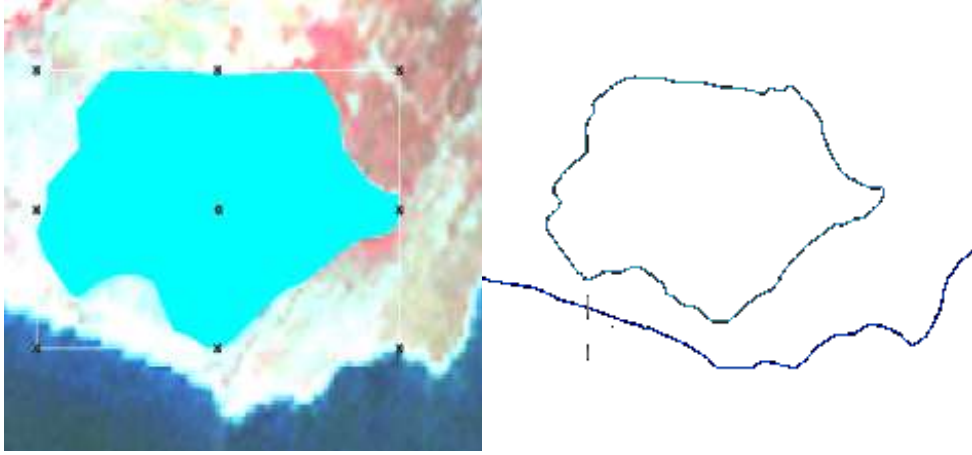
Yapılan çalışmanın dış doğruluğunu incelemek amacıyla geometrik olarak düzeltilmiş görüntü üzerinden yer kontrol noktaları haricinde görüntü üzerinden konumları kesin olarak belirlenebilen 10 adet yeni kontrol noktası seçilmiştir. Seçilen yeni kontrol noktalarının rektifiye edilmiş görüntüdeki koordinatları ile referans olarak alınan 1/25000 ölçekli standart topografik harita koordinatları karşılaştırılması sonucunda X ve Y koordinatları arasındaki fark 30 m den az yani 1 pikselin altında olduğu görülmüştür (Tablo 5.5). Gökçeada için seçilen 10 adet kontrol noktasının rektifiye edilmiş görüntü ile referans pafta X koordinatları arasında ki en yüksek fark 29.8547 m en düşük fark ise 19.1205 m , Y koordinatları arasındaki en yüksek fark 25.3219 m en düşük fark ise 18.3005 m olarak bulunmuştur. Bozcaada için seçilen 10 tane kontrol noktasının rektifiye edilmiş görüntü ile referans pafta X koordinatları arasında hesaplanan en yüksek fark 28.7241 m en düşük fark ise 18.6596 m , Y koordinatları arasındaki en yüksek fark 29.9896 m en düşük fark ise 16.6587 m olarak bulunmuştur. Kusursuz bir dış doğruluk tespiti için yer kontrol noktalarının GPS ölçmeleri ile desteklenmesi ideal olan yaklaşımdır.

Tablo 5.5 Gökçeada ve Bozcaada için dış doğruluk değerlendirilmesi

GÖKÇEADA						
	REKTİFİYE EDİLMİŞ GÖRÜNTÜNÜN KONTROL NOKTALARI		REFERANS PAFTA KONTROL NOKTALARI			
NOKTA NO:	X	Y	X	Y	FARK X (M)	FARK Y (M)
1	405090,7190	4450953,1683	405112,6846	4450971,4688	-21,9656	-18,3005
2	402605,5895	4445863,7543	402633,5958	4445882,3327	-28,0063	-18,5784
3	407320,5270	4446561,6331	407342,1946	4446583,0280	-21,6676	-21,3949
4	408171,5987	4443361,6033	408152,4782	4443340,2677	19,1205	21,3356
5	411746,1000	4447940,3693	411723,1586	4447921,1132	22,9414	19,2561
6	393277,8432	4445472,2613	393304,4305	4445496,6265	-26,5873	-24,3652
7	389788,4490	4444859,4897	389758,5943	4444837,8319	29,8547	21,6578
8	394316,1507	4448451,0124	394339,3204	4448476,3343	-23,1697	-25,3219
9	397328,9447	4452263,8138	397348,4208	4452284,1324	-19,4761	-20,3186
10	410282,2566	4455174,4791	410303,2631	4455192,9151	-21,0065	-18,4360

BOZCAADA						
	REKTİFİYE EDİLMİŞ GÖRÜNTÜNÜN KONTROL NOKTALARI		REFERANS PAFTA KONTROL NOKTALARI			
NOKTA NO:	X	Y	X	Y	FARK X (M)	FARK Y (M)
1	418183,6353	4406537,3646	418204,9365	4406564,3646	-21,3012	-27,0000
2	419641,1354	4404770,4896	419622,1354	4404744,3160	19,0000	26,1736
3	419263,0103	4411322,3642	419281,6699	411343,4190	-18,6596	-21,0546
4	414340,5103	4411164,2396	414319,1471	4411134,2500	21,3632	29,9896
5	413116,7604	4408262,9896	413104,3810	440822,4633	12,3794	16,6587
6	415626,1353	4410263,6146	415605,3897	4410234,7000	20,7456	28,9146
7	416334,2603	4408152,9896	416362,9844	4408172,8442	-28,7241	-19,8546
8	421201,7603	4408531,1146	421224,5600	4408545,5743	-22,7997	-14,4597
9	418039,2603	4411122,9896	418017,7594	4411102,5577	21,5009	20,4319
10	411329,2603	4410676,1146	411353,6164	4410695,8835	-24,3561	-19,7689

Buna ek olarak rektifiye edilmiş uydu görüntüsünde üzerinden Tuz Gölü'nün alanı sayısallaştırılarak 1.8452 km² olarak bulunurken, pafta üzerinden sayısallaştırılan göl alanı 1.8453 km² olarak bulunmuştur (Şekil 5.5). Alanlar arasındaki fark 0.1 m² olarak bulunmuştur.



Şekil 5.5 Sayısallaştırılan Tuz Gölü

Uydu görüntüsü verilerinin başka bir görüntünün koordinat sistemine veya belirli bir harita projeksiyon sistemine dönüşümünde hem görüntü hem de referans koordinat sisteminde özdeş yer kontrol noktalarının doğru olarak tanımlanması için GPS teknolojisiinden yararlanmak gerekmektedir. Uzaktan algılama görüntüsünden tanımlanan yer kontrol noktalarının netliğinin görüntünün uzaysal çözünürlüğüne bağlı olması bu teknolojiyi düşük çözünürlüğe sahip uzaktan algılama verileri için sınırlamıştır (Janssen ve Van der Weil, 1994).

5.3.2 Görüntü Zenginleştirme

5.3.2.1 Yüksek Geçirgen Filtre Uygulanması

Çalışmada kullanılan Landsat 7 ETM görüntüsü için farklı filtreleme yöntemleri denenmiştir. Filtre seçiminde detayların daha belirgin ve yorumlanabilir olması hususu göz önüne alınmıştır. Sonuç görüntülerin görsel analizinden sonra, yüksek geçirgen MDLOW(Minimum Highpass Effect) filtresinin en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Aşağıda 3*3 lük yüksek geçirgen filtre örneği görülmektedir.

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 16 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

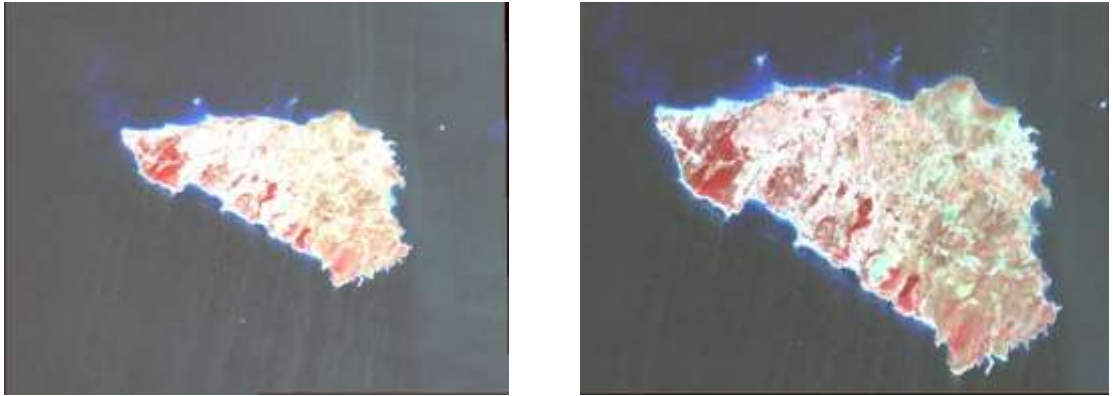
Şekil 5.6 ‘da 2000 yılına ait Landsat 7 ETM görüntüsünün filtreleme sonucunda ortaya çıkan yeni görüntüsü verilmiştir. Görüntüde düşük frekanslı uzaysal bileşenler bastırılmış olup, yüksek frekanslı uzaysal bileşenler vurgulandığı için detayların daha belirgin olduğu görülmektedir.



Şekil 5.6 Yüksek geçirgenli filtre uygulanmış 2000 tarihli Landsat 7 ETM uydu görüntüsü

5.3.2.2 Histogram Eşleştirme

2000 tarihli Landsat 7-ETM görüntüsünün görsel yorumlanabilirliğini ve anlaşılabilirliğini arttırabilmek için, bu görüntünün histogram değerleri ile 1992 tarihli Landsat 5 TM görüntüsünün histogram değerleri eşleştirilerek yeni bir görüntü elde edilmiştir.



Şekil 5.7 Histogram eşleştirme işleminden önceki (1.) ve sonraki (2.) Bozcaada görüntüsü

5.3.3 Sınıflandırma Öncesi Uygun Kanal Kombinasyonunun Belirlenmesi

Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında düşük korelasyonlu kanalların kullanılması amacıyla kullanılan görüntüler için varyans-kovaryans analizi yapılmış ve kanallar arasındaki korelasyonlar hesaplanmıştır.

Tablo 5.6: Bozcaada için korelasyon katsayıları

1, 00	0, 749	0, 578	0, 342	0, 349	0, 405
0, 749	1, 00	0, 948	0, 832	0, 836	0, 863
0, 578	0, 948	1, 00	0, 918	0, 935	0, 951
0, 342	0, 932	0, 918	1, 00	0, 976	0, 956
0, 349	0, 836	0, 935	0, 976	1, 00	0, 988
0, 405	0, 863	0, 951	0, 956	0, 988	1, 00

Tablo 5.7: Gökçeada için korelasyon katsayıları

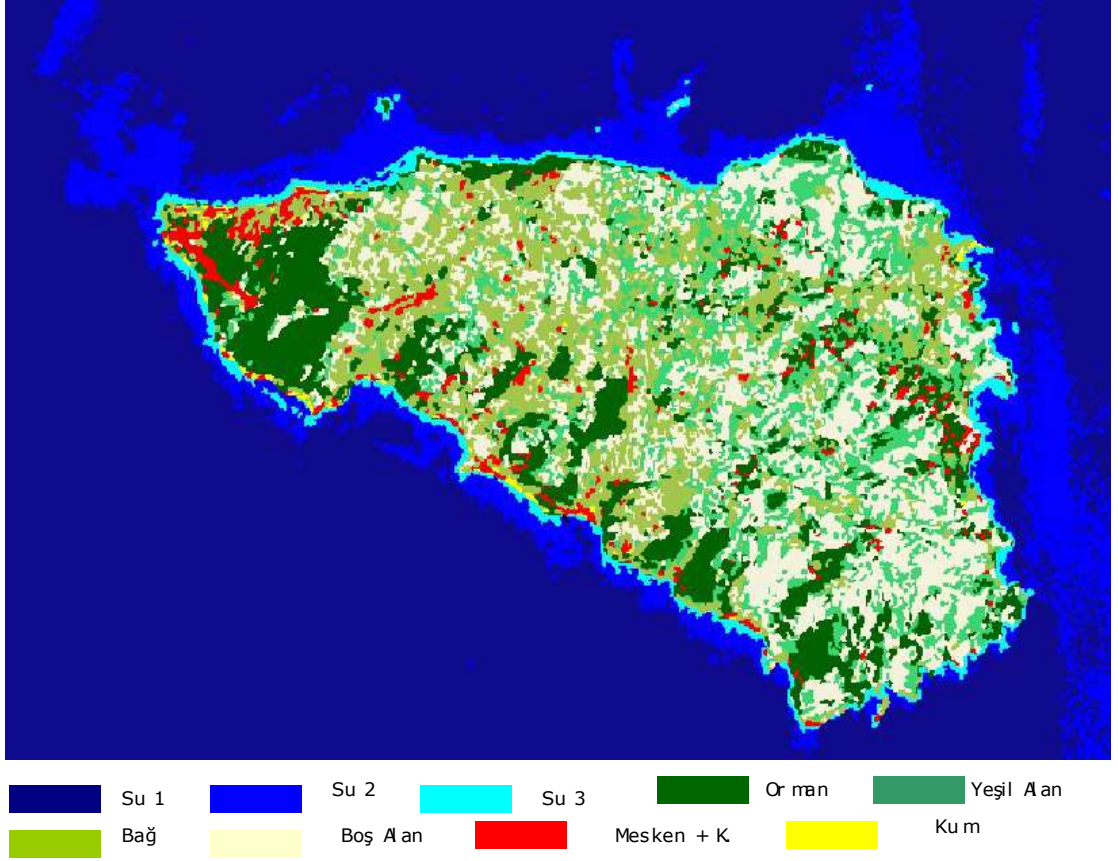
1, 00	0, 705	0, 612	0, 263	0, 368	0, 448
0, 705	1, 00	0, 970	0, 824	0, 884	0, 908
0, 612	0, 970	1, 00	0, 847	0, 925	0, 948
0, 263	0, 824	0, 847	1, 00	0, 957	0, 908
0, 368	0, 884	0, 925	0, 957	1, 00	0, 984
0, 448	0, 908	0, 948	0, 908	0, 984	1, 00

Elde edilen korelasyon katsayılarının incelenmesi ile Landsat 7 ETM görüntülerinde 1., 4. kanalların 1., 5. ve 1., 7. kanallarla düşük korelasyon gösterdiği görülmüştür.

5.3.4 Sınıflandırma

Sınıflandırma uydu verilerine ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis)-kontrolsüz sınıflandırma algoritması uygulanmıştır. 2000 tarihli LANDSAT 7 ETM görüntüsü ISODATA yöntemi kullanılarak Bozcaada için 40 spektral sınıf ve Gökçeada için 60 spektral sınıf seçilmiştir. Görsel inceleme sonucunda bazı sınıflar kümelendirilmiştir. Daha sonra elde edilen bu kümeler Bozcaada için 10 ve Gökçeada için 11 sınıf altında toplanmış ve her küme, ait olduğu sınıfa göre alınarak temsil edici renklere atanmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda elde edilen kümelerin hangi sınıfa ait olduğunun belirlenmesinde Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalardan, 1/25000 ölçekli nazım iştirak planlarından yararlanılmıştır.

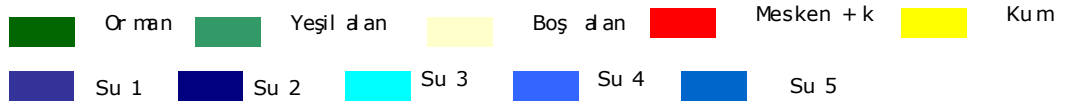
Sınıflandırma işleminin sonuçları incelendiğinde özellikle yerleşim ve yüksek spektral yansıtma değerine sahip açık ve kumlu alanlarının karıştığı görülmektedir.



Şekil 5.8 ISODATA yöntemiyle sınıflandırılmış Bozcaada görüntüsü

Tablo 5.8 Bozcaada sınıflandırma sonuçları

Sınıf adı	Hektar	%
Orman	791.00	% 21.35
Yeşil alan	724.88	% 19.57
Bağ	899.32	% 24.28
Boş alan	1121.4	% 30.27
Yerleşim+K	145.2	% 3.92
Kum	22.52	% 0.61
Toplam	3704.32	



Şekil 5.9 ISODATA yöntemiyle sınıflandırılmış Gökçeada görüntüsü

Tablo 5.9 Gökçeada sınıflandırma sonuçları

Sınıf adı	He kt ar	%
Or man	6705.84	% 23.80
Yeşil alan	9108.68	% 32.33
Boş alan	9303.08	% 33.02
Yerleşim+K	1103.84	% 3.92
Ku m	1951.24	% 6.93
Topl a m	28172.68	

Gökçeada'nın alanı 289500 hektar , Bozcaada yaklaşık 4200 hektar alana sahiptir.

5.4 Sınıflandırma İşleminin Doğruluk Değerlendirmesi

Sınıflandırma işleminden sonra sınıf istatistiklerine veya referans yüzey verilerinden türetilen seçilmiş test alanlarına yada her iki yöntem birlikte kullanılarak doğruluk değerlendirme işlemi gerçekleştirilir (Goodenough, 1988). Her iki ada için yapılan sınıflandırma işleminin doğruluk değerini analiz etmek için, sınıflandırılmış 2000 tarihli LANDSAT 7 ETM görüntüsü üzerinde rastgele 200'er adet piksel seçilmiştir. Bu piksellerin karşılık geldiği arazi kullanımları standart topografik haritalar ve arazi kullanım haritaları üzerinden belirlenerek dahil oldukları sınıfın doğruluğu hat a matrisleri ile hesaplanmıştır. Tablo 5.11 de doğruluk değerlendirmeleri sunulmuştur. Sonuçta genel sınıflandırma doğrulukları Gökçeada için %83.60 ve Bozcaada için %89.00 olarak tespit edilmiştir. Sınıflandırılmış görüntüler için genel Kappa sabiti Gökçeada için %75.68 ve Bozcaada için %83.90 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5.10 : Sınıflandırma hata matrisleri

Bozcaada	Referans verisi									
Sınıflandırılmış Veri	Su1	Su2	Su3	Orman	Kum	Bağ	Yeşil Alan	Açık Alan	Yerleşim	Satır Toplam
Su 1	82	4	0	0	0	0	0	0	0	86
Su 2	1	20	1	0	0	0	0	0	0	22
Su 3	0	0	6	0	0	0	0	1	0	7
Orman	0	0	0	20	0	0	0	5	0	25
Kum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bağ	0	0	0	0	0	15	0	1	1	17
Yeşil Alan	0	0	0	0	0	0	10	2	0	12
Açık Alan	0	0	0	6	0	0	0	18	0	24
Yerleşim	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Sütün Toplam	83	24	7	26	0	15	10	27	4	174

Gökçeada	Referans verisi								
Sınıflandırılmış Veri	Su1	Su2	Su3	Boş Alan	Yeşil Alan	Orman	Yerleşim	Kum	Satır Toplam
Su 1	14	3	0	0	0	0	0	0	17
Su 2	9	93	4	0	0	0	0	0	106
Su 3	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Boş Alan	0	0	0	20	1	6	0	0	27
Yeşil Alan	0	0	0	3	11	0	1	0	15
Orman	0	0	0	0	1	9	0	0	10
Yerleşim	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Kum	0	0	0	0	0	1	2	4	7
Sütün Toplam	23	96	9	23	13	16	5	4	189

Tablo 5.11 Bozcaada ve Gökçeada için doğruluk analizi

2000 Landsat 7ETM Uydu Görüntüsü Doğruluk Analizi (Bozcaada)					
Sınıf Adı	Referans Toplam	Sınıflandırılmış Toplam	DOĞRU Nokta Sayısı	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Su 1	83	86	82	%98.8	%95.35
Su 2	24	22	20	%83.3	%90.91
Su 3	7	7	6	%85.71	%85.71
Orman	26	25	20	%77	%80
Kum	0	0	0	0	0
Bağ	15	17	15	%100	%88.24
Yeşil Alan	10	12	10	%100	%83.33
Açık Alan	27	24	18	%66.67	%75
Yerleşim	4	3	3	%75	%100
Sütun Toplam	196	196	174		

Genel Sınıf Doğruluğu (Bozcaada) = 0.89 = %89.00

Genel Sınıf Doğruluğu (Gökçeada) = 0.84 = %84.00

2000 Landsat 7ETM Uydu Görüntüsü Doğruluk Analizi (Gökçeada)					
Sınıf Adı	Referans Toplam	Sınıflandırılmış Toplam	DOĞRU Nokta Sayısı	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Su 1	23	17	14	%60.87	%82.35
Su 2	96	106	93	%96.84	%87.74
Su 3	9	5	5	%55.6	%100
Boş Alan	23	27	20	%86.36	%74.07
Yeşil Alan	13	15	11	%84.62	%73.33
Orman	16	10	9	%56.25	%90.00
Yerleşim	4	2	2	%50.00	%100
Kum	5	7	4	%80.00	%57.14
Sütun Toplam	189	189	158		

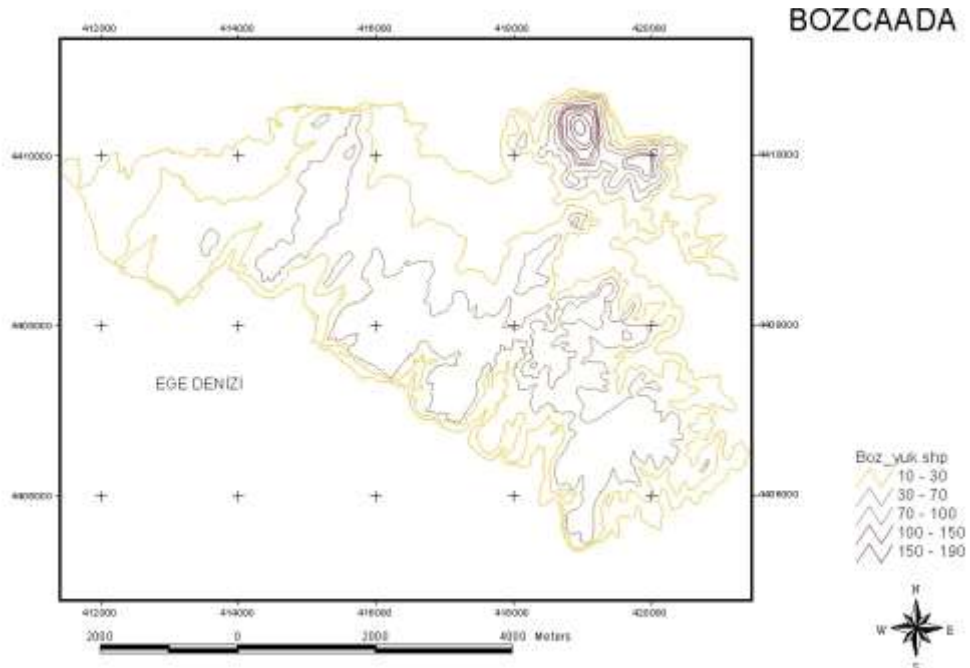
Genel Kappa Doğruluğu (Bozcaada)	
N= 196	$\sum x_{ii} = 174$
Kappa = %83.90	
Kategori Kappa Doğrulukları	
Su 1	= %91.96
Su 2	= %89.65
Su 3	= %85.09
Orman	= %76.94
Kum	= 0.0000
Bağ	= %87.27
Yeşil Alan	= %82.44
Açık Alan	= 0.7101
Yerleşim	= 1.0000

Genel Kappa Doğruluğu (Gökçeada)	
N= 189	$\sum x_{ii} = 158$
Kappa = %75.68	
Kategori Kappa Doğrulukları	
Su 1	= %79.92
Su 2	= %75.08
Su 3	= %70.48
Boş Alan	= %69.55
Orman	= %71.37
Kum	= %89.08
Yeşil Alan	= %100
Yerleşim	= %55.98

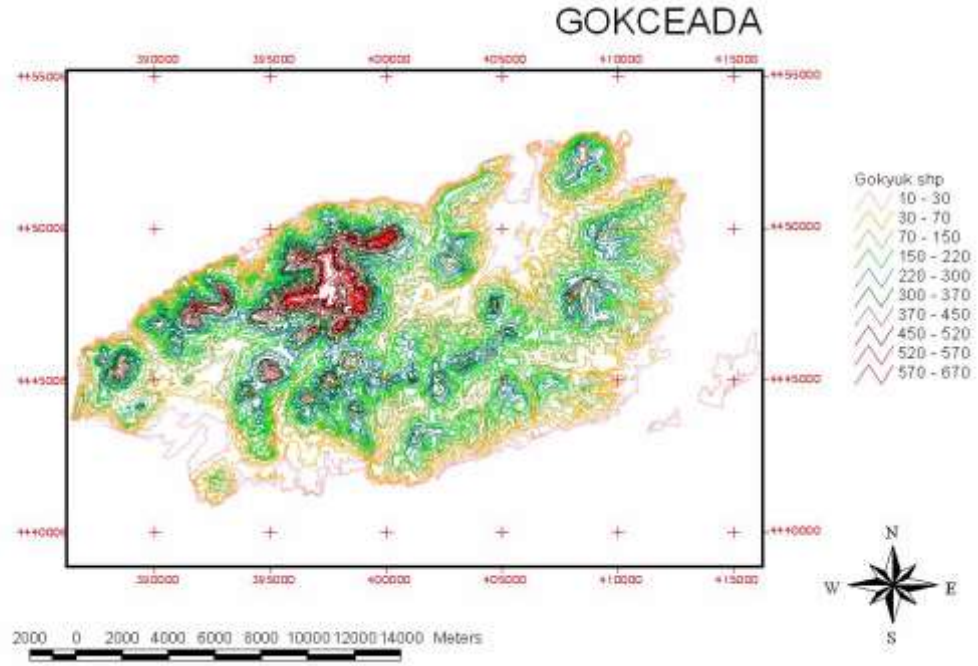
5.5 Sayısal Yükseklik Modeli, Eğim ve Bakı (Yön) Haritaları

Çalışmada kullanılan Landsat 7 ETM verilerinin iki boyutlu olması nedeni ile jeomorfolojik yüzeylerin değerlendirilmesi ve sınırlarının belirlenmesi oldukça zordur. Ancak topoğrafik haritalar üzerinden eşyüksehti eğrilerinin sayısallaştırılması ile oluşturulan sayısal yükseklik modelleri üzerinde düzlüklerin yorumu ve sınırlarının tahmini yapılabilir.

Bu amaçla 1/25000 ölçekli Gökçeada'ya ait 7 ve Bozcaada'ya ait 2 standart topoğrafik harita üzerinden eşyüksehti eğrileri her 20 m de bir bilgisayar ortamında sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan topoğrafik haritalar üzerindeki tesviye eğrilerine bu eğrilerin yükseklikleri AutoCAD Map yazılımı kullanılarak atanmıştır. Yüzeyi tanımlayan konuları bilinen yeterli sıklıkta noktalar yardımıyla (x, y, z) yüzeyin matematiksel ve sayısal olarak tanımlanması gerçekleştirilmiştir. Bölgenin grid yöntemine göre sayısal arazi modeli yapılmış ve raster veri grubuna dönüştürülmüştür. Sayısal arazi modeli ile birlikte kullanılan uydu verileri, yeryüzü özelliklerini üç boyutlu ifade etmektedir.

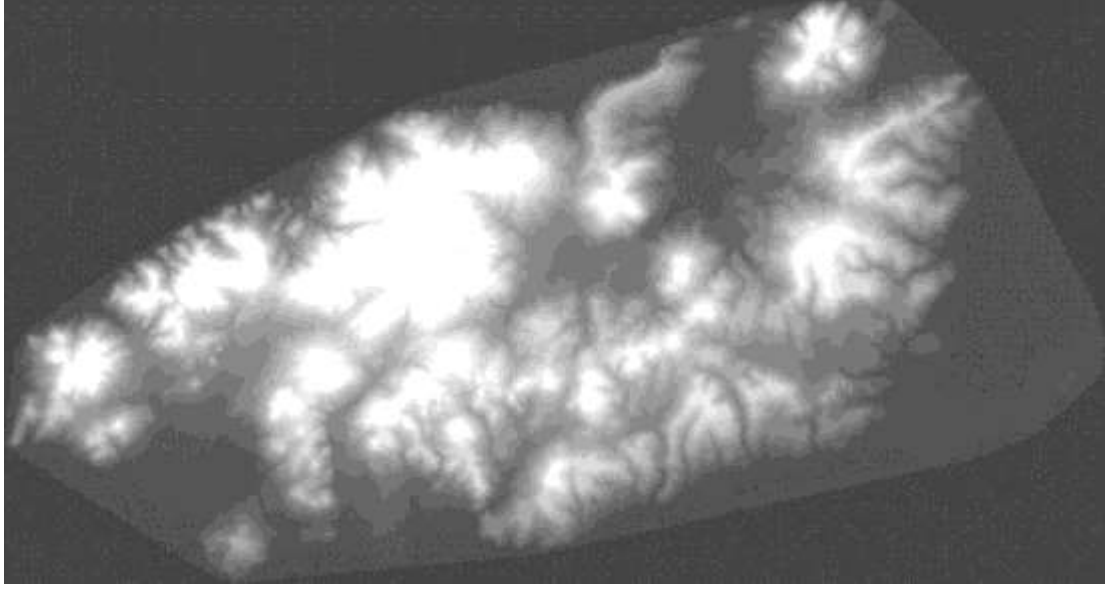


Şekil 5.10 Bozcaada'ya ait sayısallaştırılan eşyüksehti eğrileri.



Şekil 5.11 Gökçeada ‘ya ait sayısallaştırılan eş yükselti eğrileri

Farklı bakış açısı ve farklı ölçekte yeryüzüne bakabilme imkanı sunan sayısal arazi modeli ile yeryüzü özellikleri kolayca görüntülenebilir. Bu da çalışma bölgesine ait çeşitli özelliklerin analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Amaç sayısal arazi modelinin uzaktan algılama verileri ile karşılaştırılarak yorumlanabilirliğinin artırılmasıdır. İki verinin karşılaştırılması sonucunda uzaktan algılama verilerinin karşılığı olan parlaklık değerine karşı bir yükseklik değeri atanmıştır. Raster veri deki sayısal arazi modelinde en yüksek noktanın gri değeri 255, en düşük noktanın gri değeri de 0 alınarak enterpolasyon yapılmış ve vektör-raster dönüşümünü sonucu gri değerler çıktı sonucu olarak alınmıştır (Şekil 5.12). Gökçeada’ya ait raster yapıda oluşturulmuş sayısal yükseklik modelini göstermektedir. Şekil 5.13, şekil 5.14’ de Gökçeada ve Bozcaada için yüzeyin yorumlanma ve daha iyi değerlendirilebilirliğini arttırmak için sayısal arazi modeli üzerine uydu görüntüsü karşılaştırıldığı durum gösterilmektedir.



Şekil 5.12 Raster yapıdaki sayısal arazi modeli (Gökçeada)



Şekil 5.13 Uydu görüntüsü ile karşılaştırılmış Gökçeada sayısal arazi modeli.



Şekil 5.14 Uydu görüntüsü ile karşılaştırılmış Bozcaada sayısal arazi modeli.

Sayısal yükseklik modeli kullanılarak her iki ada için coğrafi bilgi sistemi analizlerinde kullanmak için eğim ve yön (Bakı) haritaları oluşturulmuştur.

Eğim Haritaları :

Bir çok coğrafi bilgi sistemi analizinde arazi değişkenliğini belirten tabaka olarak eğim haritalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Arazi yüzeylerinin yataydan olan sapmaları eğim olarak ifade edilmektedir. Eğim durulan noktadan olan düşey mesafenin yatay mesafeye oranının tanjant açısıyla gösterimini veya iki yükseklik değeri arasındaki farkın bu iki eğri arasındaki mesafeye bölümü olarak hesaplanmaktadır.

Yol güzergahlarının tespitiinde, arazi sınıflandırmasında, topografyanın tanımlanmasında eğim bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Sayısal yükseklik modeli kullanılarak eğim haritaları üretilmektedir. İlk üretilen eğim tabakası raster formata sahiptir, vektör formata dönüşümü için öncelikle genelleştirilmesi gerekmektedir daha sonra raster formattan vektör formata dönüşümü gerçekleşmektedir.

➤ Eğim %0-20

% 20 eğim arazi üzerinde ölçülen her 5 metrede bir 1 metre yükselmenin olduğunu belirtir. Eğimin %20 veya %20 den daha az olan araziler üzerine bina yapılması için uygun olan arazilerdir.

➤ Eğim %20-33

%33 eğim daha dik ve arazide ölçülen her 3 metrede 1 metre yükselme olduğu anlamına gelmektedir. Bu tip araziler yapılanma için uygun değildir ve kısıtlı alan olarak ifade edilirler. Fakat eğimi %20 den fazla olan alan, 160 m² den az ise bu durumda yapılanma mümkün olmaktadır.

➤ Eğim > %33 ise

Bu durum çevresel gelişim etkisiinden dolayı yapılanma için uygun değildir görüşü kabul edilmiştir.

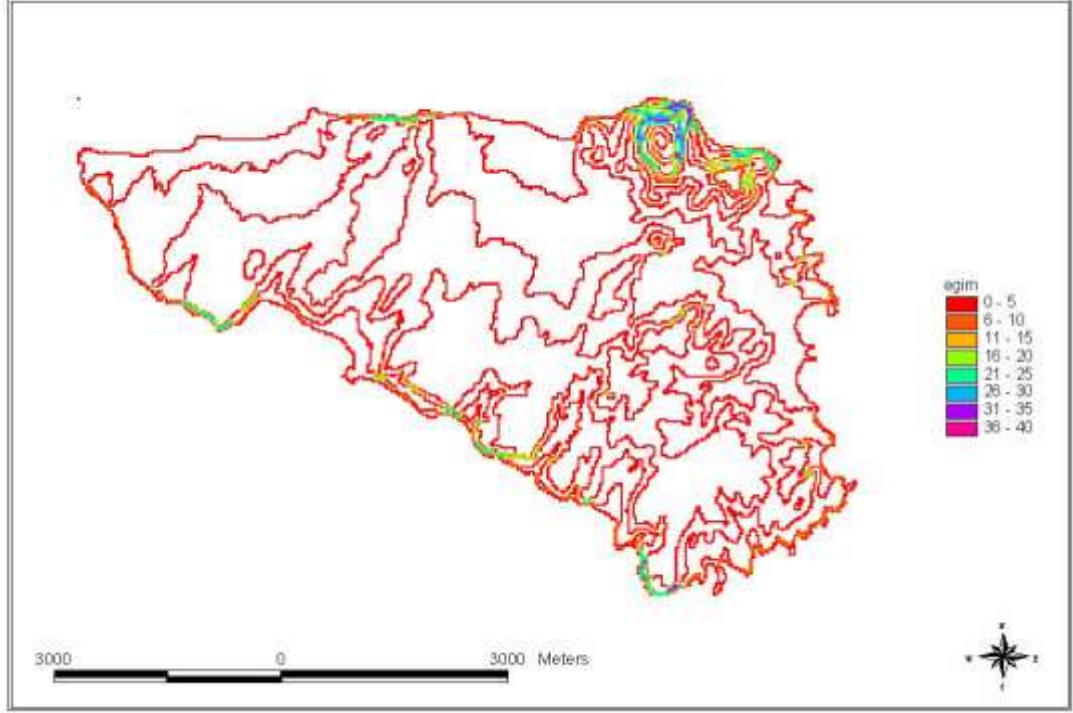
Arazi eğimini tespit edilmesi arazi uygunluğunun çevresel gelişim etkilerini ortaya koyabilmesi açısından büyük önemi taşımaktadır.

Yön Haritaları

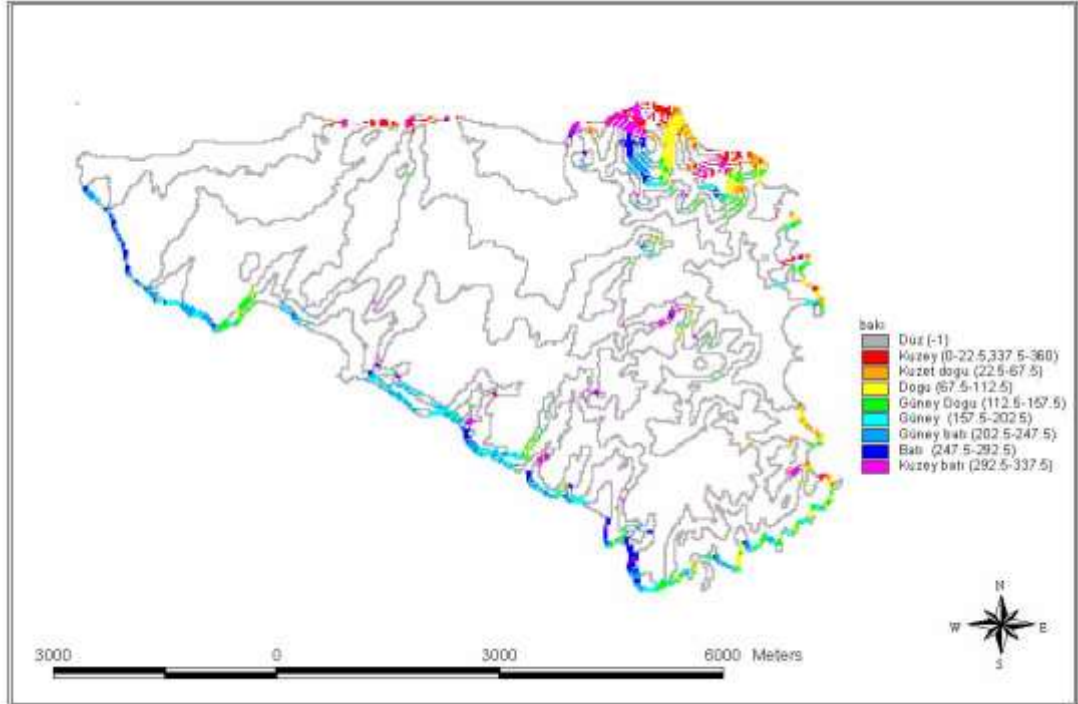
Yükseklik verilerinin komşu yüksekliklerle karşılaştırılması sonucunda yeni raster veri tabakalarını oluşturan grid hücreleri için eğimin yönü tespit edilebilir. Her hücre ya düz (eğim yok) olarak veya belirgin eğim yönüne sahiptir şeklinde etiketlenir. Genel olarak kuzeyden başlamak üzere saat yönü istikametiinde 0⁰ – 360⁰ arasını içerecek şekilde veya pusulanın 8 noktası ile ifade edilir (K, KD, D, GD, G, GB, B, KB olarak) (Erdas Field Guide, 1997).

Şekil 5.15 Arc View programı kullanılarak hazırlanan Bozcaada eğim haritası

Şekil 5.16 Bozcaada yön haritası nı göstermektedir.

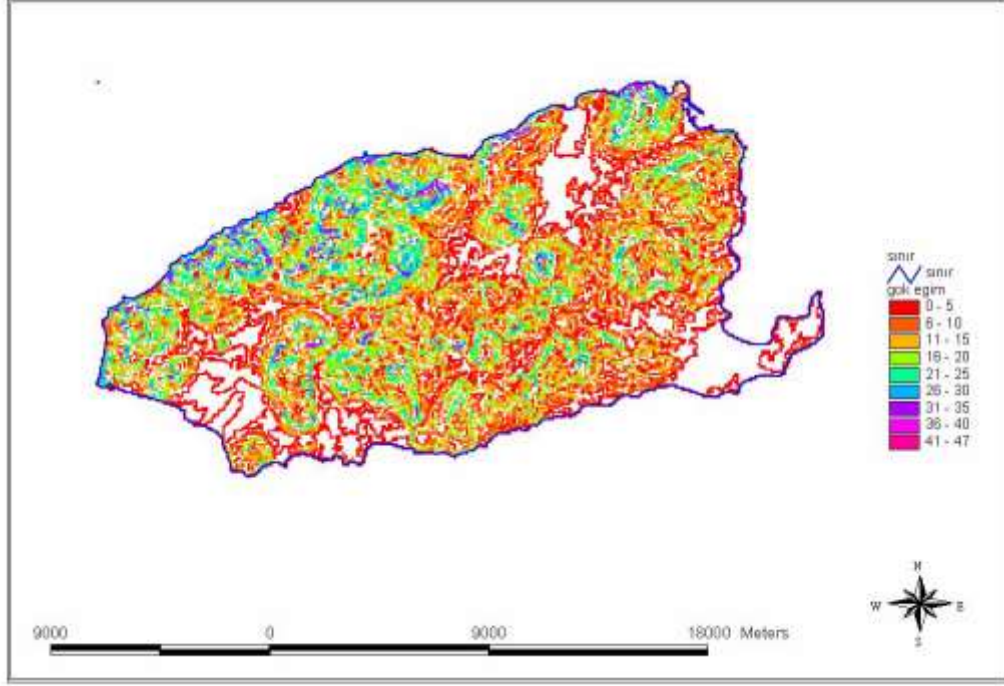


Şekil 5.15 Bozcaada eğim haritası

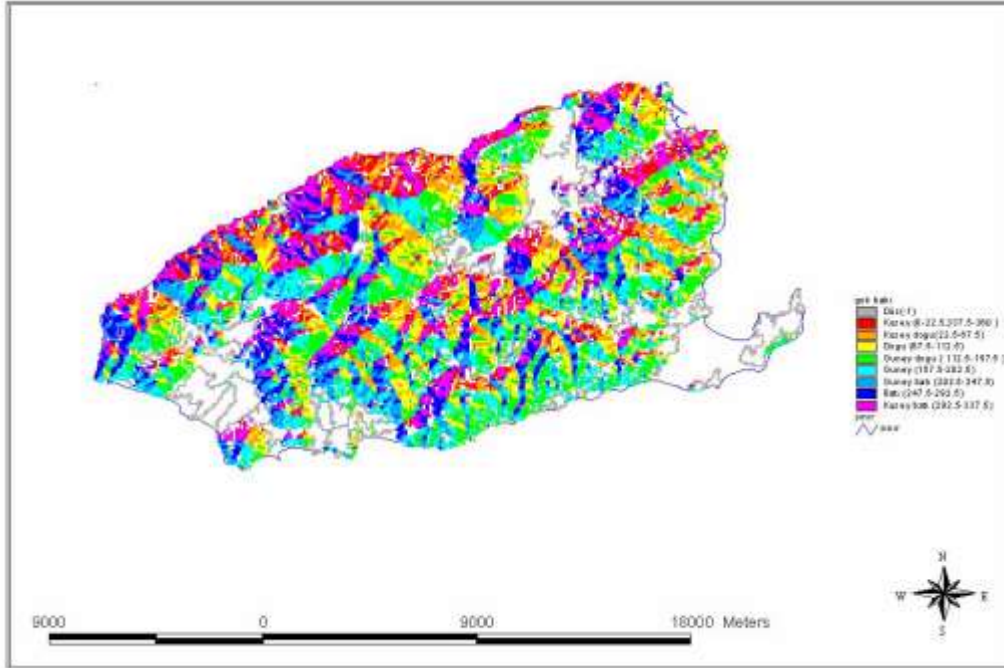


Şekil 5.16 Bozcaada yön haritası

Gökçeada'ya ait hazırlanan eğim haritası şekil 5.17, yön haritası ise şekil 5.18 'de sunulmaktadır.



Şekil 5.17 Gökçeada eğim haritası



Şekil 5.18 Gökçeada yön haritası

5.6 Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu

Vektör, raster - görüntü teknolojisi ile bazı temel fonksiyonları diğer farklı veriler ile entegrasyonunu gerçekleştirmek için çalışmada ESRI ürünlerinden Erdas ve Arc View programı kullanılmıştır. Temel veri modelindeki esas farklılık uzaktan algılama teknolojisiinde bütün görüntüden başlayarak görüntüyü kendi içinde homojen olarak parçalara ayırarak mekansal analizini gerçekleştirirken, vektör Coğrafi bilgi sistemi ile CBS nin ölçeğine bağlı olarak mekansal gerçekliği yapılandırılmaktadır. Coğrafi bilgi sisteminin mekansal veri engelini üstesinde gelmek için Uzaktan algılama büyük alanları kapsayan sürekli veriler elde edebilme özelliği ile her zaman çekici olmuştur. Coğrafi bilgi sisteminin analitik yeteneklerini uygulamadan önce uzaktan algılama teknolojisi yeni veri üretimi için spektral veriden tematik veriye dönüşümü gerçekleştirir (Blaschke, ve diğ 2000).

Veri tabanında grafik veriler olarak değerlendirilen coğrafi katmanlar şunlardır:

- Ada kıyı sınırları,
- Eş yükselti eğrileri,
Sayısal yükseklik modeli
Eğim haritası
Yön haritası

- Arazi örtüsü kategorileri,

Gökçeada için

- Orman
- Yeşil alan
- Yerleşim+K
- Boş alan
- Kum

Bozcaada için

- Orman
- Yeşil alan
- Üzüm bağları
- Yerleşim
- Açık alan
- Kum

- Dereler,
- Göl, gölet, baraj,
- Yol ağları,
- Jeolojik durum

❖ Raster verinin vektör veriye dönüştürülmesi,

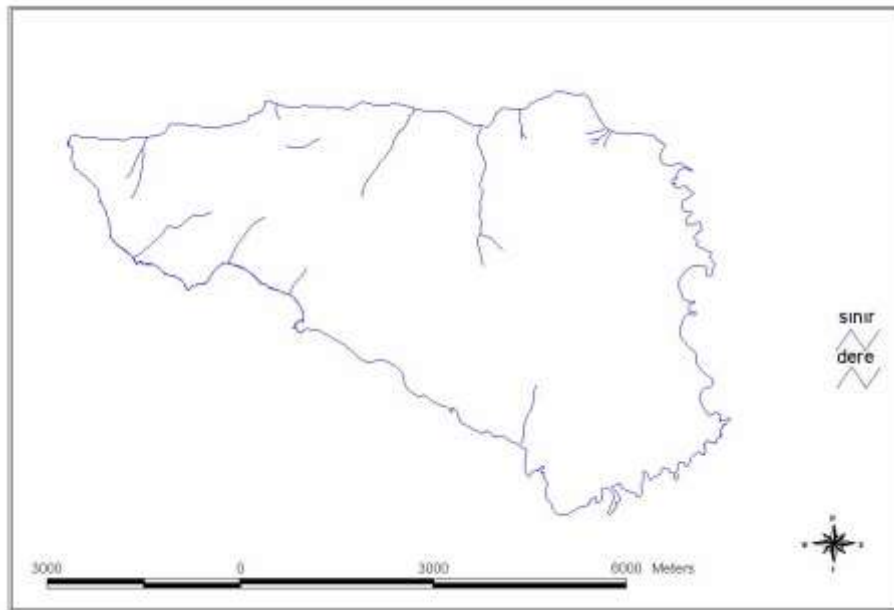
Coğrafi Bilgi Sistemi için sisteme aktarılabilecek olan güncel arazi örtüsü sınıfları, uydu görüntülerinin sınıflandırılması sonucunda elde edilen görüntülerdir. Sınıflandırma sonucunda tüm görüntü piksel piksel bir arazi örtüsüne etiketlenmektedir. Bu veriler raster formatta kolayca depolana bilse de ancak vektör formata dönüşümü zor olmaktadır (Congalton, 1997). Sınıflandırılmış görüntülerin vektör veriye aktarılırken genelleştirilmeden kullanıldığında çok sayıda poligon oluşacağından sistemi ağırlaştıracak ve gereksiz bir veri yükü ortaya koyacaktır. Bu nedenle kümeleme ve eleme işlemleri ile 4 piksel komşulukta hakim olan sınıfa genelleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemadımı ile poligon sayısı azaltılarak, arazi örtüsü sınıflarına ait poligonlar bilgi sistemi içerisine aktarılmış ve raster veri vektör veriye dönüştürülmüştür.

❖ Geometrik verilerin ve öznetelik verilerinin sisteme girişi,

Bozcaada' ya ait 1/25000 ölçekli 2 adet standart topografik harita bilgisayar ekranından sayısallaştırılarak oluşturulan vektörel katmanlar ve gösterimi aşağıdaki gibi sıralanabilir:

➤ Bozcaada dereleri

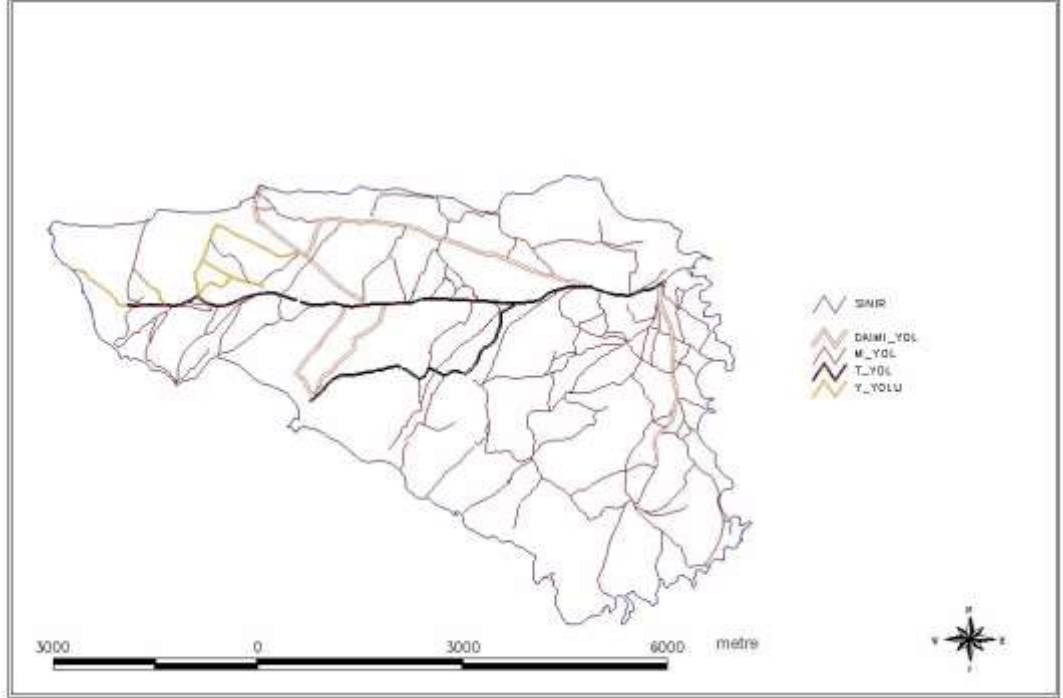
Şekil 5.19 da verilen Bozcaada' ya ait derelerin adları ile uzunlukları öznetelik verileri olarak sisteme içerisine dahil edilmiştir.



Şekil 5.19 1/ 25000 ölçekli topografik haritadan sayısallaştırılmış dereler (Bozcaada)

➤ Bozcaada yollar:

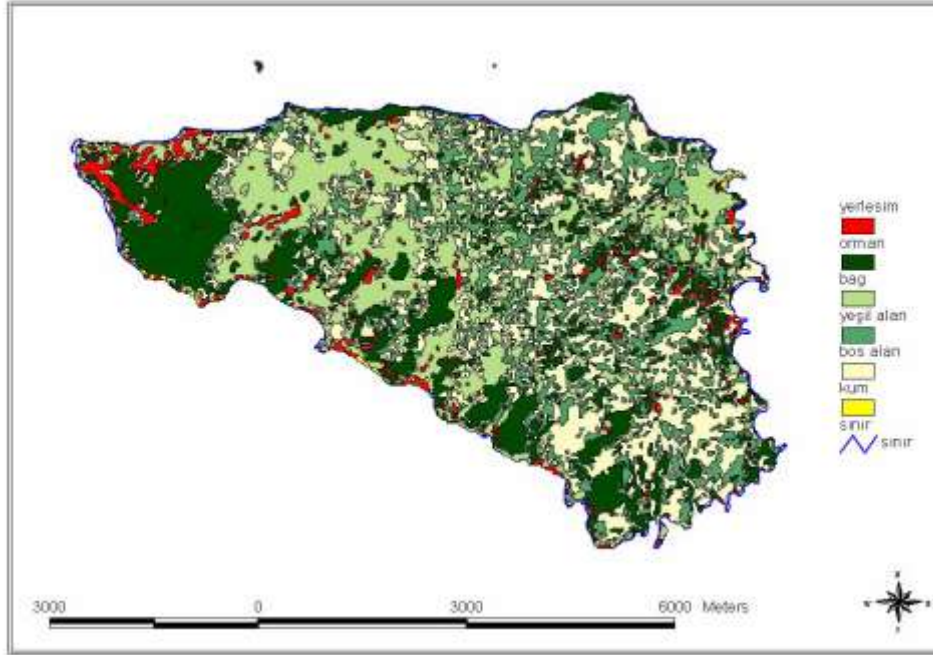
Şekil 5.20 de Bozcaada'ya ait daimi, mekkare, yazın kullanıma uygun ve tek şeritli yol sınıfları gösterilmiştir.



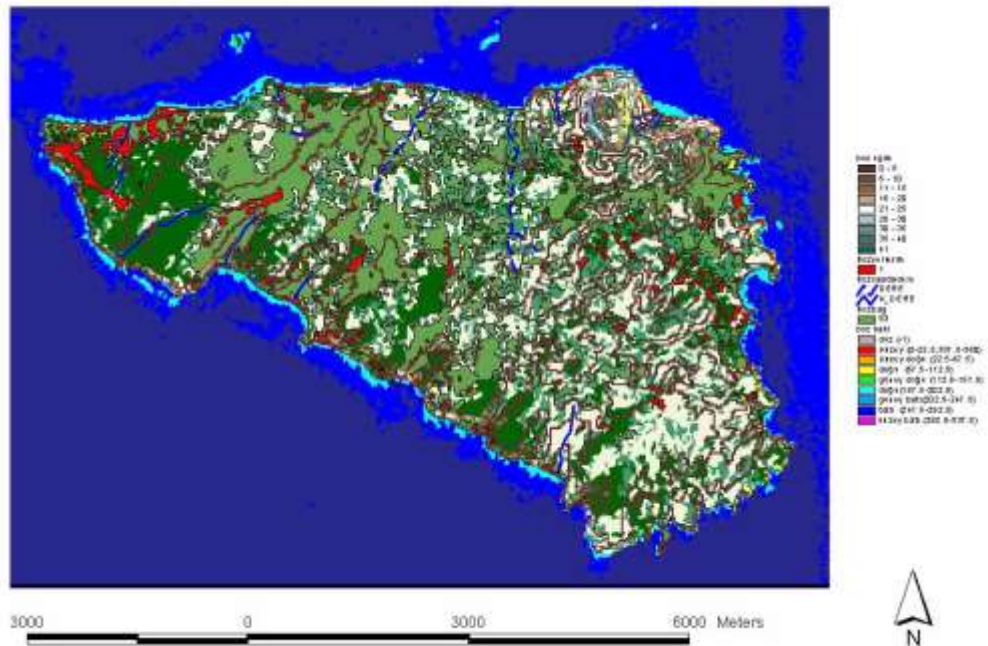
Şekil 5.20 1/ 25000 ölçekli topografik haritadan sayısallaştırılmış yollar (Bozcaada)

➤ Arazi Örtüsü Sınıfları

Kümeleme ve elininasyon işlemleri uygulanmış arazi örtüsü vektör verisi şekil 5.21 de verilmiştir. Arazi örtüsü katmanları yerleşim, orman, yeşil alan, üzüm bağı, boş alan ve kum katmanlarıdır. Şekil 5.22 de entegre sisteme aktarılan tüm vektör verilerin gösterildiği genel durumu sunmak üzere Arc View 3.2 de hazırlanmıştır.



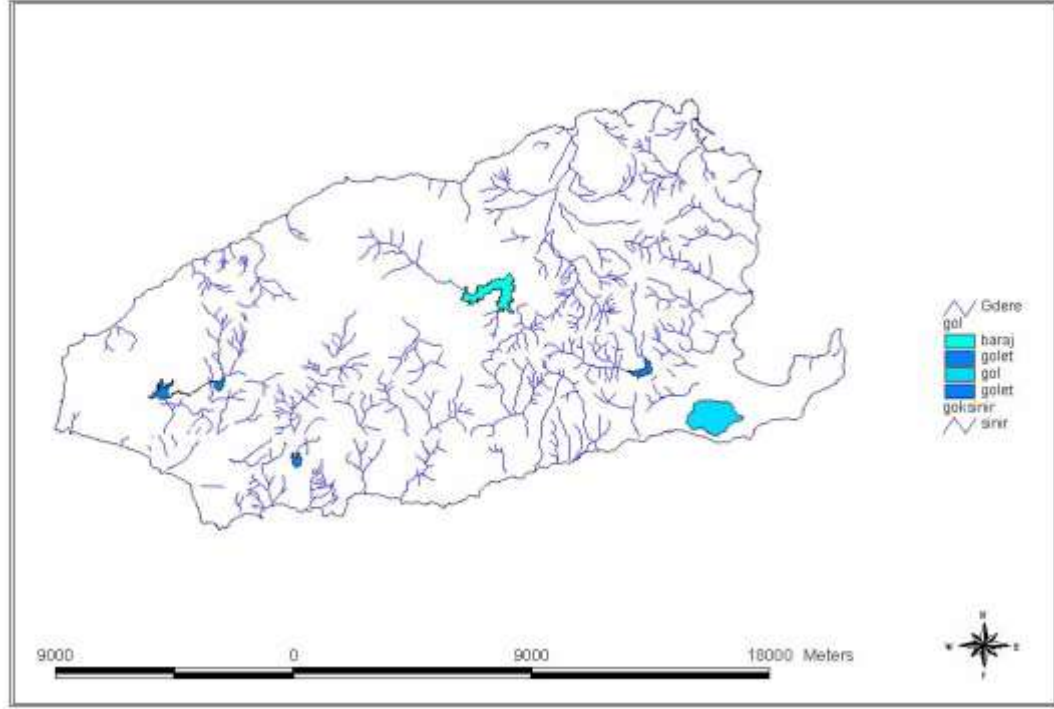
Şekil 5.21 Vektör formatta arazi örtüsü sınıflarının gösterimi (Bozcaada)



Şekil 5.22 Entegre vektör verilerin genel gösterimi (Bozcaada)

➤ Gökçeada dereler ve göller

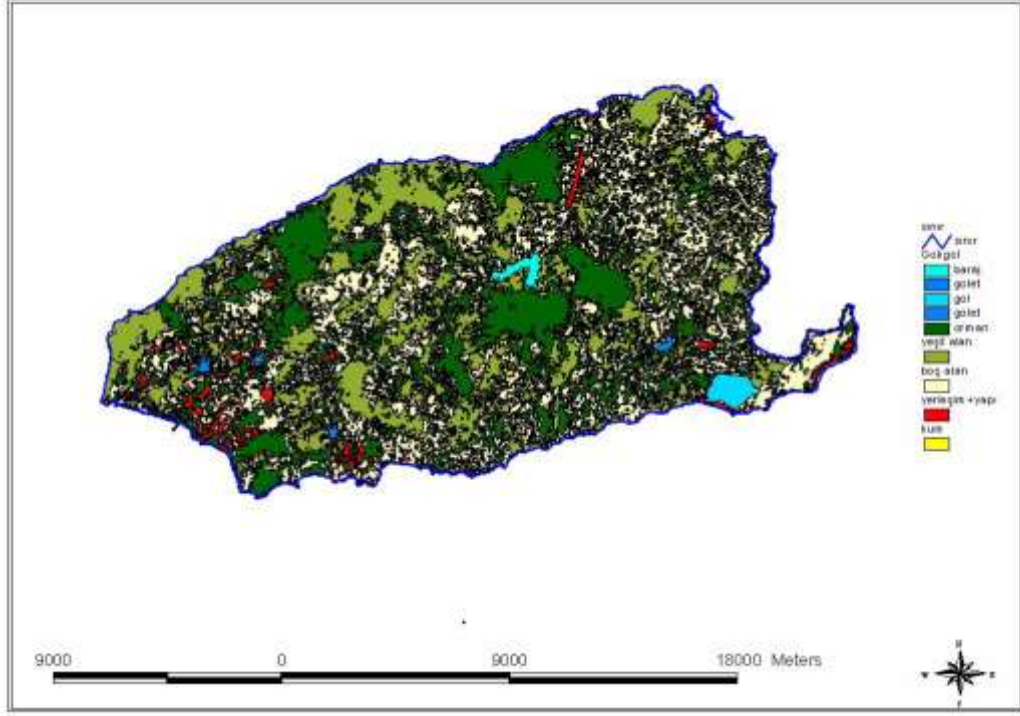
Şekil 5.23 de verilen Gökçeada’ da bulunan dereler, Tuz gölü, Gökçeada barajı ve iki adet gölet sayısalştırılmış ve derelerin adları ile uzunlukları öznitelik verileri olarak sistemiçerisine dahil edilmiştir.



Şekil 5.23. 1/ 25000 ölçekli topografik haritadan sayısalştırılmış dereler ve göller (Gökçeada)

➤ Arazi Örtüsü Sınıfları

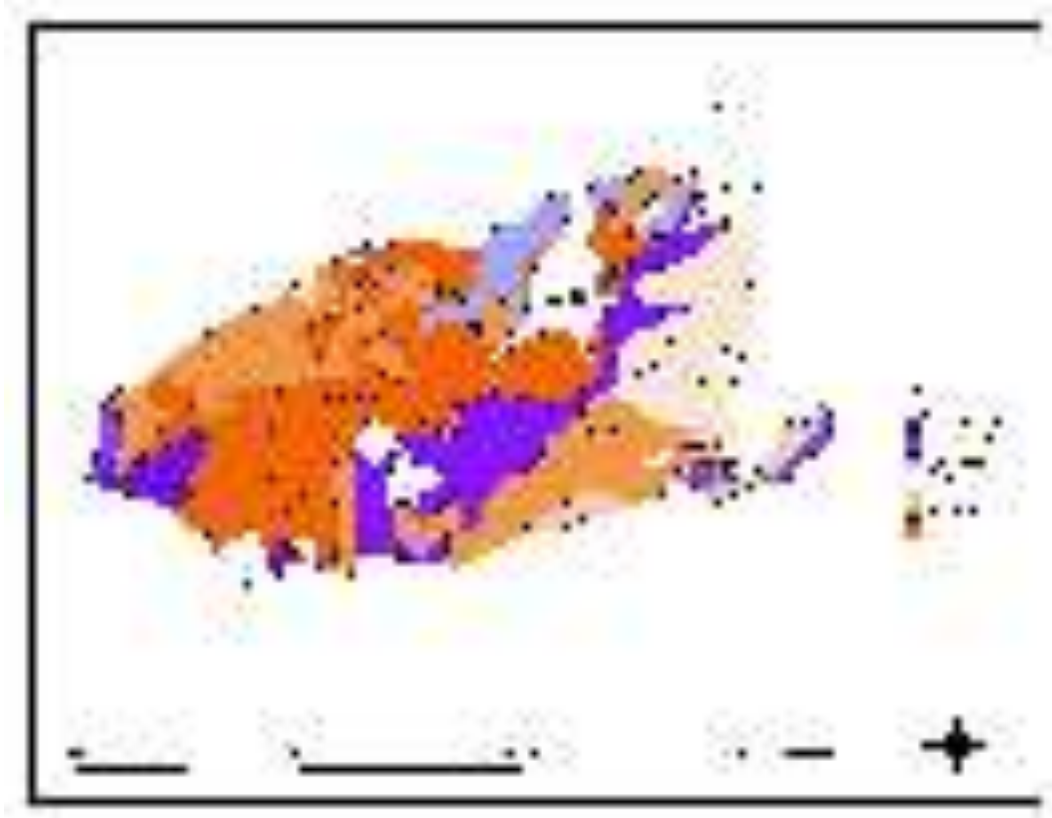
Kümeleme ve elminasyon işlemleri uygulanmış arazi örtüsü vektör verisi şekil 5.24 de verilmiştir. Arazi örtüsü katmanları yerleşim orman, yeşil alan, açık alan ve kum katmanlarıdır.



Şekil 5.24 Vektör formatta arazi örtüsü sınıflarının gösterimi (Gökçeada)

➤ Jeolojik yapı

Gökçeada'nın genel jeolojik durumu Şekil 5.25 de kalker, alüvyon, kumçakıl, andezit lav, fliş 1-2, aglomera, kireç taşı, tuf, denizel oligosen katmanları olarak gösterilmiştir.

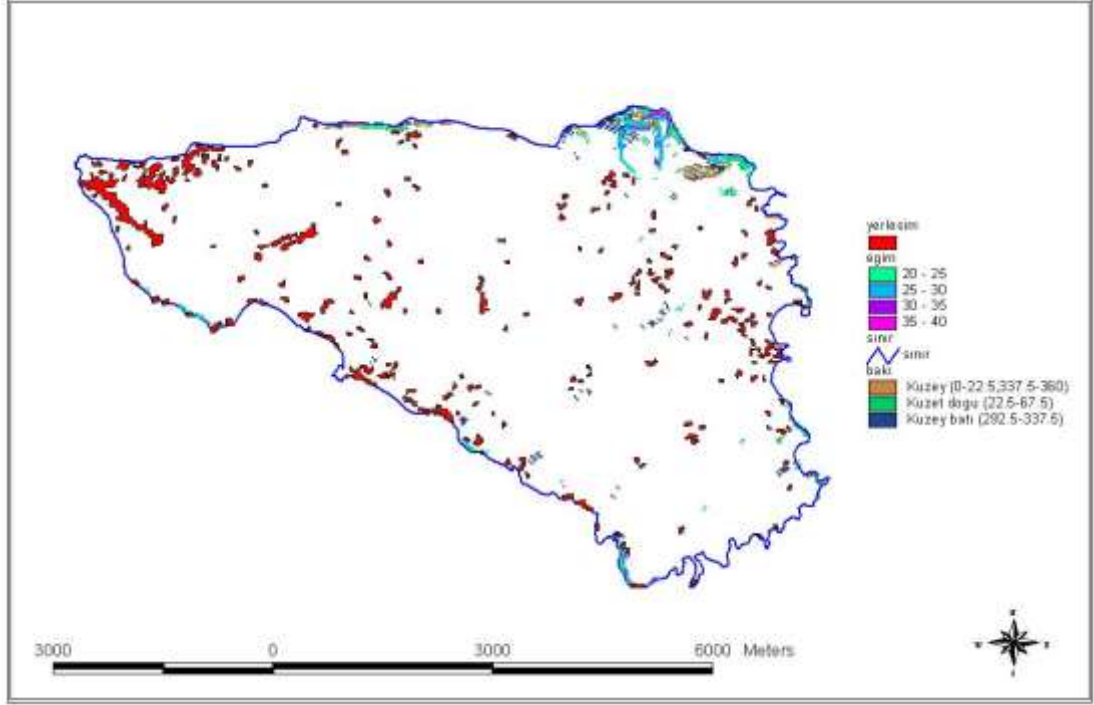


Şekil 5.25 Gökçeada'nın sayısallaştırılmış jeolojik yapısı

Sayısallaştırılan tüm vektör veriler, sayısal yükseklik modelinden elde edilen eğim ve bakı haritaları, uydu görüntülerinin sınıflandırılması sonucunda elde edilen arazi örtüsü sınıflarının vektör formata dönüştürülmesi ile elde edilen arazi örtüsü kategorileri Coğrafi Bilgi Sistemi içerisine Arc View 3.2 yazılımı kullanılarak farklı tabakalar olarak sisteme dahil edilmişlerdir. Coğrafi bilgi sisteminin üst üste çıkartma yeteneğinden yararlanılarak Gökçeada ve Bozcaada için şehircilik, planlama ve doğal yapı ile ilgili analizler gerçekleştirilmiştir. İsteğe bağlı olarak farklı verilerin sisteme dahil edilmesi ile farklı analizler yapmak mümkündür.

Şehircilik açısından eğimin %20 den fazla olduğu ve kuzeye bakan yamaçlarda bulunan bölgeler yapılaşma için uygun kabul edilmektedir. Bu durumu analiz edebilmek için yön, eğim ve yerleşim katmanları üst üste çıkartılmış ve yerleşim uygunluk değerlendirilmiştir.

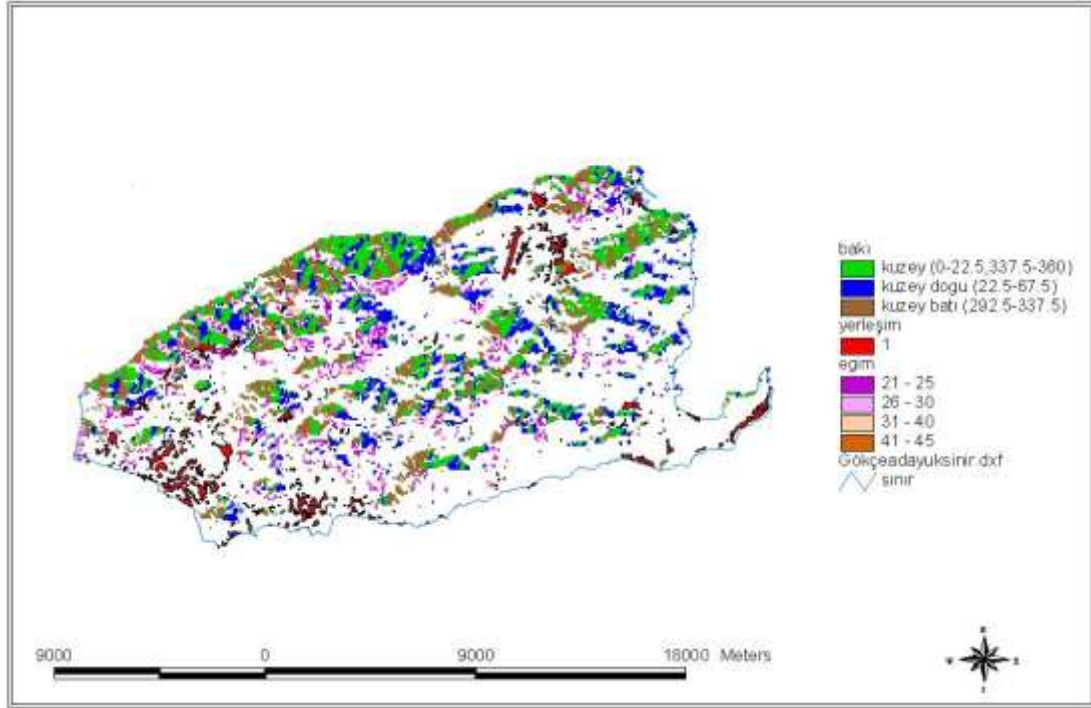
Şekil 5.26 da yerleşim sınıfı ile eğimin %20 den büyük olduğu ve kuzey-kuzey doğu- kuzey batı yönlerine sahip alanlar çakıştırılmıştır.



Şekil 5.26 Bozcaada yerleşim eğim ve baki analizi

Elde edilen sonuç ürün yerleşimin uygunluğu açısından değerlendirilmiş ve geleceğe yönelik önerilerde bulunulmuştur.

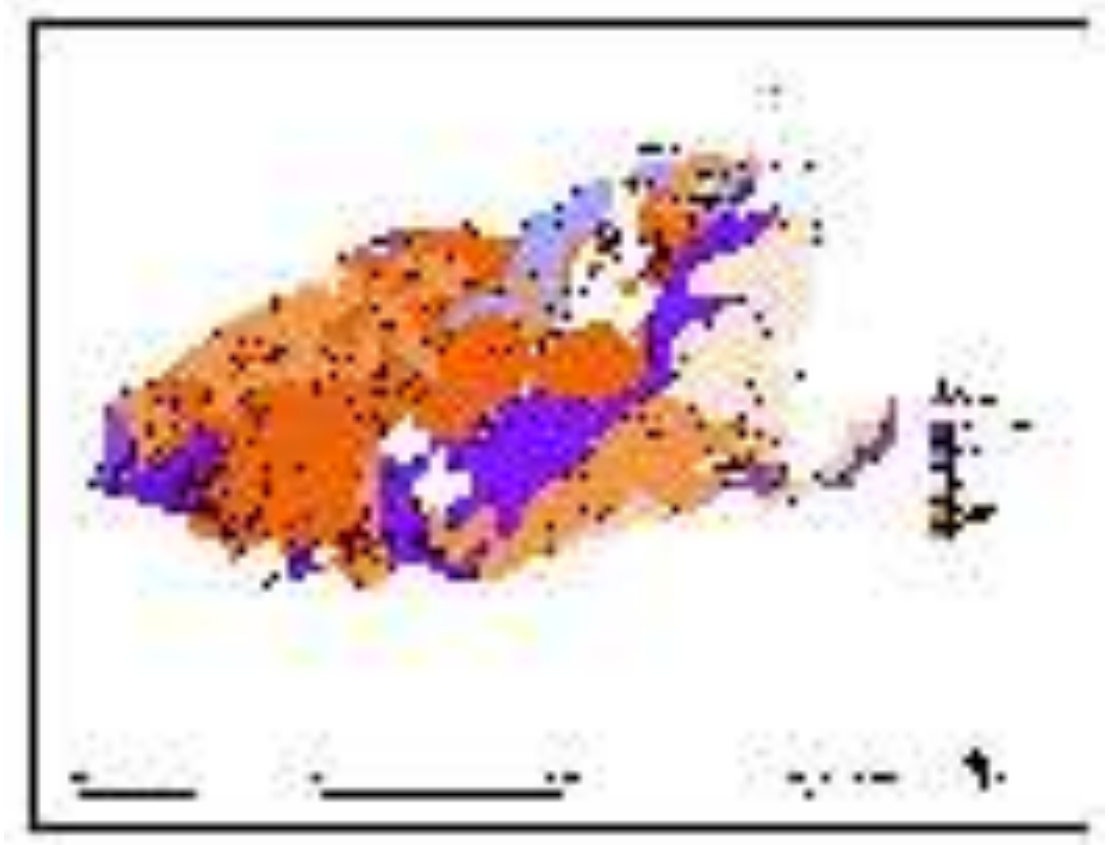
Şekil 5.27 de Gökçeada'ya ait yerleşim sırtı ile eğimin %20 den büyük olduğu ve kuzey-kuzey doğu- kuzey batı yönleri ne sahip alanlar karşılaştırılmıştır.



Şekil 5.27. Gökçeada yerleşim sırtı, eğim analizi

Şehircilik açısından yerleşim için uygun olmayan bölgeleri ve mevcut yerleşimin uygunluğunu değerlendirmek için bu sonuç üretilmiştir.

Şekil 5.28 de Gökçeada 'da jeolojik yapısı ile mevcut 28-08-2000 tarihli Landsat 7 ETM uydu verisinin sınıflandırılması ile elde edilen yerleşim katmanını üst üste çakıştırılarak yerleşim uygunluğu değerlendirilmiştir.



Şekil 5.28. Jeolojik yapı ve yerleşim analizi

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yaşadığımız çağda, bilgi teknolojisi çok farklı alanlarda insanlığı hizmet etmektedir. Özellikle mekana bağlı yer ve konuma dayalı bilgilerin yönetilmesiinde Coğrafi Bilgi Sistemleri birçok kaynağın yönetimi ve entegrasyonu gibi karmaşık analiz gerektiren uygulamalarda büyük öneme sahiptir. Uzaktan algılama teknolojisi ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin hızla gelişmesine bağlı olarak arazi örtüsü ve arazi kullanım tabakalarının değerlendirilmesinde bu teknolojilerin bir arada kullanılmasına yönelik çeşitli sistemler geliştirilmiştir.

Bu çalışmada coğrafi bilgi sistemleri ile uzaktan algılama verileri entegrasyonu uygulaması için Türkiye'nin Ege Denizi 'nde bulunan en büyük adası olan Gökçeada ile ikinci büyük adası olan Bozcaada için arazi örtüsü sınıfları uzaktan algılama verileri ile hazırlanmış ve bir veri tabanı oluşturularak Coğrafi Bilgi Sistemi içerisinde farklı verilerle analizleri gerçekleştirilmiştir.

Coğrafi bilgi sistemleri yapılandırılırken kullanılan mekansal verilerin doğruluk derecesi gözlem hesaplama veya tahmini sonuçların gerçek veya gerçek olarak kabul edilen değerlere yakınlığı olarak tanımlanır. Doğruluk derecesi değerlendirilmesi uzaktan algılama verilerini işlenmesinde önemli bir adımdır. Çeşitli türden verilerin CBS ve uzaktan algılama entegrasyonunda işlenebilmesi için bu verilerin kalitesinin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada uzaktan algılama verilerinin hem geometrik hem de tematik doğruluk dereceleri uydu görüntüsünün uzaysal çözünürlüğü göz önüne alındığında bu çalışma için yeterli doğrulukta elde edilmiştir. Bölgeye ait 2000 tarihli Landsat 7 ETM uydu görüntüsünün kayıt doğruluk derecesi yer kontrol noktalarının objektif tanımlanması nedeni ile uygun değerler olarak bulunmuştur. Gökçeada ve Bozcaada 'ya ait arazi örtüsü kategorilerinin tanımlanması için kontrolsüz sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. Sınıflandırılmış görüntülerin sınıflandırma doğrulukları rastgele piksel seçimi ile oluşturulan hata matrisleri ile irdelenmiştir.

Her iki adanın sınıflandırma doğruluk değerlendirilmesi için üretici ve kullanıcı doğrulukları ve tematik sınıflandırmalar için doğruluk ölçütü olarak kabul edilen Kappa katsayısı hesaplanmıştır. Tablo 5.11 ve 5.12 ifade edilen doğruluk değerlendirmelerinde gerek sınıflandırma doğruluğu, gerekse de kappa uyum katsayıları +1'e yaklaşan değerleriyle çalışmanın yüksek doğrulukta yapıldığını ortaya koymuştur. Yapılan tematik doğruluk değerlendirilmesi sonucu özellikle şehircilik ve planlama uygulamaları için kabul edilebilir nitelik olmuştur. Sınıflandırılmış uydu verilerinin, diğer yardımcı veriler ile veri tabanında birleştirilmesi için uzaysal ve zamsal çözünürlükleri ile bu verilerin geometrik ve tematik doğrulukları öncelikle göz önüne alınmalıdır. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile elde edilen arazi örtüsü kategorileri genelleştirilmiş verileri vektör formatına dönüştürülmüş ve Coğrafi Bilgi Sistemi ortamına alınarak bir veri tabanı ile bütünleştirilmiştir. Coğrafi bilgi sistemi içerisinde her biri ayrı katman olarak bulunan uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile oluşturulan daha sonra genelleştirilerek vektör formatına dönüştürülen arazi örtüsü sınıfları (alan olarak), 1/25 000 ölçekli standart topografik haritadan sayısallaştırılan yol ağları (çizgi), dereler (çizgi), 20m de bir sayısallaştırılan yükseklik eğrilerinden oluşturulan sayısal yükseklik modellerinden türetilen eğim ve baki haritaları ve sayısallaştırılmış jeolojik haritası üst üste çakıştırılarak birbirleri ile olan ilişkileri her iki ada için analiz edilmiştir. Mevcut durumu gösteren sonuç görüntüler oluşturulmuştur. İki adaya ait arazi örtüsü tabakasının bölgesel bir ölçekte güncelleştirilmesinin yapılabileceği vektör yapıdaki bu bilgi sistemi entegrasyonu örneğinde, uydu görüntüsü temelli vektör veriler ile sayısallaştırma ile oluşturulan grafik veriler ve diğer öznel verilerin türleri gereksinimlere bağlı olarak seçilmiştir.

Şehircilik açısından eğimi %20'nin üzerinde olan ve kuzey yamaçlarda bulunan araziler yerleşim için uygun sayılmaktadır. Bu iki durum göz önüne alınarak Bozcaada için coğrafi bilgi sistemi içinde üst üste çakıştırılarak arazi örtüsü, eğim ve baki haritası analizinin değerlendirilmesi sonucuna göre ada üzerinde mevcut yerleşim şeklinin şehircilik açısından uygun olduğu gözlenmiştir.

Özellikle adanın doğu ve güney kıyılarında yerleşimin yoğun olduğu ve turizm amaçlı kıyı yapılanmasının kontrol altına alınmadığı takdirde adanın doğal kaynak ve bitki örtüsü için tehlike oluşturabileceği sonucuna varılmıştır.

Adalıların en önemli geçim kaynağı ve adanın simgesi olan üzüm bağlarının ada geneline yayıldığı ancak kuzey ve orta kesimlerinde daha yoğun bir şekilde bulunduğu bu bölgelerin ise eğimin 0-5° değerler arasında ve düz kıyımlar olduğu tespit edilmiştir. Adanın batı ucunda tesis edilmiş olan rüzgar enerji santralinin uydu verilerinden elde edilen sınıflandırma sonuçlarına göre yerleşim ile karıştığı gözlenmiştir. Ancak yapılan çalışmada uzaktan algılama verilerinin genelleştirilerek bilgi sistemi içerisine dahil edileceği düşünüldüğünde elde edilen sınıflandırma sonucu yapılan çalışma için yeterli değildir.

Gökçeada için öncelikle jeolojik yapı ve yerleşim haritaları üst üste çakıştırılarak sonuç ürün incelenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda adada Gökçeada merkezi ile Kaleköy arasındaki alüvyon zemin olduğu gözlenmiştir. Alüvyon için özellikle su içeren alanlarındaki yapılaşma için ayrıntılı zemin incelemesi ve proje hazırlığı gerekmektedir. Ada nüfusunun bu bölgede yoğun olması ve adanın en büyük deresi olan Büyük derenin bu bölgede bulunması yapılanmanın kurallara uygun olarak oluşturulmasını gerektirmektedir. Uğurlu civarında Kıreçtaşı ile Kuzu Lianının kuzeyindeki andezitlerin adada yaygın olduğu görülmüştür. Kayaç yapıdaki bu dokular üzerine yerleşmede bir sakınca yoktur. Gökçeada uygun jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri nedeniyle bir ada için eşine az rastlanır zenginlikte yüzey suları ve kaynak suları içermektedir. Bu sular adanın geleceği için korunması gereken yaşam kaynaklarının başında gelmektedir. Adada mevcut kıyı yapılanmasına özellikle kuzey kıyılarında bu bölgelere depremle birlikte bir deniz dalgası erişebileceği senaryoları göz önüne alınarak gerçekleştirilmelidir. Sayısal yükseklik modelinden üretilen eğim ve baki haritaları ile arazi örtüsü haritası coğrafi bilgi sistemi içerisinde çakıştırılmıştır, eğim bilgisi kullanılarak arazinin topografyası daha iyi tanımlanmış ve baki verileri yardımıyla yüzey analizleri yapılmıştır. Eğim ve yön haritalarına bakıldığında ada genelinde şehirleşme açısından yerleşimin kuzeye bakan yönler ve eğimin %20'nin üzerinde olması durumunun uygunsuzluğu göz önüne alınarak yapılan analiz sonucunda mevcut yerleşim şeklinde problem olmadığı gözlenmiştir.

Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi entegrasyonu çalışmasında Gökçeada ve Bozcaada' nın günümüze kadar doğal güzelliklerini aşırı ve düzensiz yapılaşma olmadığından dolayı koruyabildikleri sonucuna varılmıştır. Son yıllarda turistik amaçla fazla rağbet gören adalarda ki mevcut durumu, doğal kaynakları ve doğal örtüyü koruyabilmek için yeni teknolojilerden özellikle de yüksek doğrulukta, ekonomik, hızlı ve çok zamanlı olarak bilgini toplanabildiği ve değerlendirilebildiği uydu görüntü işleme ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin entegrasyon yeteneğinden yararlanılmalıdır. Uzaktan algılama – görüntü işleme ile obje ilişkisel CBS arasındaki sınır çizgisini her iki taraftan da destekleyecek sistemler, mevcut durum değerlendirme, planlama, izleme ve koruma için büyük önem taşımaktadır. Uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu sadece uydu görüntüleri üzerine vektör tabakaların açılması veya formlar arasındaki basit dönüşümler anlamına gelmemektedir. Tematik olduğu kadar spektral perspektifte entegrasyon için önemlidir. Gerçek durumu en iyi şekilde ifade edebilmek için farklı bilgi alanlarına ve ölçeklere sahip verilerin birleştirilmesi ile mekansal bilginin üretildiği yeni yolların açılması sağlanmış olur. Uydu görüntüleri ve uzaktan algılama teknolojileri ile oluşturulan veri gruplarının, çevresel ve arazi örtüsü değerlendirilmesinde kullanılması, araştırmacı ve yöneticilere planlama için değerli bir kaynak olacaktır.

KAYNAKLAR

1. **Örneçi, C.**, 1987. Uzaktan Algılama (Temel Esaslar Ve Algılama Sistemleri), İTÜ Matbaası, İstanbul.
2. **Jehsen, J. R.**, 1996. Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective, Prentice Hall, Usa.
3. **Mit her, Paul M.**, 1993. Computer Processing Of Remotely Sensed Images, Prentice Hall, USA
4. **Lillesand, Thomas M, Kefer, Ralph W.**, 2001. Remote Sensing and Image Interpretation, John- Wiley And Sons., New York
5. **Mısaoglu, N.**, 1993. İstanbul- Ümraniye Örneğinde Uzaktan Algılama Verileri Kullanarak Metropoliten Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
6. **Mısaoglu, N.**, 1999. Elektro- Optik ve Mikrodalga Algılayıcılardan Elde Edilen Uydu Verilerinden Orman Alanlarında Mıscere Tiplerinin ve Yetiştirme Otam Birimlerinin Belirlenme Olanakları , Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
7. **Göksel, Ç.**, 1996. Hımalı ve Alibey Su Havzalarının Uydu Görüntü Verileriyle İzlenmesi ve Bilgi Sistemi Oluşturma Olanakları , Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
8. **Congalton, R G, Green, K.**, 1999. Assessing The Accuracy Of Remotely Sensed Data: Principles And Practices, Lewis Publisher, Canada.
9. **Sabins, F E.**, 1996. Remote Sensing: Principles And Interpretation, WH Freeman & Co., New York

10. **Janssen, L V, Vander Vel, E.J. M,** 1994. Accuracy Assessment Of Satellite Derived Land Cover Data: A Review , Photogrammetric Engineering And Remote Sensing Vol.60, No; 4 419-425
11. **Kaya, Ş,** 1999. Uydu Görüntüleri ve Sayısal Arazi Modeli Kullanılarak Kuzey Anadolu Fayı Gelibolu-Işıklar Kesiminin Jeomorfolojik Jeolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
12. **Gibson, P.J, Power, C,** 2000. Introductory Remote Sensing Digital Image Processing Taylor and Francis, London.
13. **Campbell, J. B,** 1987. Introduction to Remote Sensing The Guilford Press, New USA
14. **Yomrahoğlu, T,** 2000 Coğrafi Bilgi Sistemleri Trabzon
15. **T.C Başbakanlık** 2000 Ulusal Bilgi Sistemi
16. **Öztürk, H,** 2001 Cökççada'nın Jeomorfolojik Ve Hidrojeolojik Yapısı Yerleşim Planlaması İçin Önemi Ulusal Ege Adaları Toplantısı Bildiriler Kitabı
17. **Atabay, S, Özügül D. M,** 2001 Cökççada Örneği Özelinde Ekolojik Temelli Mekan Organizasyonları Ulusal Ege Adaları 2001 Toplantısı Bildiriler Kitabı
18. **Aslan, H, Balıks, H,** 2001 Bozcaada'nın Polyplacophora Faunası ve Ekolojisi Üzerine Bir Ön Araştırma Ulusal Ege Adaları 2001 Toplantısı Bildiriler Kitabı
19. **Foody, G M,** 2001 Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment, Remote Sensing of Environment , Vol. 80, 185-201
20. **Gediklioğlu, İ.,** 2000 Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri 1. Mekan Analizler , Ankara

21. **Aksoy, T**, 2001 Çok Zamanlı Uydu Görüntü Verileriyle Kentsel Gelişim Analizi: Bursa Osmangazi Belediyesi , Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
22. **ITC Educational Text books** , Principle of Remote Sensing and GIS
International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences
23. **Türkoğlu H**, 2003 Karşılıklı görüşme.
24. **Aspinall, R**, 2002 A Land Cover Data Infrastructure for Measurement, Modelling and Analysis of Land Cover Change Dynamics,
Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 68, No. 10,
1101-1105
25. **Miracchi, G, Perarnaud, V, Hieschenko, A D**, 2000 Applications of Geographical Information Systems and Remote Sensing In Agrometeorology, Agricultural And Forest Meteorology, Vol. 103, 119-136
26. **Bocco, G, Mendoza, M, Velazquez, A**, 2001 Remote Sensing and GIS Based Regional Geomorphological Mapping – A Tool For Land Use Planning In Developing Countries, Geomorphology, Vol. 39 211-219
27. **Novak, I. D, Soulakellis, N**, 2000 Identifying Geomorphic Features Using LANDSAT-5/TM Data Processing Techniques On Lesbos, Greece, Geomorphology, Vol. 34, 101-109
28. **Smith, D P, Atkinson, S E**, 2001 Accuracy of Rectification Using Topographic Map Versus GPS Ground Control Points, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 67, No. 5, 565-570
29. **Davis, C H, Wang, X**, 2001 High Resolution DEMs For Urban Applications From NAPP Photography, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 67, No. 5, 585-592

30. **Ma, Z., Hart, M M, Redmond, L R,** 2001 Mapping Vegetation Across Large Geographic Areas: Integration of Remote Sensing and GIS to Classify Multisource Data, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 67, No. 3 295-307
31. **Haschke, T, Lang S, Lorup, E, Strobl, J, Zeil, P,** 2000 Object –Oriented Image Processing In an Integrated GIS/ Remote Sensing Environment and Perspectives for Environmental Applications, Environmental Information for Planning , Politics and the Public, Marburg Volume II
32. **Saroğlu, E,** 2002 Uzaktan Algılanmada Sınıflandırma Problemi İTÜ Lisans Bitirme Tezi

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında İstanbul ‘da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul ‘da sırasıyla Zafer İlkokulu ve Üsküdar Çamlıca Kız Lisesi ‘nde tamamladı.

1995-1996 öğretim yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği bölümünde lisans eğitimi başladı. Temmuz 2000’de mezun oldu.

2000-2001 öğretim yılında, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği programında yüksek lisans eğitimi başladı.

2002-2003 öğretim yılında Uzaktan Algılama Anabilim Dalı’nda araştırma görevlisi olarak göreve başlamıştır ve bu göreve devam etmektedir.

