

ERS-1/2 RADAR UYDU VERİLERİ İLE ARAZİ KULLANIMI ANALİZİ

*Filiz SUNAR, Derya MAKTAV, Nebiye MUSAOĞLU, Şinasi KAYA
İTÜ İnşaat Fakültesi, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı, 80626, Maslak, İstanbul*

ÖZET

Günümüzde hızlı şehirleşme, birçok çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Şehir planlamacıları, hızlı şehirleşme nedeniyle oluşan değişimleri etkin bir şekilde düzenlemek ve planlamak amacıyla güncel bilgilere gereksinim duymaktadırlar. Özellikle kırsal ve kentsel alan sınırlarında değişim çok hızlı olduğundan, yeni konut ve endüstriyel-ticari gelişme alanları için güncel bilgileri elde bulundurmamak oldukça zordur. Günümüzde, yeryüzünü gözleyen algılayıcı sistemlerini taşıyan uyduların son yıllardaki gelişimi ile hızlı, güvenilir ve klasik ölçme yöntemlerine kıyasla daha az maliyetli, detaylı ve/veya genel kapsamlı, güncel veri elde etme olanağı bulunmaktadır. Bu çalışmada, ERS 1/2 radar uydu görüntülerinin genel özellikleri ve optik verilere kıyasla görüntü işlemedeki sınırlamaları irdelenmiş ve farklı zamanlı ERS -2 radar görüntü verileri kullanılarak, Köyceğiz ve civarının arazi kullanımı ve mevcut durum analizi yapılmıştır.

1. GİRİŞ

21. asrın eşiğinde, insanoğlu, global ısınma, deniz seviyesinin yükselmesi, kirlenme, çölleşme, hızlı kentleşme vb. gibi birçok çevre sorunları ile karşı karşıyadır. Kara, okyanuslar ve atmosfer ile ilgili sistemleri kontrol eden prosesleri geliştirme ve test etmede kullanılacak yersel verilerin yetersizliği problemine, günümüzde, global ve tekrarlı gözleme imkanı sağlayan uydu görüntü verileri ve gelişen görüntü işleme teknolojisi ile çözüm aranmaktadır. Yüzey karakteristikleri ve neme olan duyarlılığı nedeniyle, LANDSAT - MSS/TM, SPOT - XS/P gibi optik uydu verilerini tamamlayıcı özelliğine sahip ERS -1/2 radar uydu verileri, bulut ve güneş ışığı koşullarına bağlı olmaksızın global ve bölgesel bazda yeryüzüne ait bilgi sağlamaktadır.

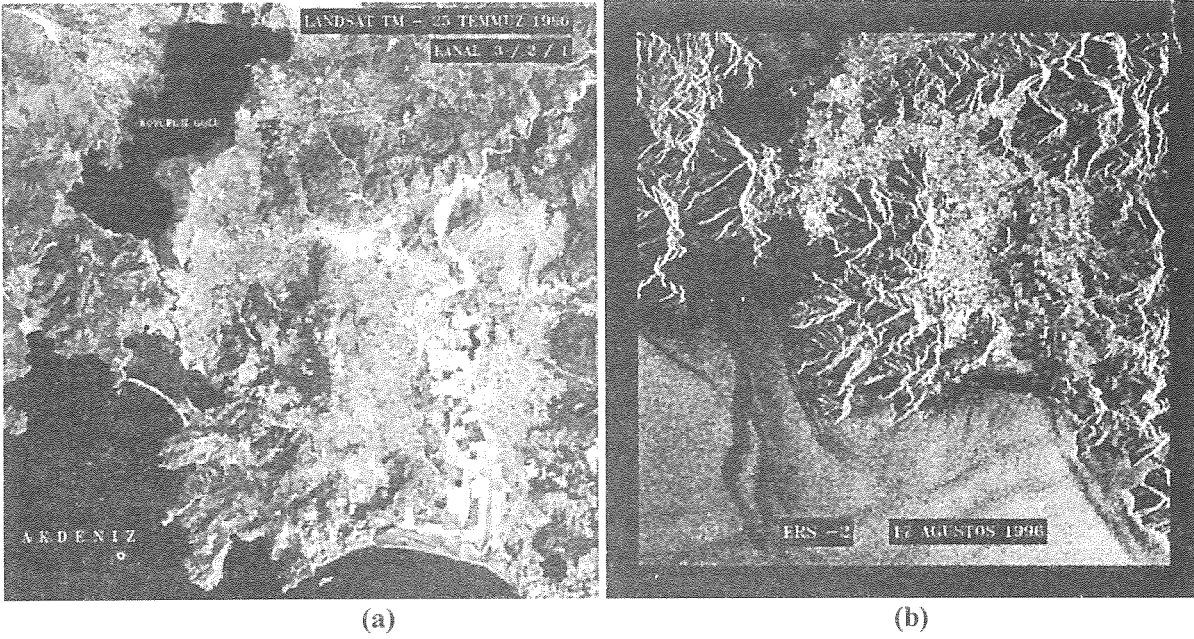
2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı olarak seçilen Köyceğiz Gölü ve çevresi, turizm, ekonomi ve doğal güzellikler yönünden ülkemiz için büyük önem taşımaktadır. Gerek Köyceğiz Gölü'nün kuzeyinde yer alan Köyceğiz ilçesinin atık sularının bir bölümünün, gerekse bazı küçük sanayi atıklarının, şehrin batısındaki DSİ kanalıyla göle verilmesi, gölde yaygın olan balıkçılığı ve kaplıca turizmini olumsuz etkilemektedir. Gölde oluşan çöpler ve teknelerin neden olduğu kirlilik, kıyılardaki sazlık bölgenin inşaatlar nedeniyle zarar görmesi, artan yapılaşma ve turizm etkinlikleri, bölgedeki ekosistemi kısmen olumsuz etkilemektedir.

3. KULLANILAN VERİLER

Bu çalışmada, bölgeye ait 25 Temmuz 1996 tarihli LANDSAT TM verisinin yanısıra, SAR görüntü modunda, 29 Mart 96, 3 Mayıs 96, 8 Haziran 96, 17 Ağustos 96 ve 21 Eylül 96 tarihlerinde alınmış 5 ERS - 1 / 2 SAR (. PRI) verileri kullanılmıştır.

Çalışma alanının LANDSAT TM 96 görüntüsü ile ERS -2 96 görüntüsü Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1 : Bölgenin (a) 25 Temmuz 96 Landsat TM görüntüsü (3/2/1).
(b) 17 Ağustos 96 ERS -2 SAR.PRI görüntüsü.

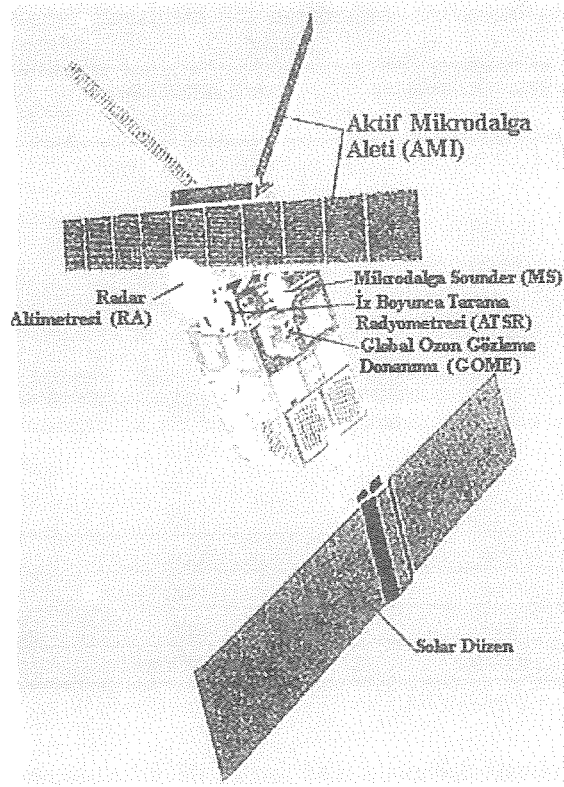
4. RADAR ALGILAMA SİSTEMİ

4.1. ERS 1/2 radar uydusu

ERS 1/2 radar uydusu, farklı fakat birbirini tamamlayıcı özelliğe sahip algılayıcı sistemlerini taşımaktadır.

- Aktif Mikrodalga Aleti
 - ↳ SAR Görüntü Modu
 - ↳ SAR Dalga Modu
 - ↳ SAR Rüzgar Modu (Skatterometre)
- Radar Altimetresi (RA)
- İz-boyunca Tarama Radyometresi (ATSR)
 - ↳ Görünür (sadece ERS -2) ve Kızılötesi Radyometre
 - ↳ Mikrodalga Radyometresi
- Lazer Geri-Yansıtıcı (LRR)
- Presizyonlu Aralık ve Aralık Hızı Donanımı (PRARE) (sadece ERS -2)
- Global Ozon Gözleme Donanımı (GOME) (sadece ERS -2)

Şekil 2'de ERS 1/2 radar algılama sistemi, Tablo 1'de radar verisinin genel karakteristikleri verilmektedir.



Şekil 2. ERS-2 uydusu.

Tablo 1. ERS 1/2 radar uydu verisinin genel karakteristikleri.

		ERS - 1 / 2
İletme Frekansı	Bant Merkez	C bandı 5.3 GH.
Band Genişliği		13.5 MH.
Polarizasyon		D - D
Tarama Genişliği		100 km
Uzaysal Çözme		26 m
Nadir-dışı Açısı		23.5 derece
Fırlatılma Tarihi		Temmuz, 1991 / Nisan 1995
Yörünge	Tip Yükseklik Eğiklik	Güneşle senkronize 785 km. 98 derece
Tekrarlama Periyodu		3 / 35 gün

4.2. Elektromanyetik Spektrumda Uzaktan Algılama Karakteristikleri

Uydu algılayıcıları, görünür / yakın kızılötesi ve ısı kızıllötesi bölgesinde bitki örtüsünün kimyasal bileşimi, yüzey ısı vb. gibi yeryüzüne ait yüzey özellikleri, mikrodalga bölgesinde ise, geometrik özellikler (pürüzlülük) ve toprak/bitki su muhtevası ölçümlerinin yanısıra cisimlerin dielektrik davranışları hakkında da bilgi veren, farklı özelliklere sahip algılama sistemleridir. Tablo 2 ve 3' te optik dalga boyu ile mikrodalga boyundaki uzaktan algılama genel karakteristikleri, avantajları ve dezavantajları karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tablo 2. Görünür dalga boyundan mikrodalga boyuna uzaktan algılama karakteristikleri.

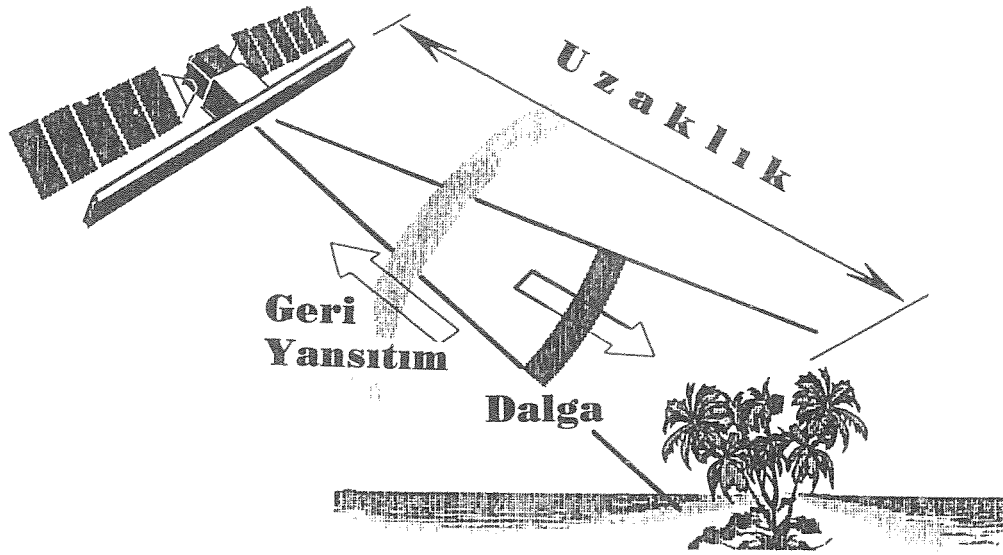
Karakteristikler	Görünür-kızılötesi (VIR)	Isıl Kızıl ötesi (TIR)	Yapay açıklı radar (SAR)
Dalga Boyu	0.4 - 2.2 μm	10 - 12.5 μm	3 - 60 cm.
Frekans	-	-	0.5 - 10 Ghz
Çözme	10 - 80 m	100 m	10 - 30 m
Algılayıcı tipi	pasif	pasif	aktif
Işınım kaynağı	güneş ışığı	siyahcisim	radar
Jeofiziksel parametre(ler)	albedo	sıcaklık	dielektrik & geometrik özellikler
Bulut-penetrasyon	Yok	Yok	Var
Bitki örtüsüne	Yok	Yok	Var
Suya Penetrasyon	Var	Yok	Yok
Toprağa	Yok	Yok	Var
Güneşe - bağımlılık	Var	Yok	Yok
Gürültü / benek	Az	Az	Çok
Geometrik etkiler	Yok	Yok	Var
Fırlatılma tarihi	1970'ler	1980'ler	1990'lar

Tablo 3. Görünür/kızılötesi dalga boyundan elde edilen veriler ile radar verisinin karşılaştırımı.

Avantajlar	VIR	Standart algoritmalar & yöntemler Multispektral bilgi Düşük-gürültülü sinyal
	SAR	Atmosfere & güneşe olan bağımsızlık Tamamlayıcı bilgi Farklı polarizasyonlarda veri alımı Kalibre edilmiş sinyal
Dezavantajlar	VIR	Atmosfer : Bulut, sis, vb. Mutlak olmayan sinyal : güne, mevsime, enleme bağlı
	SAR	Gürültü / Benek Topoğrafik distorsiyonlar Güç yetersizliği nedeniyle aralıklı algılama

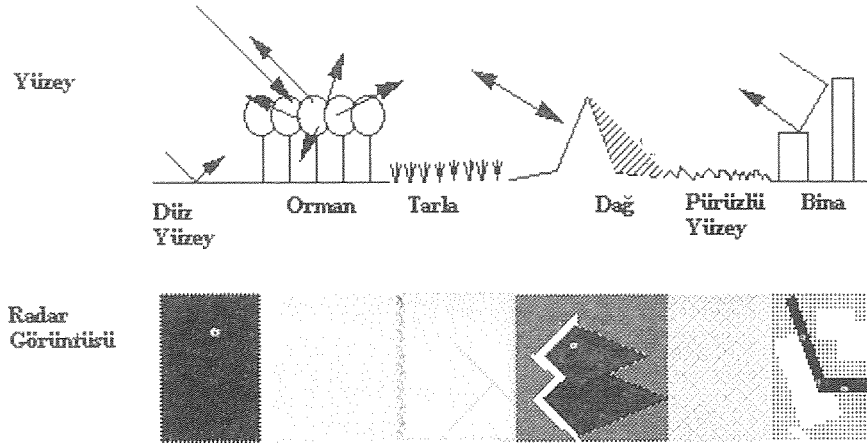
4.3. Aktif Algılama Sistemi

Aktif algılama sistemi olan radar ile algılamada temel prensip, hedefe bir anten tarafından gönderilip geri yansıyan mikodalga enerjinin tekrar anten ile alınması ve işlenerek bilgi çıkartımıdır (Şekil 3). Radar sistemi ile yayılan ışınım, aynı fazda ve benzer (koherent) özelliğe sahip enerji dalgalarıdır. Ölçülen geri yansıtım enerjisine ait şiddet ve faz bilgisi, dokuya olan yüksek duyarlılığın yanısıra, arazi rölyefinin ve zamana bağlı olarak küçük değişimlerin (interferometre) saptanmasında önemli rol oynamaktadır.



Şekil 3. Radarla temel algılama prensipleri.

Bir radar görüntüsünde her piksel için dijital değer, hedeften geri yansıtılan radar sinyalinin gücüne bağlı olarak belirlenir. Geri yansıtılan dalganın gücü, radar gözleme parametreleri (*frekans, polarizasyon, yayılan dalganın geliş açısı*) ve yüzey parametreleri (*pürüzlülük, geometrik biçim ve hedefin dielektrik özellikleri*) gibi birçok etmene bağlı olarak değişmektedir. Mikrodalga bölgesindeki farklı bantlarda, cisimlere penetrasyon derecesi farklı olduğundan farklı geri yansıtım bilgisi elde edilmektedir ki, buda radar görüntüsündeki renk tonunu belirlemektedir. Renk tonuna etki eden diğer bir etken olan materyalin pürüzlülüğü, yüzey değişimlerinin yüksekliğine, dalga boyuna ve geliş açısına bağlı olarak değişir. Genelde, yüzey yükseklik değişimlerine kıyasla geliş açısı ve dalga boyulu artıkça daha pürüzsüz bir materyal yüzeyi söz konusudur. (Şekil 4).



Şekil 4. Radar görüntüsünde renk tonu.

5. UYGULAMA

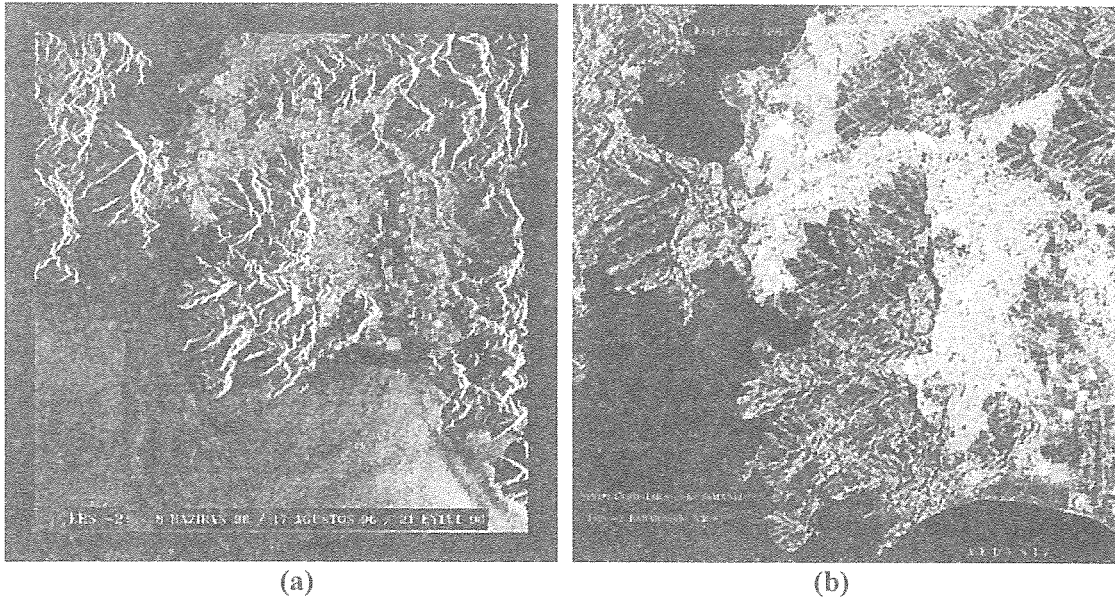
5.1. ERS 2 radar görüntü veri işlemesi

Bu çalışmada kullanılan ERS 2 radar görüntü verileri, CDROM ortamından bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra, 16 bitlik orijinal dijital kayıt yoğunluğu, radyometrik bir düzenleme ile, 8 bite dönüştürülmüştür. Görüntülerde mevcut gürültü/benek etkisini gidermek amacıyla, tüm görüntülere Gamma filtresi uygulanmıştır.

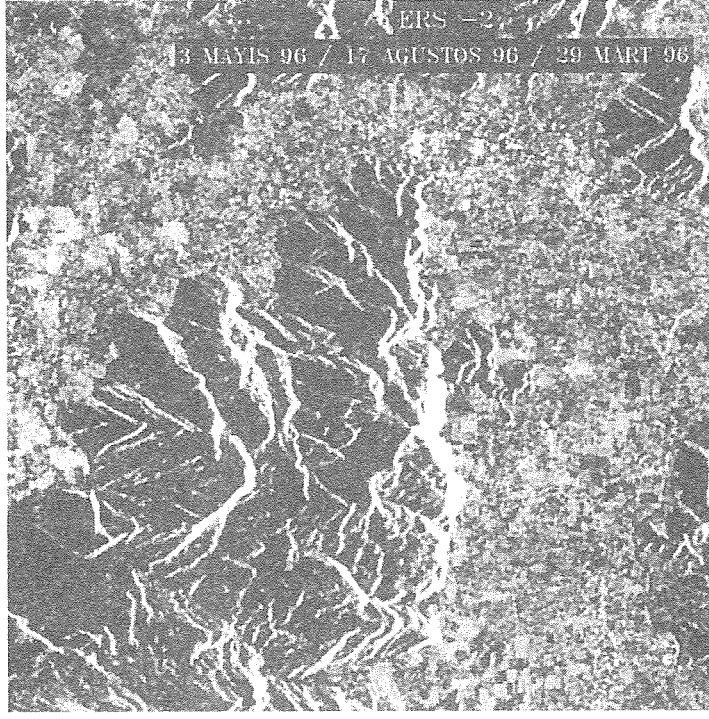
Kullanılan herbir ERS -2 radar görüntüsü monokrom renkli olup, bölgedeki arazi-kullanımına ait değişimleri irdelemek için çok zamanlı yanlış-renkli görüntü elde etmek amacıyla, baz olarak seçilen 29 Mart 96 radar görüntü koordinat sistemine kayıt edilmiş ve 5 kanallı tek bir veri dosyası olarak değerlendirmeye sokulmuştur (Şekil 5(a)). Dönüşüm, 1. derece lineer transformasyon kullanılarak, ± 0.5 RMS hata ile tamamlanmıştır. Oluşturulan 5 kanallı veri dizisinin sınıflandırılması, ISODATA iteratif sınıflandırma yönteminden elde edilen ve 7 ana arazi-kullanım sınıfını içeren 19 sınıf ile yapılmıştır. Su ve karada seçilen bazı sınıfların benzer geri-yansıtım özellikleri nedeniyle, göl ve deniz mask edilerek sınıflandırma yinelenmiştir (Sekil 5(b)).

Bulut ve atmosfer koşullarından bağımsız olarak algılama yapıldığı için, görüntülerde oluşan renk değişimleri, atmosfer etkilerinden bağımsız olarak, kara bölgelerinde nem miktarı veya ürün gelişimi gibi, denizde ise rüzgar ve dalga durumundan kaynaklanan farklılıkları ortaya koymaktadır (Şekil 6). Görüntülerin hem tek kanal olarak (monokrom), hemde farklı 3 bant kombinasyonlarında oluşturulmuş yanlış-renkli görüntülerinin dikkatli görsel değerlendirimi sonrasında, radar verisinin arazi kullanımına ilişkin şu değerlendirmeler elde edilmiştir :

- Düz alanlar için yerleşim alanları köşe yansıtım özelliği nedeniyle çok belirgin bir şekilde ayırt edilebilmektedir (Şekil 6). Dağlık ve eğimli alanlarda ise benzer yansıtım özelliği nedeniyle karışma söz konusudur.
- Gölün sağ tarafında ve Dalaman Tarım İşletmesi bölgesinde yer alan tarım alanlarına ait geri-yansıtım özellikleri, ürün gelişme periyodu ile uyum göstermekte ve böylelikle ürün tipini belirlemede yararlı bilgiler sağlamaktadır.
- Göl içinde ve deniz tarafında, rüzgar ve dalga durumuna bağlı olarak gözlenen renk değişimleri, radar görüntü verisinin alındığı tarihlerdeki akıntı ve dalga hareketlerini belirgin şekilde ortaya koymaktadır.
- Çok zamanlı radar görüntüsünde, göl kenarındaki sazlık alanlar ve sınırları, belirgin bir şekilde çizilebilmektedir.
- Monokrom ve/veya çok zamanlı radar görüntüsünde, yol ve nehir gibi çizgisel objelerde kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.
- Radarın karakteristik özelliği olan benek etkisi (filtreleme yapılmış olmasına rağmen) görüntü yorumlanmasında bazı sınırlamalar getirmektedir (Şekil 6).
- Bölgenin büyük bir bölümünü kapsayan dağlık alanların neden olduğu geometri bozuklukları ve gölge etkisi özellikle sınıflandırma sonuçlarının yorumlanmasında olumsuz etki yaratmaktadır.



Şekil 5 : (a) Çok-zamanlı ERS-2 radar görüntüsü. (b) Sınıflandırılmış ERS-2 radar görüntüsü.



Şekil 6 : ERS -2 radar görüntüsü.

5.2. Landsat TM optik görüntü veri işlemesi

Bu çalışmada kullanılan 25 Temmuz 96 tarihli optik Landsat TM uydu görüntü verisi, bilgisayar ortamına geçirilip lineer kontrast artırımı ile zenginleştirildikten sonra, arazi-kullanımı irdelemesi (tematik haritalama) amacıyla sınıflandırılmıştır. Kullanılacak sınıfların bazıları ISODATA iteratif sınıflandırma yöntemi ile doğal spektral gruplaşma sonucu, diğer sınıflar ise, mevcut hava fotoğrafları ve yer-doğruluklu gözlemlerden belirlenerek, 9 ana arazi-kullanımı sınıfına ait toplam 55 sınıf ile Maksimum Olabilirlik sınıflandırma algoritması uygulanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7 : Sınıflandırılmış Landsat TM görüntüsü.

Sınıflandırılmış ERS -2 radar görüntü verisi ile sınıflandırılmış Landsat TM optik görüntü verisinin görsel karşılaştırımı sonrasında aşağıdaki irdelemeler yapılmıştır.

- Topoğrafyanın etkisi, radar görüntüsünün sınıflandırmasında, optik veriye göre çok daha fazla etkili olmakta ve yorumlamayı güçleştirmektedir.
- Radar uydu görüntüsünün alındığı tarihteki meteorolojik durum (yağış ve rüzgar durumu) sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesinde mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.
- Radar sınıflandırılmış uydu görüntüsünün yorumlanmasında arazi kontrolünün yapılması gereklidir ve mutlaka yapılmalıdır.
- Değişim gösteren arazi kullanımına ait sınıflar, sınıflandırılmış çok-zamanlı radar uydu görüntü verisinde kolayca belirlenebilmektedir.

6. SONUÇ

İlk 1950 yıllarında geliştirilmiş SLAR (Yan Görüşlü Radar Sistemi) sistemi ile askeri alanda kullanılmaya başlayan radar algılama sistemi, anten tasarımında ve kayıt sistemlerindeki gelişmeler sonucunda, günümüzde, radar görüntüleri, çok değerli uzaktan algılama bilgi kaynağı olup, jeoloji, fiziksel oşinografi, ormancılık gibi birçok bilim dalında kullanılmaktadır.

Yersel ölçmelere göre hız, maliyet ve zaman açısından büyük avantaj sağlayan uydu görüntü verileri, arazi kullanımındaki hızlı değişimlerin saptanması ve güncelleştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Günümüzde bu amaca yönelik olarak genelde kullanılan yüksek çözünürlüklü optik uydu görüntü verilerinin yanısıra, özellikle düz alanlar için, radar uydu görüntü verileri, bulut ve güneş ışığı koşullarından bağımsız oluşları, yüzey karakteristikleri ve neme olan duyarlılıkları nedeniyle tamamlayıcı yeni bir bilgi kaynağı olmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Eurimage, "User Applications of ERS SAR Data Training Course" notları, 14-17 Mayıs 1996, ESA, Frascati, İtalya.

[2] Eurimage, "Training Course on ERS SAR and Other Complementary Spaceborne Sensors for Land Use and Land Cover Applications" notları, 24-27 Haziran 1996, ESA, Frascati, İtalya.

[3] ESA, "ERS - User Handbook", SP-1148, Eylül, 1993.

[4] ESA, "New Views of the Earth - Scientific Achievements of ERS-1", SP-1176/I, Nisan 1995.