

UZAKTAN ALGILAMADA ÇÖZÜNÜRLÜĞE BAĞLI VERİ KAZANIMI POTANSİYELİ

S. Ateş¹, E. Demir²

¹İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Ölçme Tekniği Anabilim Dalı Maslak İstanbul, serpil.ates@itu.edu.tr

²İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Ölçme Tekniği Anabilim Dalı Maslak İstanbul, demirelif@itu.edu.tr

ÖZET

Uydu algılayıcıları teknolojisindeki hızlı gelişmeye paralel olarak uzaktan algılama verileri orta ve büyük ölçekte topografik haritalar için de kullanılabilir niteliğe kavuşmaktadır. Uzaktan algılama görüntüleri üzerinden coğrafi objeleri algılama, diğerlerinden ayırt edebilme ve tanımlama zor bir işlemdir. Bu nedenle bilgisayar ekranında görselleştirilen uydu görüntü verilerinin renk ve görüntü özellikleri bakımından işlenmeleri, zenginleştirilmeleri, filtrelenerek keskinleştirilmeleri gibi işlemler gerekli hale gelir. Bu çalışmada uzaktan algılama görüntülerinin hangi çözünürlükte, hangi ölçekteki harita çalışmasına geometrik, planimetrik ve ekonomik veri sağlayabileceği konusunda bir bakış açısı oluşturulmaya gayret edilmektedir. Çalışmada, obje tanıma ve tanımlama anlamında hem uzaktan algılama hem de kartografya teknik kural ve kavramlarından birlikte yararlanılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan algılama, Kartografya, Sınıflandırma, Çözünürlük, Objeye tanımlama

ABSTRACT

THE POTENTIAL OF RESOLUTION DEPENDENT DATA ACQUISITION IN REMOTE SENSING

According to rapid improvements in satellite sensors, remotely sensed data is available for mid scale and high scale topographic maps. The pattern recognition and determination of geographic objects at remotely sensed data is a complex issue. For this reason satellite images displayed on computers must be sharpened with processing and filtering techniques in recognition of color and display features. The aim of this study is to compose an aspect to understand which scale and resolution is needed for providing planimetric and economic remotely sensed data. At this study, remote sensing and cartography techniques are used together for pattern recognition and definition.

Keywords: Remote sensing, Cartography, Classification, Resolution, Object specification

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında bilgisayar teknolojisine paralel olarak gelişen uzay bilimleri artan nüfus ve doğal kaynakların tükenmesi ile araştırmacıların yeryüzünü, doğal kaynakları ve çevresini daha geniş boyutlar içinde hızlı ve ekonomik olarak inceleme gereksinimi doğurmuştur. Gelişmiş ülkelerin uzay programları içinde ayrı bir yeri, gelişmekte olan ülkeler için vazgeçilmez bir değeri, günümüzde ve gelecekte büyük bir uygulama potansiyeli olan bu yeni teknolojinin adı Uzaktan Algılamadır.

Günümüzde insan nüfusunun hızla artması; beslenme, yerleşim ve çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Çevre sorunları ülke sınırları tanımadan bütün dünyanın ortak problemi olarak çözüm beklemektedir. Her geçen gün hızla tükenen doğal kaynakların akılcı yönetimi, yenilenebilir olanların planlı bir yapıya kavuşturulması, söz konusu kaynakların çevre kirliliğinden korunması ve arındırılması, kalkınmaya yönelik çabaların ekonomik, zamanında ve çevreye en az zarar verici nitelikte gerçekleştirilebilmesi için karar verici organların sayısal coğrafi bilgi gereksinimi gittikçe artan bir önem kazanmaktadır. Bu sorunlar kapsamında ele alınan su, toprak ve havanın insan sağlığına ve yararına aykırı şekilde zamana bağlı değişimi uzaktan algılama ile izlenerek sorunların nedenleri ile ortaya konulabilmektedir.

Çalışmalar yeryüzünün araştırılmasına yönelik olarak projelendirilecek geliştirilmiş uydular aracılığı ile sürdürülmektedir. Uydulardan elektromanyetik olarak farklı dalga uzunluğu aralıklarında algılanan yeryüzü, sayısal görüntülere dönüştürülebilmektedir. Gereksinim duyulan bu sayısal bilgilerin verilecek kararlardaki etkinliği, güncellikleri ile doğru orantılı olacaktır. Güncel bilgi sağlamanın bir yolu da, gelişen teknolojinin sunduğu olanaklardan olabildiğince yararlanan sistemlerin oluşturulmasında yatmaktadır. Bu sayısal görüntülerin görüntü işleme sistemlerinde görüntü zenginleştirme ve sınıflandırma teknikleri ile işlenmesi sonucunda yeryüzünün incelenmesine olanak sağlar.

Uzaktan algılama verilerinin başında gelen uydu görüntülerinin en önemli özelliği, geniş yeryüzü alanlarına ait büyük çapta konumsal veri içermesidir. Bu büyüklükteki veri zenginliğinden etkin bir şekilde yararlanma ise, doğal olarak söz konusu verileri coğrafi bilgiye dönüştürecek yeterli verileri coğrafi bilgiye dönüştürecek düzeyde veri yönetim ve işleme sistemlerinin varlığına bağlıdır.

Uzaktan Algılamada Çözünürlüğe Bağlı Veri Kazanımı Potansiyeli

Genel anlamda Uzaktan Algılama'nın tanımı; bir temas olmaksızın, algılayıcı sistemleri kullanarak yeryüzü hakkında bilgi edinme bilimidir. Uzaktan Algılama teknolojileri yer yüzeyinden yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması, kaydedilmesi, elde edilen materyalin bilgi çıkarmak üzere işlenmesi ve analiz edilmesinde kullanılır.

Uzaktan algılama yöntemi aşağıda açıklandığı gibi çok geniş alanlarda kullanılmaktadır ve bunlar;

- Otoyol, demiryolu ve boru hattı koridor seçimleri, sulama, baraj, madencilik ve ormancılık ön etütleri,
- Stereo uydu görüntülerinden etüt haritaları ve 3 boyutlu sayısal arazi modellerinin hazırlanması,
- Deniz ve kıyı kirliliği etütleri bağlamında , uydu görüntülerinden işlenip uygun filtrelemeler yapılarak kirlilik haritalarının yapımı,
- Tarımsal amaçlı, arazi kullanım ve toprak haritalarının etüdü,
- Orman kaynaklarının ön envanterlerinin yapımı ve haritalanması yanında, orman yangınları sonucu oluşan zararların saptanması ve görüntülerin işlenmesi ve haritalanması haritalanması,
- Maden aramaları, jeolojik etütlerin yapımı vb işlevlerdeki yer çalışmalarının süre ve maliyet açısından en aza indirilmesi vb. bunlar veya bunlara benzer daha bir çok çalışmalarda yoğun olarak uygulanmaktadır.

2. UZAKTAN ALGILAMA VE ÇÖZÜNÜRLÜK

Uzaktan algılamada veri elde ediminde uydular kullanılmaktadır. Kullanılan uydular genel olarak aşağıdaki gibi 3 sınıfta toplanabilir;

Tablo 1: Uzaktan Algılama Uyduları

Optik Algılama Uyduları	Mikrodalga Algılama Uyduları	Meteoroloji Uyduları
LANDSAT SPOT MOS ADEOS IRS RESUS	ERS RADARSAT	METEOSAT INSAT GMS NOAA

Uydulardan elde edilen görüntüler çözünürlüklerine göre farklı amaçlar için kullanılabilir. Uzaktan algılama görüntülerinde çözünürlük piksel boyutu ile sınırlı olup konumsal çözünürlük, spektral çözünürlük, radyometrik çözünürlük ve zamansal çözünürlük olmak üzere 4 grupta toplanabilir.

Konumsal çözünürlük; Bir çok uzaktan algılama aygıtında hedef ile platform arasındaki mesafe görüntünün detayı ve toplam alan hakkında bilgi almada önemli rol oynar. Konumsal çözünürlük algılayıcı tarafından belirlenebilecek en küçük ayrıntı olarak da tanımlanabilir. Bir objeye ait özelliklerin tanımlanabilmesi çözünürlük hücresinin büyüklüğüne ve yansıma derecesine bağlıdır. Bu çözünürlük hücreesindeki ortalama yansıma algılayıcı tarafından kaydedilecektir. Sadece büyük özelliklerin tanımlanabildiği görüntüler düşük konumsal çözünürlüğe sahip görüntülerdir. Yüksek çözünürlüklü görüntüler de ince ayrıntılar görülebilir.

Spektral çözünürlük; Spektral çözünürlük algılayıcıların yansıma enerjisini topladıkları dalga boyları arasındaki mesafe ya da genişlik olarak adlandırılır. Örneğin renkli filmler siyah-beyaz filmlere göre daha ayrıntılı dalga boylarında görüntü aldıklarından dolayı daha fazla bilginin alınmasına olanak verir.

Radyometrik çözünürlük; Elektromanyetik enerji miktarında sahip olunan hassasiyete radyometrik çözünürlük adı verilir. Bir sistemin ani radyometrik çözünürlüğü dedektörün sinyal/bozuntu oranına bağlıdır. Dijital görüntülerde radyometrik çözünürlük, devamlı yoğunluk oranını dijitalleştirmek için kullanılan farklı kuantize seviyeleri ile sınırlanmıştır.

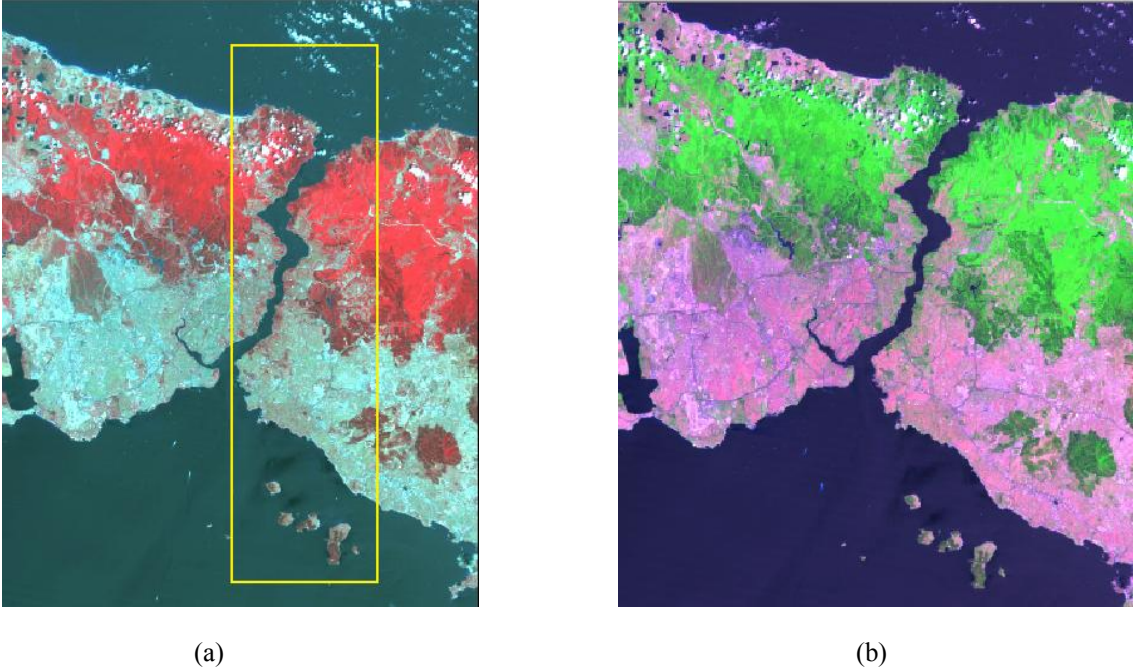
Zamansal çözünürlük; Uzaysal çözünürlük görüntüde seçilebilen en küçük nesnenin boyutudur. Dijital görüntüde çözünürlük piksel boyutuyla sınırlıdır, yani bir nesnenin boyutu pikselden daha küçük olamaz. Görüntüleme sisteminin gerçek çözünürlüğü en başta sensörün ani görüş alanıdır. Bu, çok kısa zaman içinde ani olarak görüntülenen alanın büyüklüğüdür. Piksel boyutu örnekleme uzaklığı ile tayin edilir.

2. PROJENİN ADIMLARI

2.1 Test Alanı ve Görüntü Verisi

Çalışmada test alanı olarak İstanbul ilinin Tarabya, Üsküdar, Ortaköy, Beykoz, Kadıköy, Bostancı ve Adalar bölgeleri kullanılmıştır. Test alanına ait uydu görüntülerinin yanı sıra 1/5000 ölçeğinde standart topografik haritaları da kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri LANDSAT, SPOT ve İKONOS uydularından elde edilmiş olup görüntülerin çözünürlükleri birbirinden farklıdır. Çözünürlüklerine bağlı olarak Spot uydusundan elde edilen görüntüler 10m çözünürlüklü ve 2,5m çözünürlüklü olmak üzere ikiye ayrılmış olup, bir objeye ait toplam 4 adet görüntü bulunmaktadır. Test alanından seçilen 17 adet objeye ait 4 farklı uydudan alınan görüntüler mevcuttur. 1/5000 ölçekli kadastral topografik haritalardan yararlanılarak gerçek görüntüler ve farklı çözünürlükteki uydu görüntüleri arasında objelere ait alan ve uzunluk karşılaştırmaları yapılmıştır.



Şekil 1: Çalışma alanına ait (a) 4/3/2 (b) 7/4/3 kanal kombinasyonunda Landsat 5 TM uydu görüntüsü.

2.2 Kullanılan Uydular

2.2.1 LANDSAT

LANDSAT uydularının bantlarının spektral çözünürlükleri ve aralıklarının yeryüzü gözlemleri için uygun olması, uygun ölçekte konumsal çözünürlükler, tarama genişliği ve tekrarlama süreleri bakımından uygun kombinasyonları içermesi başarısını etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Yedi adet LANDSAT uydusunun her birinin farklı çözünürlükleri ve bant kombinasyonları bulunmaktadır. LANDSAT 7 uydusu 8 farklı bant kombinasyonundan oluşur.

İstanbul bölgesine ait Landsat.. görüntüsünde çalışma alanı sarı hatlarla belirtilmiş olup, görüntünün bant kombinasyonu 4,3,2 olarak ayarlanmıştır.

Çalışma alanındaki objeleri daha iyi tanımlayabilmek, diğer objelerden ayırt edebilmek amacıyla Landsat.. görüntüsünün bant kombinasyonu 7,4,3 olarak değiştirilmiştir. (Şekil 1)

2.2.2 SPOT

SPOT uyduları ikiz birbirinden bağımsız fakat eş zamanlı işletilebilen high resolution visible (HRV) görüntüleme sistemlerine sahiptir. Her bir HRV yüksek konumsal çözünürlüklü tek kanallı panchromatic (PLA) modu'na ve is daha kaba çözünürlüklü 3 kanallı multispectral (MLA) moduna sahiptir.

Çalışma alanına ait spot görüntüsünde objelerin gerçeğe uygun renklerle gösterilmesi amacıyla bant kombinasyonu 1, 2, 3 olarak ayarlanabilir.(Şekil 2)

Pankromatik görüntü, elektromanyetik spektrumun geniş bir bölümünden yansıyan enerjiyi ölçebilen algılayıcılar tarafından elde edilir. Pankromatik algılayıcılar için bantlar, spektrumun görünen ile yakın kızıl ötesi bölümünü içerirler ve bunların verileri siyah-beyaz görüntü olarak oluşurlar. Bu görüntüler yeryüzü öğelerinin fiziksel özelliklerini (şekil, boyut, renk, yönlenme vb) belirlemek veya ölçmek, insan yapıları olan bine, ev, yol, havaalanı vb. yapıların yerleşimlerini haritalamak, haritalardaki fiziksel yapıları güncelleştirmek, kara ve su sınırlarını, kentlerin büyümesi ve gelişmesi ile arazi kullanımını saptamada yoğun olarak kullanılmaktadır.

2.2.3 IKONOS

Pankromatik ve çoklu-spektral görüntü alabilen 2 adet görüntü sensörü vardır. Bu uydu kutupsal,dairesel(circular),güneş-eşzamanlıdır. Tarama genişliği 11km dir.Uydunun ağırlığı 720kg dur.

IKONOS uydusunun uzamsal çözünürlükleri;

- 0.8 m pankromatik (1-m PAN)
- 4-metre çoklu-spektral (4-m MS)
- 1-metre pan-sharpened (1-m PS)

2.3 Topografik Haritalar

Uydu görüntülerinden elde edilen objelerin gerçek alanlarını tanımlamak amacıyla 1/5000 ölçekli standart topografik haritalar kullanılmıştır. Bu haritalardan elde edilen gerçek alan ve uzunluk değerleri uydu görüntülerinden hesaplanan değerler ile karşılaştırılarak objelerin tanımlanabilirliği incelenmiştir.

2.4 Ön İşleme

Sayısal görüntü işleme adımlarından ilki olan ön işleme geometrik düzeltme ve radyometrik düzeltme işlemlerinden oluşur. Radyometrik düzeltmede atmosfer koşullarından ve algılayıcıdan doğan hataların düzeltmeleri yapılırken, geometrik düzeltme işleminde görüntü gerçek dünya koordinatlarına çevrilir.

2.5 Radyometrik Düzeltme

Algılama sistemindeki yoğunluk derecesinin fark edilebilen en küçük değişimine radyometrik çözünürlük denir. Bozuklukların ortak yapısı sistematik kayıplar içermesi ya da bant alımı esnasındaki kayıplardır. Kayıp hatlar bant alımı sırasındaki değişim ve sürüklenmeden dolayı meydana gelir. Hattın bir altındaki ve bir üstündeki hatların ortalaması alınarak hat bozukluğu ortadan kaldırılabılır. Ayrıca bazı filtreleme işlemleri de kullanılarak radyometrik düzeltme işlemi uygulanabilir.

2.6 Geometrik Düzeltme

Geometrik düzeltme, ham görüntüdeki geometrik bozulma etkilerinin giderilmesi ve görüntünün yer kontrol noktaları kullanılarak tanımlı bir coğrafi koordinat sistemine oturtulması işlemidir. Genel anlamda yeryüzünün iki boyutlu sinyal kaydı olan uydu görüntüleri, algılayıcılar tarafından kayıt edilmesi esnasında, dünyanın küreselliği ve kendi eksenine etrafında dönüşü, uydunun yörüngesindeki sapmalar ve diğer bazı etkenlerden dolayı yeryüzündeki gerçek harita koordinatlarında sapma gösterir. Bu sapmanın bazı istatistiksel yöntem yaklaşımları ile düzeltilmesi olarak tanımlanan geometrik düzeltme işlemi; görüntünün haritadaki gerçek koordinatlarına oturtulmasını ve elde edilen verilerin mekansal temelde toplanabilmesini sağlar.

Geometrik görüntü düzeltme ile görüntü, bulunduğu koordinat sisteminden (resim koordinatları) başka bir koordinat sistemine taşınır. Görüntünün geometrik düzeltme işlemleri için görüntü üzerine iyi dağılmış yer kontrol noktaları belirlenir. Bu noktalar harita koordinatları yardımıyla bir altlık üzerine işlenir. Dönüşüm eşitlikleri yardımıyla koordinatlar bilgisayarda hesaplanarak noktalar altlık üzerinde doğru yer koordinatlarına karşılık gelen yerlere yerleştirilir. Buna görüntüden haritaya geçiş denir.

Landsat görüntüsünün geometrik düzeltme işlemi için referans alınan görüntü 10 m çözünürlüğe sahip SPOT pankromatik uydu verisidir. Geometrik düzeltmenin yapılacağı Landsat görüntüsünden ve referans alınan Pankromatik görüntüden yer kontrol noktaları seçilir. Aynı nokta her iki görüntüde de işaretlenir. Noktalar, yol kavşakları, kıyıları, bina köşeleri gibi her iki görüntüde de kolaylıkla belirlenebilecek yerlerden yeterli sayıda, homojen dağılımlı olarak seçilmelidir. Yeterli sayıda yer kontrol noktası alındıktan sonra bu noktaların hataları hesaplanır. Hatalar belirli sınırlar

içerisinde kalmalıdır (0.5 piksel). RMS hataları olması gereken sınırların dışında kaldığı takdirde, daha fazla nokta alınarak gerekli hata sınırlarına ulaşılmaya çalışılır.

2,5 m çözünürlüklü SPOT verisinin geometrik düzeltme aşamasında referans alınan görüntü 10m çözünürlüklü SPOT pankromatik verisidir. İki görüntü arasında ki çözünürlük farkından dolayı seçilen yer kontrol noktalarının hataları fazla çıkmış, bu sorun yer kontrol noktalarının artırılmasıyla çözülmüştür.

2.7 Görüntü Zenginleştirme

Görüntü zenginleştirme, görüntünün görsel anlamda daha iyi anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi amacıyla yapılmaktadır. Bunu gerçekleştirmek için çeşitli sayısal filtreleme matrisleri kullanılır. Görüntüdeki farkların vurgulanması, kenar çizgilerinin vurgulanması ya da giderilmesi işlemleri için farklı sayı matrisleri kullanılmaktadır. Sayısal filtreleme yönteminde her bir pikselin yeni gri renk tonları hesaplanmaktadır. Piksellerin yeni gri tonları yalnızca ortaya çıkarılacak detaya bağlı değil komşu piksellere de bağlıdır. Bir görüntüde istenilen detayı ortaya çıkartmak için düşük ve yüksek frekanslı filtreler kullanılır.

2.8 Sınıflandırma

Uzaktan algılamanın matematiksel değerlendirmesinin bir kısmını dijital sınıflandırma oluşturmaktadır. Görüntü sınıflandırma işleminin amacı, görüntüdeki bütün pikselleri yer, örtü sınıflarına veya temalarına göre kategorize etmektir. Sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesinde, çalışmada kullanılacak dalga boyunun seçilmesi, yeterli doğruluk ve sayıda kontrol alanlarının belirlenmesi, amaca uygun sınıflandırma algoritmasının seçilmesi ile sınıflandırılmış görüntülerde doğruluk değerlendirilmesinin yapılması önem taşımaktadır.

Sınıflandırma işleminde yazılımın veriyi kaç defa tekrarlayarak kümelenireceğini ifade eden maksimum iterasyon değeri belirlenmelidir. Ayrıca işlemin tekrarlanması esnasında, değişmeden kümelere atanacak olan piksel yüzdesi ve oluşacak sınıf sayısı da yine bölgenin özelliklerine göre belirlenmelidir. Çalışmada Kalamış bölgesi için; maksimum iterasyon: 19, yakınsama eşiği:0,980, sınıf sayısı:15 olarak belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma sonuçları göstermiştir ki görüntülerin geometrik çözünürlükleri arttıkça görüntü üzerinde görsel yorumlama yeteneği artmakta, sonuç olarak vektörel alan analizleri yüksek doğruluklu olarak gerçekleştirilebilmektedir. Çalışmada kullanılan görüntüler ele alındığında spektral çözünürlükleri yüksek; buna karşın geometrik çözünürlükleri göreceli olarak daha düşük olan uydu görüntülerinde (LANDSAT) yapılan alansal analiz sonuçlarında sınıflandırma yaklaşımının vektörel alan hesabına göre gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği görülmektedir.

Görüntüler üzerinde yapılan zenginleştirmelerin alansal analize etkileri incelendiğinde uzaysal filtrelerin yüksek çözünürlüklü uydu verilerinde daha anlamlı sonuçlar verdiği ve alansal analiz doğruluğunu arttırdığı; buna karşın düşük geometrik çözünürlüklü uydu verilerinde tam tersi etki yaparak objelerin görsel yorumlanabilirliğini azalttığı , bunun sonucunda vektörel alansal analizlerde düşük doğruluklu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde alan hesabı yapılırken görüntü zenginleştirme tekniklerinin kullanılması ve vektörel alansal analiz yoluna gidilmesi: buna karşın yüksek spektral çözünürlüklü uydu verilerinde spektral ayrışmalı temel alan sınıflandırma işleminin uygulanması önerilmektedir.

Tablo 2: Zenginleştirme sonucu objelerin alan hesapları.

Objeler	Gerçek Alan	Landsat5(35x35)	Spot/Pan(10x10)	Spot(2,5x2,5)	İkonos(1x1)
Emirgan Korusu	432000	474332	468453	444757	444462
Göksu Sitesi	425304	522476	493800	432360	424078
Şükrü Saraçoğlu Stadı	7352	-	8204	7564	7346
Galatasaray Adası	6133	12363	6646	6359	6071
Beylerbeyi Sarayı	2884	-	2604	2814	2886

Tablo 3: Sınıflandırma sonucu objelerin alan hesapları.

Obje	Gerçek Alan	Landsat5(35x35)	Spot/Pan(10x10)	Spot(2,5x2,5)	İkonos(1x1)
Emirgan Korusu	432000	463050	464800	445166	444816
Göksu Sitesi	425304	521850	493500	432360	424527
Şükrü Saraçoğlu Stadı	7352	-	8100	7920	7839
Galatasaray Adası	6133	9800	6580	6381	6084
Beylerbeyi Sarayı	2884	-	2800	2790	2823
Fenerbahçe Dereağzı Tesisleri	10233	-	9300	10386	10363
Boğaziçi Üniversitesi Stadyumu	6922	-	6700	6856	6900
Çırağan Sarayı	5093	-	-	6498	5386
TRT Binası	5173	-	-	6039	5225
Haydarpaşa Tren İstasyonu	2669	-	7600	6327	3098
Bostancı Gösteri Merkezi	3010	-	-	-	3953
Kız Kulesi	1249	-	1300	2601	1686
Kalamış	-	198450	193900	181602	185309
Burgazada Deniz Kulübü	-	17150	14800	5247	5279
Aya Yorgi Kilisesi	-	-	3000	3489	3528
Heybeliada Kilisesi	-	-	-	2565	3108

4. SONUÇLARIN KARTOGRAFYA İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Normal (çıplak) bir gözün 2,4 mm açıklığında 1 dakika açısal alanda ki nesnelere ayırt edebilme yeteneği vardır. Bu açısal mesafe 40-50 cm için 0,15 mm' ye karşılık gelir. Pratik amaçlar için 0,25 mm olarak kabul edilmesinin uygun olacağı belirtilmektedir.

Çıplak gözle ayırt edilebilecek uzunluk ve alan değerleri 0,25 mm uzunluğu esas alınarak belirli ölçeklerde hesaplanabilir.(Tablo 4)

Tablo 4: Ölçek değerlerine göre ayırt edilebilir uzunluk ve alan değerleri.

ÖLÇEK	UZUNLUK (m)	ALAN (m ²)
1: 100000	25,00	625,00
1: 50000	12,50	156,25
1: 25000	6,25	39,06
1: 10000	2,50	6,25
1: 5000	1,25	1,56
1: 2000	0,50	0,25
1: 1000	0,25	0,06

Ölçek büyüklüklerine göre değişen ayırt edilebilir uzunluk ve alan değerleri uzaktan algılama verilerinde görüntünün çözünürlüğü ile de ilişkilendirilebilir. Ölçek küçüldükçe algılanabilir obje büyüklüğü artarken görüntünün çözünürlüğüne bağlı olarak bazı görüntülerde obje ayırt edilemeyebilir. (Tablo5)

Tablo 5: Görüntü çözünürlüklerine göre objelerin farklı ölçeklerde algılanabilirliği

ÖLÇEK	LANDSAT (35x35)	SPOT/PAN (10x10)	SPOT (2,5x2,5)	İKONOS (1x1)
1: 100000	■	-	-	-
1: 50000	■	-	-	-
1: 25000	■	■	-	-
1: 10000	■	■	■	-
1: 5000	■	■	■	-
1: 2000	■	■	■	■
1: 1000	■	■	■	■

KAYNAKLAR

Coşkun, G. 2007: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ders notu

Danielle J. Marceau and Geoffrey J. Hay, *Remote Sensing Contributions to The Scale Issue*.

Dervish, A. Leukert, K., Reinhardt W., *Image Segmentation for The Purpose of Object Base Classification*.

Marangoz, A.M, *Nesne Tabanlı Görüntü Analizi ve İKONOS pan-sharpened Görüntüsünü Kullanarak Yol ve Binaların Çıkarımı*.

Özgen, M.G. 1974: Kartografya' ya Giriş

Thurston, J., *New Trends in Feature and Object Recognition*

Zhang Y. A. *New Automatic Approach for Effectively Fusing Landsat 7 as well as İKONOS Images*