NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA TEKNİĞİ İLE ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN BELİRLENMESİ: QUICKBIRD ve LANDSAT ÖRNEĞİ

Merve YILDIZ[1], Taşkın KAVZOĞLU[2]

[1]Arş. Gör., Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 41400, Gebze, m.yildiz@gyte.edu.tr
[2]Prof. Dr., Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 41400, Gebze, kavzoglu@gyte.edu.tr

ÖZET

Uzaktan algılama uygulamalarında sınıflandırma işlemi, uydu görüntülerinde benzer spektral özelliklerin gruplandırılması sonucu elde edilen bilgileri kullanan en yaygın tekniktir. Sınıflandırma teknikleri içerisinde nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Nesne tabanlı sınıflandırma, homojen piksellerin gruplandırılmasıyla oluşturulan nesnelerin şekil, boyut, doku gibi özelliklerinin kullanılmasına imkân sağlar. Bu sınıflandırma yaklaşımında ilk işlem adımı segmentasyondur. Nesne tabanlı sınıflandırma tekniği, bulanık mantık fonksiyonlarının kullanılmasına ve karar setleri oluşturulmasına izin verir. Bu çalışmada, Trabzon ilini kapsayan Quickbird ve Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve arazi örtüsünün nesne tabanlı sınıflandırma tekniği ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Segmentasyon işlemi için çoklu çözünürlük segmentasyon yaklaşımı kullanılmıştır. Segmentasyon kalitesi sınıflandırma doğruluğunu önemli derecede etkilendiğinden segmentasyon parametrelerinin seçimi kritik derecede öneme sahiptir. Bu çalışmada segmentasyon işlemi için uygun sonuçları sağlayan ölçek, şekil ve bütünlük parametrelerinin tespiti yapılmıştır. Farklı konumsal çözünürlükteki uydu görüntüleri için bu parametrelerin değişimleri analiz edilmiştir. Yüksek konumsal çözünürlükteki Quickbird uydu görüntüsünde elde edilen nesneler, arazi örtüsünün geometrik özelliklerini daha net yansıtırken, Landsat görüntüsü için bu düzeyde bir başarı sağlanamadığı görülmüştür. Sınıflandırma işlemi üyelik fonksiyonlarının kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Üyelik fonksiyonun doğru seçilmesi sınıflandırmanın en önemli kısmını oluşturmaktadır. Konumsal ve spektral çözünürlükleri farklı olan her iki görüntü için yapılan nesne tabanlı sınıflandırma sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Nesne tabanlı sınıflandırma, üyelik fonksiyonları, Quickbird, Landsat.

ABSTRACT

DEFINING LAND USE/COVER TYPES WITH OBJECT ORIENTED CLASSIFICATION A CASE STUDY: QUICKBIRD AND LANDSAT

Classification is the most common technique that use information obtained by grouping similar spectral features of satellite images in remote sensing applications. Among the classification techniques, object oriented classification methods have been widely used in recent applications. Object oriented classification approach provides opportunity of considering features including shape, size, texture which obtained objects by grouping homogeneous pixels. Segmentation process is the first step in this classification approach. Object oriented classification allows to use fuzzy logic algorithms and generate rule sets. In this study, Quickbird and Landsat images covering Trabzon province of Turkey were used for object-oriented classification to determine land use/cover features. Multi-resolution segmentation method was applied for segmentation process. Since the quality of segmentation is of significant importance on the classification accuracy, optimal setting of the segmentation parameters is critically important. Appropriate scale, shape and compactness parameters were investigated for the segmentation process. Variations of these parameters were analyzed for the satellite images with different characteristics. It was observed that extracted objects on the Quickbird image with high resolution reflected geometric features of land cover more clearly, whilst segmentation of the Landsat image was obtained at a lower quality. Classification process was carried out using membership functions whose setting is the most important part of the classification. In summary object oriented image classification results were evaluated for two images having different spatial and spectral resolutions and the effects of parameter settings were investigated.

Keywords: Object-oriented classification, membership functions, Quickbird, Landsat.

1. GİRİŞ

Uzaktan algılanmış verilerin bilgiye dönüştürülerek yeryüzüne ait bilgilerin elde edilmesinde kullanılan en önemli yöntem görüntülerin sınıflandırılmasıdır. Sınıflandırma işleminin genel amacı yeryüzü üzerinde aynı spektral özellikleri taşıyan nesnelerin gruplandırılmasıdır (Kavzoğlu ve Çölkesen, 2010). Uydu görüntülerinden bilgi çıkarımı özellikle sınıflandırma tekniklerinin kullanımıyla uygulanmaktadır (Kavzoğlu, 2009). Uzaktan algılama uygulamalarında sınıflandırma teknikleri içerisinde nesne tabanlı sınıflandırma tekniği son yıllarda oldukça gelişmiş ve yaygınlaşmıştır. Nesne tabanlı sınıflandırmada amaç, görüntüden benzer spektral özellik gösteren komşu

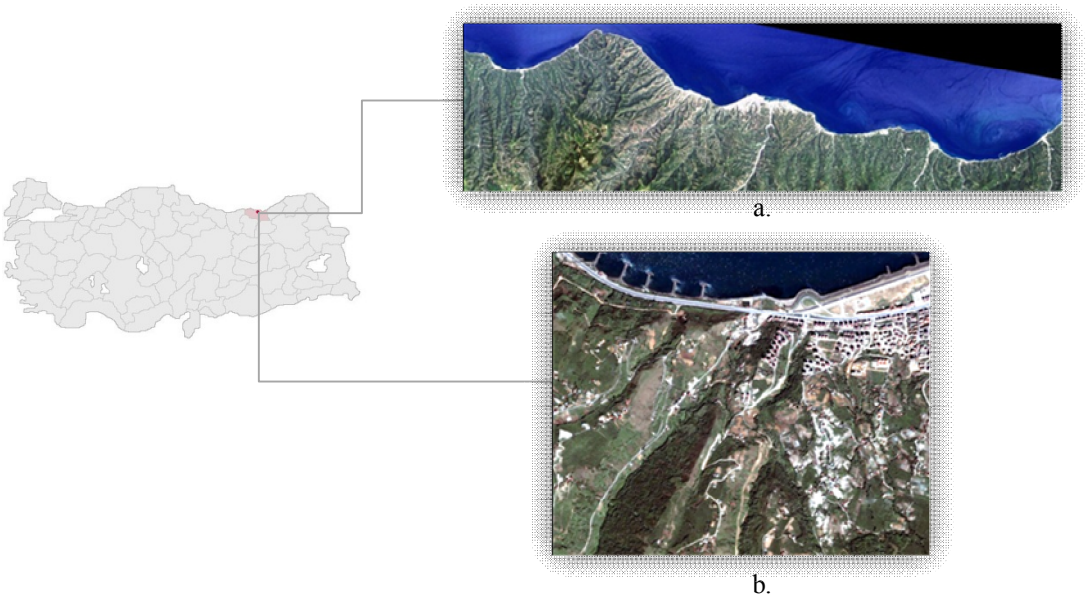
piksellerin gruplandırılarak nesneler oluşturulması ve elde edilen bu nesneler üzerinden sınıflandırma yapılmasıdır. Bu yaklaşımın bir avantajı, milyonlarca pikselle uğraşmak yerine sayıca daha az olan nesneler ile sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesidir. Diğer bir avantajı da, nesnelerin spektral özellikleri yanı sıra şekil, boyut, doku gibi daha birçok özelliklerle ilişkilendirilebilmesidir. Ayrıca nesne-tabanlı görüntü analizi, insan algısına yakın bir analiz yaparak nesneleri renk, şekil, bütünlük, doku özellikleri, komşuluk ilişkileri gibi farklı kriterlere göre değerlendiren bir yöntem olması nedeni ile geleneksel yöntemlere göre üstünlük sağlamaktadır (Uça Avcı ve Sunar, 2010). Bu sınıflandırma tekniği karar seti ya da bulanık mantık algoritmalarının kullanılmasına imkân sunmaktadır.

Uzaktan algılamada görüntü sınıflandırma teknikleri içerisinde nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımı üzerine yapılan çalışmalar son on yıl içerisinde oldukça yaygınlaşmıştır (Blaschke, 2010). Nesne tabanlı sınıflandırmada piksellerin radyometrik kalitesinden çok çıkarılması düşünülen nesnelerin boyutlarının doğru bir şekilde analiz edilmesi önemli olduğu için yüksek çözünürlüklü görüntülerin kullanılması önemlidir (Bayburt, 2009). Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden kentsel ayrıntıların çıkarımı son yıllarda birçok araştırmaya konu edilmiştir (Marangoz vd., 2005; Karakış, 2005).

Çalışmada kullanılan verilerden biri yersel çözünürlüğü oldukça yüksek olan Quickbird uydu görüntüsü diğeri ise orta derecede yersel çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntüsüdür. Her iki görüntü içinde sınıflara ait üyelik fonksiyonlarının belirlenmesiyle nesne tabanlı sınıflandırması yapılmış ve sonuç haritalar elde edilmiştir. Çalışılan alanların boyutları göz önüne alındığında birbirleri arasında sınıflandırma doğruluklarının karşılaştırılmasından çok, elde edilen sınıflandırma haritalarının gerek kapsadığı sınıflar gerekse elde edilebilecek detay seviyeleri bakımından kıyaslanmaları amaçlanmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

Çalışma bölgesi, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan Trabzon il sınırları içerisindeki iki farklı örnek alan olarak belirlenmiştir. Çalışmada bu alanları kapsayan 60 cm yersel çözünürlüğe sahip Quickbird-2 uydu görüntüsü ile 30 m yersel çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 1). Görüntülerin sınıflandırılması işlemi için nesne tabanlı sınıflandırma tekniği kullanılmış olup, işlemler nesne tabanlı görüntü analizi yazılımı olan Definiens eCognition Developer (v.8.7) üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı (a. Landsat uydusuna ait çalışma alanı, b. Quickbird uydusuna ait çalışma alanı).

3. YÖNTEM

Segmentasyon nesne tabanlı görüntü analizinde ilk işlem adımıdır. En genel tanımıyla segmentasyon, uzaktan algılanmış görüntü üzerindeki homojen ve komşu piksellerin seçilen ölçek ve homojenlik kriterine bağlı olarak gruplandırılmasıyla nesneler elde edilmesi işlemidir. Bu işlem için çeşitli segmentasyon yöntemleri mevcuttur. Fakat pikselleri spektral özelliklerine göre homojen olarak gruplandıran ve literatürde en çok tercih edilen yöntem çoklu çözünürlüklü segmentasyondur. Çoklu çözünürlüklü segmentasyon, sınıflandırma veya diğer görüntü işleme

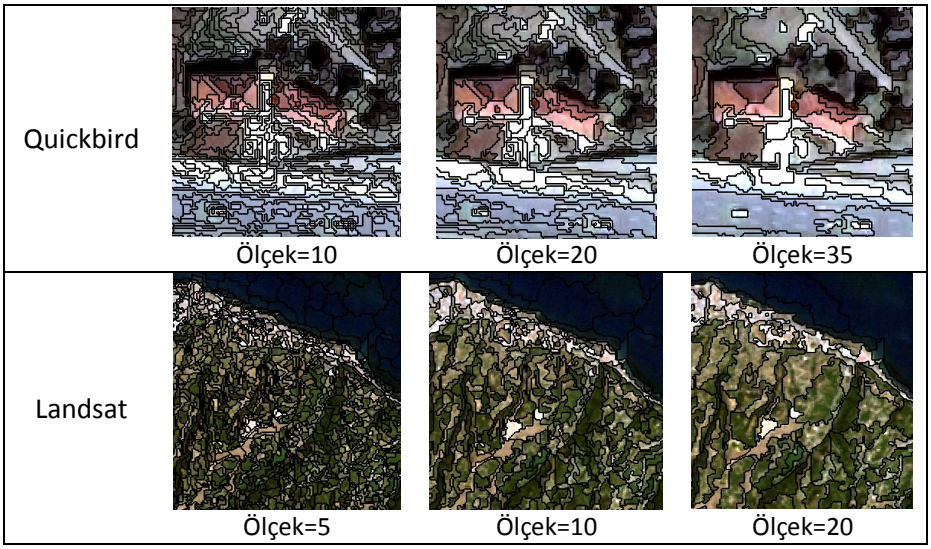
işlemleri için ilk adım olarak başlangıç nesneleri üretir (Baatz and Schäpe, 2000). Nesneler seçilen segmentasyon parametrelerine göre (ölçek, şekil, bütünlük parametreleri) oluşturulduğundan, segmentasyon parametrelerin seçimindeki hassasiyet, sınıflandırma sonucunun kalitesi ve doğruluğunu önemli derecede etkilemektedir. Sınıflandırma doğruluğu, segmentasyon işleminin kalitesiyle direkt ilişkilidir (Meinel and Neubert, 2004).

Segmentasyondan sonraki işlem adımı sınıflandırmadır. eCognition yazılımında sınıflandırma işleminde genel olarak kullanılan iki yaklaşım vardır. En yakın komşuluk sınıflandırıcısı ve üyelik fonksiyonu sınıflandırıcısı. En yakın komşuluk sınıflandırıcısı, kontrollü sınıflandırma yöntemiyle benzerlik göstermektedir. Bu sınıflandırmada ilk olarak örnek olarak seçilen belli görüntü nesneleri sisteme öğretilir. Her sınıf içilen seçilen örneklerin ortalama değerleri kullanılarak eCognition yazılımı en yakın komşuluk yöntemiyle tüm görüntü üzerinde ortak özelliklere sahip segmentleri bularak sınıflandırma işlemini tamamlar (Kalkan ve Maktav, 2010). Üyelik fonksiyonlarının kullanımı ile yapılan sınıflandırma ise sınıflara üyelik derecesi vermek için kullanılan bulanık mantık ve özellik değerleri arasındaki ilişkinin tanımlanmasına izin verir. Bulanık kümeler sınıfların yüksek, düşük veya hiç ilgisi olmayan seviyelerde özellik değerlerine göre üyelik fonksiyonları ile tanımlanırlar (Tadesse, 2003). Üyelik fonksiyonlarının kullanımında değişik özellik tiplerinin bilinen karışımları ile bulanık eğitim sınıfı ağırlıkları belirlenir. Bundan sonra sınıflandırılmış bir piksel üyelik derecesine atanırken onun her bir bilgi sınıfındaki üyeliğini kullanır (Bayburt, 2009).

Sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilebilmesi açısından doğruluk analizi büyük önem taşımaktadır. Sınıflandırma doğruluğunda en çok kullanılan yöntemlerden biri, sınıflandırma hata matrisinin oluşturulmasıdır. Hata matrisleri, her sınıf için bilinen referans veri ile ona karşılık gelen sınıflandırma sonuçları arasındaki ilişkiyi karşılaştırmaktadır.

4. UYGULAMA

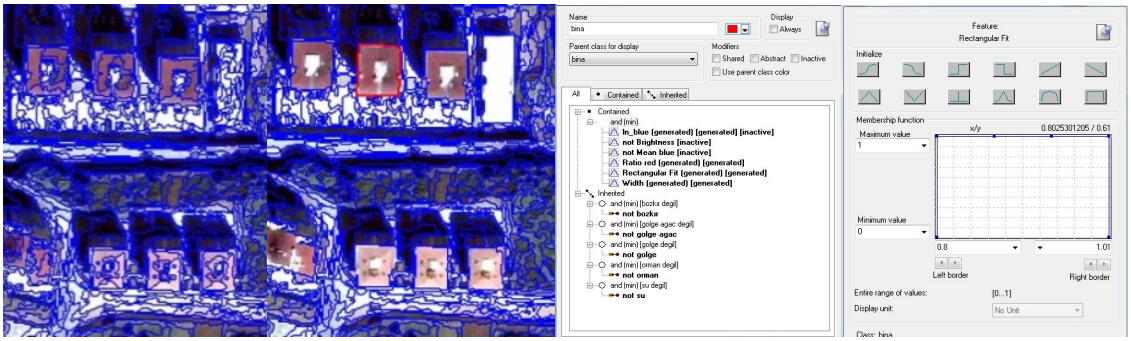
Nesne tabanlı sınıflandırmada ilk adım olan segmentasyon işlemi için çoklu çözünürlüklü segmentasyon algoritması seçilmiştir. Bu segmentasyon algoritmasında kullanılan ölçek, şekil ve bütünlük parametreleri farklı değerler ile denenmiş ve bu faktörlerin nesnelerin oluşumu üzerindeki etkileri gözlenmiştir. Ölçek parametresinin nesne oluşumu üzerindeki etkisinin belirtilmesi amacıyla, her iki uydu görüntüsü üzerinde farklı ölçek değerleri ile yapılan segmentasyon görüntülerinin küçük bir bölümü Şekil 2'de verilmiştir. Bu işlemde şekil parametresi için 0,1 ve bütünlük parametresi için 0,5 değerleri belirlenerek sabit tutulmuştur. Çalışmada segmentasyon işleminde Quickbird uydu görüntüsü için ölçek faktörü 20 ve Landsat uydu görüntüsü için ölçek faktörü 5 değerlerinin seçilerek işleme devam edilmesi uygun görülmüştür.



Şekil 2. Farklı ölçek parametrelerinin kullanımı ile elde edilen nesneler.

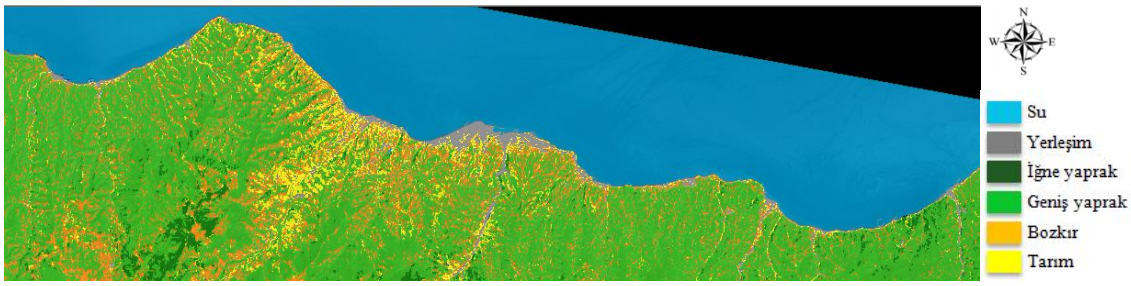
Sınıflandırma aşamasında Landsat uydu görüntüsü için su, yerleşim, iğne yapraklı orman, geniş yapraklı orman, tarım ve bozkır olmak üzere 6 farklı sınıf belirlenmiştir. Belirlenen sınıflar için üyelik özelliği tanımlanmış ve bunların fonksiyon aralıkları tespit edilerek yazılıma girilmiştir. Quickbird uydu görüntüsü için su, bina, orman, bozkır, yol, toprak-1, toprak-2, bina gölgesi ve ağaç gölgesi olmak üzere 9 farklı sınıf belirlenmiştir. Su, bina,

orman, bozkır ve her iki gölge sınıfları için üyelik değerleri belirlenerek sınıflandırılmışlardır. Yüksek doğrulukta sınıflandırılabilmesi ve diğer sınıflarla olası karışıklığın önüne geçilmesi amacıyla nesne ayırma ve birleştirme teknikleri kullanılarak bina nesneleri düzgün olarak belirlenmiştir. Bina sınıfı için üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi sırasında elde edilen bina nesnelerinin geometrik özelliklerinden faydalanılmıştır. Şekil 3'de nesne birleştirme öncesi ve sonrası görüntü, bina sınıfı için kullanılan özellikler ve örnek bir fonksiyon aralığı verilmiştir. Çalışılan alanda yolların bir kısmı toprak olduğundan ve bazı bölgelerde toprak ve yol sınıfları arasında yansıtım değerlerinin benzerlik göstermesi sebebiyle bu sınıflar arasında karışıklıklar meydana geldiği gözlenmiştir. Bu sebeple diğer sınıfların belirlenmesinin ardından yol, toprak-1 ve toprak-2 sınıfları en yakın komşuluk yöntemiyle sınıflandırılmıştır.



Şekil 3. Quickbird uydu görüntüsünde bina sınıfının ayırt edilebilmesi.

Sınıflandırma sonuçlarının doğruluk analizi için yazılımın içerdiği "Error Matrix based on TTA Mask" yöntemi kullanılmıştır. Her iki çalışma alanından elde edilen sınıflandırma görüntüleri ile segmente edilmiş görüntüler üzerinden test verisi için seçilen örnek alanlar karşılaştırılmış ve hata matrisleri elde edilmiştir. Landsat görüntüsünde detaylar göz önüne alındığında, sınıflar arası ayırt edilebilirlik 30m yersel çözünürlüğünden dolayı daha güçtür. Ve belirlenen sınıflar, görüntünün yersel çözünürlüğünün düşük olması dolayısıyla diğer çalışma alanına göre farklı seçilmiştir. Ayrıca arazi örtüsünün daha genel kapsamda belirlenebilmesi amacıyla çok daha geniş bir alan kullanılmıştır. Landsat uydu görüntüsünden elde edilen sınıflandırma haritası ve doğruluk analizi sonucu elde edilen hata matrisi Şekil 4 ve Çizelge 1'de verilmiştir. Burada genel sınıflandırma doğruluğu %87,02 olarak bulunmuştur. Bozkır ile tarım sınıfları arasında sınıflandırma metodunun zorlandığı görülmüştür. Bu görüntünün yersel çözünürlüğün düşük olması sebebiyle arazi üzerindeki detaylar sınıflandırılamamış, genel bir sınıflandırma haritası elde edilmiştir. Ayrıca spektral çözünürlüğün yüksek olmasının avantajından faydalanılmıştır.



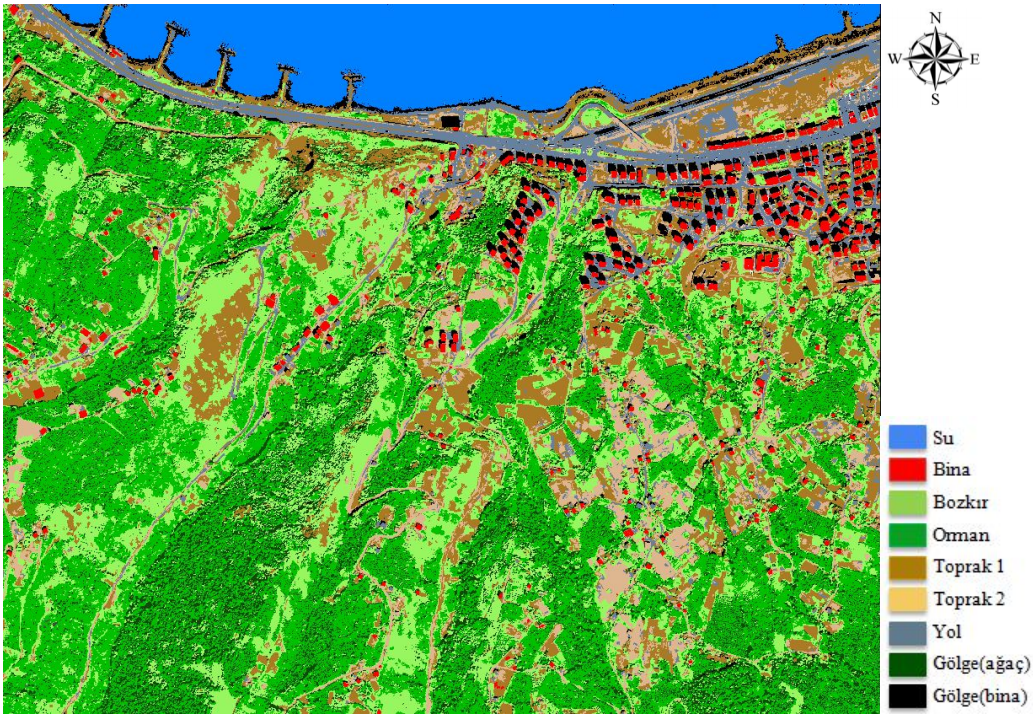
Şekil 4. Landsat uydu görüntüsü üzerinde sınıflandırma haritası.

Çizelge 1. Landsat uydu görüntüsünün hata matrisi tablosu.

Referans\ Kullanıcı	su	geniş yaprak	yerleşim	tarım	bozkır	iğne yaprak	Toplam

su	**5382**	0	57	0	0	0	5439
geniş yaprak	0	**9245**	0	128	0	49	9506
yerleşim	0	0	**2709**	6	0	0	2715
tarım	0	220	462	**2679**	777	0	4138
bozkır	0	325	748	906	**3540**	0	5519
iğne yaprak	0	0	0	0	0	**1659**	1659
Toplam	5382	9790	3976	3719	4317	1708	
Üretici doğruluğu(%)	98.95	97.25	99.77	64.74	64.14	100	
Kullanıcı doğruluğu(%)	100	94.43	68.13	72.03	82.00	97.13	
Genel Doğruluk(%)				**87,02**			

Quickbird uydu görüntüsü ormanlık alan, tarım arazisi ve yerleşim alanı içeren bir alanı kapsamaktadır. Quickbird uydu görüntüsünden elde edilen sınıflandırma haritası ve doğruluk analizi sonucu elde edilen hata matrisi Şekil 5 ve Çizelge 2'de verilmiştir. Burada genel doğruluk %93,79 olarak bulunmuştur. Özellikle toprak sınıfları ile yol sınıfı arasındaki spektral benzerlik dolayısıyla bu sınıfların birbirine karıştığı görülmüştür.



Şekil 5. Quickbird uydu görüntüsü üzerinde sınıflandırma haritası.

Çizelge 2. Quickbird uydu görüntüsünün hata matrisi tablosu.

Referans\ Kullanıcı	gölge (bina)	toprak1	bina	orman	su	gölge (ağaç)	bozkır	yol	toprak2	Toplam
gölge(bina)	**14789**	0	0	0	0	416	0	0	0	15205

toprak1	1924	**95156**	566	0	0	0	0	3104	221	100971
bina	541	308	**22840**	0	0	0	1	446	192	24328
orman	0	0	0	**58638**	0	1950	3023	0	0	63611
su	0	0	0	0	**24106**	0	0	0	0	24106
gölge (ağaç)	872	0	0	0	0	**14962**	0	0	0	15834
bozkır	0	654	0	1698	0	0	**39488**	0	150	41990
yol	0	776	900	0	0	0	0	**53968**	1988	57632
toprak2	0	566	84	0	0	0	0	3980	**44473**	49103
Toplam	18126	97460	24390	60336	24106	17328	42512	61498	47024	
Üretici doğruluğu(%)	97.26	94.24	93.88	92.18	100	94.49	94.04	93.64	90.57	
Kullanıcı doğruluğu(%)	81.59	97.64	93.64	97.19	100	86.35	92.88	87.75	94.57	
Genel Doğruluk(%)						**93.79**				

5. SONUÇLAR

Son yıllarda gelişen ve kullanımı yaygınlaşan nesne tabanlı sınıflandırma metodunda, piksellerin gruplandırılması ile elde edilen nesneler üzerinden analiz yapılmaktadır. Nesne tabanlı sınıflandırma, klasik piksel tabanlı sınıflandırmadaki gibi sadece piksel değerlerini kullanmak yerine, nesnelerin geometrik ve dokusal ilişkilerinin de kullanılmasına izin vererek sınıflandırma yapılmasına imkân sağlayan bir yaklaşımdır. Bu yöntemde ilk ve temel aşama segmentasyondur. Segmentasyon kalitesi, sınıflandırma sonucunu direkt olarak etkilemektedir. Bu sebeple segmentasyonda nesne boyutlarını etkileyen ölçek ve diğer parametrelerin hassas olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca üyelik fonksiyonlarının kullanımı ile sınıflandırma yapılması bu tekniğin avantajlarındandır.

Sunulan çalışmada Trabzon bölgesi içerisinde farklı alanları içeren Landsat ve Quickbird uydu görüntülerinin nesne tabanlı sınıflandırması yapılmıştır. Landsat uydu görüntüsünün yersel çözünürlüğünün düşük olması dolayısıyla Quickbird uydu görüntüsüne göre çok daha büyük çalışma alanı seçilmiştir. Nesne tabanlı yaklaşımda ilk olarak segmentasyon işlemi ile görüntü seçilen parametrelere bağlı olarak nesnelere ayrılmıştır. Ardından nesnelerin sahip olduğu özelliklere ait üyelik fonksiyonlarının kullanımı ile sınıflandırması yapılmıştır. Landsat uydu görüntüsünün yersel çözünürlüğünün 30m hassasiyetinde olmasından dolayı genel arazi örtüsüyle ilgili sınıflandırma haritası elde edilmiş ve Quickbird uydu görüntüsünün yüksek çözünürlükte olması dolayısıyla da daha fazla sınıf ve detay içeren sınıflandırma haritası elde edilmiştir.

Bu çalışmada orta ve yüksek çözünürlüklü uydu verilerinin kullanılmasının amacı sınıflandırmanın genel ve detaylı sonuçlarını incelemek olmuştur. Çözünürlüğün yüksek olduğu görüntülerde detaylı sonuçlar elde edilmektedir. Sunulan çalışma sonucunda özellikle arazi hakkında detaylı bilgi çıkarımı yapılmak istendiğinde, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden yararlanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Baatz, M. and Schäpe, A., 2000, Multiresolution Segmentation-An optimization approach For High Quality Multi-Scale Image Segmentation, In Strobl, Blaschke & Greisebener (Edts): *Angewandte Geographische Informations verarbeitung XI. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg*, Karlsruhe. Herbert Wichmann Verlag, 12-23.

Bayburt, S., 2009, Uydu Görüntülerinin Piksel ve Nesne Tabanlı Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması (Doğu Trakya bölgesi örneği). *Yüksek Lisans Tez*i, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Blaschke, T., 2010, Object Based Image Analysis for Remote Sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 2-16.

Kalkan, K., Maktav, D., 2010. Nesne tabanlı ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması (Ikonos örneği). *III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 166-173, Gebze

Karakış, S., 2005, Quickbird Örneğinde Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntüsü Üzerinden Kentsel Ayrıntıların Otomatik ve Manuel Çıkarımı Üzerine Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Kavzoğlu, T., 2009, Increasing The Accuracy of Neural Network Classification Using Refined Training Data, *Environmental Modelling & Software*, 24(7), 850–858.

Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ., 2010, Karar Ağaçları ile Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması: Kocaeli Örneği. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 1, 36-45.

Marangoz, A. M., Karakış, S., Oruç, M., Büyüksalih, G., 2005, Nesne-Tabanlı Görüntü Analizi ve IKONOS Pan-sharpened Görüntüsünü Kullanarak Yol ve Binaların Çıkarımı, *10.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.

Meinel, G., Neubert, M., 2004, A Comparison of Segmentation Programs for High Resolution Remote Sensing Data. *Commission VI on Proceedings of 20th ISPRS Congress*, Istanbul.

Tadesse, W., Coleman, T. L., Tsegaye, T. D., 2003, Improvement of Land Use and Land Cover Classification of an Urban Area Using Image Segmentation from Landsat ETM+ Data, presented at the Proc. 30th Int. Symp., *Remote Sensing of the Environment,* Honolulu, HI, PS I-35.

Uça Avcı, Z., D., Sunar, F., 2010, Çok-Zamanlı Optik Veri Setinin Tarımsal Haritalama Amaçlı Nesne-Tabanlı Sınıflandırılması: Türkgeldi Örneği. *III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 268-272, Gebze.