

NESNE-TABANLI GÖRÜNTÜ ANALİZİ VE IKONOS PAN-SHARPENED GÖRÜNTÜSÜNÜ KULLANARAK YOL VE BİNALARIN ÇIKARIMI

A. M. Marangoz¹, S. Karakış¹, M. Oruç², G. Büyüksalih²

¹Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Jeodezi ve Fot. Müh. Bölümü, Kamu Ölçmeleri Anabilim Dalı, Zonguldak
aycanmarangoz@hotmail.com, jeodezi@hotmail.com

²Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Fotogrametri Anabilim Dalı, Zonguldak
m_oruc@mynet.com, gbuyuksalih@yahoo.com

ÖZET

Klasik piksel tabanlı yöntemler, sadece pikselin gri değerine dayalı olarak detay çıkarımını yürütürler. Bu nedenle sadece spektral bilgi sınıflandırma aşamasında kullanılırlar. Bu durum, ancak belirli bazı özelliklerin çıkarılmasıyla daha da kötüleşir. Yukarıda bahsedilen sınırlamayı ortadan kaldırmak için nesne-tabanlı görüntü analizi uygulanır. Burada spektral değerler, şekil ve doku gibi değişik nesne özelliklerinin geniş spektrumunun tamamlanmasını sağlayan bulanık mantığa dayanmaktadır. Bu çalışmada, yüksek çözünürlüklü IKONOS pan-sharpened görüntüsü kullanılarak, öncelikle segmentlere ayrılan ve daha sonra spektral, uzaysal ve yapısal bilgileri kullanıp sınıflandırılmış, bina ve yolların çıkarımı gösterilmiştir. Bahsedilen algoritmalar, eCognition V4.0 yazılımı altında gerçekleştirilmiştir. Test alanı olarak, Karadeniz sahili boyunca inişli çıkışlı topografik özellik gösteren Zonguldak şehri sanayi bölgesi seçilmiştir. Otomatik detay çıkarımından elde edilen sonuç verileri, mevcut büyük ölçekli kadastral haritalar, sayısal yükseklik modelleri (SYM), hava fotoğrafları vb. değişik referans verileri ile birlikte bir coğrafi bilgi sistemi ortamına entegre edilebilir.

Anahtar Sözcükler: IKONOS uydusu, pan-sharpened görüntü, segmentasyon, nesne-tabanlı sınıflandırma, coğrafi bilgi sistemi.

ABSTRACT

OBJECT-ORIENTED IMAGE ANALYSIS AND SEMANTIC NETWORK FOR EXTRACTING THE ROADS AND BUILDINGS FROM IKONOS PAN-SHARPENED IMAGES

Traditional pixel-based approaches are based exclusively on the grey value of pixel itself. Thereby only the spectral information is used for the classification. The situation becomes worse when extracting the certain features only. An object-oriented image analysis is implemented in order to overcome the limitation mentioned above. The existing software, eCognition v4.0 allows the polygon based classification process. It is based on fuzzy logic, allows the integration of a broad spectrum of different object features, such as spectral values, shape and texture. This study demonstrated the extraction of buildings and roads from the high-resolution IKONOS pan-sharpened image data by first dividing it into the segments and then classifying it using the spectral, spatial and contextual information. The test site was agro-industrial area in the city of Zonguldak which has rolling topography along the Black Sea coast. Land use classification results as well as the spatial information can be exported to GIS environment for evaluation purposes with existing larger scale cadastral maps and other available ground truth materials.

KEY WORDS: IKONOS satellite, pan-sharpened image, segmentation, object-oriented classification, GIS.

1. GİRİŞ

Günümüzde, piksel-tabanlı yöntemlere dayanan sınıflandırmalar sınırlıdır. Özellikle, yüksek çözünürlüklü verinin, zengin bilgi içeriğiyle ilgili önemli sorunları vardır. Buna örnek olarak, tutarsız sınıflandırma sonuçları veren ve araştırılan nesnenin çıkarımında beklentileri aşan IKONOS görüntüleri verilebilir. Bu durum, çalışmaya yürütüm-bağlı operatör kullanımını getirir. Bahsedilen klasik metotların yapısından dolayı, yeni ve nesne tabanlı görüntü analizi yazılımları kullanılabilir. Bu çalışmada yararlanılan eCognition nesne-tabanlı görüntü analizi yazılımı türündeki yazılımlarda kullanılan algoritmalar, sınıflandırmaların düzenlenmesi konusunda segmentleri daha uygun hale getirmek için, yapısal veya dokusal ek bilgilerle tamamlanan bir veya daha fazla görüntü segmentlerini gerektirir.

Nesne-tabanlı yaklaşım, yapıyı, dokuları ve spektral bilgileri dikkate alır. Bu sınıflandırma aşaması, komşu piksellerin gruplandırılmasının, sınıflandırmanın sonraki basamağında ele alınabilir anlamlı bölgelere dönüştürmesi ile başlar. Bu tür segmentasyon ve topoloji oluşumu, çözünürlüğe ve çıkarılması düşünülen nesnelerin ölçeğine göre ayarlanmalıdır. Bu metotla, sadece tekil pikseller sınıflandırılmakla kalmaz, ayrıca bir önceki segmentasyon basamağı sırasında homojen görüntü nesnelere de ortaya çıkar. Bu segmentasyon değişik çözünürlüklerde yapılabilirken, nesne kategorilerinin katmanlarını ayırt etmeye de izin verir. Ikonos ve Quickbird gibi yüksek çözünürlüklü görüntülerdeki bina ve yapıların segmentasyonu ve otomatik tanınması detaylı biçimde araştırılmıştır (Hofmann, 2001a, b, c).

Bu çalışmada, test alanı Zonguldak'taki bina ve yolların nesne-tabanlı sınıflandırılması eCognition v4.0 yazılımı ile yapılmıştır. Sınıflandırma işlemi, ilgili alanın İkonos pan-sharpened görüntüsü kullanılarak yürütülmüştür. Bu tür bir görüntü, PCI Geomatica 9.1.5 yazılımının pan-sharpening modülü ile kolayca oluşturulabilir. Sınıflandırma öncesinde başarılı bir segmentasyon işlemi için iki farklı yaklaşım kullanılmıştır. İlk olarak, İkonos uydu görüntüsünün bütün bantları ek herhangi bir başka veri kullanılmadan segmentasyon işlemine sokulmuş; sonrasında, test alanının 1997 yılında fotogrametrik yöntemle üretilmiş vektör haritaları, görüntünün bantları altında yardımcı veri olarak kullanılarak segmentasyon işlemine tabi tutulmuştur. Segmentasyon işleminde pek çok test yapılmış ve sonra değişik parametrelerin kullanılan yazılıma girilmesiyle sınıflandırma sonucu elde edilmiştir. Sınıflandırma sonucunda, elde edilen sonuçların detaylı açıklamaları doğrultusunda nesne-tabanlı görüntü analizinin öncesi ve sonrası hakkında yorumlar yapılmıştır.

2. TEST ALANI ve GÖRÜNTÜ VERİSİ

Zonguldak test alanı, Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesinde yer almaktadır. Dünyadaki önemli kömür madeni sahalarına sahip olmasıyla tanınır. Ekonomik ilginin azalmasına rağmen Zonguldak' ta halen aktif olan pek çok kömür ocağı mevcuttur. Alan, bazı bölgelerinde sarp ve engebeli olan yerleriyle dağlık bir yapıya sahiptir. Şehrin bir kısmı sahil kenarında yerleşmişken, bölgenin içlerinde tarımsal alanlar ve ormanlık alanlar mevcuttur. İkonos görüntüsüyle kaplanan bölgenin yüksekliği, iç kesimlerde yaklaşık 800m' ye ulaşır. Bu test alanının iki İkonos Geo-PAN görüntüsü, Ankara'da bulunan ve SI' nın bölgesel satış noktası olan SI Eurasia yoluyla satın alınmıştır. Bu görüntülerin metadata (başlık) dosyalarındaki önemli özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

ÖZELLİKLER	I. GÖRÜNTÜ	II. GÖRÜNTÜ
Gün, Zaman	02/07/2002, 08:52 GMT	02/10/2002 08:59 GMT
Nominal azimut (derece)	41.2363	10.5023
Nominal yükseklik açısı (derece)	69.6502	63.2446
Güneş azimutu (derece)	138.2219	166.2923
Güneş yükseklik açısı (derece)	67.2403	41.5399
Nadir açısı (derece)	20.3498	26.7554
Görüntü boyutu (piksel: satır - sütun)	11,004 x 11,000	11,004 x 11,000
Referans yüksekliği (m)	206.78	208.04

Tablo 1: İkonos geo-pan görüntülerinin özellikleri

I. görüntü Temmuz 2002' de alınmışken, II. görüntü Ekim 2002' de çekilmiştir. Bu görüntüler, yeryüzünde hemen hemen aynı alanı kaplamış olup, çalışılan II. görüntünün bir bölümü Şekil 1'de gösterilmiştir. Ortalama 450m yüksekliğe sahip ve yaklaşık 11x11 km'lik bir alanı kaplayan İkonos görüntüsünün üst kısımlarında Karadeniz sahili uzanmakta ve bu görüntünün diğer kısımlarında Zonguldak'ın merkezi yerleşimi bulunmaktadır. Görüntüler, ilk alındığı zaman, düzenli bir şekilde yayılmış uygun YKN (yer kontrol noktası) seçimi için analiz edilmiştir. Bu belirleme sonucunda, 43 farklı YKN GPS ölçmeleri ile yaklaşık 3cm doğrulukla ölçülmüştür. Bu noktaların görüntü üzerinde çok iyi görülebilir olmasından dolayı, noktalar, bina köşeleri, kavşaklar vb. olarak seçilmiştir. İkonos görüntüsünün yüksek çözünürlüğünden dolayı, birçok kültürel özellikler tanınmış ve YKN olarak kullanılmıştır. YKN' nın görüntü koordinatlarının ölçülmesi, PCI Geomatica-Orto Engine yazılımının YKN Ölçme Arayüzü (GCP Collection Tool) ile gerçekleştirilmiştir (Büyüksalih, 2003).



Şekil 1: Test alanının İkonos pan-sharpened görüntüsü

Kullanılan İkonos görüntüsü, eCognition yazılımına aktarılmadan önce PCI yazılımındaki pan-sharpening metodu uygulanarak geliştirilmiştir. Bu metod, görüntünün yüksek uzaysal çözünürlüğü ile sensörlerin spektral karakteristiklerinden yararlanmayı sağlar. Böylece, dört spektral İkonos kanallarının (4m çözünürlüklü) birinci ana bileşeni yerine, 1m çözünürlüklü İkonos pankromatik kanalı kullanılmıştır. Daha sonra ana bileşenlerin yeni kombinasyonu, ters temel bileşenlerin transformasyonu uygulanarak tekrar dönüştürülmüştür.

3. ECOGNITION YAZILIMINDA GÖRÜNTÜ SEGMENTASYONU İŞLEMİ

Segmentasyon aşaması, eCognition yazılımındaki ilk işlemdir ve bu işlemin amacı görüntüden anlamlı nesnelere yaratmaktır. Bunun anlamı, ilgili her nesnenin şekli, bir görüntü nesnesine dayalı olarak gösterilmelidir. Türetilmiş renk ve doku özellikleriyle birleştirilmiş bu şekil, oluşturulan görüntü nesnelere sınıflandırarak öncelikle görüntünün sınıflandırılması için kullanılabilir. Bu yüzden sınıflar, bir sınıf hiyerarşisi içinde düzenlenir. Her sınıf, bir alt sınıf ve üst (süper) sınıfa sahip olabilir ve böylece her sınıf, bir veya daha fazla üst (süper) sınıfların özellikleri de alt sınıflarında görülmektedir.

Ortaya çıkarılacak nesnelere çok ölçekli sonuçları göz önüne alındığında küçük nesnelere, anlamsal bir hiyerarşi oluşturan daha büyük nesnelere yapılandırmak için birleştirilebilir. Aynı şekilde büyük bir nesne, nesne analizinin iki ana yaklaşımına yönelen küçük nesnelere bölünebilir: Yukarıdan aşağı (top-down) ve aşağıdan yukarı (bottom-up) yaklaşımı (Benz, 2003 ve eCognition User Guide, 2003). eCognition yazılımındaki her iki yaklaşım aşağıdaki işlemler yapılarak gerçekleştirilebilir:

- Çoklu-çözünürlüklü segmentasyon işlemi kullanarak görüntü nesnelere hiyerarşik yapısını oluşturma. Üst katman görüntü segmentleri küçük ölçekli nesnelere gösterirken, alt katman segmentleri ise büyük ölçekli nesnelere gösterir.
- Elde edilmiş nesnelere fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılması. Bu aynı zamanda şu anlama gelir; sınıf isimleri ve sınıf hiyerarşileri iki özellik göz önüne alındığında örnek teşkil eder: haritası yapılmış gerçek dünya ve görüntü nesnelere fiziki ölçülebilir büyüklükleri. Önceki yöntemleri kullanma, sınıflandırma işlemini hızlandırırken, aynı zamanda onu daha belirginleştirir.
- Komşuluk ilişkileri veya alt veya üst (süper) nesne olma durumu söz konusu olduğunda, yapı nesnelere anlamsal ilişkilerini tanımlama. Bu genellikle sınıf hiyerarşisindeki fiziksel sınıflandırma çözünürlüğünün geliştirilmesini sağlar.
- Sınıflandırılmış objeleri, sınıflandırma tabanlı segmentasyon için kullanılabilir anlamsal gruplar olarak birleştirme. Elde edilen komşu segmentler daha sonra CBS ortamına aktarılıp kullanılabilir. Üstelik anlamsal gruplar, başka komşuluk analizleri için kullanılabilir.

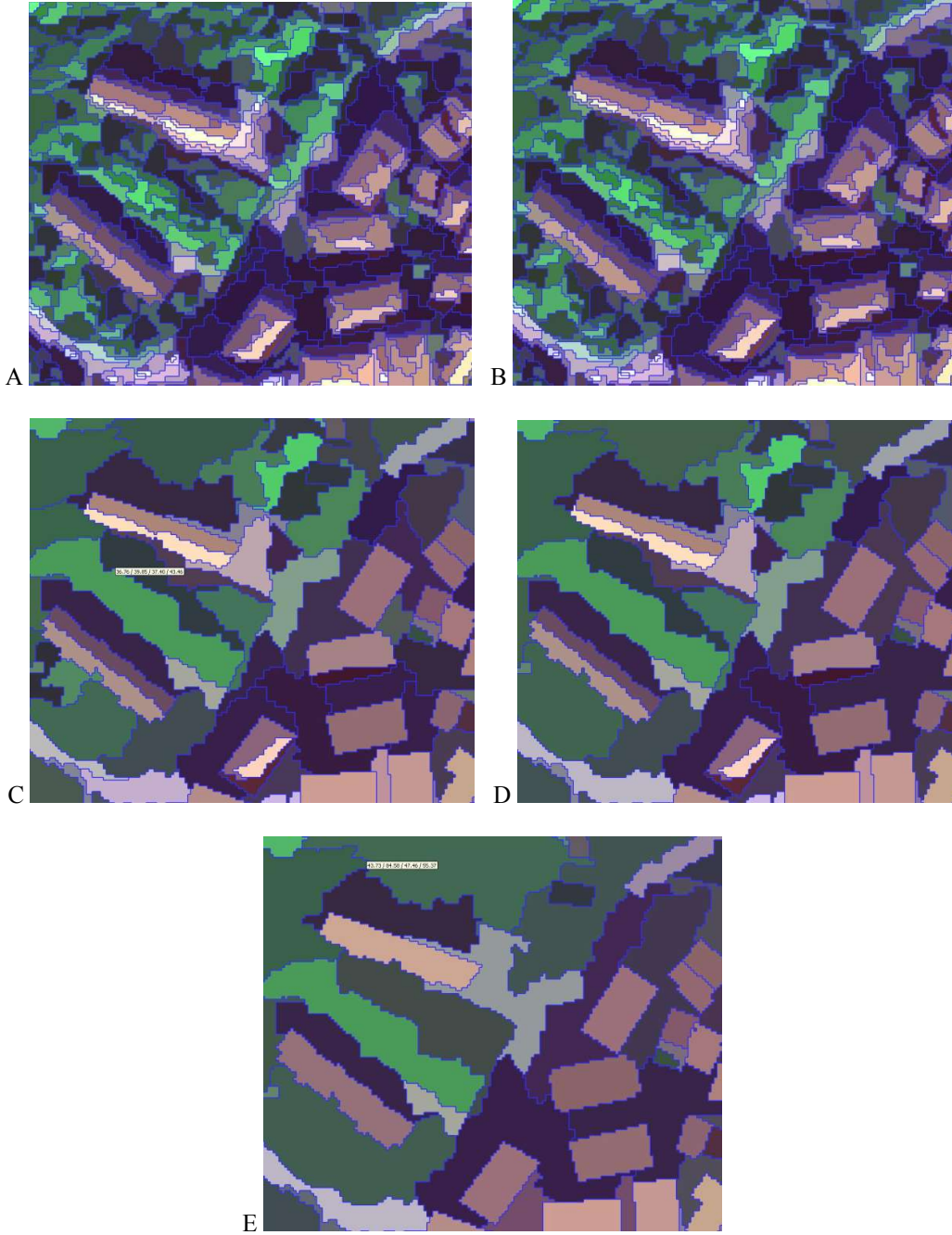
Bu işlemler eCognition yazılımı ile çalışılırken kullanılan aşamalarıdır. İlk iki işlemin yapılması zorunluysen, sonraki iki işlemin uygulanması, yazılımın kullanıcıya ve görüntünün içeriğine bağlı olarak tavsiye edilir. Segmentasyon aşamasında, aşağıdaki parametreler olabildiğince gerçeğe yakın belirlenmelidir:

- **Ölçek parametresi (Scale Parameter):** Bu parametre, ortalama nesne boyutunu dolaylı yoldan etkiler. Aslında bu parametre nesnelere heterojenliğine izin veren maksimum değeri belirler. Ölçek parametresi ne kadar büyürse nesnelere de o kadar büyür.
- **Renk / Biçim (Color / Shape):** Bu parametrelerle renk ve biçim çatışmasının homojenliğinin nesne üretimi etkisi düzeltilebilir. Biçim kriteri ne kadar yüksek olursa, spektral homojenliğinin nesne üretimine etkisi daha az olacaktır.
- **Yumuşaklık / Bütünlük (Smoothness / Compactness):** Biçim kriteri 0' dan büyük olduğunda kullanıcı, nesnelere daha bütün (yoğun) veya daha yumuşatılmış olması gerektiğine karar verebilir.

Segmentasyon aşamasını görüntüleri sınıflandırma işlemi takip eder. eCognition yazılımı iki temel sınıflandırıcı ile çalışmayı sağlar: en yakın komşu sınıflandırıcı ve bulanık üyelik (fuzzy membership) fonksiyonları. Her ikisi de sınıf tanımları olarak görev yaparlar. En yakın komşu sınıflandırıcı, kullanıcının her sınıf için karar vermesi gereken örnek nesnelere yardımıyla ortaya çıkacak sınıfları tanımlarken, bulanık üyelik fonksiyonları nesnelere belirli bir sınıfa ait olduğu veya belli bir seviyede olmadığı yerdeki önemli özellik aralıklarını tanımlarlar.

Bu bağlamda, eCognition yazılımının önerdiği her bir özellik ya bulanık üyelik fonksiyonlarını tanımlamak ya da en yakın komşu sınıflandırıcı için özel alanı belirlemek amacıyla kullanılabilir. Böylece bir sınıf, bulanık mantık operatörleri, kalıtım (inheritance) veya her ikisinin birleşmesi aracılığıyla bir yada daha fazla sınıf tanımlayıcılarının toplanması olarak tanımlanabilir (Şekil 2). Sınıf hiyerarşisi ölçeğe bağlı olarak nesnenin özelliğini yansıttığından, katman sınıflarını yaratmak yararlıdır. Bu sınıflar, görüntü segmentasyonundan çıkartılmış katmanları ifade ederler ve belirli bir katmana ait olduklarını belirterek tanımlanırlar. Sadece bu katmanlarda beliren sınıflar, bu özelliği katman sınıflarından alırlar. Bu teknik genellikle, sınıf hiyerarşisini yapılandırmaya yardım eder.

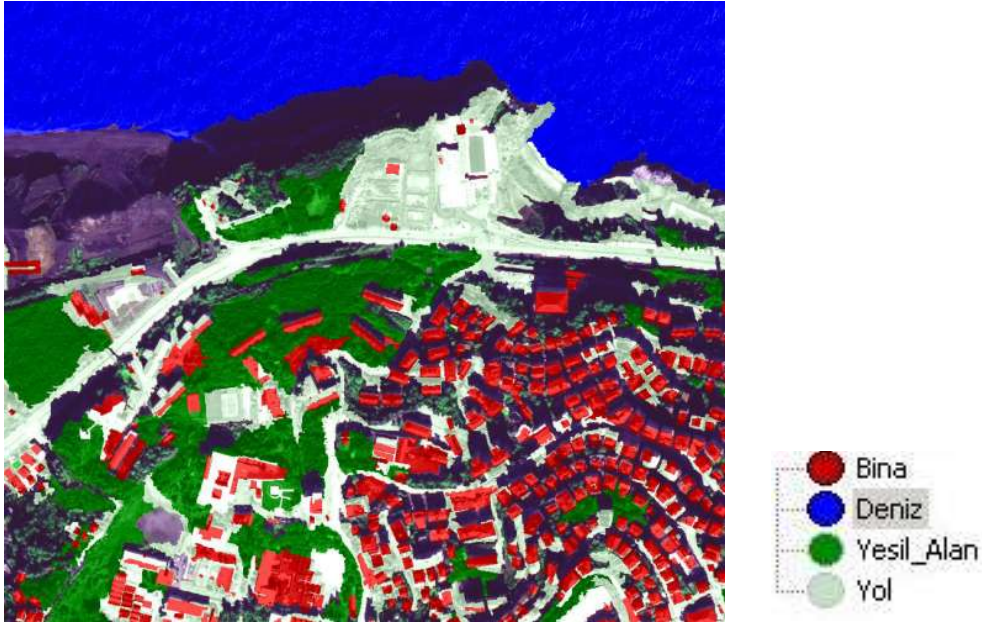
Segmentasyon aşamasının vektör harita kullanılarak oluşan segmentasyon görüntüleri ise Şekil 4'de gösterilmiştir. Bu aşamada yine Tablo 2'deki segmentasyon parametreleri kullanılmıştır.



Şekil 4: Vektör harita kullanarak oluşturulan segmentasyonu görüntüleri (ölçek parametresi : A = 10, B= 20, C = 30, D = 35 ve E = 60)

Segmentasyon aşamasında vektör haritaların kullanılmasıyla, gölgeleme gibi sorun yaratan, görüntünün istenmeyen özellikleri giderilerek, kenarlaşma problemi olmayan nesnelere elde edilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, segmentasyon sonucunda geometrik olarak daha düzgün şekilli nesnelere oluşmaktadır. Bina yapılarının segmentasyon sonucu vektör haritaya uygun şekillerde çıkarıldığı ve bu yapılardan birbirine yakın olanların ayırt edilebildiği görülmüştür. Yol yapılarının ise, İkonos görüntüsünün gölge problemi bulunmayan yerlerinde çıkarılabildiği gözlenmiştir. Görüntünün gölge problemleri sınıflandırma sonucunda detay kaybına neden olmakta, fakat manuel olarak editlenmesiyle coğrafi bilgi sistemi uygulamalarında kullanılabilir.

Segmentasyon aşamasından sonra sınıflandırma işlemine geçilmiştir. Bu adımda sınıflar oluşturulmuş ve bu sınıfların içine dahil olacak segmentler için uygun fonksiyonlar belirlenmiştir. Belirlenen fonksiyonlar vektörlü veya vektörsüz segmentasyon aşamaları için hemen hemen aynı sonucu vermektedir. Bu nedenle bu çalışmada vektörlü segmentasyon için yapılan sınıflandırma ve bu sınıflandırma sonuçlarından bahsedilecektir. Sınıflandırma işleminin sonuçları Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5: Vektör harita kullanılarak yapılan nesne-tabanlı sınıflandırmanın sonucu

Oluşturulan sınıf hiyerarşisinden elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında pek çok bina ve yolların ortaya çıkarılabildiği görülmüştür. Ancak, sınıflandırmanın editlenmesi kaçınılmazdır, bina ve yol nesnelere yanlış sınıflandırılmış olanların bu sınıflardan elle silinmesi gerekmektedir.

4. SONUÇ

Günümüz uzaktan algılama teknolojilerinde yüksek çözünürlüklü verinin, zengin bilgi içeriği, piksel tabanlı yaklaşımlarda tam olarak yansıtılmamaktadır. Bu yüzden, uygulanan piksel tabanlı yaklaşımların yanında, nesne tabanlı yaklaşımlar da kullanılmaya başlanmıştır. Nesne-tabanlı yaklaşımda ilk olarak mevcut uydu görüntüsü üzerinden segmentasyon işlemi yapılması gerekmektedir. Segmentasyon işleminde, bir uydu görüntüsü için stereo-görüntülerin ve elde bulunan uygun vektör bilgisinin altlık olarak kullanılması, otomatik nesne çıkarımını kolaylaştırmakta ve doğruluğunu artırmaktadır.

Yüksek uzaysal çözünürlüğünden dolayı İkonos görüntüsü, binaları ve yolları ortaya çıkartmak için uygun bir veridir. Görüntünün spektral özelliklerinden yararlanmak için ana bileşenli görüntü netleştirme metodu (principal component image enhancement) kullanılabilir. Bu durumda, 1m piksel boyutlu ancak 4 spektral kanalına sahip görüntü oluşturulabilmektedir. Nesne-tabanlı görüntü analizi tekniği, bina ve yollar gibi belli başlı yer nesnelere ortaya çıkarılması için memnun edici sonuçlar verebilmektedir.

Sınıflandırma kalitesi, segmentasyonun kalitesine; oluşan segmentlerin doğru nesnelere uygun geometrik şekillerle ifade etmesine bağlıdır. Bu da kullanılan vektör yapıya bağlı olduğu gibi, bu vektör yapının görüntüye uyumu için uygulamanın en başında yürütülen ortorektifikasyon işlemine de bağlıdır. Burada kullanılan SYM ve bunun gibi her türlü ek parametre, sınıflandırmanın doğruluğunu çok büyük ölçekte etkilemektedir. Bu durumda, geometrik olarak kayıklık ve kullanılan SYM verisinin kalitesi göz önünde tutulmalıdır, daha güvenilir sonuçlar için uygun vektör katmanının kullanılması gerekmektedir (Marangoz, 2004).

TEŞEKKÜR

Gösterilen sonuçların bazı bölümleri TÜBİTAK-Türkiye ve Julich Araştırma Merkezi - Almanya tarafından desteklenmiştir. Bu çalışma sırasındaki yardımlarından dolayı ZKÜ Öğretim Üyelerinden Arş. Gör. Selin Marangoz ÇIPLAK'a teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I. ve Heynen, M., 2003. Multi-Resolution, Object-Oriented Fuzzy Analysis of Remote Sensing Data for Gis-Ready Information, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, p.239-258

Büyüksalih, G., Koçak, G., Oruç, M., Akçın, H. ve Jacobsen, K., 2003. *Handling of Ikonos Images from Orientation Up To DEM Generation*, Proceeding of the Workshop on Mapping from Space 2003, Hannover, (CD-ROM)

eCognition User Guide 3., 2003. Definiens Imaging, p.3.2-108

Hofmann, P., 2001a. *Detecting Buildings and Roads from Ikonos Data Using Additional Elevation Information*, In: GIS Geo-Information-System, 6/2001.

Hofmann, P., 2001b. *Detecting Informal Settlements from Ikonos Image Data Using Methods of Object Oriented Image Analysis - An Example From Cape Town (South Africa)*, Jürgens, Carsten (Editor): Remote Sensing of Urban Areas/ Fernerkundung in urbanen Räumen. (=Regensburger Geographische Schriften, Heft 35), Regensburg.

Hofmann, P., 2001c. *Detecting Urban Features From Ikonos Data Using an Object-Oriented Approach*, In: RSPS 2001, Geomatics, Earth Observation and the Information Society, 2001

Marangoz, A. M., Oruç, M. ve Büyüksalih, G., 2004. *Object-Oriented Image Analysis and Semantic Network for Extracting The Roads and Buildings from Ikonos Pan-Sharpended Images*, Proceedings of the XXth Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 12-23 July, İstanbul, Turkey.

URL 1., eCognition Yazılımı İnternet Sitesi, *Yayınlar-Haziran 2004*, <http://www.definiens-imaging.com/documents/reference.htm>, 1 Mart 2005.