

QUICKBIRD PAN-SHARPENED GÖRÜNTÜSÜ ÜZERİNDEN OTOMATİK DETAY ÇIKARIMI VE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNE UYGUNLUĞUNUN ANALİZİ

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

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

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

ÖZET

Kuşkusuz ki uzaktan algılama teknolojilerindeki gelişim günümüzde yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin bir çok amaç için kullanımına olanak tanımıştır. Bunun dijital fotogrametriye yansımaları olarak, farklı görüntü işleme yöntemlerinin de ortaya çıkmasına neden oldu. Bu bağlamda nesneye yönelik görüntü analizi günümüzde özellikle detay çıkarımı için gerekli hale gelmiştir. Bilindiği gibi nesneye yönelik görüntü analizinde, sadece piksel gri değerleri değil, birbiriyle ilişkili piksellerin oluşturduğu segmentlerin görüntüde ayırt edilebilmesini sağlayacak uzaysal ve yapısal bilgiler de kullanılmaktadır. Bu açıdan piksel tabanlı görüntü analizlerine kıyasla çok daha olumlu sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada, test alanı olarak, oldukça değişken bir topoğrafyaya sahip olan Zonguldak Metropolitan Alanı seçilmiştir. Öncelikle Zonguldak bölgesini kaplayan yüksek çözünürlüklü Quickbird uydu görüntüsünden birçok farklı sınıfı içeren bir bölge seçilerek segmentlere ayrılmış, görüntü üzerinde bu segmentleri uygun sınıflara atayabilecek fonksiyonlar belirlenmeye çalışılmıştır. Yazılım olarak eCognition v4.0.6 programı kullanılmıştır. Sonuçta görüntü üzerinde ayırt edilebilen bina ve yol gibi kültürel detaylara ait sınıflar çıkartılmıştır. Ek olarak, sınıflandırma sonuçları, coğrafi bilgi sistemlerine uygunluğunu test edebilmek için vektör bilgiye çevrilmiş ve Zonguldak Test Alanı'nın mevcut 1/1000 ölçekli fotogrametrik yöntemle üretilmiş sayısal haritalarıyla karşılaştırması yapılmıştır.

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

ABSTRACT

AUTOMATIC OBJECT EXTRACTION FROM QUICKBIRD PAN-SHARPENED IMAGE AND ANALYSIS OF CONVENIENCE OF INTEGRATION TO GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Nowadays, the developments in the remote sensing technologies have certainly provided an opportunity of using satellite images for many applications. In terms of digital photogrammetry, this has also caused to being used of different image processing techniques. Therefore, the object-oriented image analysis has become necessary especially for object extraction. As known, in object-oriented image analysis, not only pixel grey values but also spatial and contextual information, which provide distinguishing of the segments formed by pixels having relations with each other, from the image have been used. From this point, comparing with the results gained by pixel-based image analysis; much more positive results can be obtained.

In this study, Zonguldak Metropolitan Site that has a very variable topography is chosen as a test area. Firstly, an area with many different classes chosen from the high resolution Quickbird image covering Zonguldak test site, has been separated into segments and then on this image, the functions, which can join these segments to the convenient classes, are tried to be determined. Ecognition v4.0.6 programme is used as a software package in this test. As a result, it was seen that the classes of cultural details such as buildings and roads available in this image can be extracted with substantial amount of accuracy. Additionally, the classification results have then been converted to vector data in order to analyse the convenience of these result objects to the geographical information systems and consequently they have been compared with the 1/1000 scale maps of Zonguldak Test Site which were produced by photogrammetric techniques.

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

1. GİRİŞ

Günümüz uzaktan algılama teknolojilerinde kullanılan piksel tabanlı yaklaşımların yanında, nesne tabanlı yaklaşımlar da kullanılmaya başlanmıştır. Yüksek çözünürlüklü verinin, zengin bilgi içeriği, piksel tabanlı yaklaşımlarda tam olarak yansıtılamamaktadır. Quickbird uydu görüntüleri, tutarsız sınıflandırma sonuçları vermekte ve araştırılan nesnenin çıkarımında beklentileri aşmaktadır. Bahsedilen klasik metodların yapısından dolayı, bu durum, yeni ve nesne tabanlı görüntü analizi yapabilen yazılımların kullanımını gerektirir. Bu tür yazılımlarda kullanılan algoritmalar, sınıflandırmaların düzenlenmesi konusunda segmentleri daha uygun hale getirmek için, spektral bilginin yanında yapısal veya dokusal ek bilgilerle daha uygun çözümler sunar.

Nesne-tabanlı yaklaşım, yapıyı, dokuları ve spektral bilgileri birlikte dikkate alır. Bu yaklaşımda sınıflandırma aşaması, komşu piksellerin gruplandırılmasının, sınıflandırmanın sonraki basamağında ele alınabilir anlamlı bölgelere dönüştürülmesi ile başlar. Bu tür segmentasyon ve topoloji oluşumu, çözünürlüğe ve çıkarılması düşünülen nesnelere 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. İkonos 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 birçok farklı sınıfa dahil olan detayların nesne-tabanlı sınıflandırılması eCognition v4.0.6 yazılımı ile yapılmıştır. Sınıflandırma işlemi, ilgili alanın Quickbird pan-sharpened görüntüsü kullanılarak yürütülmüştür. Bu tür bir görüntü, PCI Geomatica 9.1.5 yazılımının pan-sharpening modülü ile kolayca oluşturulabilir. Başarılı segmentasyon elde etmek için pek çok test yapılmış, temelde yardımcı olarak vektör harita kullanılması ve sonra değişik parametrelerin yazılıma girilmesiyle sınıflandırma sonucu elde edilmiştir. Bu sonuçlar vektör bilgiye çevrilmiş ve CAD yazılımı altında, Zonguldak'ın mevcut 1/1000 ölçekli fotogrametrik yöntemle üretilmiş sayısal vektör haritalarıyla karşılaştırılması yapılmıştır.

2. TEST ALANI ve GÖRÜNTÜ VERİSİ

Zonguldak Test Alanı; Türkiye'nin Kuzeybatısında yer alan, Kuzeyinde Karadeniz ve Güneyinde ormanlık alanlar arasında dar bir sahil şeridinde kurulmuş bir endüstri şehridir. Bölge; bir madencilik, demir-çelik ve orman endüstri merkezidir. Ancak, yıllar boyu maden sektörünün de getirdiği kısıtlamalar ile kentsel alan açısından ve konut sayısı açısından fazlaca genişleyememiştir. Alan oldukça engebeli, değişken bir topoğrafyaya sahiptir. Şehir bir tarafında denizle iç içeyken diğer tarafında yer yer 800 metre yüksekliğe varan sık ormanlarla kaplı dağlarla çevrilidir.

Bu test alanında kullanılan görüntü, Digital Globe isimli özel bir A.B.D. şirketi tarafından çalıştırılan Quickbird uydusuna aittir. Quickbird verisinden, pankromatik bant için 0.61m'lik, multispektral bantlar içinse 2.5m'lik çözünürlükte görüntüler elde edilmektedir. Standart işlenmiş ürünler için, pan 0.70m (0.73m. - 30° off-nadir) ve multispektral bantlar ise 3.0m (2.9m.- 30° off-nadir) çözünürlük sunmaktadırlar. Aynı uydunun işlenmemiş görüntüleri de 0.61m gibi yüksek çözünürlükte dirler.

17km x 17km'lik bir görüntüyü yaklaşık 4 saniyede çeken Quickbird uydusunun teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Ayrıca uydunun bulunduğu alçak yükseklik ve artırılmış hızı, görüntünün doğruluğu, berraklığı gibi etkenleri eksi yönde etkilememekle beraber alçak yükseklik, yer konum doğruluğunu (*geolocation accuracy*) arttırmaktadır. Uydu, 2003 yılından itibaren stereo görüntü (*in-orbit stereo pairs*) çekimine de imkan sunmaktadır (URL, 1).

Fırlatma Yeri ve Zamanı	FourthQuarter, 2001, Vandenberg Hava Kuv. Üssü, Kaliforniya
Araç	Boeing DELTA II
Yörünge	Yükseklik: 450 Km
Eğim	98° Sun-Synchronous
Nominal Tarama Genişliği	16.5 Km (<i>nadir</i>)
İlgi Alanı	Tek Alan: 17km. x 17km. Alan 2 x 2 görüntü Strip Modu 16.5km. x 16.5km.
Metrik Doğruluk	23 metrelik sirkular hatadan daha iyi, 17 metrelik lineer hata
Çözünürlük	0.61m. Pan (<i>nadir</i>) 2.5m.Mult. (<i>nadir</i>) 0.73m. Pan - 30° (<i>off-nadir</i>) 2.9m Mult.- 30° (<i>off-nadir</i>)
Sensör	Pankromatik - Multispektral
Spektral Bant Genişliği	450'den 900 nanometre'ye kadar Pan: 450 - 900 nm Mavi: 450 - 520 nm Yeşil: 520 - 600 nm Kırmızı: 630 - 690 nm Yakın Kızılötesi: 760 - 900 nm
Dijital Kayıt Formatı	Her piksel için 11bit

Tablo 1: Quickbird uydusu teknik özellikleri (URL, 2)

Çalışmada kullanılan Quickbird uydu görüntüsü Nik İnşaat Tic.Ltd.Şti tarafından sağlanmıştır. Bu görüntünün metadata (başlık) dosyalarındaki önemli özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Gün, Zaman	23/05/2004, 08:39:55 GMT
Nominal azimut (derece)	61.0
Nominal yükseklik açısı (derece)	85.9
Güneş azimutu (derece)	139.1
Güneş yükseklik açısı (derece)	64.7
Nadir açısı (derece)	3.9
Görüntü boyutu (piksel: satır - sütun)	24.572 x 25.500
Referans yüksekliği (m)	265.66

Tablo 2: Çalışma alanına ait Quickbird uydu görüntüsünün özellikleri

Mayıs 2004’te çekilen görüntünün birçok farklı sınıfı içeren bir bölümü Şekil 1’de gösterilmiştir. Ortalama 450m yüksekliğe sahip ve yaklaşık 15×15 km’lik bir alanı kaplayan Quickbird görüntüsünün üst kısımlarında Karadeniz sahili uzanmakta ve bu görüntünün diğer kısımlarında Zonguldak’ın merkezi yerleşimi bulunmaktadır. Görüntü, 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 3 cm doğrulukla ölçülmüştür. Bu noktaların görüntü üzerinde çok iyi görülebilir olmasından dolayı, noktalar, bina köşeleri, kavşaklar vb. olarak seçilmiştir. Quickbird 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.



Şekil 1: Test Alanının Quickbird Pan-Sharpeneed Görüntüsü

Kullanılan Quickbird 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 Quickbird kanallarının (2.44m çözünürlüklü) birinci ana bileşeni yerine, 0.61m çözünürlüklü Quickbird pankromatik kanalı kullanılmıştır. Daha sonra ana bileşenlerin yeni kombinasyonu, ters temel bileşenlerin transformasyonu uygulanarak tekrar dönüştürülmüştür.

3. GÖRÜNTÜ SEGMENTASYONU İŞLEMİ

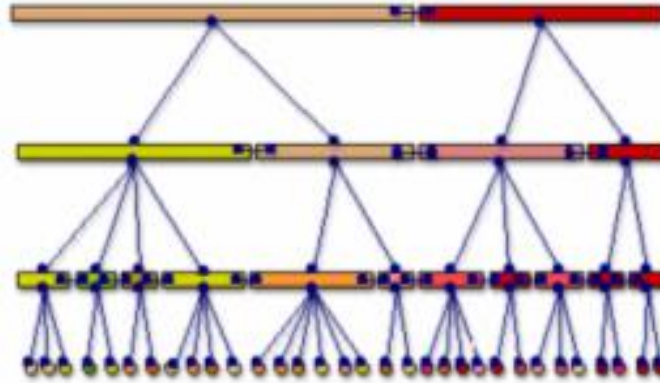
Segmentasyon aşaması eCognition yazılımında ele alınan ilk uygulama aşamasıdır. Bu aşamada görüntü üzerinde bulunan her bir piksel görüntü üzerinde bir nesneye hiyerarşik olarak bağlıdır. Bu hiyerarşi segmentasyon için hazırlanmış olan algoritmada, bazı değişkenlere bağlı olarak kurulur. Burada mühim olan uygun homojenliği sağlayarak pikselden nesneye doğru, uygun yapıyı kurmaktır. Segmentasyon aşamasında bunun için kullanılan değişkenler; ölçek, renk, biçim, yumuşaklık ve bütünlük değişkenleridir. Bu değişkenlerin dahil olduğu bir fonksiyon yardımıyla pikselden segmente ve buradan da daha büyük segmentlere doğru bir zincir yapı kurulur. Şekil 2’de piksel ve nesnelere arasındaki hiyerarşik yapı gösterilmektedir.

Segmentasyon aşamasında kullanılan parametreler şu şekilde açıklanabilir;

- **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.

eCognition yazılımında uygun nesnelere belirlendikten sonra sınıfların oluşturulması aşamasına geçilir. Bu noktada segmentasyonun önemi çok büyüktür. Gerçekte bir binayı temsil eden segment veya segmentlerin, ilgili sınıfa dahil edilmesi için uygun fonksiyonlar belirlenir. Burada en yakın komşuluk ilişkileri veya bulanık üyelik fonksiyonları devreye girer.

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken husus, segmentlerin belirlenmesi aşamasında parametrelerin uygunsuz seçilerek heterojenliğin artması ve segmentlerin birleşerek yanlış sınıflara dahil olmasıdır. Böyle problemlerle karşılaşmamak için olabildiğince gerçekteki yapıları en az segmentle ifade edebilecek yapıyı oluşturmak bunun yanında heterojenliği de dengede tutmak gerekmektedir.



Şekil 2: Görüntünün Hiyerarşik Yapısı (URL, 3)

4. SINIFLANDIRMA VE DOĞRULUK ANALİZİ

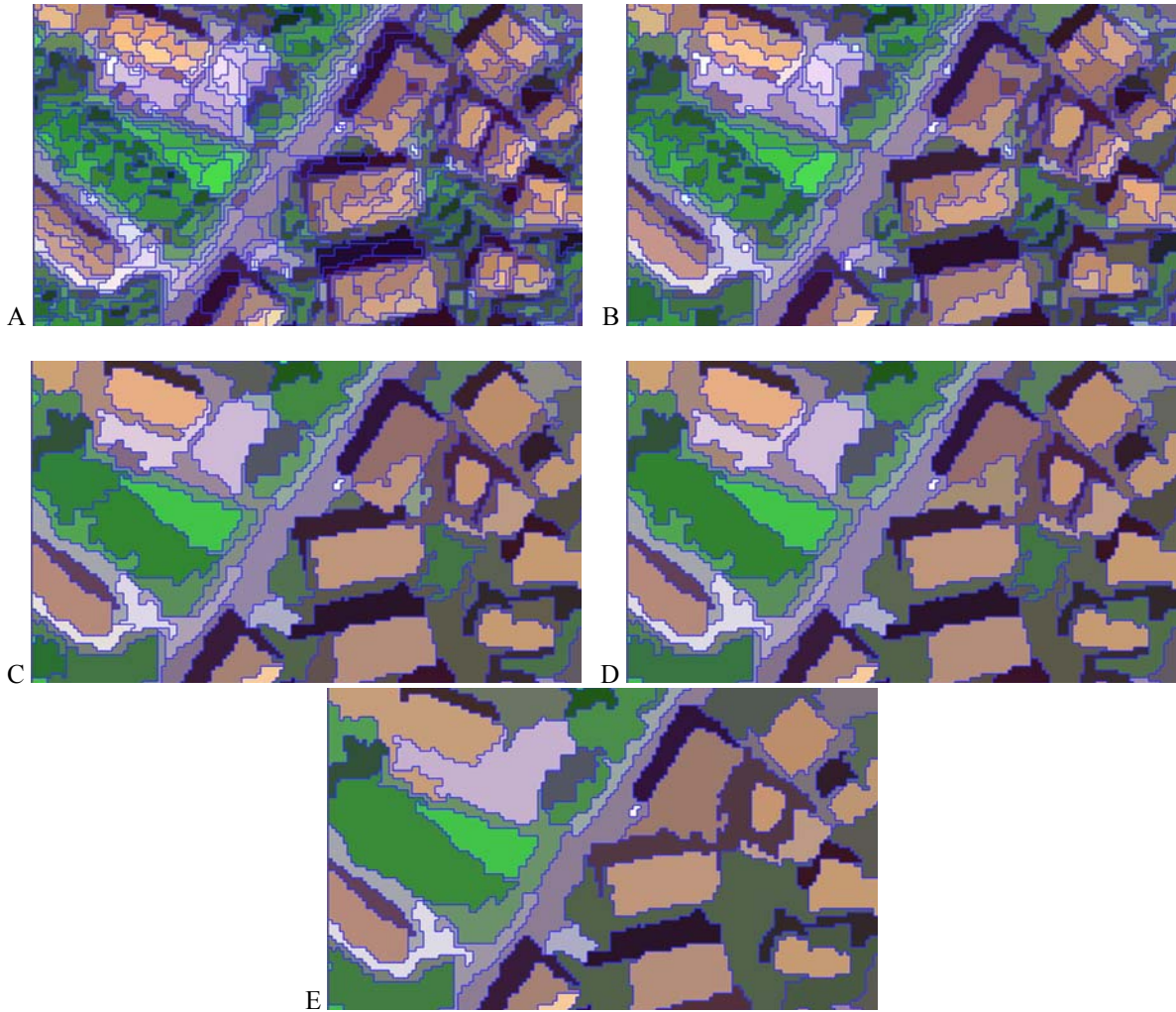
Sınıflandırmaya geçmeden önce segmentasyon aşamasında iki farklı yaklaşım kullanılmıştır. Bunlardan ilkinde Quickbird uydu görüntüsünün bütün bantları ek herhangi bir başka veri kullanılmadan segmentasyona sokulmuş; diğerinde ise bu bantların altında yardımcı veri olarak vektör harita kullanılmıştır. Kullanılan vektör harita Zonguldak’ın 1997 yılında fotogrametrik olarak üretilen haritalardır. Burada vektör haritaların kullanılmasıyla, gölgeleme gibi sorun yaratan, görüntünün istenmeyen özellikleri giderilerek, kenarlaşma problemi olmayan nesnelere elde edilmiştir.

4.1. Vektör Haritasız Segmentasyon Yaklaşımı

Bu aşamada uygulanan segmentasyon parametreleri sonucu ister istemez nesne kenarlarında düzensiz şekiller görülmektedir. Tablo 3’de vektör harita kullanılmayan uygulama için segmentasyon parametreleri verilmiş, bu parametreler sonucu oluşan segmentasyon görüntüleri Şekil 3’de gösterilmiştir.

Katman	A	B	C	D	E
Ölçek par.	10	20	30	35	60
Renk	0.5	0.7	0.3	0.5	0.5
Biçim	0.5	0.3	0.7	0.5	0.5
Yumuşaklık	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Bütünlük	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Seg. modu	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal

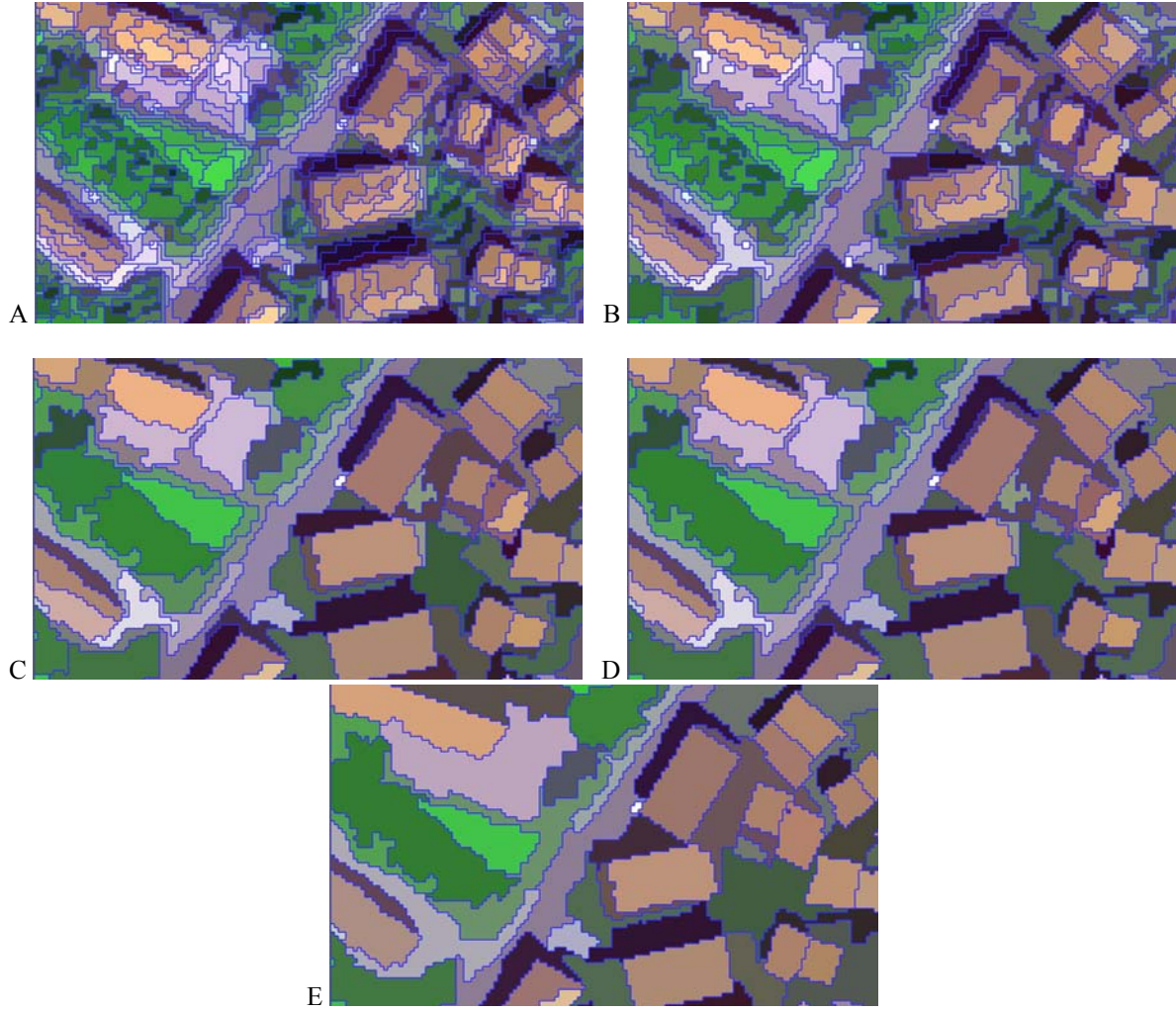
Tablo 3: Görüntü İçin Kullanılan Segmentasyon Parametreleri



Şekil 3: Beş değişik ölçek parametresi kullanılarak yapılan görüntü segmentasyonu
(ölçek parametresi : A = 10, B = 20, C = 30, D = 35 ve E = 60)

4.2. Vektör Haritalı Segmentasyon Yaklaşımı

Bu aşamada ise, uygulanan segmentasyon parametreleri sonucunda geometrik olarak daha düzgün şekilli nesnelere oluşmaktadır. Tablo 3’de verilen segmentasyon parametreleri, vektör harita kullanılan uygulama için de aynı şekilde kullanılmıştır. Bu parametreler sonucu oluşan segmentasyon görüntüleri Şekil 4’de gösterilmiştir.

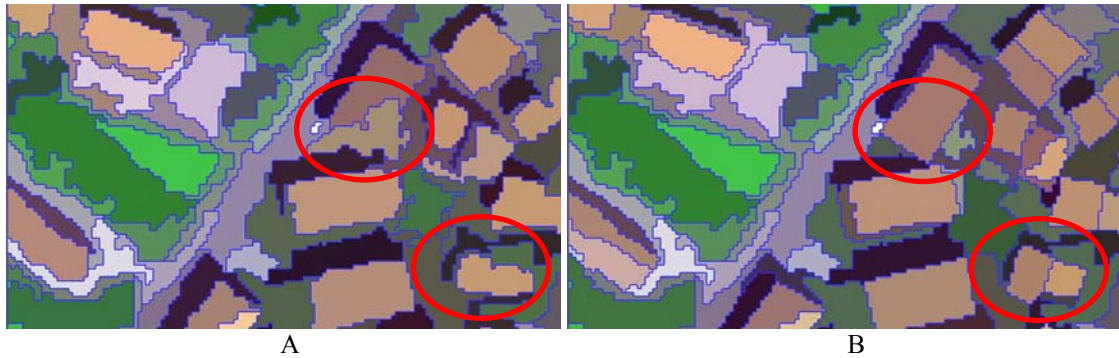


Şekil 4: Beş değişik ölçek parametresi kullanılarak yapılan görüntü segmentasyonu (ölçek parametresi : A = 10, B = 20, C = 30, D = 35 ve E = 60)

4.3. Sınıflandırma İşlemi

Segmentasyon aşamasından sonra sınıflar oluşturulmuş ve bu sınıfların içine dahil olacak segmentler için uygun fonksiyonlar belirlenmiştir. Bu aşamada 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.

Yukarıda bahsedildiği gibi segmentasyon aşamasında seçilen parametreler sınıflandırma doğruluğunu değiştirebilmektedir. Bu noktada vektör haritanın kullanılmasıyla heterojenlik dengede tutulmuş ve vektör haritanın kullanılmadığı durumda oluşan hatalar Şekil 5'te gösterilmiştir. Benzer nesnelerin yakınlığı söz konusu olduğunda, bu durum, segmentasyon aşamasında bu nesnelerin içiçe girmesine neden olmaktadır.



Şekil 5: Aynı segmentasyon parametreleriyle oluşturulmuş vektörlü ve vektörsüz segmentasyon (A=Vektör Yapılı, B=Vektör yapısız)

Şekil 6'da sınıflandırma işleminin sonuçları, Şekil 7'da ise bu sınıflandırma sonuçlarıyla vektör haritanın üst üste çakıştırılmış hali görülmektedir.



Şekil 6: 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 nesnelerinden yanlış sınıflandırılmış olanların bu sınıflardan elle silinmesi gerekmektedir. 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 uyumunu için uygulamanın en başında yürütülen ortorektifikasyon işlemine de bağlıdır. Burada kullanılan SYM ve bunun gibi her türlü ek parametre, sınıflandırmanın doğruluğunu çok büyük ölçüde etkilemektedir.



Şekil 7: Nesne-tabanlı sınıflandırma sonucu ile vektör haritanın çakıştırılmış hali (Sarı çizgiler vektör haritada bulunan binaları, mavi çizgiler de yolları ifade etmektedir)

Şekil 8 ve Şekil 7'den de anlaşılacağı gibi obje-tabanlı detay çıkarımı vektör bilgi kullanıldığı zaman nesnelerin geometrik doğruluğu açısından oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Yapılan bu çalışma sonucunda görüntüden çıkarılan binalar mevcut vektör haritadaki bilginin %85'ini karşılamıştır. Bu sonuç yapılan çalışmanın amacını karşıladığını göstermektedir.

5. SONUÇ

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden detay çıkarımı uygulamalarında elle sayısallaştırmanın yapılması oldukça fazla zaman almaktadır. Ancak bu tür çalışmalarda bu işlemin en kısa sürede gerçekleştirilmesi için otomatik nesne-tabanlı yaklaşım kullanılabilir. Bu yaklaşımın uygulanabilmesi için otomatik nesne-tabanlı yaklaşım kullanılabilir.

Quickbird uydu görüntüsü oldukça fazla bilgi içeriğine karşılık, bu bilgilerin eksiksiz çıkarılması için muhakkak ki ek bilgi ve ön editlemeye ihtiyaç duymaktadır. Bu tür yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanılmasında, öncelikle ortorektifikasyon aşamasında kullanılan verilerin kalitesinin, sonuç ürünleri doğrudan etkileyeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Yukarıda da bahsedildiği gibi nesne-tabanlı yaklaşımda öncelikle 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 doğruluğu arttırmaktadır. Vektör bilginin kullanılmasıyla elde edilen detayların, bu tür bir vektör yapının kullanılmadığı durumlara göre üstünlüğü ortadadır. Ayrıca nesne tabanlı yaklaşımda uygulanan bulanık üyelik fonksiyonları, spektral analizin dışında da imkanlar sağlamaktadır. Bu şekilde elde edilen sonuç ürünlerin vektör yapıya çevrilme kolaylıklarından dolayı CBS uygulamalarına altlık oluşturma açısından oldukça fazla kolaylıklar sağlamaktadır.

TEŞEKKÜR

Gösterilen sonuçların bazı bölümleri TÜBİTAK-Türkiye ve Julich Araştırma Merkezi – Almanya tarafından desteklenmiştir. Bu çalışma sırasındaki yardımlarından dolayı yardımlarını esirgemeyen ZKÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nde görev yapan öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

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

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-Sharpned Images*, Proceedings of the XXth Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 12-23 July, İstanbul, Turkey.

URL 1., Nik İnşaat Tic. Ltd. Sti İnternet Sitesi, *Quickbird 2 Uydusu*, <http://www.nik.com.tr/new/yazilimler/uydular/quick.htm>, 10 Mart 2005.

URL 2., Digital Globe İnternet Sitesi, *QuickBird Imagery Products-Product Guide*, [http://www.digitalglobe.com/downloads/QuickBird Imagery Products - Product Guide.pdf](http://www.digitalglobe.com/downloads/QuickBird%20Imagery%20Products%20-%20Product%20Guide.pdf), 10 Mart 2005.

URL 3., eCognition Yazılımı İnternet Sitesi, *Yayınlar-Haziran 2004*, <http://www.definiens-imaging.com/documents/reference.htm>, 1 Mart 2005.