

# KIZILÖTESİ HAVA FOTOĞRAFLARINDAN BİNA DETAYLARININ ÇIKARILMASI

F. Karşlı<sup>1</sup>, M. H. Fidan<sup>2</sup>, M. Dihkan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>KTÜ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Fotogrametri Anabilim Dalı Trabzon, fkarşli@ktu.edu.tr

<sup>2</sup>Çukurçayır Belediyesi, İmar Müdürlüğü, Çukurçayır, Trabzon, m.h\_fidan@hotmail.com

<sup>3</sup>KTÜ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Fotogrametri Anabilim Dalı Trabzon, mustafadihkan@gmail.com

## ÖZET

*Uzun yıllardan beri fotoğraflar üzerinde manuel (elle) olarak yapılan bina ve yol gibi ana detayları çıkarım işlemleri yerini otomasyona detay çıkarma algoritmalarına bırakmış ve gelişen teknolojiye paralel olarak fotografik görüntülerden otomatik olarak bilgilerin kısa sürede ve hızlıca çıkarılması önemli bir ihtiyaç olmuştur. Detay çıkarma haritacılık anlamında, kentsel alanlardaki hızlı değişimlerin takip edilebilmesini ve bu gelişimleri yönlendirebilme stratejilerinin oluşturulmasını, arazi toplulaştırma projelerinin kısa zamanda hayata geçirebilmesini, planlama çalışmaları aşamasında gerekli olan verilerin, kısa sürede, doğru bir biçimde elde edilmesini ve değerlendirilmesini, sayısal harita yapımında kartografik sembollerin algılanmasını, vektöre dönüştürülmesini ve genelleştirilmesini, görüntüler üzerinden edilen verilerin GIS (CBS) ile entegrasyonu sayesinde birçok konumsal ve konumsal olmayan analizler yapılabilmesini sağlar. Görüntüler kullanarak çıkarılması istenilen detaylar; bina, yol, nehir, köprü ve kıyı çizgileri olarak isimlendirilebilir. Bu çalışmada, bina ve yol detayları hava fotoğrafları üzerinden çıkarılmıştır. Hava fotoğrafları; siyah beyaz renkli, normal renkli ve infrared (kızıl ötesi) renkli olmak üzere üç guruba ayrılır. Çalışmada infrared renkli hava fotoğrafları kullanılmıştır. Görüntü işleme teknikleriyle de; iyileştirilme, zenginleştirilme ve sınıflandırma yapılarak ilgili fotoğraflar detay belirlemeye hazır hale getirilmiştir. Ayrıca geometrik ve radyometrik düzeltmeler yapılmıştır. Çalışmada kullanılan görüntü KTÜ, Kanuni Kampüsü' nü ve çevresini içeren 1:16000 ölçekli renkli kızıl ötesi hava fotoğrafı olup, bu görüntü 14 mikron çözünürlükle taranarak dijital formata dönüştürülmüştür. Özellikle bina ve yol detay bilgilerinin çıkarılması amacıyla, dört farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler, Sobel, Roberts, Canny ve Prewitt kenar arama operatörleri olup, bu yöntemlerle detaylar çıkarılmıştır. Kenar belirleme algoritmaları, farklı matris ve elemanlara sahip maskelerden oluşmuş olup bu maskeler görüntü üzerine uygulanarak kenarların diğer nesnelere keskinleştirilmesini sağlamaktadır. İlgili metotlar Matlab yazılımında yazılan kod ile çalıştırılmış ve görüntü üzerinde uygulamalar yapılmıştır. Matlab yazılımı ile görüntü işleme modülü kullanılarak, bina ve yol detayları çıkarılmıştır. Bina ve yol detayları sınıflandırılarak sınırları çevrilmiştir.*

Anahtar Sözcükler: Fotogrametri, Hava Fotoğrafı, Görüntü İşleme, Matlab.

## ABSTRACT

### EXTRACTION OF BUILDING DETAILS FROM INFRARED AERIAL IMAGES

*Since many years, the buildings and roads as the main details of the manually extraction process in images have been replaced the automation to the detail extraction algorithms, and with the developing technologies, as well as photographic images automatically, the information in a short time and quickly be removed have been an important need. Feature extraction provides that to be follow rapid changes in urban areas, and to create the strategies this development direction, to be able to be implement the land consolidation projects in a short time, to be available and evaluate the required data quickly, accurately, in the stage of planning works, to detect cartographic symbols for digital map, and be converted to vector, displays the data on the GIS through integration with the many non-spatial and spatial analysis allow to do. The extraction details in images may be named as buildings, roads, rivers, bridges and coastal line. In this study, the buildings and roads were detected in aerial images. Aerial images are divided into three groups including black and white, color and infrared. Infrared aerial photos were used for this study. With image processing techniques, enhancement and classification were made to get the details. Moreover, the geometric and radiometric corrections have been made. Infrared image covering KTU campus with 1:16000 scale was used by scanning 14 micron resolution. For detection building details, three different methods, Sobel, Roberts, Canny, and Prewitt, have been provided. Edge detection algorithms have provided the edges than other objects. Related methods were working with the code written in Matlab software and the applications were made. By using the Matlab software with the image processing module, the details of possible buildings have been detected. As a result, roads, buildings and other details of the object image after image processing techniques have been extracted, and then these details have been classified.*

Keywords: Photogrammetry, Aerial Photograph, Image Processing, Matlab.

## 1. GİRİŞ

Görüntüler üzerinden bina detay tespiti ve binaların üç boyutlu biçimde yeniden oluşturulması, Fotogrametri, Uzaktan Algılama ve bilgisayar teknolojisinin en önemli çalışma alanlarından biri olup; misyon ve kentsel planlama, bilgisayar grafikleri ve sanal gerçeklik gibi kartografik ve görüntü yorumlamaya dayalı uygulama alanlarında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Detay çıkarma haritacılık anlamında; kentsel alanlardaki hızlı değişimlerin takip edilebilmesini ve bu gelişimleri yönlendirme stratejilerinin oluşturulmasını, arazi toplulaştırma projelerinin kısa zamanda hayata geçirebilmesini, planlama çalışmaları aşamasında gerekli olan verilerin kısa sürede, doğru bir biçimde elde edilmesini ve değerlendirilmesini, sayısal harita yapımında kartografik sembollerin algılanmasını, vektöre dönüştürülmesini ve genelleştirilmesini, görüntüler üzerinden elde edilen verilerin CBS ile entegrasyonu sayesinde birçok konumsal ve konumsal olmayan analizler yapılabilmesini sağlar.

Bina detay belirlenmesinde çözülmesi gereken iki önemli problem mevcuttur. Birincisi, ilgili objelerin segmentasyon yapılarak diğer objelerden ayrılması, diğeri ise ayrılan objelerin gruplarının bir sınıf haline getirilmesidir. Bina dışındaki objelerin görüntü içeriğinde var olması problemin çözümünü oldukça zorlaştırmaktadır (Brenner, 2000; Matikainen vd., 2003; Dong-Min Woo vd., 2008). Birçok fotogrametrik araştırma, yoğun kentsel yapı içerisindeki binaların tespitine yönelik teknikler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu binaların tespit edilmesinde görüntü işleme tekniklerine dayalı otomasyon, üç boyutlu şehir modeli oluşturmaya yönelik talepleri artırmıştır. Önceleri çoğu bina detay çıkarma teknikleri iki boyutlu detay çıkarma temeline dayanırken (Janes vd., 1994; Kim ve Muller, 1995; Noronha ve Nevatia, 1997), günümüzde bu teknik artık 3 boyutlu binaların çıkarılması noktasına ulaşmıştır (Fischer vd., 1998; Baillard vd., 1999a; Ameri ve Fritsch, 1999; Sohn ve Dowman, 2003). Literatürde bina detayı çıkarmaya yönelik olarak birçok çalışma yapılmıştır. 1984-1998 yılları arasında yapılan çalışmalarda genelde gri düzeyli görüntüler kullanılmış olup belli bir eşik değerine göre görüntüler sınıflandırılarak bina kenarları tespit edilmiştir (Mayer, 1999). Daha sonra bölge gelişimi ve bina gölgelerini kullanan yeni teknikler geliştirilmiştir (Ünsalan ve Boyer, 2004; Levitt ve Aghdasi, 2000; Huertas ve Nevatia, 2002; Sırmaçek ve Ünsalan, 2008).

Fotogrametrik harita üretimi için gerekli olan vektör veriler, hava fotoğraflarından, operatörler tarafından elle kıymetlendirilmektedir. Son yıllarda fotogrametride ortaya çıkan gelişmeler, günümüzde bu işlemlerin otomatikleşmesine olanak sağlamaktadır. Dijital harita kullanımı ve yapımı ve revizyonu için gerekli veri ihtiyacı gün geçtikçe hızla artmaktadır. Bu verilerin temini manuel (elle) olarak yapıldığında hem zaman almakta hem de maliyet artışı söz konusu olmaktadır. Otomatikleştirmenin hedefi hızı arttırmak ve değerlendirme masraflarını azaltmaktır. Otomatik detay çıkarma kapsamında yapılan araştırmalar, öncelikle binaların ve yolların dijital görüntülerden otomatik olarak çıkarılması üzerine yoğunlaşmaktadır (Eker, 2004). Uzun yıllardan beri, Kızılötesi hava fotoğrafları üzerinden bina ve yol detayı gibi önem arz eden veriler, operatörler tarafından el yordamı ile (manuel) tespit edilmektedir. Bilgisayar teknolojisi ve dijital görüntü işleme alanlarındaki gelişmeler, günümüzde bu işlemlerin otomatikleşmesine olanak sağlamakta ve ayrıca hızlı bir biçimde gerçekleştirilmesine imkân tanımaktadır. Kızılötesi hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri olmaksızın sözü edilen detay bilgilerinin toplanması ve güncellenmesi çok pahalı ve zaman alıcı bir işlemdir. Kızıl ötesi uydu görüntüler; binalar, yollar ve köprüler gibi insan yapısı objeler, bitki örtüsünün karakteristiği ve konumu gibi yeryüzünün şekli hakkında birçok bilgi sunmaktadır (Eker, 2006).

Bu çalışmada bina ve yol gibi çizgisel ve matematiksel bir modele sahip olan detayların otomatik olarak çıkarılması amaçlanmaktadır. Bina detaylarının tespiti için kızıl ötesi hava fotoğrafları kullanılmıştır. Bu fotoğraflar üzerinde yeşil alanlar ile bina, yol gibi insan yapımı objelerin spektral olarak birbirinden ayırımı oldukça etkin biçimde yapılabilmektedir. Detay belirleme için görüntü iyileştirme işlemlerini takiben Sobel, Canny, Prewitt, Roberts kenar belirleme algoritmaları kullanılmıştır. Bu algoritmalar görüntü üzerinde kırsal ve kentsel olmak üzere ayrılan iki farklı kategori üzerinde denemiş ve elde edilen bina tespit doğruluğu yüzde olarak ortaya konmuştur.

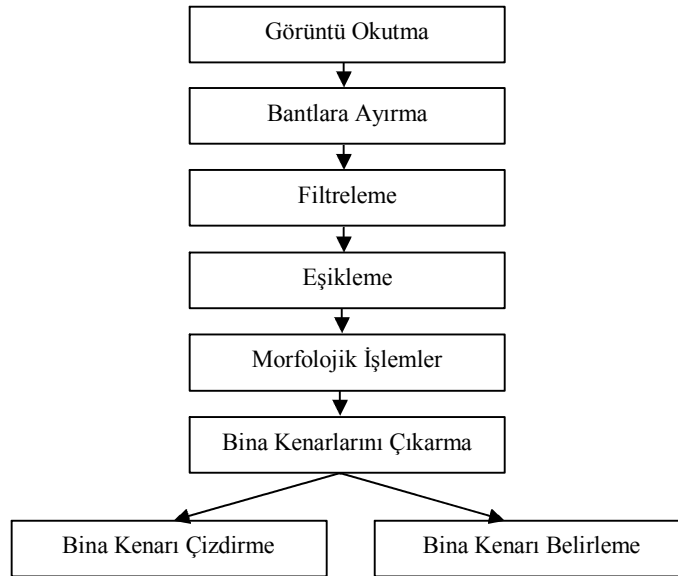
## 2. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

Bu çalışmada, kızıl ötesi hava fotoğrafı kullanılarak bina detayları otomatik olarak çıkarılmıştır. Çalışma alanı olarak kullanılan görüntü KTÜ, Kanuni Kampüsü' nü ve çevresini içeren 1:16000 ölçekli renkli kızıl ötesi hava fotoğrafı olup, bu görüntü 14 mikron çözünürlükle taranarak dijital formata dönüştürülmüştür. Görüntünün geometrik çözünürlüğü 21 cm'dir. Görüntünün kızılötesi olarak seçilmesindeki amaç kızılötesi görüntülerde bina ve yol detaylarının diğer materyallerden daha net ve açık biçimde ayırt edilebilmesi ve özellikle bitki yoğunluğunun fazla olduğu bölümlerdeki gri değerlerinin belli bantlarda bina ve yol yüzeylerinden oldukça farklılık göstermesidir. Çalışma alanı şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Çalışma alanı ve alana ait kızılötesi hava fotoğrafı (KTÜ kampüsü)

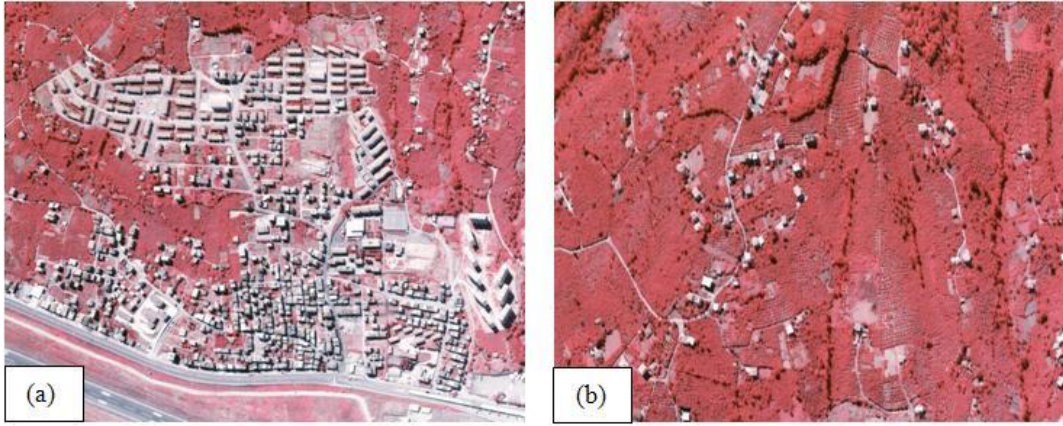
Şekil 1’de görüldüğü gibi kıyıya yakın bölümde bulunan KTÜ kampüsü ve deniz kenarı bina yoğunluğu bakımından oldukça yoğun bir bölümdür. Hava fotoğrafının güney kısmına (kara tarafı) bakıldığında binalar ve beton zeminlerin yerini fındıklık, tarla ve bahçelere bıraktığı görülmektedir. Bu nedenle, hava fotoğrafından çıkarılacak binalar için keskin bir değişim olduğu gözlenmektedir. Oluşturulmuş olan algoritmanın daha verimli çalışabilmesi için görüntü kırsal ve kentsel olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır. Ayrılan bu bölümler kendi içinde değerlendirilmiştir. Bu çalışmada; Matlab yazılımı ile ve bu yazılıma ait Görüntü İşleme modülü kullanılarak, görüntüye istenilen uygulamalar adım adım uygulanmış ve sonuçlar eş zamanlı bir biçimde görülmüştür. Çalışmada takip edilen işlem adımları şematik olarak şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2: Bina Detayı Çıkarma Akış Diyagramı

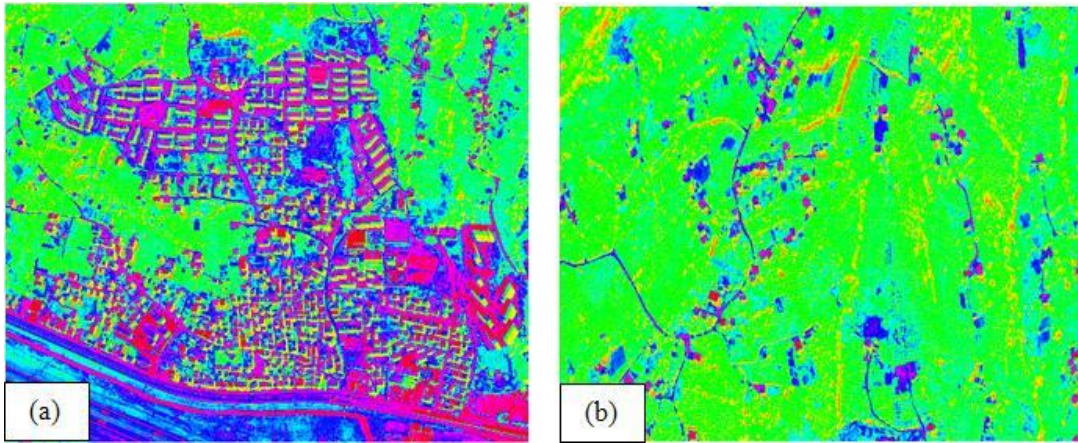
### 3. UYGULAMA

Bu çalışmada KTÜ kampüsü ve çevresinin bina ve yol detaylarının kızılötesi hava fotoğrafından tespit edilebilmesi amacı ile uygulama içinde kullanılan eşik değeri, kırsal ve kentsel alanlarda farklılık gösterdiği için öncelikle görüntüden kırsal ve kentsel alanları temsil eden iki bölge seçilmiştir. Bu bölgeler şekil 3’de kentsel ve kırsal olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 3: a) Kentsel alan, b) Kırsal alan

Şekil 3 (a) incelendiğinde kızılötesi hava fotoğraf üzerinde binaların birbirine yakın olduğu ve yerleşimin oldukça yoğun olduğu bir bölüm ele alınmıştır. Aynı şeklin (b) kısmında ise, yerleşim bakımından yoğun ve kalabalık olmayan kırsal alan bölgesi değerlendirmek üzere alınmıştır. Öncelikle resim kızılötesi olduğu için yeşil örtülü kısımları ayırt ederken, görüntü bantlara ayrılmış ve kırmızı ile mavi bant eleme edilmiştir. Yeşil bant bina veya beton ile kaplı alanların tespitinde kızılötesi görüntülerde oldukça verimli sonuçlar verdiği için ve ayırt edilebilirliği daha fazla olduğundan çalışmada kullanılmıştır. Daha sonra görüntü iyileştirme işlemleri yapılmıştır. Bu aşamada, öncelikle uzaysal filtreleme yöntemlerinden ortalama (Average) filtresi kullanılmıştır. Bu işlem sonucunda elde edilen gri düzeyli görüntü Matlab yazılımı kullanılarak bu yazılımda tanımlanan indeks görüntüsüne (Indexed Image) dönüştürülen görüntüler HSV renk uzayında renklendirilmiştir. Kırsal ve kentsel alanda seçilen bölgelere ilişkin HSV (Hue, Saturation, Value) uzayında renkli görüntüler şekil 4’de gösterilmektedir.

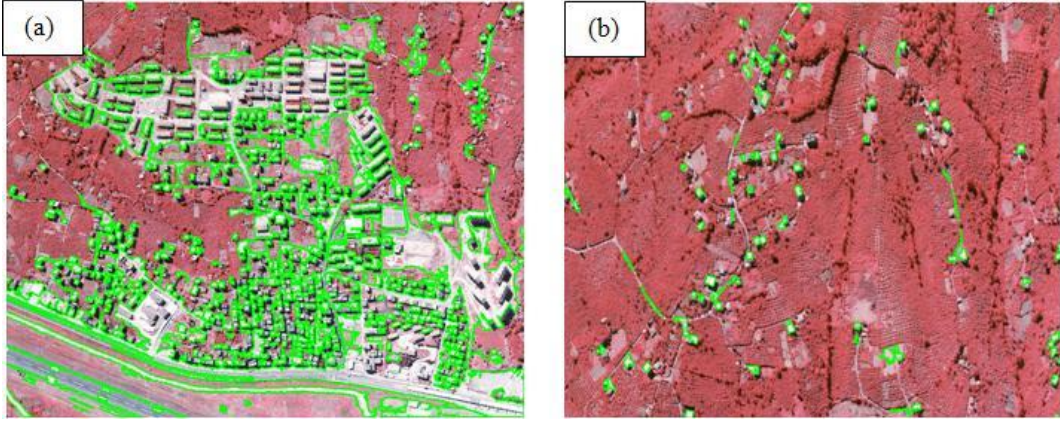


Şekil 4: HSV renk uzayında görüntüler, a) Kentsel, b) Kırsal

HSV görüntüleri kullanılarak yapılan testlerde bir eşik değer indeksi belirlenmiş, bu eşik değerleri kırsal ve kentsel alanlarda farklı olmak koşulu ile kullanılmıştır. Binaların indeks ya da gri düzey değerleri yüksek olduğu için belirlenen eşik değerlerden aşağıdaki değerler çıkarılmış ve görüntüler ikili (Binary) formata dönüştürülmüştür. Bu sayede bitki örtüsü kolayca eleme edilmiştir. Eşik değerler kullanılarak yapılan bu işlemden sonra, şekil 3’de de görüldüğü üzere belirlenecek binalar üzerinde düşük indeks değeri içeren az sayıda pikseller sebebi ile boşluklar meydana gelmektedir. Ayrıca yine zemin üzerinde, eşik değeri yardımıyla elimine edilen kısımlardan geriye kalan artık pikseller oluşmuştur.

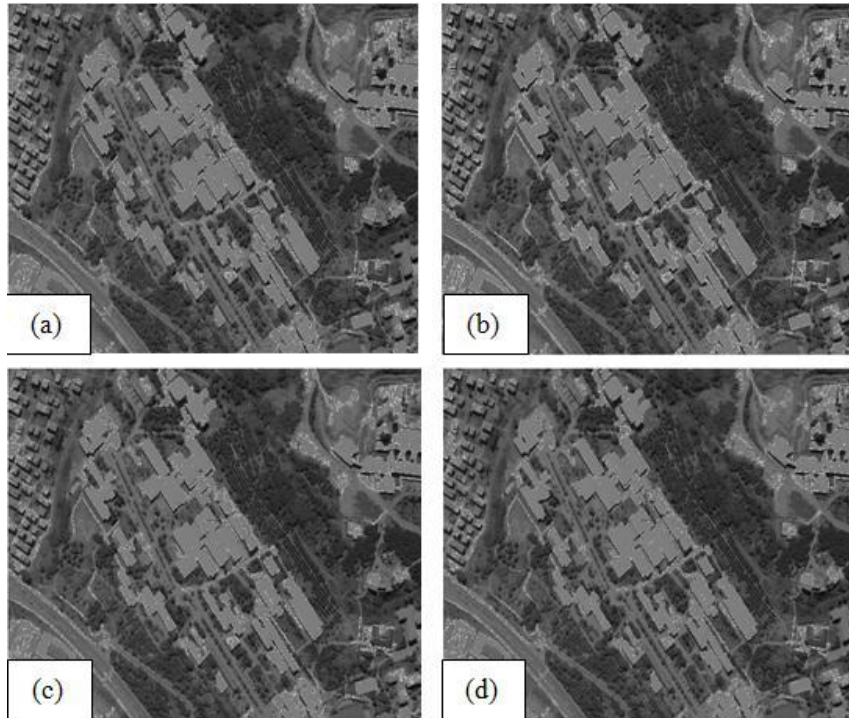


Bu iki durum da güneş ışınlarının geliş açısı obje yapısı, zemin yapısı ve gölge durumları sebebi ile meydana gelmektedir. Bu aşamada bazı morfolojik operasyonların yardımı ile görüntüye açma, kapama ve temizleme işlemleri uygulanmıştır. Sonuçta bina ve yollar bunlar dışındaki diğer yüzeylerden ikili görüntü üzerinde ayrılmıştır. Bu aşamadan sonra binalar sonuç görüntülerinde çizilmiş ve başlangıç görüntüsü üzerine bindirilmiştir (Şekil 5). Şekil 5’de resimler incelendiğinde bazı bölümlerde kenar belirlemede problemler yaşanmaktadır. Bu kısımlar genellikle beton zemin içinde kalan yapılar üzerinde görülmektedir. Bu kısımlarda indeks değerleri birbirine çok yakın olduğu için bina kenarlarının ayırt edilebilirliği oldukça zorlaşmaktadır.



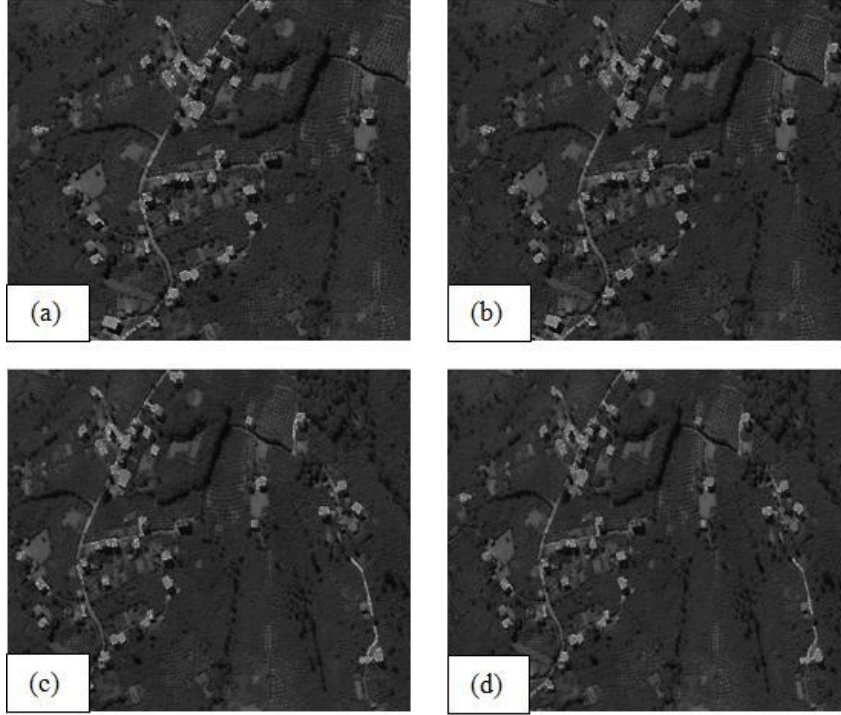
Şekil 5: Tespit edilen binalar ve orijinal görüntü, a) Kentsel bölge, b) Kırsal bölge

Çalışmada çeşitli kenar belirleme yöntemleri de sonuç görüntüleri (ikili görüntüler) üzerinde denenerken tespit edilen binaların kenar bilgileri ortaya çıkarılmış ve şekil 5’de elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Kullanılan kenar belirleme yöntemleri sırası ile Canny, Sobel, Roberts ve Prewitt operatörleridir. Bu yöntemlerle kentsel ve kırsal bölge için belirlenen kenarlar büyük ölçekli resimlerle şekil 6 ve 7’de gösterilmektedir.



Şekil 6: Kenar operatörü ile kentsel bölgede belirlenen binalar; a) Sobel, b) Canny, c) Roberts, d) Prewitt

Şekil 6 ve 7 incelendiğinde ikili görüntüler üzerinde dört farklı kenar belirleme operatörleri yardımı ile tespit edilebilen binalar görülmektedir. Burada kenarları belirlenen binalar orijinal görüntünün yeşil bandı üzerine bindirilerek verilmektedir. Tespit edilen ve edilemeyen bina sayıları her bir yöntemle göre sınıflandırılarak tablo 1’de gösterilmektedir. Ayrıca tablo 1’de görüntülerden çıkartılabilen bina sayısı ile kullanılan metotların başarı oranları da görülmektedir.



Şekil 7: Kenar operatörü ile kırsal bölgede belirlenen binalar; a) Sobel, b) Canny, c) Roberts, d) Prewitt

Tablo 1 incelendiğinde, kenar belirleme operatörlerinden Canny operatörü tespit edilen binaların çevrelenmesinde en iyi sonuç verdiği gözlenmektedir. Diğer metotlar ise bu operatöre yakın düzeyde doğrulukla binaların çevrelenmesini sağlamışlardır. Binaların kentsel bölgede %85, kırsal bölgede ise yaklaşık %70 doğrulukla tespit edildiği görülmektedir.

Tablo 1: Farklı kenar belirleme yöntemlerine göre temel bina tespit istatistikleri

Metot	Kentsel Bölge				Kırsal Bölge			
	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oranı (%)	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oranı (%)
Sobel	171	145	26	84.80	95	64	31	67.37
Canny	171	<u>146</u>	25	<u>85.38</u>	95	<u>65</u>	30	<u>68.42</u>
Roberts	171	140	31	81.87	95	62	33	65.26
Prewitt	171	145	26	84.80	95	55	40	57.89

#### 4. SONUÇLAR

Sonuç olarak, bu çalışmada kızıl ötesi hava fotoğrafı üzerinde çeşitli görüntü iyileştirme metotları kullanılarak, kızıl ötesi görüntü üzerindeki bina detaylarının belirlenebilmesi için görüntü işleme teknolojisi açısından en uygun yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu işlem esnasında kentsel ve kırsal bölgelere ait bazı olumsuzlukların ortaya çıktığı görülmektedir. Binaların yoğun olduğu kentsel bölgede özellikle filtreleme aşamasında KTÜ kampüs alanı ve yakın civarındaki binaların çatılarının kurşun veya tamamının beton olması sebebiyle bazı noktalarda bina ve yollar, beton zeminden ayırt edilemez hale gelmektedir. Çeşitli iyileştirme teknikleri yardımıyla bu engel büyük oranda giderilmiştir. Kırsal bölgede ise, yoğun bitki örtüsü sebebiyle alçak binaların ayırt edilebilirliği bazı noktalarda azalmıştır. Bu aşamada eşik değer daha düşük tutularak bu sorun büyük oranda giderilmiştir. Çalışma sonucunda, kızılötesi hava fotoğraflarından bina ve yol gibi diğer objelere göre daha farklı spektral yansıma veren objelerin otomatik olarak belirlenebileceği ortaya konmuştur.

#### KAYNAKLAR

- Brenner, C., 2000. *Dreidimensionale Gebäuderekonstruktion aus digitalen Oberflächenmodellen und Grundrissen*. PhD Thesis, Institute of Photogrammetry, Stuttgart University, DGKC 530.
- Matikainen, L., Hyypä, J., Hyypä, H., 2003. *Automatic Detection of Buildings from Laser Scanner Data for Map Updating*. In: IAPRSIS XXXIV / 3W13, pp. 218-224.
- Dong-Min Woo , Quoc-Dat Nguyen, Quang-Dung Nguyen Tran, Dong-Chul Park, Young-Kee Jung, 2008. *Building Detection and Reconstruction from Aerial Images*. Commission III, ThS-7, ISPRS Congress Beijing.
- G. Sohn, I. Dowman, 2003. *Building Extraction Using Lidar Dens and Ikonos Images*. Proceedings of the ISPRS working group III/3 workshop '3-D reconstruction from airborne laserscanner and InSAR data' Dresden, Germany
- Sırmaçek B., Ünsal C., 2008. *Building Detection from Aerial Images using Invariant Color Features and Shadow Information*. Computer and Information Sciences.
- Janes, C., Stolle, F., and Collins, R., 1994. Task driven perceptual organization for extraction of rooftop polygons. In: *IEEE Workshop on Applications of Computer Vision*, Sarasota, FL, December, pp.152-159.
- Kim, T. and Muller, J.-P., 1995. Using image understanding fusion techniques. In: A. Grün, E.P. Baltsavias & O. Henricsson (eds), *Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images*. Basel: Birkhäuser Verlag, pp. 221-230.
- Noronha, S. and Nevatia, R., 1997. Building detection and description from multiple aerial images. In: *Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Los Alamitos, CA, pp. 588-594.
- Fischer, A., Kolbe, T. H., Lang, F., Cremers, A. B., Forstner, W., Plumer, L., and Steinhage, V., 1998. Extracting buildings from aerial images using hierarchical aggregation in 2D and 3D. *Computer Vision and Image Understanding*, 72(2):185-203.
- Baillard, C., Schmid, C., Zisserman, A. and Fitzgibbon, A., 1999a. Automatic line matching and 3D reconstruction of buildings from multiple views. In: *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 32(3-2W5):69-80
- Ameri, B. and Fritsch, D., 1999. 3-D reconstruction of polyhedral-like building models. In: *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 32(3-2W5):15-20.
- Eker O., 2004. *Otomatik Yol Çıkarma Yöntemlerine Genel Bir Bakış*. Hrt.Gn.K.lığı, Harita Dergisi Sayı: 132
- Eker O., Şeker D. Z., 2006. *Hava Fotoğraflarından Çizgisel Detayların Yarı Otomatik Olarak Belirlenmesi*. İtü dergisi/d mühendislik Cilt:5, Sayı:6, 3-14.