

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KIZILÖTESİ HAVA FOTOĞRAFLARINDAN BİNA DETAYLARININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisi Muhammet Hanefi FİDAN

**HAZİRAN 2010
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KIZILÖTESİ HAVA FOTOĞRAFLARINDAN BİNA DETAYLARININ
BELİRLENMESİ**

Harita Müh. Muhammet Hanefi FİDAN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Harita Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21.05.2010
Tezin Savunma Tarihi : 10.06.2010**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Fevzi KARSLI

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Osman DEMİR

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Cenap SANCAR

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmam süresince danışmanlığını üstlenen, engin bilgilerini ve deneyimlerini benimle paylaşan, farklı ve özgün bakış açıları ile tezimi yönlendiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Fevzi KARSLI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmalarımın çeşitli aşamalarında yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Mustafa DİHKAN' a teşekkürümü sunarım.

Çalışmamın çeşitli aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, destekleyen, eğitimi ve öğretimi çok seven Çukurçayır Belediye Başkanı Sayın Sabri BAYSAL'a teşekkürümü sunarım.

Hayatımın her döneminde bana güvenen, her zaman yanımda olan, destekleyen sevgili babam Zülfikar FİDAN, annem Necla FİDAN, Kardeşlerim, arkadaşım Kimyager ve Kimya Öğretmeni Taliha Fatma BAL ve Çukurçayır Belediyesindeki tüm çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Muhammet Hanefi FİDAN
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Fotogrametri.....	2
1.2.1. Fotogrametride Görüntü Türleri.....	5
1.2.2. Dijital Fotogrametri.....	8
1.3. Dijital Görüntü	8
1.4. Görüntü İşleme.....	9
1.4.1. Görüntü Ön İşleme.....	10
1.4.2. Görüntü İyileştirme	12
1.4.3. Görüntü Zenginleştirme	14
1.5. Detay Belirleme	15
1.5.1. Bina Detayı Belirleme.....	16
1.6. Segmentation (Segmentasyon).....	17
1.6.1. Region Growing (Alan Büyütme) Segmentation.....	17
1.6.2. Mean-Shift (Ortalama Değişkenli) Segmentation.....	19
1.6.3. Watershed (Havza) Segmentation.....	20
1.7. Kenar Bulma Operatörleri.....	22
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	24
2.1. Çalışma Alanı.....	24
2.2. Kullanılan Veri.....	24
2.3. Bina Detayı Çıkarma Akış İşlemi	27

3.	BULGULAR VE İRDELEME	30
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	44
5.	KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Son yıllarda yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden otomatik obje belirleme coğrafi bilgi teknolojileri uygulamaları için büyük önem arz etmektedir. Bu uygulamaların en önemlileri arasında bina ve yolların tespit edilmesi yer almaktadır. Tespit edilen binalar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) için bir temel veri kaynağı olmasının yanı sıra şehir ve doğal afet planlaması, altyapı gelişimi, haberleşme hatlarının kurulması ve benzeri birçok kentsel uygulamada da kullanılmaktadır. Binaların belirlenmesinde önemli veri kaynağı olan dijital hava fotoğrafları, yüksek konumsal çözünürlüğe sahip olmakla birlikte kalıcılık ve geniş spektral çözünürlük gibi özellikleriyle de birçok çalışmada sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada, bina ve yol detayları kızılötesi hava fotoğrafları üzerinden çıkarılması amaçlanmıştır.

Bina ve yol detay bilgilerinin çıkarılması amacıyla, üç farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler, Region Growing (Alan Büyütme), Mean-Shift (Ortalama Değişkenli) ve Watershed (Havza) Segmentasyon yöntemi olup, bu yöntemlerle detaylar çıkarılmıştır. Literatürde kenar belirlemede en iyi sonuç veren yöntem olmasından dolayı çalışmada Canny filtresi kullanılmıştır. Bu filtre görüntüye uygulandığında kenarların diğer nesnelere keskinleştirilmesini/ayrılmasını sağlamaktadır. İlgili metotlar Matlab yazılımında yazılan kod ile çalıştırılmış ve seçilen görüntüler üzerinde uygulamalar yapılmıştır.

Kontrol için sonuç görüntü, orijinal görüntünün gri tonuna çevrilmiş görüntü ile karşılaştırılmıştır. Buna bağlı olarak Mean-Shift (Ortalama Değişkenli) segmentasyon yönteminin tespit ettiği bina sayısının diğer yöntemlere göre daha fazla olduğu ortaya konmuştur.

Bu çalışma, kızılötesi hava fotoğraflarından bina detaylarının otomatik olarak belirlenebileceğini ve görüntü işleme teknolojisinin bu amaca yönelik olarak en uygun yöntem geliştirmesi açısından büyük katkı yapabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Fotogrametri, Hava Fotoğrafı, Görüntü İşleme, Dönüşüm, Matlab.

SUMMARY

Infrared Aerial Photographs to Determine Details of the Building

In recent years, high-resolution aerial photographs and satellite images to automatically identify objects and applications of modern geographic information technologies is of great importance. Among the most important of these applications includes buildings and road to be identified. Buildings identified, the underlying data sources for geographic information systems creates. In addition to this ,city planning and natural disasters,infactructure development ,the establishment of communication lines and the like used in many urban applications. Building an important data source for determining the digital aerial photographs, but retention of high spatial resolution and broad spectral features, as well as resolution is often used in many studies. This study, building and road details were discovered through aerial photography.

Detailed information on the purpose of building and road extraction, three different methods are used. These methods, Region Growing, Mean-shift, and Watershed Segmentation, and details were discovered by this method. Set aside the best results in the literature because the method used to study Canny filter. Applying these filters on the image of other objects of the sharp edges to facilitate separation provides. Methods related to code written in Matlab software and the image on the applications were executed.

Results for image control, the original image converted to grayscale images overlap with, Mean-shift segmentation methods from the methods used to determine the number of buildings higher than other methods that have been revealed.

This study details the building of infrared aerial photographs and image processing technologies can be automatically determine the most appropriate method has provided a significant contribution in terms of development.

Key Words: Photogrammetry, Aerial Photography, Image Processing, Transformation, Matlab.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Fotogrametrinin matematiksel modeli.....	4
Şekil 2. Pankromatik (S/B) görüntü.....	6
Şekil 3. Renkli görüntü.....	7
Şekil 4. Kızılötesi görüntü.....	8
Şekil 5. Dijital görüntü.....	10
Şekil 6. Geometrik dönüşüm (Referanslandırma).....	11
Şekil 7. Radyometrik dönüşüm: a) En yakın komşuluk, b) Bilineer enterpolason, c) Kübik katlama.....	12
Şekil 8. Radyometrik düzeltme uygulanmış görüntü: a) Orjinal görüntü, b) Düzeltilmiş görüntü.....	13
Şekil 9. Görüntü histogramı.....	14
Şekil 10. Lineer gerilmiş görüntü ve histogramı.....	14
Şekil 11. Histogramı germe.....	15
Şekil 12. Region Growing (Alan Büyütme) Segmentasyon Geometrisi.....	20
Şekil 13. Watershed (Havza) Segmentasyon Geometrisi.....	23
Şekil 14. Çalışma alanı.....	26
Şekil 15. Çalışma alanı: a) kırsal-1, b) kentsel-1, c) kırsal-2, d) kentsel-2, e) kırsal-3 ve f) kentsel-3 alan görüntüsü.....	28
Şekil 16. Bina detayı çıkarma akış diyagramı.....	29
Şekil 17. (a) Örnek bina için gelişigüzel yerleştirilmiş gölge (mavi) ve bina (sarı) işaretçi noktaları. (b) Watershed segmentasyon algoritmasının Ürettiği bina profili ve gölge alanları.....	32
Şekil 18. a) Kentsel-3 alan ve b) Kırsal-3 alan görüntüsü.....	33
Şekil 19. a) Kentsel-2 alan ve b) Kırsal-2 alan görüntüsü.....	34
Şekil 20. Segmentasyon yöntemlerinin Kentsel-1 alan görüntüsüne uygulanması: a) Region Growing segmentasyon, b) Mean-Shift segmentasyon, c) Watershed segmentasyon.....	35
Şekil 21. Morfolojik Operatörler'in uygulanması: a) Kentsel-1 alan ve b) Kentsel-2 alan.....	36

Şekil 22. Canny Kenar belirleme yöntemiyle Binaların belirlenmesi a) Kırsal-1 alan ve b) Kentsel-1 alan.....	37
Şekil 23. Tüm görüntünün 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin karşılaştırılması: a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon yöntemi.....	38
Şekil 24. Kırsal-1 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin karşılaştırılması: a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon yöntemi.....	40
Şekil 25. Kırsal-2 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin karşılaştırılması: a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon yöntemi.....	42
Şekil 26. Kırsal-3 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin karşılaştırılması: a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon yöntemi.....	44
Şekil 27. Kentsel-1 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin karşılaştırılması: a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon yöntemi.....	46
Şekil 28. Kentsel-2 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin karşılaştırılması: a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon yöntemi.....	48
Şekil 29. Kentsel3 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin karşılaştırılması: a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon yöntemi.....	50

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Tüm görüntü segmentasyon sonuçları.....	39
Tablo 2. Kırsal-1 görüntü segmentasyon sonuçları.....	41
Tablo 3. Kentsel-1 görüntü segmentasyon sonuçları.....	43
Tablo 4. Kırsal-2 görüntü segmentasyon sonuçları.....	45
Tablo 5. Kentsel-2 görüntü segmentasyon sonuçları.....	47
Tablo 6. Kırsal-3 görüntü segmentasyon sonuçları.....	49
Tablo 7. Kentsel-3 görüntü segmentasyon sonuçları.....	51

SEMBOLLER DİZİNİ

c	Asal Uzaklık
CBS (GIS)	Coğrafi Bilgi Sistemleri
D	Dönüşüm Matrisi
DN	Dijital Numara
f_x	Canny Kenar Bulma Operatöründe x Yönündeki Kenar Fonksiyonu
f_y	Canny Kenar Bulma Operatöründe y Yönündeki Kenar Fonksiyonu
G_x	Canny Kenar Bulma Operatöründe x Yönündeki Eğim
G_y	Canny Kenar Bulma Operatöründe y Yönündeki Eğim
h_s	Uzaysal Filtre
h_r	Spektral Filtre
$I(x)$	Watershed segmentasyonun Yükseklik Fonksiyonu
$K_{h_s, h_r}(x)$	İki Değişkenli Filtre
m_{ij}	Görüntü ile Arazi Arasındaki İlişki
N	Region Growingde Bulanık Piksel Sayısı
R	Ortalama Filtre
S/B	Pankromatik Görüntü
X_{ort}^{n+1}	Region Growing Bağıntısı
x	Görüntü Noktasının (P) x Koordinatı
y	Görüntü Noktasının (P) y Koordinatı
x_o	Asal Noktanın (H) x Koordinatı
y_o	Asal Noktanın (H) y Koordinatı
x^r	Spektral Kısımın İçin Filtre Boyutu
x^s	Uzaysal Kısımın İçin Filtre Boyutu
z_i	Görüntü Piksel Değeri
X_o, Y_o, Z_o	Projeksiyon Merkezi Arazi Koordinatları
ω, φ, γ	Projeksiyon Merkez Noktasının Dönüklük Değeri
ω_i	İ. Filtre Değeri

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kızılötesi uydu görüntüleri; binalar, yollar ve köprüler gibi insan yapısı objeler, bitki örtüsünün karakteristiği ve konumu gibi yeryüzünün şekli hakkında birçok bilgi sunmaktadır. Uzun yıllardan beri, siyah beyaz, renkli ve kızılötesi hava fotoğrafları üzerinden bina ve yol detayı gibi önem arz eden veriler, kullanıcılar tarafından el yordamı ile (manuel) tespit edilmektedir. Bilgisayar teknolojisi ve dijital görüntü işleme alanlarındaki gelişmeler, günümüzde detay çıkarma işleminin otomatikleşmesine ve ayrıca hızlı bir biçimde gerçekleştirilmesine imkân tanımaktadır. Kızılötesi hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri olmaksızın sözü edilen detay bilgilerinin manuel olarak toplanması ve güncellenmesi çok pahalı ve zaman alıcı bir işlemdir (Eker, 2006).

Günümüzde yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden nesnelere tespiti coğrafi bilgi sistemleri (CBS) uygulamaları içinde önemli bir konu haline gelmiştir. Bu uygulamaların önemli bir kısmını bina tespiti oluşturmaktadır. Tespit edilen binalar, CBS için temel bir veri kaynağı olup, aynı zamanda şehir planlamasında, altyapı gelişiminde, doğal afet planlamasında ve benzer birçok kentsel uygulamada da kullanılmaktadır. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde yapılan birçok çalışmada yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin detay çıkarımı için temel veri kaynağı olarak kullanıldığı görülmektedir (Sümer ve Yılmaz, 2008).

Fotogrametride birçok araştırma, yüksek yoğunluklu kentsel alanlarda binaların sınırlarını belirleme teknikleri üzerine gerçekleştirilmektedir. Üç boyutlu şehir modeli için bir çekirdek işlemci gibi bina nesnelere sınırlarını temsil etmesi için otomatik bir metod geliştirilmiştir. Bu metod sayesinde, görüntülerden otomatik üç boyutlu binalar çıkarılarak, üç boyutlu şehir modeli hızlı bir şekilde oluşturulmaktadır (Sohn ve Dowman, 2003).

Hava fotoğraflarından binaları saptamak, bilgisayarla görme (computer vision) ve uzaktan algılama teknolojileri için önemli bir sorun haline gelmektedir. Bunun en önemli nedeni, otomatik harita yapım uygulamalarına ihtiyacın olmasıdır. Bunun yanında hava fotoğraflarının çözünürlük, ortam ışık koşulları, alıcı (sensör) tipi, dönüklük ve renk kalitesi farklı olması, bu görüntülerden bina çıkarma işlemi için geliştirilecek algoritmaları zorlaştırmaktadır.

Bu zorlukların yanı sıra, düzgün binalara ilaveten karmaşık yapılara sahip diğer binalar veya ağaçlar tarafından kapalı olan binalar algoritmaların uygulanmasını zorlaştırabilir. Bu nedenle, etkin bir çözümün gerçekleştirilmesi için yukarıdaki zorlukları dikkate almak gerekir (Sırmaçek ve Ünsalan, 2008).

Hava fotogrametrisi, fotoğraf üzerinden üç boyutlu çizime, vektör harita ve ortofoto üretimine olanak sağlamaktadır. Hava fotogrametrisi ile yapılan haritalama oldukça pahalıdır. Fotogrametrik harita üretimi için hassas ve güncel mekansal bilginin elde edilmesi çok önemlidir (Ruzgiene, 2004).

Bina çıkarımı ve modellenmesi işlemi genellikle iki adımda incelenebilir. Bunlar; binanın saptanması (belirlenmesi) ve binanın yeniden düzenlenmesi işlemleridir. İlk işlemde binalar yer yüzeyinden ve diğer objelerden (örneğin ağaçlar) ayrılmalıdır. Bu işlemden sonra binaların üç boyutlu modelleri üretilmiş olur (Matikainen vd., 2003).

Bina saptamada kullanılan yöntemler çoğunlukla binalardan başka objelerin çıkarılması için verilerin sınıflandırılmasını esas alır. Bu yöntemler uydu görüntülerini, hava fotoğraflarını ve lazer tarayıcı verilerini kullanır (Haala ve Brenner, 1999b; Vögtle ve Steinle, 2000). Sınıflandırma işlemi piksel tabanlıdır, fakat ayırma işlemi normal olarak bölgeleri elde etme sürecinin bazı aşamalarında uygulanır.

Bu çalışmada, kızıl ötesi hava fotoğraflarından bina detaylarının otomatik olarak görüntü işleme teknolojisi ile hangi düzeyde belirlenebileceği ortaya konmuştur. Kızılötesi hava fotoğrafından belirlenen üç farklı kırsal ve kentsel bölgelere görüntü segmentasyon yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemler kullanılarak kızılötesi görüntüler üzerinde otomatik bina belirleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan görüntü 2002 tarihli KTÜ Kanuni Kampüsü ve çevresini içeren 1:16000 ölçekli renkli kızılötesi hava fotoğrafı olup, bu fotoğraf üzerinde bina sayısı oldukça az olan 3 farklı kırsal bölge ve bina sayısı fazla olan 3 farklı kentsel bölge seçilmiştir. Bu yöntemlerin belirlediği bina detaylarının doğruluk analizleri ve birbirlerine göre kıyasları yapılarak en hassas yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

1.1. Fotogrametri

Fotogrametri, cisimler ve oluşturdukları çevreden yayılan ışınların şekillendirdiği fotografik görüntülerin ve yaydıkları elektro manyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonunda, bu cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji ve bilim dalıdır (Wolf ve Dewitt, 2000).

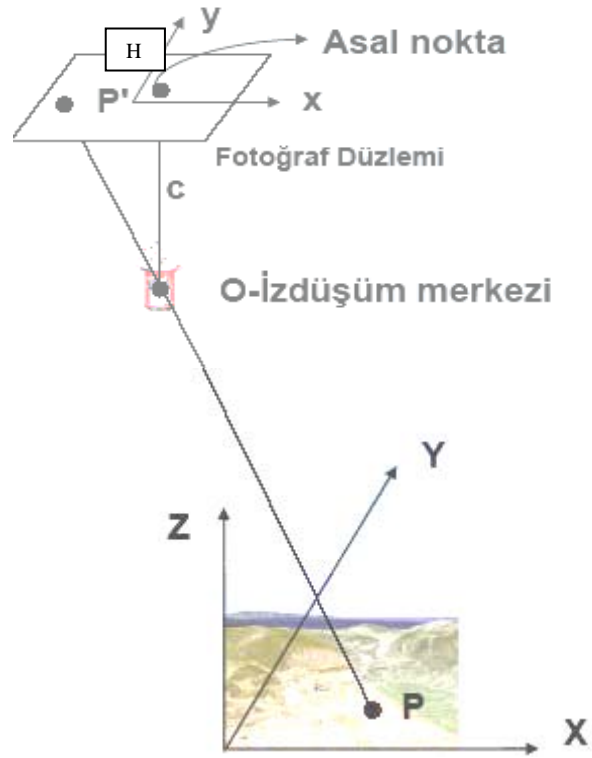
Temel amacı, plan ve harita yapımı olan, modern tekniğin gelişmesiyle pek çok alanda uygulama imkanı bulunan fotogrametri ile; cismin bir veya birkaç resimden yararlanılarak şekil, boyut ve konumunun hassas bir biçimde belirlenmesi mümkün olmaktadır.

Genel olarak fotogrametrinin sağladığı üstünlükler; objelere dokunmaksızın detay ölçümü yapılabilmesi, karmaşık yapı ve hareket halindeki cisimlerin şekil ve davranışlarının kolaylıkla belirlenebilmesi, resimlerin birer belge niteliğinde olup istenildiğinde tekrar kullanılabilir olması şeklinde sıralanabilir (Karlı vd., 2007).

Arazi kullanım haritalarının hazırlanması, deformasyon belirleme, kıyı çizgisi değişiminin tespiti, kıyı planlaması, orman alanlarındaki değişimin saptanması, yapılaşmış alanların belirlenmesi, kaçak yapıların tespiti fotogrametrik teknikle yoğun biçimde yapılmaktadır.

Fotogrametride veri olarak hava fotoğrafı ya da uydu görüntüleri kullanılmaktadır. Hava fotoğrafları siyah beyaz (pankromatik), renkli ve renkli kızıl ötesi (color infrared) olabilmektedir. Özellikle hava fotogrametrisi amacıyla çekilen fotoğraflar enine %20 boyuna ise %60 oranında bindirilirler ki, bunlara fotografik bindirmeler adı verilir. Böylece değerlendirilecek detayın da içinde bulunduğu bir stereo model elde edilir (Mikhail vd., 2001).

Fotogrametrinin matematiksel modeli, cisim uzay koordinat sisteminde mevcut noktaların fiziksel oluşum esaslarının matematiksel ifadeler olarak gösterimidir. Kolinearite koşuluna göre, cisim uzayındaki noktaları gösteren ışınlar resim çekme makinesi izdüşüm merkezinden gerçek resim düzlemine bir doğru boyunca izdüşürülür (Şekil 1).



Şekil 1. Fotogrametrinin matematiksel modeli

Bir noktanın arazi koordinatları ile fotoğraf koordinatları arasındaki ilişki,

$$x - x_0 = -c \frac{m_{11}(X-X_0) + m_{21}(Y-Y_0) + m_{31}(Z-Z_0)}{m_{13}(X-X_0) + m_{23}(Y-Y_0) + m_{33}(Z-Z_0)} \quad (1)$$

$$y - y_0 = -c \frac{m_{12}(X-X_0) + m_{22}(Y-Y_0) + m_{32}(Z-Z_0)}{m_{13}(X-X_0) + m_{23}(Y-Y_0) + m_{33}(Z-Z_0)} \quad (2)$$

eşitlikleri ile kurulur.

Burada, P, arazideki bir nokta, P' resimdeki nokta, H, asal nokta, O, izdüşüm merkezidir.

İki sistem arasındaki dönüklük matrisi ;

$$D = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{pmatrix} \quad (3)$$

eşitliği ile bulunur.

Bu eşitlikten;

$$m_{11} = \cos \varphi \cos \chi$$

$$m_{12} = -\cos \varphi \sin \chi$$

$$m_{13} = \sin \varphi$$

$$m_{21} = \cos \omega \sin \chi + \sin \omega \sin \varphi \cos \chi$$

$$m_{22} = \cos \omega \cos \chi - \sin \omega \sin \varphi \sin \chi$$

$$m_{23} = -\sin \omega \cos \varphi$$

$$m_{31} = \sin \omega \sin \chi - \cos \omega \sin \varphi \sin \chi$$

$$m_{32} = \sin \omega \cos \chi + \cos \omega \sin \varphi \sin \chi$$

$$m_{33} = \cos \omega \cos \varphi$$

yazılır.

(1), (2) ve (3) eşitliklerinde, D, dönüşüm matrisi, ω , φ ve χ , X_0, Y_0, Z_0 koordinatlarına sahip istasyon noktasından dönüklük değerleri, x, y, P noktasının görüntü koordinatları, x_0, y_0 , asal noktanın görüntü koordinatları, X, Y, Z, P noktası arazi koordinatları, X_0, Y_0, Z_0 , izdüşüm (Projeksiyon merkezi arazi koordinatları), c , asal uzaklık ve m_{ij} katsayıları, görüntü ile arazi koordinatları arasındaki dönüklük matrisinin (D) elemanlarıdır.

1.2.1. Fotogrametride Görüntü Türleri

Görüntü, objelerden yansıyan ve yayılan ışığın kameralar yardımıyla cam, film ve kağıt gibi emülsiyonların üzerine saptanması ile elde edilir. Görüntü türleri siyah-beyaz ve renkli görüntüler olmak üzere iki kısma ayrılır.

1- Siyah-Beyaz Görüntüler

Siyah-beyaz görüntüler farklı gri renk tonu bilgisi taşırlar. Bit sayısı bu renk tonu sayısına göre değişiklik gösterir. Örnek verirsek, 8 bitlik bir görüntü 0-255 arasında toplam 256 farklı renk tonundan oluşur. Siyah-Beyaz görüntüler Ortokromatik, Pankromatik ve Hyper-Pankromatik görüntüler olmak üzere üçe ayrılır.

Ortokromatik Görüntü: 0.4-0.5 mikron dalga boyları arasındaki ışıklara özellikle yeşil renge duyarlıdırlar.

1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların yapılması amacıyla çekilen hava fotoğraflarında kullanılmıştır. Yazın çekilen fotoğraflar iyi renk tonu farklılıkları sağlar.

Pankromatik (S/B) Görüntü: 0.4-0.7 mikron dalga boyları arasındaki ışınlar duyarlıdır. Mavi ve yeşil renge karşı duyarlılığı az olup, tam siyahla beyaz arasında renk tonu farklılıkları verir (Şekil 2).

Hyper-Pankromatik Görüntü: Yeşil renk alanına duyarlılığı yükseltilmiştir. Pek fazla kullanılmazlar.



Şekil 2. Pankromatik (S/B) Görüntü

2- Renkli Görüntüler

Renkli görüntüler üç ayrı görüntü matrisinin üstüste çakıştırılması olarak düşünülebilir. Bu matrislerden herbiri kırmızı, yeşil ve mavi tonları ifade eder. Bu üç renk tonunu kombinasyonları ile renkli görüntüler elde edilir. Örnek verirsek, her kanalda 8 bitlik yani 256 farklı renk tonu kullanılmakta ise, renkli görüntüde 24 bitlik renk derinliği oluşacaktır. Bu da bilgisayarlarda gerçek renk (True Color) olarak ifade edilir. Renkli görüntüler normal renkli ve kızılötesi renkli görüntüler olmak üzere ikiye ayrılır.

Renkli Görüntü: Bu görüntülerde mavi, yeşil ve kırmızı renge duyarlı üç farklı emülsiyon tabakası bulunur.

Atmosferin etkisi bu tür görüntülerde fazla olduğu için güneşli ve sissiz havalarda kullanılmalıdırlar (Şekil 3).

Kızılötesi Görüntü: 0.7-1.0 mikron dalga boyu arasındaki ışınlar karşı duyarlıdırlar. Bu görüntüler kullanılarak çekilen fotoğraflardaki renkler cisimlerin gerçek renkleri olmayıp suni renklendir.

Bu nedenle kızılötesi renkli görüntülere “yanlış veya yapay renkli” görüntüler denilmektedir (Şekil 4). Kızılötesi renkli görüntülerin pratikte pek çok kullanım alanı vardır. Ancak fotoğraf amaçlı kullanımı diğer kullanım amaçlarına göre çok küçük bir bölümü tutar. Esas kullanım askeri ve bilimsel alanlardadır. Bunların dışında, kararmış, silinmiş ve okunamayan belgelerin okunmasında, büyük ormanlık alanlarda, hasta ağaçların tespiti ve hastalığın yayıldığı alanların tespitinde, bitki örtüsünün incelenmesinde, tarım ürünlerinin tahmini rekolte miktarının tayininde kullanılır.



Şekil 3. Renkli Görüntü



Şekil 4. Kızılötesi Görüntü

1.2.2. Dijital Fotogrametri

Günümüzde analog ve analitik fotogrametri alet ve yöntemlerinden dijital fotogrametri alet ve yöntemlerine doğru hızlı bir geçişin olduğu gözlenmektedir.

Bu hızlı geçişin en önemli nedenleri olarak; çok çeşitli ürünlerin (ortofoto, fotomozaik, sayısal ve vektörel harita bilgileri, fotogrametrik nirengi ölçüm ve dengeleme sonuçları gibi) bu sistemlerden elde edilmesidir. Dijital fotogrametri; klasik fotogrametri teorisi ile sayısal görüntü işleme tekniklerinin birleştirilmesi şeklinde oluşan yeni bir tekniktir. Bu yöntemi kullanan sistemlere “digital fotogrametrik iş istasyonu” denir. Dijital fotogrametrinin temeli, sayısal formda hava fotoğraflarının kullanımına dayanır (Çölkesen ve Sesli, 2007).

Dijital Fotogrametri, raster görüntülerin yüksek çözünürlükte ve çok sayıda renklerin bilgisayarda elde edilmesi sayesinde, fotogrametrik çalışmaların hızını artırmıştır. Bunların yanı sıra günümüzde bilgisayar teknolojisinin ilerlemesi, güçlü bellek ve hızlı işlemcilerin yapılması sayesinde dijital fotogrametrinin gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Uydu görüntüleri ya da hava fotoğrafları görüntü işleme sistemlerinde görsel ve dijital görüntülere dönüştürülürler.

Bu görüntüler zenginleştirme ve sınıflandırma teknikleri kullanılarak tıp, askeri alan, savunma, eğitim, sanat, tarım, endüstri, coğrafya, arkeoloji, fizik, biyoloji, astronomi, karakter tanıma, parmak izi tanıma, x-ışınlarının ve kan örneklerinin incelenip bilgisayar tarafından yorumlanması ve hayatın hemen hemen tüm alanlarında kullanılmaktadır (Gazioğlu vd., 1997 ; Sağıroğlu vd.,2003).

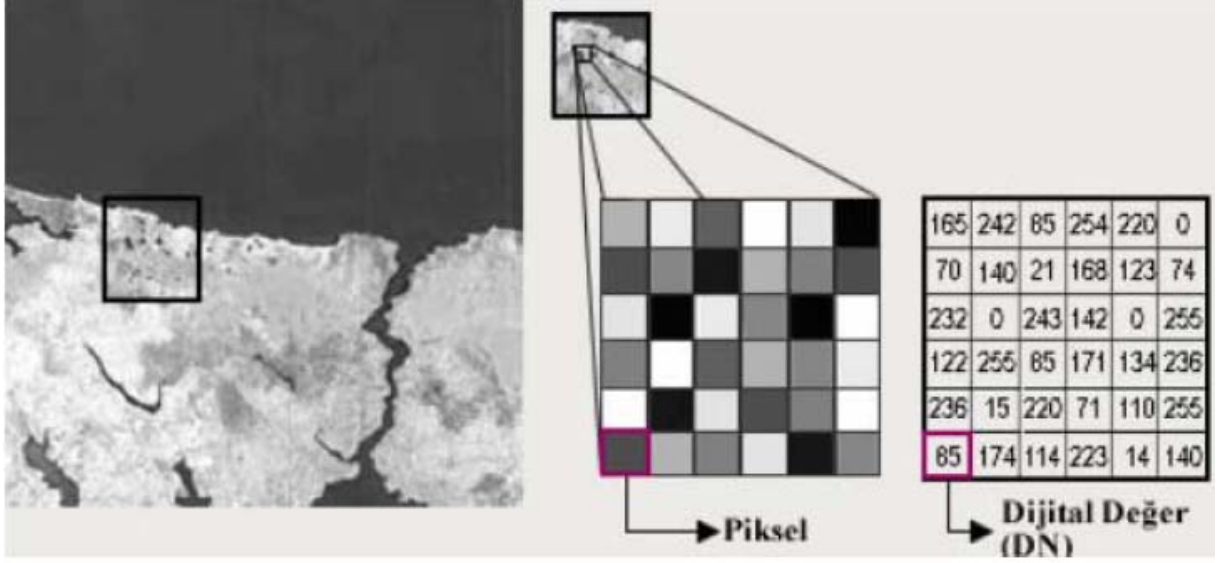
1.3. Dijital Görüntü

Uzaktan Algılama görüntüleri dijital formlarda kayıt edilir ve bilgisayarlar tarafından görüntüye dönüştürülmek üzere işlenir. Bir uzaktan algılama sisteminde algılayıcı enerjiyi (ışığı) algılar, ölçer ve miktarını bilgisayarın okuyabileceği bir sayıya çevirir. Yörüngedeki uzay aracı bu kodları sinyaller ile yeryüzündeki uydu yer istasyonuna gönderir. Bu sinyaller alınarak sayı dizilerine çevrilir, sıra ve sütunlar bir gri değerine denk gelen sayı ile ifade edilir ve bir dijital görüntü oluştururlar.

Kısaca, sayılar küçük resim elemanlarına çevrilirler ve bir araya geldiklerinde görüntünün tamamını oluştururlar. Dijital görüntüyü oluşturan resim elemanlarına piksel adı verilir.

Her piksele ait olan ve temsil edilen alandan gelen ortalama ışınımı veren değer Dijital Numara (DN, digital number) ile gösterilir. DN değerleri genellikle 0-255 arasındadır (Şekil 5). Dijital fotogrametri dijital görüntüler ile işlem yapar. Dijital görüntü kullanmanın çeşitli avantajları vardır:

- Görüntüler direkt olarak bilgisayarda görüntülenebilir ve ölçülebilir
- Ölçüm sistemleri sabittir ve kalibrasyona gerek yoktur
- Görüntüde iyileştirme (image enhancement) yapılabilir
- Dijital görüntü işleme teknikleri fotogrametrik ölçme ve değerlendirme işlerinin otomatik olarak yapılmasını sağlar.



Şekil 5. Dijital görüntü

1.4. Görüntü İşleme

Görüntü işleme, bilgisayar yardımı ile uydu verilerinin veya diğer raster verilerin işlenmesi ve yorumlanarak anlamlı bilgilerin elde edilmesidir.

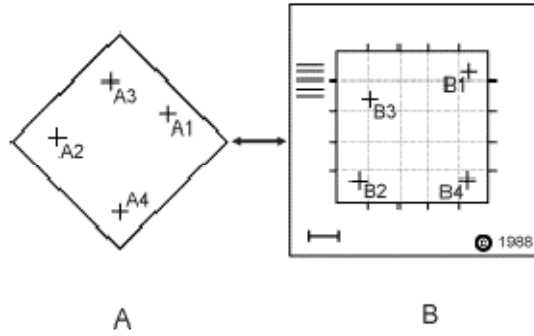
Görüntü işleme sistemi, görüntüyü aydınlatmak için bir ışık, bir sensor sistem ve bilgisayar ile sensor sistem arasında analog bilgiyi bilgisayarın anlayabileceği dijital bilgiye dönüştüren bir ara yüzden oluşmaktadır (Erhart ve Ferron, 2000). Kısaca görüntü işleme, genel terim olarak resimsel bilgilerin manipülasyonu ve analizi demektir (Castelman, 1996; Yaman, vd., 2001).

Görüntü işleme temelde parlaklık, kontrast, renk vb. görüntüye ait bilgilerin değiştirilmesi; manyetik alan, görüntüleme sırasında hatalı donanım ayarlarının kullanılması vb. nedenlerle oluşan görüntü kirliliklerin (noise) giderilmesi, detayların daha belirgin hale getirilmesi (sharpening) gibi görüntü kalitesinin iyileştirilmesine (image enhancement) yönelik işlemleri ifade eder ve sonuçta yeni bir görüntü elde edilir. Görüntü işleme içinde görüntü ön işleme, görüntü iyileştirme ve görüntü zenginleştirme konuları incelenecektir.

1.4.1. Ön İşlemler (Pre-processing)

Ön işlemler (pre-processing), esas verilerin ve bilgilerin tam olarak ortaya çıkarılması için gerekli olan hazırlıkları içerir ve bunlar radyometrik ve geometrik düzeltmeler olarak sınıflandırılır (Castelman, 1996).

Geometrik düzeltme (Geometric registration) : Geometrik düzeltme işlemi ile görüntü, bulunduğu koordinat sisteminden (resim koordinatları) başka bir koordinat sistemine taşınır. Görüntünün geometrik düzeltme işlemleri (geometric registration process) 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 yerleştirilirler (Şekil 6). Buna görüntüden haritaya geçiş (image-to-map registration) denir. Ayrıca geometrik kayıt coğrafi koordinatların yerine bir görüntüden diğer görüntüye geçiş için de tercih edilir. Buna görüntüden görüntüye dönüşüm (image-to-image registration) denir (Mather, 1996).

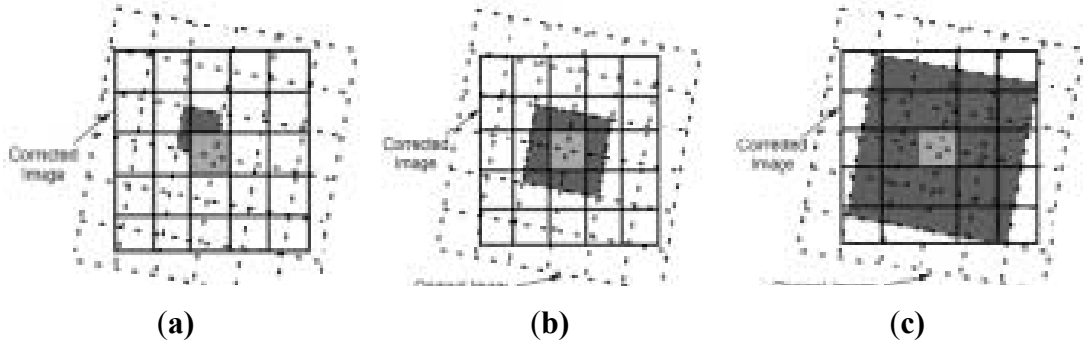


Şekil 6. Geometrik dönüşüm (Referanslandırma)

Distorsiyonlu görüntünün geometrik düzeltmesi için, yeniden örnekleme adı verilen bir işlem, düzeltilmiş görüntüde yeni piksellerin dijital değerlerini belirlemede kullanılır. Yeniden örnekleme metodu, distorsiyonlu görüntüdeki orijinal dijital piksel değerlerinden yeni piksel değerlerini hesaplar. Yeniden örneklemede üç farklı metot vardır. Bunlar; en yakın komşuluk (nearest neighbour), bilineer enterpolasyon (bilineer interpolation) ve kübik katlamadır (cubic convolution) (Şekil 7).

En yakın komşuluk yöntemi, bu yöntemde, orijinal görüntüde yeni piksel konumuna en yakın dijital piksel değerlerinden faydalanılarak düzeltilmiş piksel değerleri hesaplanır.

Basit bir metottur ve orijinal değerler değişmez. Fakat bazı pikseller kaybolurken bazılarının çifti oluşabilir. Bilineer enterpolasyon yöntemi, orijinal görüntüde yeni piksel konumuna en yakın dört pikselin ortalama ağırlığı kullanılarak yeni piksel değerleri hesaplanır. Orijinal piksel değerleri değişir ve görüntü harici yeni piksel değerleri oluşur. Şayet spektral sınıflandırma gibi daha ileri işlem ve analizler istenmiyorsa bu işlem yapılabilir. Kübik katlama yöntemi, orijinal görüntüde, yeni piksel konumunu çevreleyen sekiz pikseli bir bloğun ağırlıklı ortalaması kullanılarak yeni piksel değeri hesaplanır. Bilineer enterpolasyonda olduğu gibi bu metotta tamamen yeni piksel değerleriyle sonuçlanır (Mather, 1996).



Şekil 7. Radyometrik dönüşüm: a) En yakın komşuluk, b) Bilineer enterpolason, c) Kübik katlama

Radyometrik düzeltme, bir görüntüdeki noise (bozukluk); düzensizlikler yada verinin alınması veya/ve kaydı ve veri iletimi esnasında meydana gelen olaylardan dolayı olabilir. Bozuklukların ortak yapısı sistematik kayıplar içermesi yada bant alımı esnasındaki kayıplardır. Kayıp hatlar bant alımı esnasındaki değişim ve sürüklenmeden dolayı meydana gelir. Kayıp hatlar normal olarak, hattın altında yada üstündeki değerlerle yada her ikisinin ortalaması yeni bir hatla düzeltilir. Radyometrik düzeltmeler için bazı filtreleme yöntemleri kullanılarak, bilgilerdeki düzensiz ve yanlış algılamalara neden olan atmosferik etkilerin giderilmesini ve algılayıcılar tarafından algılanan radyasyondan, objeleri tam olarak temsil etmeyen yansımaların düzeltilmesi ya da elimine edilmesi ile radyometrik hatalar giderilmektedir (Mather, 1996) (Şekil 8).



a) Orjinal görüntü

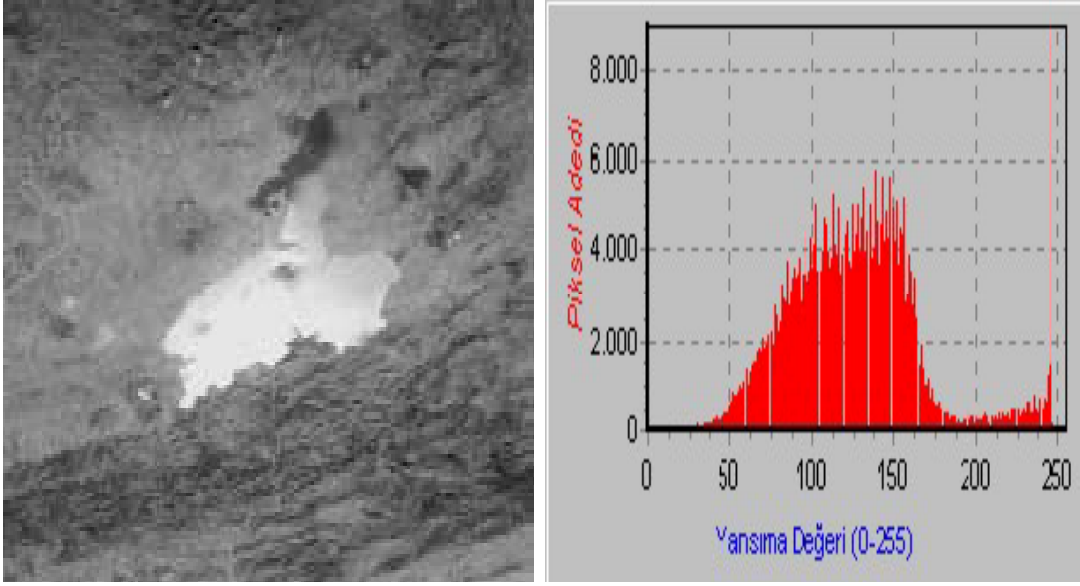
b) Düzeltilmiş görüntü

Şekil 8. Radyometrik düzeltme uygulanmış görüntü: a) Orjinal görüntü, b) Düzeltilmiş görüntü

Bu geometrik ve radyometrik etkilerin ikisi de görüntü iyileştirme ve sınıflandırmadan önce giderilmiş olmalıdır.

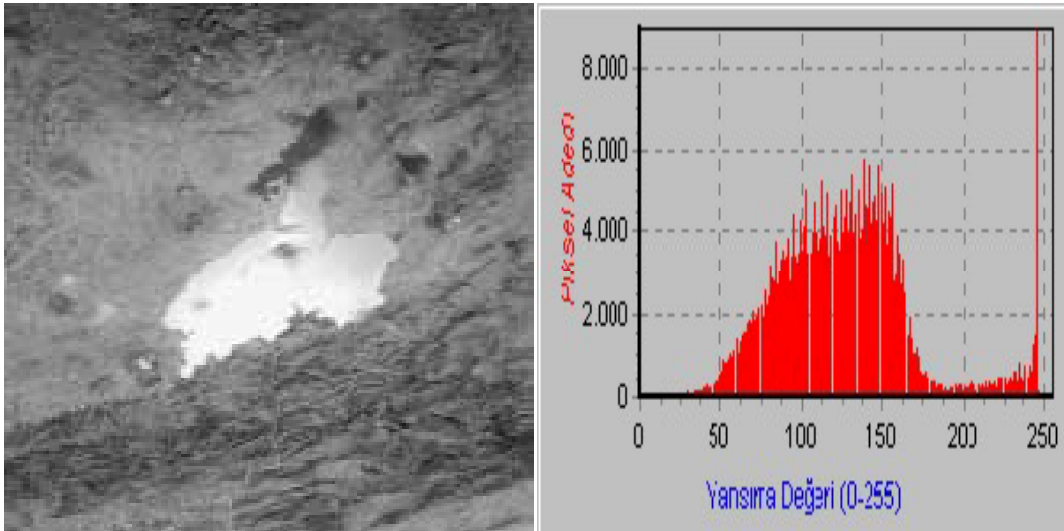
1.4.2. Görüntü İyileştirme (Image Enhancement)

İyileştirmeler (enhancements), görüntünün görsel yorumlama ve anlaşılmasını artırmak için yapılır. Ham görüntüde, faydalı veri çoğu kez, dijital değerleri elde edilen sahanın sadece küçük bir bölümünde yoğunlaşır. Kontrast artırma, mevcut görüntüdeki orijinal değerlerin çoğunu değiştirir. Histogram görüntüyü oluşturan bütün parlaklık değerlerini grafiksel olarak gösterir. Histogramda parlaklık değerleri (0-255) x eksenini boyunca, bulunma sıklığı (frekans) ise y eksenini boyunca gösterilir (Maillet, vd. 1999) (Şekil 9).



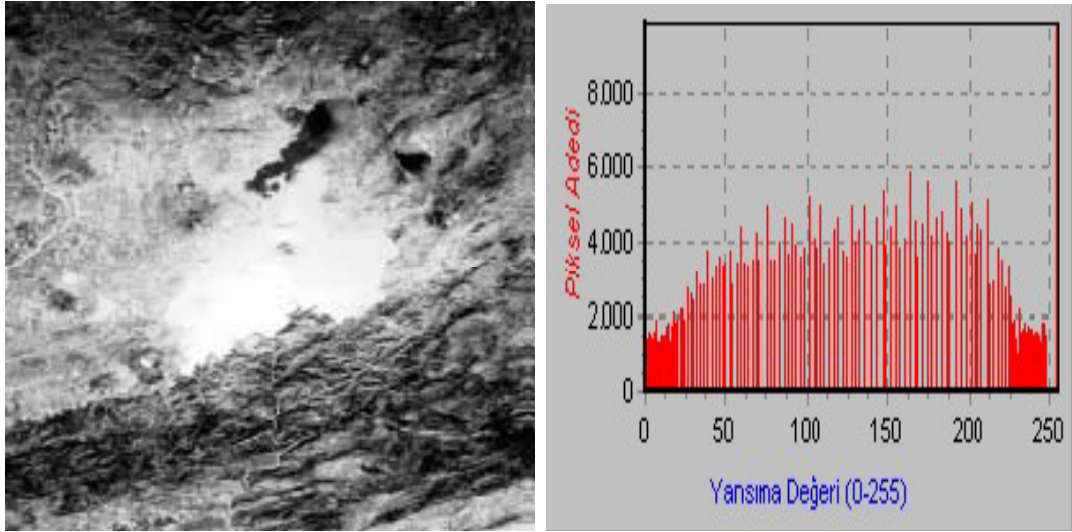
Şekil 9. Görüntü histogramı

Histogramda grafiksel olarak gösterilen dijital değerleri kullanarak, görüntüde çeşitli iyileştirmeler yapılabilir. Görüntüde kontrast ve detay iyileştirmenin farklı teknik ve metotları vardır. En basit iyileştirme metodu lineer kontrast gerilimidir (lineer contrast stretch). Bu yöntemde histogramdaki en alt ve en üst değerler belirlenir ve bütün aralıkları doldurmak için bu sıralar gerilir (Mather, 1996) (Şekil 10).



Şekil 10. Lineer gerilmiş görüntü ve histogramı

Özellikle görüntünün girdiği aralık düzgün bir dağılım göstermiyorsa, görüntünün girdiği aralığın tüm aralığı kaplayacak şekilde üniform bir dağılımı her zaman görüntüyü iyileştirmeyebilir. Bu durumda, histogram eşitliği gerilimi (histogram-equalized stretch) daha iyi bir sonuç verecektir (Şekil 11). Bu yöntem, histogramın sıklıkla meydana gelen kısımlarına daha fazla görüntü değerleri (aralık) atar. Bu yolla, bu alandaki detay, değerlerin az sıklıkla meydana geldiği orijinal histogramın bu alanlarından, daha iyi bir seviyeye getirilmiş olacaktır (Sabins 1996).



Şekil 11. Histogram germe

1.4.3. Görüntü Zenginleştirme

Görüntü zenginleştirme, görüntüde yer alan farklı fiziksel detaylar arasındaki ayrımı artırarak bir görüntünün görsel yorumlanabilirliğini artırır. Bunu gerçekleştirmek için ise çeşitli sayısal filtreleme matrisleri kullanılır. Görüntüdeki farkların vurgulanması, kenar çizgilerinin vurgulanması ya da giderilmesi işlemleri için farklı sayı matrisleri kullanılır (Çölkesen ve Sesli, 2007).

Filtreler, görüntü zenginleştirme amacı ile de uygulanan, adından da anlaşılacağı gibi görüntüde belirli ayrıntıların ayıklanması ya da daha belirgin hale getirilmesi vb. gibi işlemleri gerçekleştiren operatörlerdir. Görüntünün görsel anlamda daha iyi anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi 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 (Ateş ve Demir, 2009).

Alçak geçirgen bir filtre; büyük, benzer tonda homojen alanları belirginleştirmek ve çok küçük detayları azaltarak sadeleştirmek üzere kullanılır. Yüksek geçirgen filtreler ise, küçük detayları keskinleştirmek ve mümkün olduğu kadar çok detayı ortaya çıkarmak için kullanılır.

Filtreler, sıralı filtreler ve ortalama filtreler olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Çalışmada Ortalama (Averaj) filtre kullanılmıştır. Ortalama filtrelerde ise, seçilen komşuluktaki gri düzeylerin tanımlanan bir ortalama değeri hesaplanır, bu ortalama değer maskenin merkezine karşılık gelen görüntü pikselinin gri düzey değeri olarak kabul edilir. Ortalama filtreler Gauss dağılımına uyan ya da uniform dağılımlı görüntülerin ayıklanmasında etkiliyken, sıralı filtreler tuz-biber türündeki gürültülerin temizlenmesinde oldukça etkilidir.

Ortalama filtre görüntüye m satır ve n sütun olmak üzere;

$$R = \omega_1 z_1 + \omega_2 z_2 + \dots + \omega_{mn} z_{mn} \quad (4)$$

$$= \sum_{i=1}^{mn} \omega_i z_i$$

bağıntısı ile güncellenir.

(4) eşitliğinde, ω_i : mxn matrisli i. filtre değeri, z_i :görüntü piksel değeridir.

1.5. Detay Belirleme

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 yapımı ve revizyonu için gerekli veri ihtiyacı gün geçtikçe hızla artmaktadır. Bu verilerin temini manüel (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).

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 (Karlı vd., 2009).

Otomatik detay çıkarma stratejileri otomasyonun derecesine uygun olarak tam veya yarı otomatik diye sınıflandırılırlar. Yarı otomatik metotların amacı gerçek zamanda yardımcı operatör olmaktır. Bu detaylar pek çok GIS uygulamalarında yararlı olmaktadır ve elle çıkarma işlemi için çok zaman alıcıdır (Ruzgiene, 2004). Görüntülerden binalar, yollar, nehirler, köprüler ve kıyı çizgiler vb. detaylar çıkarılır. Çalışmada, kızılötesi hava fotoğrafından bina detayı belirlenmiştir.

1.5.1. Bina Detayı Belirleme

Birçok fotogrametrik araştırma, yoğun kentsel yapı içerisindeki binaların tespitine yönelik teknikler üzerinde yoğunlaşmaktadır. 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). Görüntü işleme tekniklerine dayalı otomasyon ile binaların tespit edilmesi, üç boyutlu şehir modeli oluşturmaya yönelik talepleri daha da artırmıştır.

Bina detay belirlenmesinde çözümleni 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 çözümleni oldukça zorlaştırmaktadır (Brenner, 2000; Matikainen vd., 2003; Dong-Min Woo vd., 2008).

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).

Hava fotoğrafları kullanılarak yapılan bir çalışmada binaların tespiti, bina gölgelerinin görüntünün en karanlık bölgeleri olması prensibinden yola çıkılarak gerçekleştirilmiştir (Huertas ve Nevatia, 1988; Irvin ve McKeown, 1989).

Görüntüdeki her bir binaya bağımsız segmentasyon ve vektörizasyon işlemleri uygulanır, sonra tüm sonuçları birleşip yeni bir model oluşur (Vestri ve Devernay, 2001).

1.6. Segmentasyon (Segmentation)

Segmentasyon, görüntüyü kendisini meydana getiren alt görüntülere parçalama, ayırma işlemidir. Buna, görüntü ayırma işlemi ya da segmentasyon işlemi denir. Bu parçalar birbirleri ile örtüşmemeli ve kendi içlerinde belirleyici bir özelliğe göre süreklilik göstermelidir.

Segmentasyon sonucu ortaya çıkan bu parçalar segment (bölüt) adını alır (Gonzalez ve Woods, 2002).

Detaylı görüntü ayırma işlemleri, görüntü işlemede en zor işlemlerden sayılır. Bu nedenle genellikle küçük hatalarla birlikte kaba görüntü ayırma işlemleri uygulanır.

Segmentasyon işlemindeki temel amaç, görüntü üzerindeki bir objenin arka plandan ayrıştırılarak ortaya çıkarılmasıdır. Görüntü segmentasyon algoritmaları eşikleme, kenar tespiti, bölge çıkarımı gibi farklı yaklaşımları temel alır (Beucher vd. 1992).

Görüntü segmentasyon algoritmaları, görüntü içerisindeki objeleri ayırt etmek için objenin kendisindeki homojenliği veya obje sınırlarındaki karşıtlığı (kontrast) araştırma düşüncelerini temel alır. Birçok görüntü segmentasyon algoritması bu iki temel yaklaşımın değişik uzantısı ve birleşimidir (Heionen vd. ; Selver vd., 2007).

Segmentasyon, görüntü işleme ve bölge tanımla için bir anahtar gibi olup, düşük düzeyde görmeye karşı temel bir aşamadır. Bununla birlikte nesne tanımlama ve izleme, görüntü yenileme, yüzey tanımlama ve diğer bilgisayar görmeye ilişkili uygulamalar için önemlidir (N. Pal ve S. Pal, 1993).

Çalışmada kullanılan segmentasyon metotlarının amacı, bölgeler arasındaki sınırları bularak bölümleri tanımlamaktır. Sınırları bularak bölge tanımlamak kolaydır. Ancak belirtilmesi gereken nokta, kenar sezme ve bölge genişletme metotlarındaki segmentasyon sonuçlarının tamamen aynı olmamasıdır. Bölge genişletme teknikleri genelde kenar sezmenin zor olduğu gürültülü görüntülerde iyi sonuç verir. Buna karşın, homojenlik bölgelerde önemli bir özelliktir ve bölge genişletmede temel segmentasyon kriteri olarak kullanılmaktadır. Homojenlik kriteri gri seviye, renk, şekil gibi özelliklere bağlı olmaktadır (Alçı ve Akdemir, 2005). Çalışmada Region Growing (Alan Büyütme), Mean-Shift (Ortalama Değişkenli) ve Watershed (Havza) olmak üzere üç farklı segmentasyon yöntemleri kullanılmıştır.

1.6.1. Region Growing (Region Growing) Segmentasyon (Segmentation)

Region Growing segmentasyon, adından da anlaşılacağı gibi, görüntünün içinde yer alan pikselleri veya alt bölgeleri daha önceden belirlenmiş kriterlere göre birleştiren bir görüntü segmentasyon tekniğidir. Başlama noktası otomatik olarak belirlenebileceği gibi kullanıcı müdahalesi ile de belirlenebilir. Kullanıcı ilk olarak bir veya birden fazla referans/tohum (seed) bölgesi seçer. Region Growing tekniği iteratif olarak çalışır. Her iterasyonda komşu pikseller/bölgeler gözden geçirilir ve önceden tanımlanmış bir benzerlik kriterine göre en uygun piksel alana katılır.

Bir sonraki iterasyonda alanın ortalama değeri ve standart sapması güncellenir. Komşu piksellerden benzerlik kriterini sağlayan piksel kalmayana dek bu işlem devam eder (Demirkol ve Serinağaoğlu, 2005 ; Edman , 2007).

Region Growing tekniği literatürde en çok kullanılan görüntü bölütleme tekniklerinden biridir (Menhert ve Jackway, 1997; Adams ve Bischof, 1994; Hojjatoleslami ve Kittler, 1998; Lakare vd., 2000; Xuan ve Adali, 1995).

Bölgesel tabanlı tekniklerin varsayımı olan benzer bölgelere sahip benzer görsel (gri seviye, renk değeri ve doku) özelliklerin bir birlerine yakın piksellerin olacağı varsayılır. Bu yaklaşımların en iyi bilineni Region Growing segmentasyon yöntemidir. (Haralick ve Shapiro, 1985). Region Growing segmentasyonun geometrik yapısı Şekil 12’te verilmiştir.

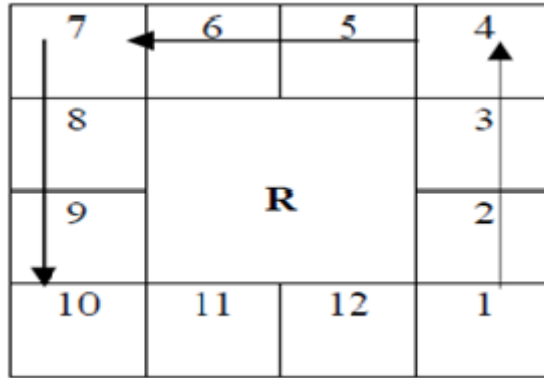
Burada R, büyütülmekte olan alanı, etrafındaki numaralandırılmış yerler ise komşu pikselleri göstermektedir. Region Growing işlemi birbirine dik dört istikamette devam eder.

Her bir pikselin dahil edilmesiyle güncellenen alanın ortalama değeri,

$$X_{\text{ort}}^{n+1} = \frac{N}{N+1} X_{\text{ort}}^n + \frac{1}{N+1} I(i, j) \quad (5)$$

bağıntısı ile güncellenir.

(4) eşitliğinde, $I(i, j)$ komşu pikselin gri-düzey değerini, N , alan içinde yer alan piksel sayısını ve n de iterasyon indeksini ifade eder (Demirkol ve Serinağaoğlu, 2005) (Şekil 12).



Şekil 12. Region Growing Segmentasyon Geometrisi

Region Growing segmentasyona göre, aynı parlaklık değerine sahip bölge yerine aynı parlaklık değerine sahip komşu pikseller vardır. Kısacası, Region Growing segmentasyonun genel düşüncesi aynı homojenlik kriterine göre bir bölge içerisinde benzer grup pikseller veya benzer parlaklığa sahip pikseller vardır (Lu vd., 2003 ; Alçı ve Akdemir, 2005).

1.6.2. Mean-Shift (Ortalama Değişkenli) Segmentasyon (Segmentation)

Mean-Shift algoritması görüntü sınıflandırması için güçlü bir tekniktir. Bu algoritma filtre ile her bir noktaya tekrarlanarak hareket ettirilir ve sürekli iyi sonuçlar temin eder (Yang vd., 2003 ; Comaniciu and Meer, 1997; Comaniciu and Meer, 2002 ; Fukunaga and Hostetler, 1975; Cheng, 1995).

Segmentlere ayrılacak olan bir görüntü p-boyutlu olabilen iki boyutlu matrislerden (gri tonlara sahip bir görüntü için p=1, renkli bir görüntü için p=3, çok-bantlı görüntüler için ise p>3 olmaktadır) oluşmaktadır. Segmentlere ayrılacak olan görüntü aslında iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi iki boyutlu matrisin oluşturduğu uzaysal kısımdır.

İkincisi ise o matrisleri dolduran spektral değerlerin oluşturduğu spektral mesafe uzayıdır. Her iki kısmın öklit metriği geometrisine uygun olduğu kabul edilmiştir. Dolayısıyla, görüntü segmentasyonu işlemi sırasında bu iki kısmın beraber ele alınması ve karakteristiklerine uygun bir şekilde normalizasyona tabi tutulmaları gerekmektedir. Bu nedenle, görüntü segmentasyonu için kullanılacak olan K filtresi adı geçen iki kısmı simgeleyen iki simetrik filtrenin çarpımı şeklinde oluşturulacak ve iki kısım için farklı filtre boyutları tanımlanacaktır (Comaniciu et. al., 2002):

$$K_{h_s, h_r}(x) = \frac{c}{h_s^2, h_r^p} K\left(\left\|\frac{x^s}{h_s}\right\|^2\right) K\left(\left\|\frac{x^r}{h_r}\right\|^2\right) \quad (6)$$

bağıntısı şeklindedir.

(5) eşitliğinde, x^s uzaysal kısmı, x^r spektral kısmı, h_s ve h_r uzaysal ve spektral kısımlar için uygulanan filtre boyutlarını ve c ise tanımlanacak olan normalizasyon katsayısını belirtmektedir.

h_s ve h_r parametreleri segmentasyonun başarısını belirleyen en önemli parametredir. Görüntü segmentasyonu için $h = (h_s, h_r)$ şeklinde tanımlanır. Tahmini yapılan herhangi bir dağılımın modlarının bulunması dolayısıyla segmentasyonun çözünürlüğünün belirlendiği parametredir.

Mean-Shift segmentasyon yöntemi görüntüye uygulanırken, ilk olarak görüntüde istenen renk sayısı kadar küme merkezi belirlenir. Merkezler 0-255 arası değerlerle belirlenebileceği gibi, görüntü içinden seçilen piksellerin değerleri de küme merkezi olarak atanır. Sonra görüntüdeki piksellerin, her bir küme merkezine olan mesafesi hesaplanır. Piksel hangi küme merkezine aitse, o kümeye aittir denir ve bu bilgi kaydedilir. Her küme için, içine aldığı piksellerin R,G,B değerleri ayrı ayrı toplanıp ortalaması alındığında yeni küme merkezleri belirlenmiş olur.

İşleme eski ve yeni küme merkezleri aynı olana kadar veya değişim belli bir eşik değerinin altında kalıncaya kadar devam edilir.

Her piksele ait olduğu küme merkezinin renk değeri verilir. Sonuçta oluşan görüntü, belirlenen küme merkezi kadar renkli bir görüntü oluşur.

1.6.3. Watershed (Havza) Segmentasyon (Segmentation)

Watershed segmentasyon, bölge çıkarımı temeline dayanan bir görüntü işleme algoritması olup topografya biliminde yer alan su bölümü çizgileri ve su kaynağı Watershedsı kavramlarını temel almaktadır (Beucher vd. 1992).

Watershed segmentasyonun ana düşüncesi, görüntü yoğunluğunu ifade eden topoğrafik anlayışa dayandırılmadır. Bu arada, Watershed segmentasyonu da devamsızlık algılama, eşiklendirme ve bölge işleme dahil olmak üzere diğer temel görüntü segmentasyon yöntemlerini temsil eder. Bu faktörler nedeniyle, Watershed segmentasyonu diğer segmentasyon algoritmalarına göre daha çok etkililik ve değişmezlik gösterir (Gonzalez ve Woods, 2002).

Watershed segmentasyon gri düzeydeki görüntüler için en iyi yöntemdir. Siyah beyaz görüntülere Watershed segmentasyonu uygulamak için, gri düzeydeki görüntüye çevirmek gibi bir ön işlemeye ihtiyaç duyar (Chen ve diğerleri, 2004).

Watershed dönüşümünde, her bir gri-düzeyle görüntüyü gri düzey değerleri yükseklik ifade eden bir topolojik yüzey olarak düşünülebilir.

Eğer bu topolojik yüzeyin minimum noktalarından su bastırmaya başlanırsa ve farklı kaynaklardan gelen suların birleşmesini engellenirse, görüntüyü iki farklı kümeyle bölmüş olunur; su toplama Watershedları (catchment basins) ve Watershedlar arası set çizgileri (watershed lines). Eğer bu dönüşümü orijinal görüntüden elde edilen gri görüntüye uygulanırsa, teorik olarak su toplama Watershedları homojen bölgelere denk gelecektir. Orijinal görüntüye Watershed dönüşümü uygulandıktan sonra mozaik görüntü elde edilir. Eğer mozaik görüntü çok küçük bölgelerden oluşuyorsa bu duruma aşırı bölütlenme denir. Bu durumdan kaçınmak için ilk önce görüntü yumuşatılır. Yumuşatma (smoothing) işleminden sonra Watershed dönüşümü uygulanırsa, mozaik görüntüyü kendi içinde mümkün mertebe homojen olan birçok bölge oluşacaktır (Demirkol ve Serinağaoğlu, 2005).

Region Growing temelli Watershed segmentasyon bölge genişlemesi için kullanılır. Genellikle genişleme elemanları düzenli bir ağ üzerinden görüntülere uygulanmıştır.

Böyle bir durumda görüntü üzerindeki her bir pikselin üzerine yerleştirilen yapı elemanını ve merkezini tanımlama mümkün olur. Bazı zamanda yapı elemanlarını tanımlamak mümkün olmaz. O zaman yeni bir tanımlamaya ihtiyaç duyarız.

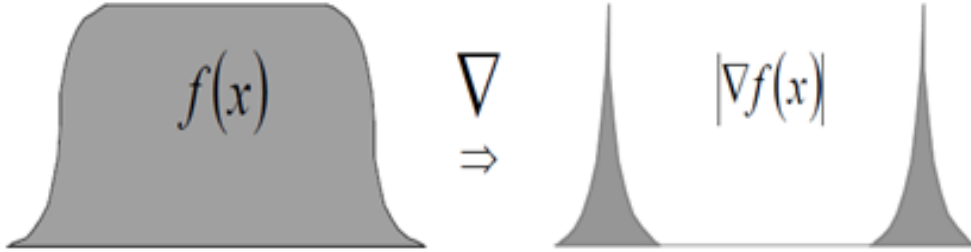
Siyah beyaz bir görüntü kullanılarak bir bölge tanımlanır. Watershed bölgeleri farklı bir görüntü tarafından tanımlanır. Her bir Watershedların farklı bir etiketi vardır.

Bir bölge genişlediğinde, ilk olarak genişleme algoritması geçerli bölgeye ait komşu tüm Watershedları belirler. Sonra bölgeye ekler (Smołka, 2005).

Watershed Segmentasyon bir yükseklik fonksiyonu gibi $I(x)$ algoritması bir görüntüye uygulanır. Bu yöntemdeki ilke, orijinal görüntüdeki ($f(x)$) kenarların varlığını yüksek değerdeki piksellerin varlığı ile anlamaktır. Bu yüzden yükseklik fonksiyonunu elde etmek için eğim operatörü çoğu zaman Watershed dönüşümü için kullanılmıştır (Perona P., Malik J., 1990) (Şekil 13). Watershed segmentasyonun matematiksel ifadesi:

$$I(x) = |\nabla f(x)| \quad (7)$$

eşitliği şeklindedir.



Şekil 13. Watershed Segmentasyon Geometrisi

Watershed algoritmasının ilk adımı olarak görüntünün gri bilgisi elde edilir. Bu bilgi, piksel değerleri arasındaki değişimin görüntünün birinci türevi alınarak hesaplanması ile elde edilir. Bir sonraki adımda, görüntü segmentasyonun başlatılabilmesi için gerekli olan işaretçi pikseller belirlenir. Görüntü segmentasyon işleminin doğru bir yönde ilerleyebilmesi için, hedeflenen her bir sınıfa ait farklı işaretçi piksellere ihtiyaç duyulur.

Bu piksellerin konumları ve sayıları segmentasyonun başarısını doğrudan etkilemektedir.

Görüntü segmentasyon işleminin son adımında, işaretçi pikseller gri düzeyli görüntüye yerleştirilir ve alan büyüme prensibine göre yayılarak iki sınıflı bir görüntü elde edilir. Bu sınıflar bina yüzünü (kırmızı) ve arka planı (yeşil) temsil ederler (Sümer ve Türker, 2009).

1.7. Kenar Bulma Operatörleri

Kenar belirleme algoritmaları, farklı matris ve elemanlara sahip maskelerden oluşmuş olup bu maskeler görüntü üzerine uygulanarak kenarların diğer nesnelere keskinleştirilmesini sağlamaktadır.

Kenar belirlemede amaç, görüntünün içerdiği bilgiyi değerlendirip gereksiz ve tanıma işlemlerinde zaman kaybettiren bilgileri eleyerek yeterli düzeye indirmektir. Görüntüdeki bir nesnenin kenarı, nesnenin yüzey yoğunluğundaki değişimi ile ilgilidir. Yani kısa mesafede, parlaklıkta büyük değişiklik oluyorsa kenar olduğu kabul edilir. Görüntü işlemede kenar belirleme önemli yer tutmaktadır; çünkü cisimlerin tanımlanmasıyla ilgili önemli ipuçları verir. Yaygın şekilde kullanılan kenar arama operatörleri Sobel, Canny, Prewitt, Roberts ve Laplacian-of-Gaussian şeklindedir.

Çalışmada, Canny kenar arama operatörü kullanılmıştır. 1986 yılında John Canny tarafından geliştirilen bu kenar bulma algoritması oldukça güçlü bir yapıya sahiptir. Canny'e göre kenar bulma için 3 önemli nokta belirtilmelidir. Bunlar,

- Hata Oranı – Kenar bulma mekanizması sadece kenarlarla sorumludur ve tüm kenarları bulmalıdır.
- Lokalizasyon – Kenar pikselleri arasındaki uzaklık mümkün olduğunca az olmalıdır.
- Sonuç – Kenar bulma mekanizması tek kenar mevcutken çoklu kenar piksellerini tanımlamamalıdır.

Canny kenar bulma mekanizması görüntünün konvolüsyon filtresi ile gürültülerinin azaltılıp kenarların bulunması prensibine dayanır. Kenarlar bulunurken resimdeki koyuluk ve açıklık oranlarına bakılır. Bu oranı belirlemek için algoritma içerisindeki esik parametreleri değiştirilir. Canny kenar arama operatörü:

$$G_x(x, y) = \frac{-x}{\sigma^2} G(x, y) \quad G_y(x, y) = \frac{-y}{\sigma^2} G(x, y) \quad (8)$$

$$f_x = \frac{\partial}{\partial x} (f * G) = f * \frac{\partial}{\partial x} G = f * G_x \quad (9)$$

$$f_y = \frac{\partial}{\partial y} (f * G) = f * \frac{\partial}{\partial y} G = f * G_y \quad (10)$$

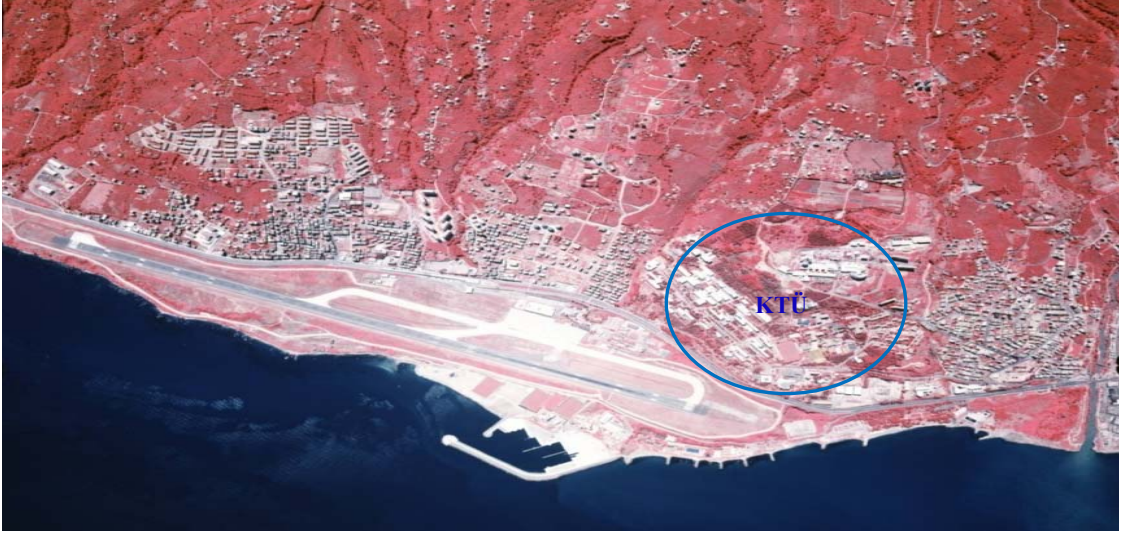
eşitlikleri ile ifade edilir. Burada olası kenar $= (f_x^2 + f_y^2)^{1/2}$ ' dir.

(8) eşitliğinde, G_x , x eksenini yönündeki eğim, G_y , y eksenini yönündeki eğimdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada, Trabzon il sınırlarının içinde kalan, KTÜ Kanuni Kampüsü'nü ve çevresini içeren bölge çalışma alanı seçilmiştir (Şekil 14). Şekil 14'de görüldüğü gibi kıyıya yakın bölümde bulunan KTÜ kanuni 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.



Şekil 14. Çalışma alanı

2.2. Kullanılan Veri

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.

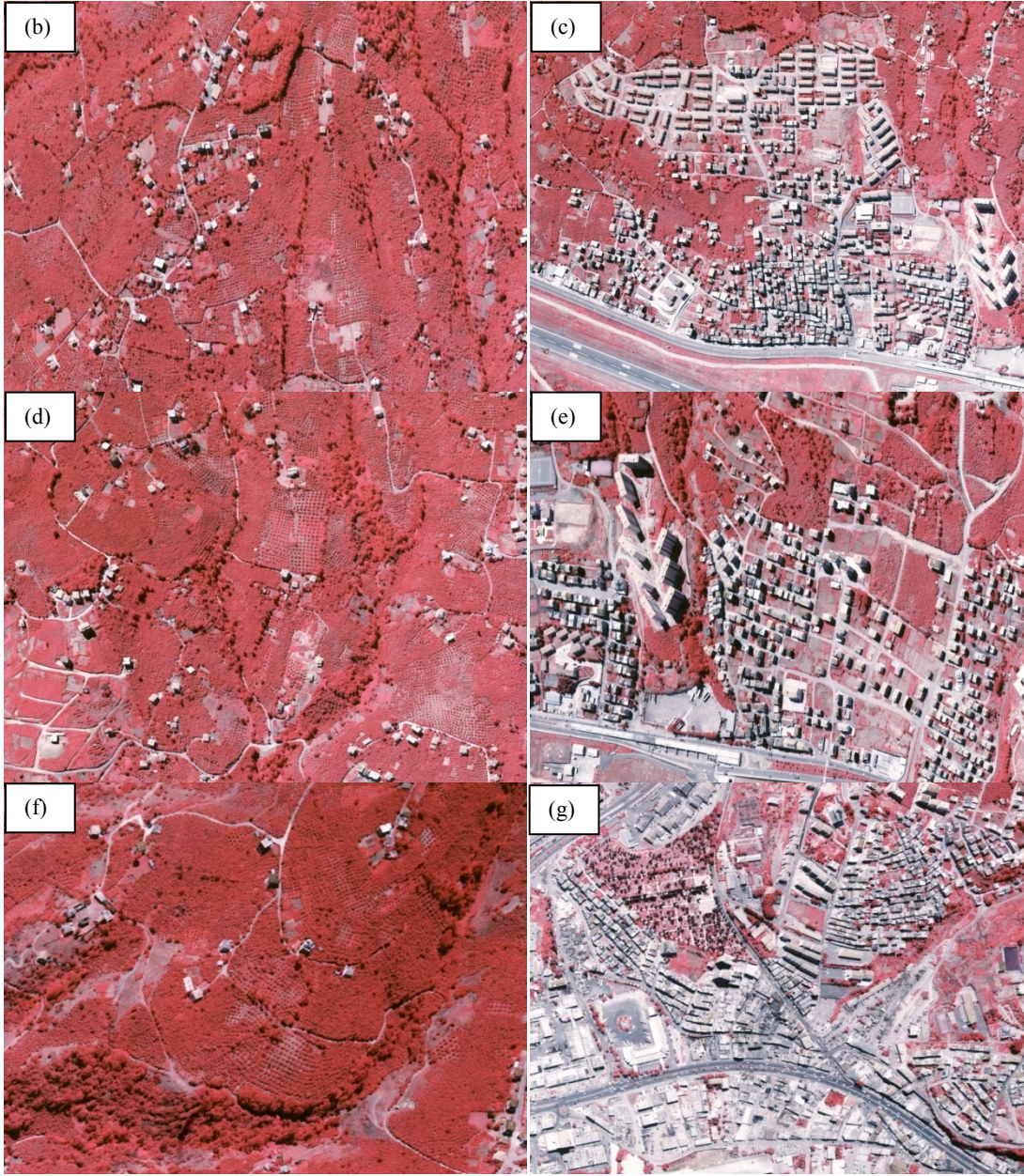
Görüntünün kızılötesi olarak seçilmesindeki amaç kızılötesi görüntülerde bina detayının diğer materyallerden daha net ve açık biçimde ayırt edilebilmesi ve özellikle bitki yoğunluğunun fazla olduğu bölümlerdeki gri değerlerinin belli bantlarda bina yüzeyinden oldukça farklılık göstermesidir. Çalışmada kullanılacak görüntü, tüm görüntü ve bu görüntüden elde edilmiş üç farklı kırsal ve kentsel alan oluşturulmuştur (Şekil 15).

Kullanılacak segmentasyon yöntemlerinin daha verimli çalışabilmesi için görüntü kırsal ve kentsel olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır. Kullanılan segmentasyon yöntemlerinin doğruluklarını test edebilmek için KTÜ Kanuni Kampüsü'nü ve çevresini içeren 3 farklı kırsal ve kentsel bölgeler seçilmiştir. Ayrılan bu bölümler kendi içinde değerlendirilmiştir.

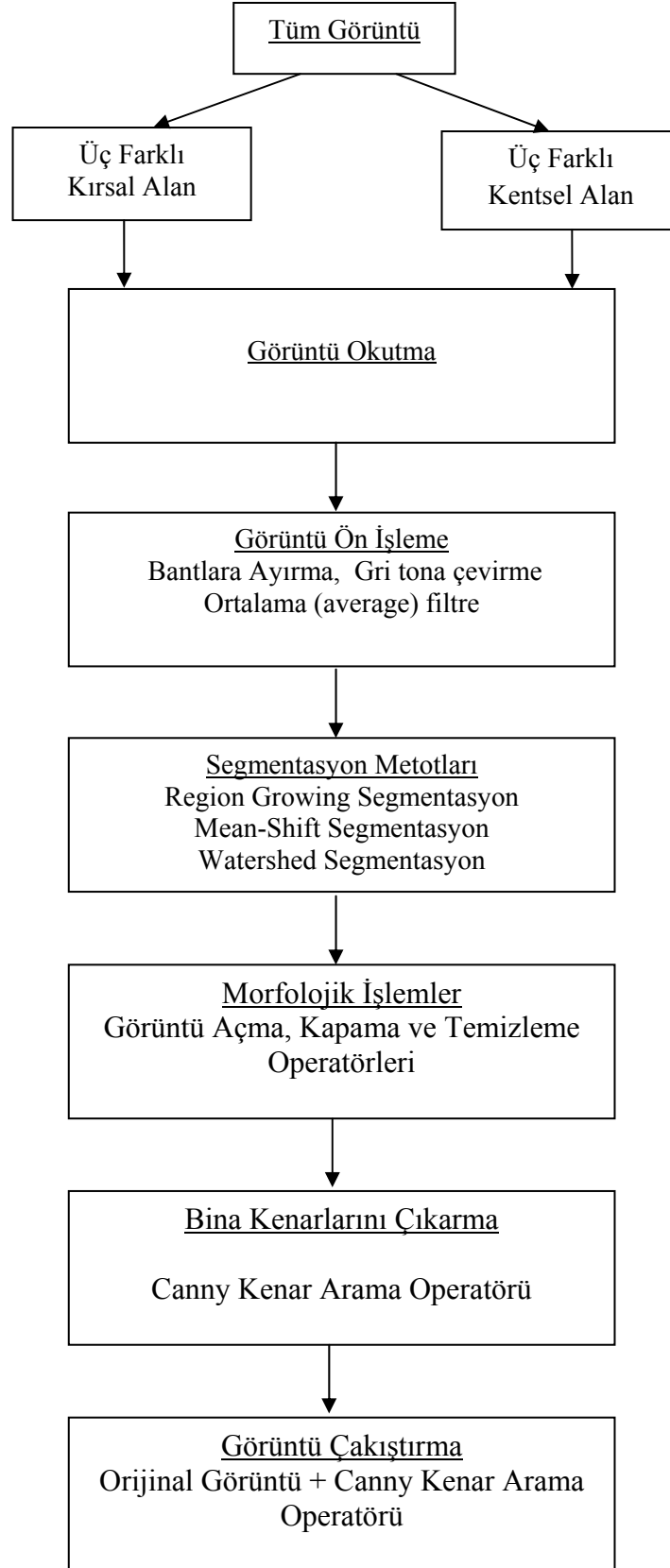


Şekil 15. Çalışma alanı: (a) Tüm görüntü, (b) Kırsal-1, (c) Kentsel-1, (d) Kırsal-2, (e) Kentsel-2, (f) Kırsal-3 ve (g) Kentsel-3 alan görüntüsü

Şekil 15'in devamı



Bu çalışmada; Matlab yazılımı görüntü işleme modülü kullanılarak, görüntüye istenilen uygulamalar adım adım uygulanmış ve sonuçlar eş zamanlı bir biçimde görülmüştür. Çalışmada takip edilen işlem adımları şematik olarak Şekil 16 'da gösterilmektedir.



Şekil 16. Bina detayı çıkarma akış diyagramı

Çalışmada kullanılan metotlar Matlab yazılımında, görüntü işleme modülü kullanılarak yazılan kod ile çalıştırılmış ve görüntü üzerinde uygulamalar yapılmıştır. Öncelikle kızılötesi hava fotoğrafı 'imread' fonksiyonu ile okutuldu. Sonra ön işlemede orijinal görüntü iki şekilde gri düzeyli görüntüye dönüştürüldü. Birincisi, orijinal görüntü kırmızı, mavi ve yeşil bant olmak üzere üç farklı banta ayrılarak, üç tane farklı gri düzeyli görüntü elde edildi. Kırmızı ve mavi banta ayrılan görüntü üzerinde yeşil örtülü kısımların tam olarak ayırt edilemediğinden ve görüntüdeki binalar net olmadığından kırmızı ile mavi bant elimine edilmiştir. Yeşil bant ise; bina ve beton ile kaplı alanların tespitinde kızıl ötesi görüntülerde oldukça verimli sonuçlar verdiğiinden ve ayırt edilebilirliği daha fazla olduğundan bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışmada sadece Watershed segmentasyon yönteminde yeşil bantlı gri düzeyli görüntü kullanılmıştır. İkincisi, orijinal görüntü 'rgb2gry' fonksiyonu ile gri düzeyli görüntüye dönüştürüldü. Çalışmada Region Growing ve Mean-Shift segmentasyon yöntemleri bu gri düzeyli görüntüye uygulanmıştır. Tüm bu işlemlerden sonra oluşan gri düzeyli görüntülere segmentasyon yöntemleri uygulanmıştır.

Gri düzeyli görüntüler üzerinde bulunan detaylar arasındaki alanları ve sınırları belirleme ve tanımlama segmentasyon algoritmaları olan; eşikleme, kenar tespiti ve bölge çıkarımı ile sağlandı. Segmentasyon yöntemleri sayesinde bina sınırları daha kolay belirlendi. Kullanılan üç farklı segmentasyon yöntemin işleyişleri ve sonuçları tamamen farklıdır.

Region Growing segmentasyon yöntemi, görüntü ön işlemede, ikinci şekilde elde edilen gri düzeyli görüntüye uygulanmakta olup, segmentasyon yönteminde ilk önce rastgele eşik değerler seçildi. Segmentasyon yönteminde eşik değerler değiştirilerek gri düzeyli görüntü için en uygun eşik değer belirlendi. Çalışma içinde seçilen üç farklı kırsal ve kentsel bölgeler için farklı eşik değerler kullanılmıştır. Çünkü hava fotoğrafı aynı tür bilgileri içermediği için farklı eşik değerler kullanılmıştır. Çalışmada, kızılötesi hava fotoğrafından belirlediği bina sayısına göre, kullanılan segmentasyon yöntemleri arasında ikinci segmentasyon yöntemi olmaktadır.

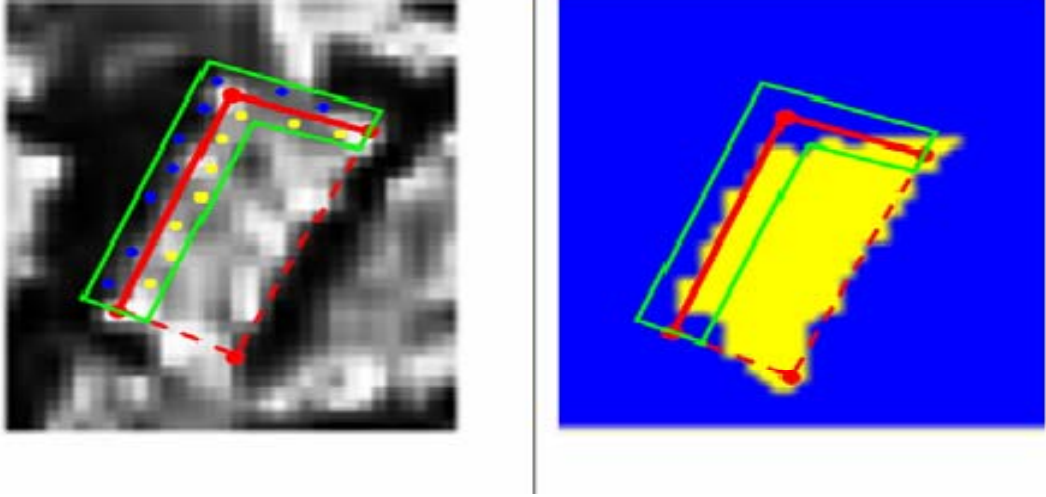
Mean-Shift segmentasyon yöntemi, Region Growing segmentasyon yöntemi gibi görüntü ön işlemede, ikinci şekilde elde edilen gri düzeyli görüntü üzerine uygulanmaktadır. Mean-Shift segmentasyon yönteminde birbirine yakın piksel değerlerini bir arada tutan bir sınıf değeri belirlendi.

Çünkü görüntü içindeki sınıf sayısı kadar bölge oluşturacaktır. Bu sayede birbirine yakın piksel değerleri aynı bölgede yer alacaktır. Bu çalışmada sınıf değeri üç alınmıştır. Görüntüde üç tane sınıf oluşturuldu.

Görüntüde bulunan tüm detaylar bu üç sınıfın değeri olan sınıf değerini piksel değeri gibi aldı. Yani görüntüdeki detayın sınıf sayısı 1 olanın piksel değeride 1 olmaktadır.

Matlabda mause yardımıyla görüntü üzerindeki binaya tıklanarak binalara ait sınıf değeri ve piksel değeri belirlendi. Bu çalışmada, üç farklı kırsal ve kentsel bölgeler için bina detayı farklı sınıf ve piksel değerini göstermektedir. Sonra binalara ait piksel değerler belirlenerek, binaya ait piksel değerin 1, diğer detayların sıfır olması için bir döngü ile bina değerlerini 1, diğer detayları 0 olarak atayarak ikili (binary) görüntüye dönüştürüldü. Elde edilen sonuç görüntüde bina detayları diğer detaylardan çıkarıldı. Çalışmada kullanılan segmentasyon yöntemleri arasında tespit ettiği bina sayısı diğer segmentasyon yöntemlere göre daha fazladır.

Watershed segmentasyon yöntemi, yeşil bantlı gri düzeyli görüntüye uygulanmaktadır. Watershed segmentasyonu ilk olarak, kullanılan görüntünün gri bilgisi elde edilir. Bu bilgi, piksellerin değerleri arasındaki değişimin, görüntünün birinci türevi alınarak hesaplanır. Sonra görüntüye segmentasyon yapabilmek için binaların gölge kenarları üzerinde oluşturulmuş tampon derinlik alanları içerisine çeşitli işaretçi noktalar gelişigüzel olarak yerleştirilmektedir. Bu noktalar iki farklı amaca hizmet etmektedir. İlki, bina poligonlarının içerisinde kalarak (sarı işaretçi noktalar) bina piksellerinin birleşmesini sağlamak, ikincisi ise bina poligonlarının dışında kalarak (mavi işaretçi noktalar) gölge piksellerinin birleşmesini sağlamaktır (Şekil 17). Bu işaretçi piksellerin konumları ve sayıları segmentasyonun başarısını etkilemektedir. Watershed segmentasyon işleminin son adımında, işaretçi pikseller gri görüntüsünün üzerine yerleştirilir ve alan büyüme prensibine göre yayılarak iki sınıflı bir görüntü elde edilir. Bu sınıflar bina yüzünü ve arka planı farklı renkte temsil ederler. Watershed segmentasyon yöntemi, bölge çıkarımı temeline dayanan bir segmentasyon yöntemi olduğundan diğer segmentasyon yöntemlerine göre dezavantaj olmaktadır. Çünkü yer yer bina ve yollar yakın indeks değerinde olduğu için bina sınırları ile yollar birbirlerinde ayrılamamaktadır. Çalışmada belirlediği bina sayısına göre sonuncu segmentasyon yöntemidir.



Şekil 17. (a) Örnek bina için gelişigüzel yerleştirilmiş gölge (mavi) ve bina (sarı) işaretçi noktaları. (b) Watershed segmentasyon algoritmasının ürettiği bina profili ve gölge alanları.

Görüntüye segmentasyon yöntemlerini uygulandıktan sonra, zemin üzerinde, eşik değeri yardımıyla elimine edilen kısımlardan geriye kalan artık pikseller oluşmuştur. Bu durum 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. Bu morfolojik operasyonlar, imfill, imopen, bwmorph ve bwareopen fonksiyonları kullanılmıştır. İmfill fonksiyonu ile görüntüdeki bina alanlarının içi doldurulur. imopen fonksiyonu ile görüntü üzerindeki küçük gereksiz noktaları yok edilir. bwmorph fonksiyonu ile gri seviyedeki görüntünün iskeleti oluşturmayı sağlar. bwareopen fonksiyonu ile tanımlanan çevre ile oluşturulan iskeletin örtüşmesini ve küçük çizgilerin silinmesini sağlar.

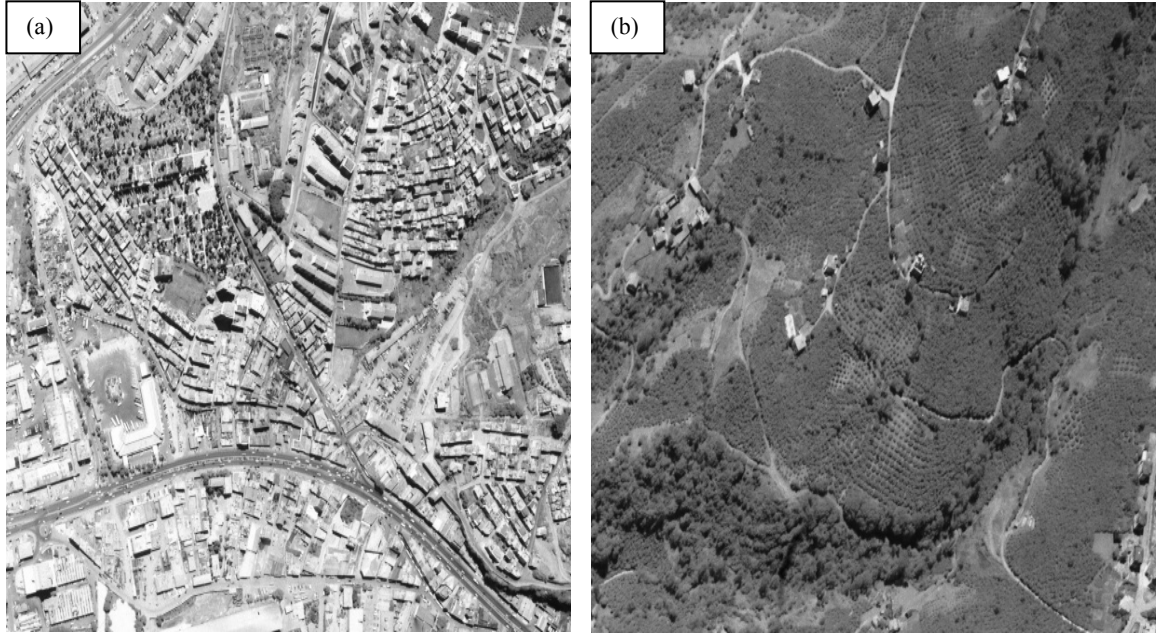
Görüntü morfolojik operasyonlar yardımıyla bina sınırları belli sonuç görüntüsü (ikili görüntüler) üzerinde denenerak tespit edilen binaların kenar bilgileri Canny kenar arama operatörü yardımıyla ortaya çıkarılmıştır. Canny kenar arama operatörü ile görüntülerden belirlenen binalar orijinal görüntünün gri düzeyli görüntüsüne bindirilerek sonuç görüntüleri elde edilmiştir.

3. BULGULAR VE İRDELEME

Bu çalışmada KTÜ kampüsü ve çevresi bina detaylarının kızılötesi hava fotoğrafından tespit edilebilmesi amaçlanmıştır. Bu uygulamada kullanılan eşik değeri, tüm görüntüde, kırsal ve kentsel alanlarda farklılık gösterdiği için öncelikle tüm görüntü ve tüm görüntüden belirlenmiş kırsal ve kentsel alanları temsil eden üç farklı bölge seçilmiştir. Bu bölgeler Şekil 15’de gösterilmiştir. Şekil 15 c, e, g incelendiğinde, kızılötesi hava fotoğrafı üzerinde binaların birbirine yakın olduğu ve yerleşimin oldukça yoğun olduğu kısımlar ele alınmıştır. Şekil 15 b, d, f kısımlarında ise, yerleşim bakımından yoğun olmayan kırsal alan bölgeleri değerlendirmek üzere ele alınmıştır.

Resim kızılötesi olduğu için segmentasyon yöntemlerini uygulamadan önce görüntü ön işleme aşamasından geçirilmiştir. Bu aşamalar; görüntünün gri tona çevrilmesi ve bant ayrımı yapılması şeklinde iki durumda gerçekleştirilmiştir.

Birinci durumda; kızıl ötesi hava fotoğrafı gri tona çevrilmiştir (Şekil 18).



Şekil 18. a) Kentsel-3 alan ve b) Kırsal-3 alan görüntüsü

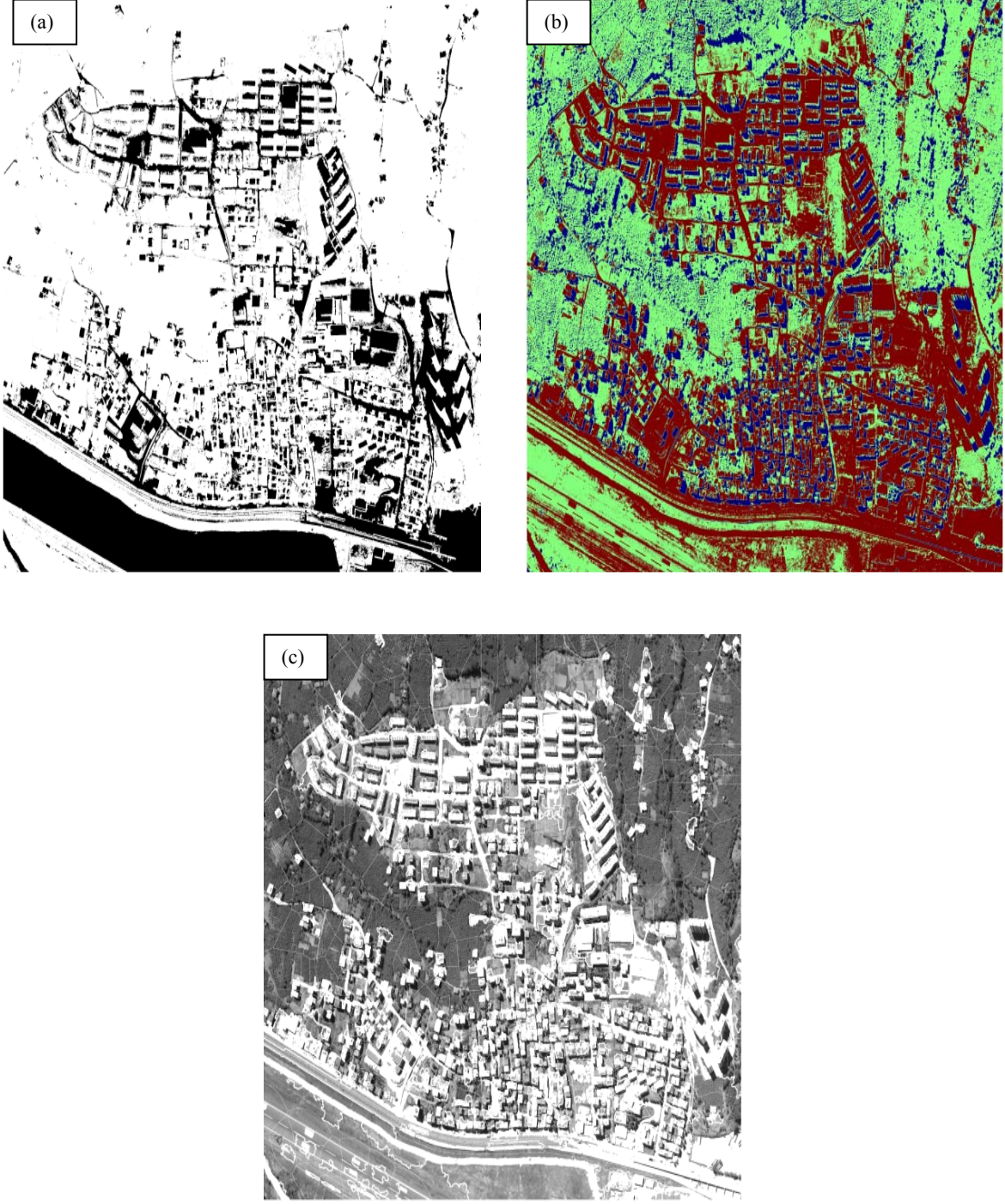
İkinci durumda ise; yeşil örtülü kısımları ayırt ederken, görüntü bantlara ayrılmış ve kırmızı ile mavi bant elemine edilmiştir.

Yeşil bant bina veya beton ile kaplı alanların tespitinde kızılötesi görüntülerde oldukça verimli sonuçlar verdiğinden ve ayırt edilebilirliği daha fazla olduğundan çalışmada kullanılmıştır (Şekil 19).



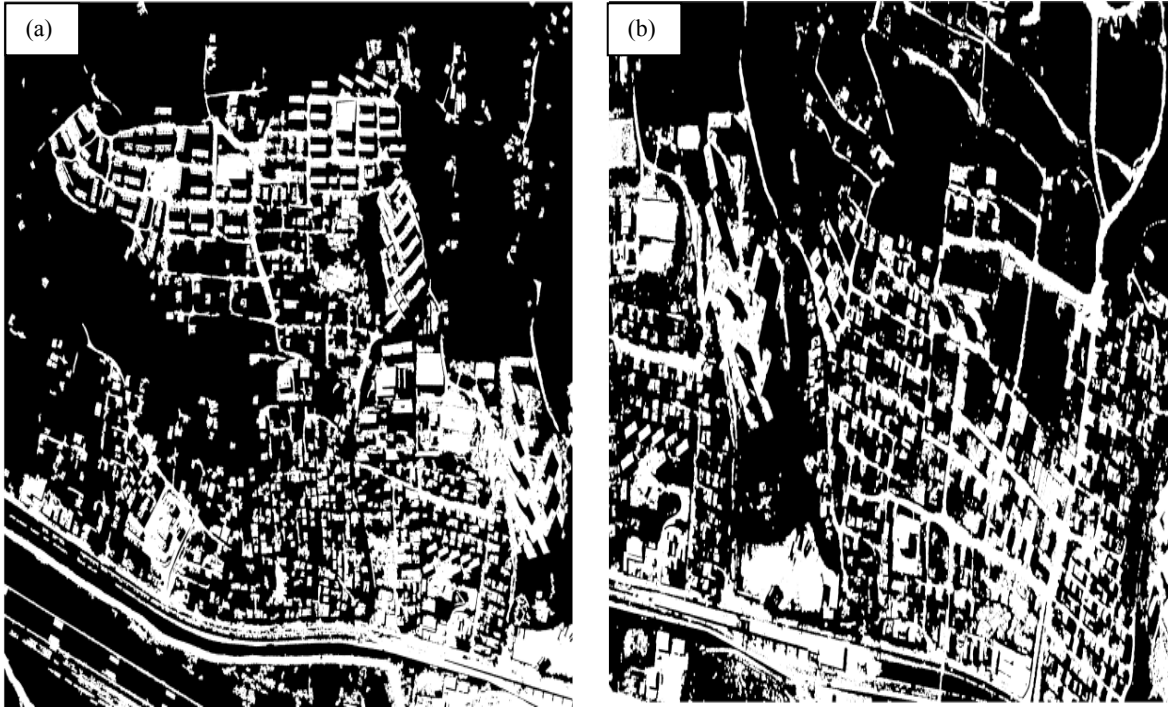
Şekil 19. a) Kentsel-2 alan ve b) Kırsal-2 alan görüntüsü

Bu aşamadan sonra görüntüye ayrı ayrı ve eş zamanlı segmentasyon metotları uygulanmıştır. Bu segmentasyon metotları; Region Growing, Mean-Shift ve Watershed Segmentasyondur. Bu yöntemler, kentsel-1 alan üzerinde incelenirse; görüntü içinde birbirine yakın spektral indeks değerlerden bina indeks değerlerin çoğu kısımlardan ayrıldığı görülmektedir (Şekil 20). Tamamının çıkarılamaması sebebi, kullanılan görüntünün kızılötesi olması bina değerleri ile benzer indeks değerlere sahip nesnelerin birbirinden ayırt edebilecek düzeyde olamaması ve kurşun çatılar ile beton zeminlerin aynı indeks değere sahip olması görüntü üzerinden bina detaylarını belirlemesi daha da zorlaşmıştır şeklinde açıklanabilir.



Şekil 20. Segmentasyon yöntemlerinin Kentsel-1 alan görüntüsüne uygulanması:
a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon

Segmentasyon işleminde sınıflandırılan görüntüler üzerinde, düşük indeks değeri içeren az sayıdaki pikseller sebebi ile boşlukların kalması ve zemin üzerinde, eşik değeri yardımıyla elimine edilen kısımlardan geriye kalan artık piksellerin oluşması nedeniyle bazı morfolojik operasyonların yardımı ile görüntülere açma, kapama ve temizleme işlemleri uygulanmıştır. Sonuçta bina ve yollar bunlar dışındaki diğer yüzeylerden ikili görüntü üzerinde ayrılmıştır (Şekil 21).



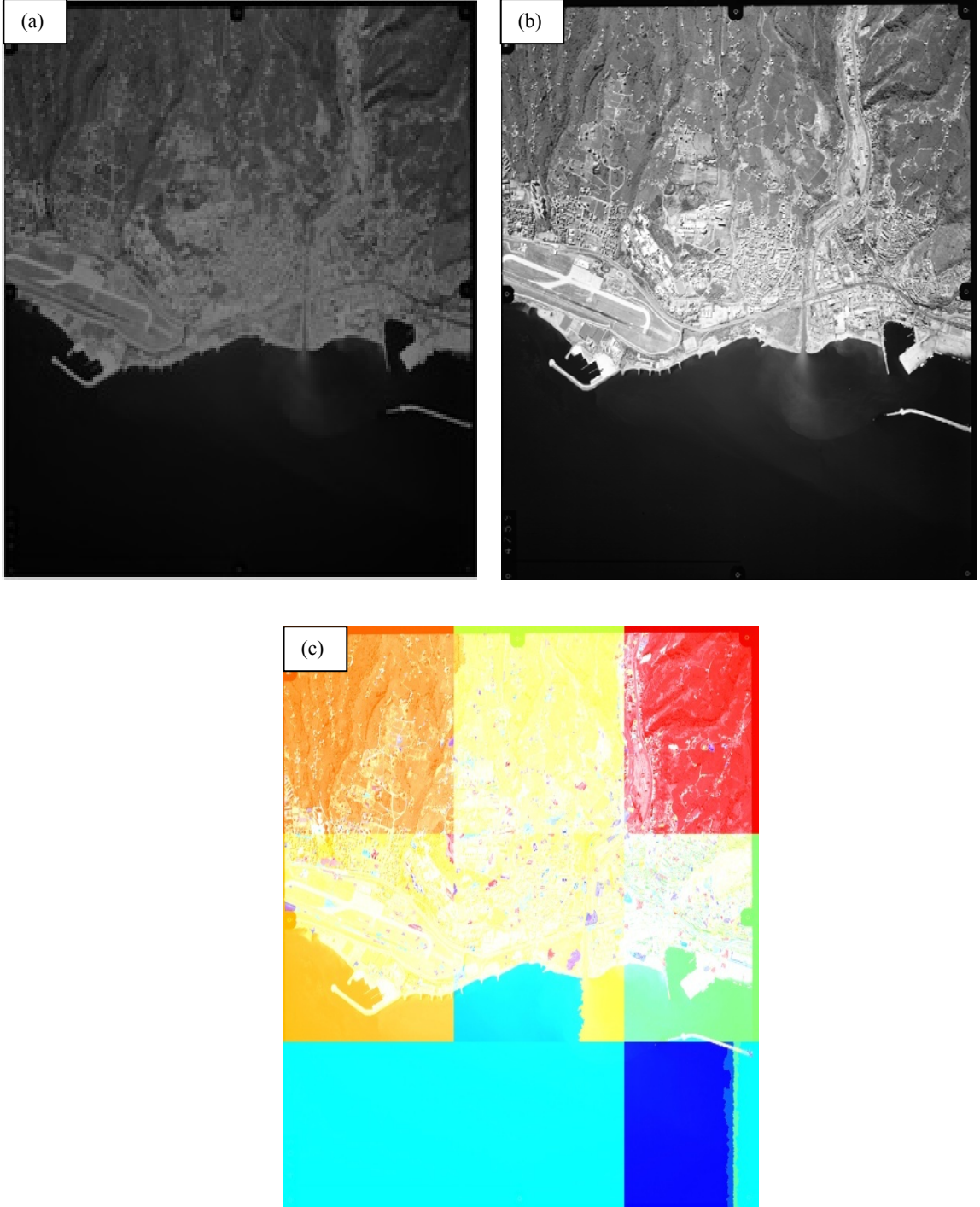
Şekil 21. Morfolojik operatörlerin uygulanması: a) Kentsel-1 alan ve b) Kentsel-2 alan

Çalışmada Canny kenar belirleme yöntemi, morfolojik operatörlerin uygulandığı görüntüler (ikili görüntüler) üzerinde denenerek, tespit edilen binaların kenar bilgileri ortaya çıkarılmıştır (Şekil 22).



Şekil 22. Canny Kenar belirleme yöntemiyle binaların belirlenmesi: a) Kırsal-1 alan ve b) Kentsel-1 alan.

Şekil 22 incelendiğinde ikili görüntüler üzerinde 3 farklı Segmentasyon yöntemlerin Canny Kenar belirleme operatörü yardımıyla sınırları çevrilen binalar görülmektedir. Burada kenarları belirlenen binalar orijinal görüntünün gri ton değerine sahip görüntü üzerine bindirilerek verilmektedir (Şekil 23-29). Şekil 23-29'de incelendiğinde görüntüye uygulanan segmentasyon yöntemleri arasında en fazla binayı tespit edebilen segmentasyon yöntemi Mean-Shift segmentasyon yöntemidir. En az binayı belirleyen segmentasyon yöntemi ise, Watershed segmentasyon yöntemidir.

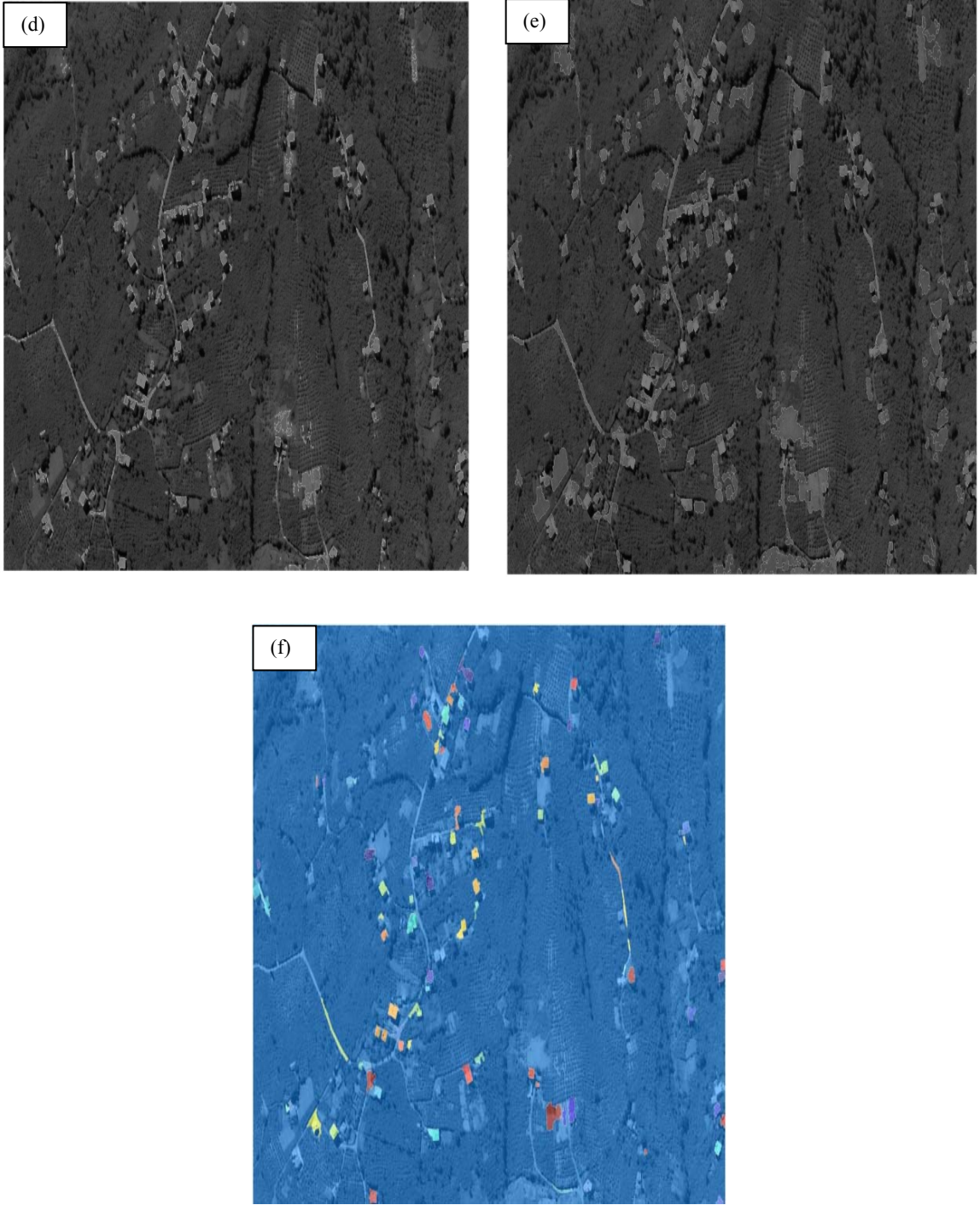


Şekil 23. Tüm görüntünün 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değerine sahip orijinal resmin karşılaştırılması: a) Region Growing, b) Mean-Shift, c) Watershed segmentasyon yöntemi

Şekil 23 ve Tablo 1 incelendiğinde, tüm görüntüye uygulanan segmentasyon yöntemleri arasında en iyi sonuç veren yöntem Mean-Shift segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem görüntüde 2378 binayı tespit etmekte olup, 71 binayı tespit edemediği görülmektedir. Tüm görüntüde Mean-Shift segmentasyon yöntemi binaları % 97.10 doğrulukla tespit etmektedir. Tüm görüntüde en kötü sonuç veren yöntem ise, Watershed segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem ise, görüntüde 2092 bina tespit etmekte olup, 357 binayı tespit edemediği görülmektedir. Tüm görüntüde Watershed segmentasyon yöntemi binaları % 85.42 doğrulukla tespit etmektedir.

Tablo 1. Tüm görüntü segmentasyon sonuçları

Segmentasyon Metotları	Tüm Görüntü			
	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oranı (%)
Region Growing	2449	2237	212	91.34
Mean-Shift	2449	<u>2378</u>	71	<u>97.10</u>
Watershed	2449	2092	357	85.42

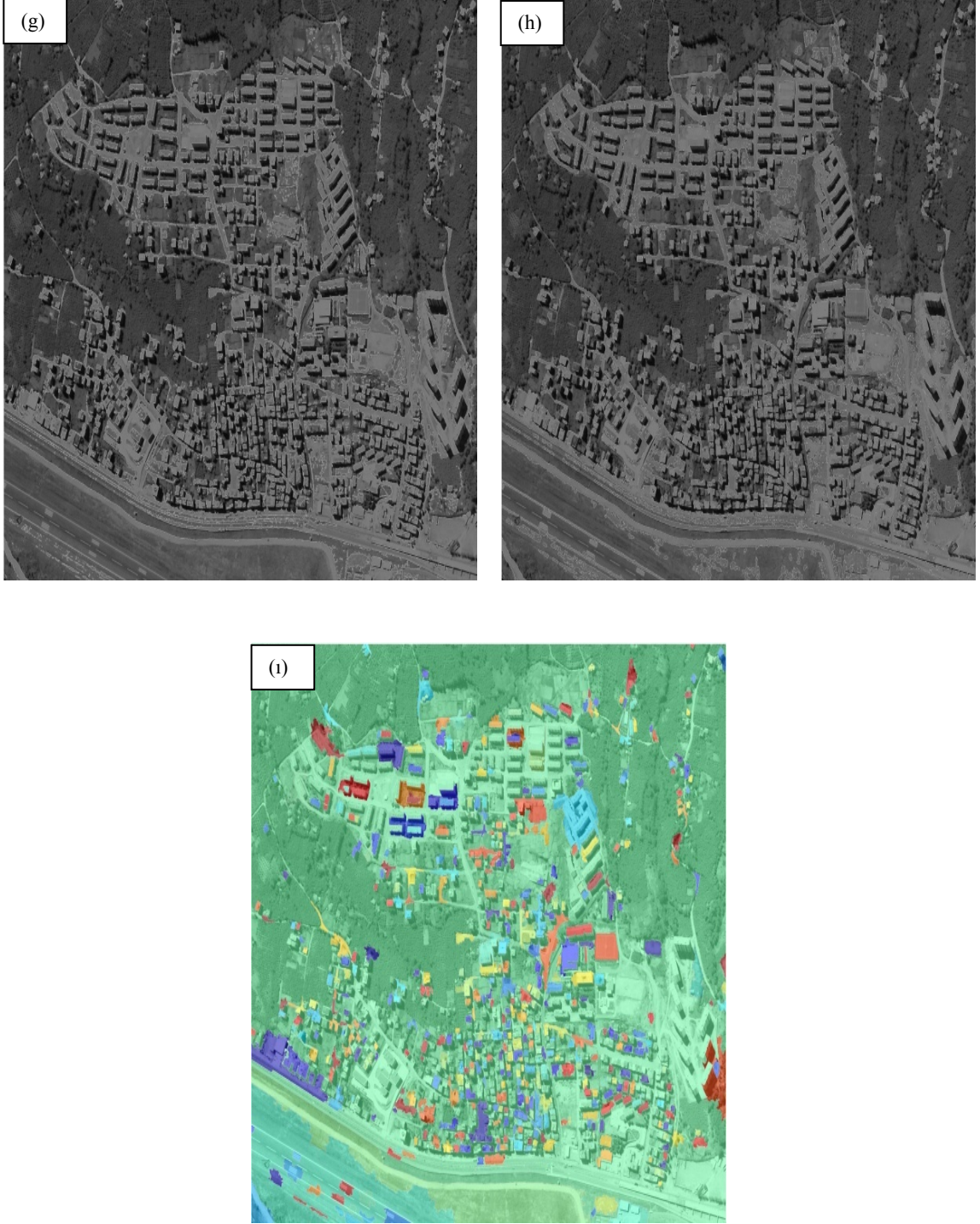


Şekil 24. Kırsal-1 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin çakıştırılması: d) Region Growing, e) Mean-Shift, f) Watershed segmentasyon yöntemi

Şekil 24 ve Tablo 2 incelendiğinde, Kırsal-1 görüntüsünde uygulanan segmentasyon yöntemleri arasında en iyi sonuç veren yöntem Mean-Shift segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem görüntüde 87 binayı tespit etmekte olup, 1 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Mean-Shift segmentasyon yöntemi binaları % 98.86 doğrulukla tespit etmektedir. Kırsal-1 görüntüsünde en kötü sonuç veren yöntem ise, Watershed segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem ise, görüntüde 73 bina tespit etmekte olup, 15 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Watershed segmentasyon yöntemi binaları % 82.95 doğrulukla tespit etmektedir.

Tablo 2. Kırsal-1 görüntü segmentasyon sonuçları

Segmentasyon Metotları	Kırsal -1 Bölge			
	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oranı (%)
Region Growing	88	86	2	97.73
Mean-Shift	88	<u>87</u>	1	<u>98.86</u>
Watershed	88	73	15	82.95

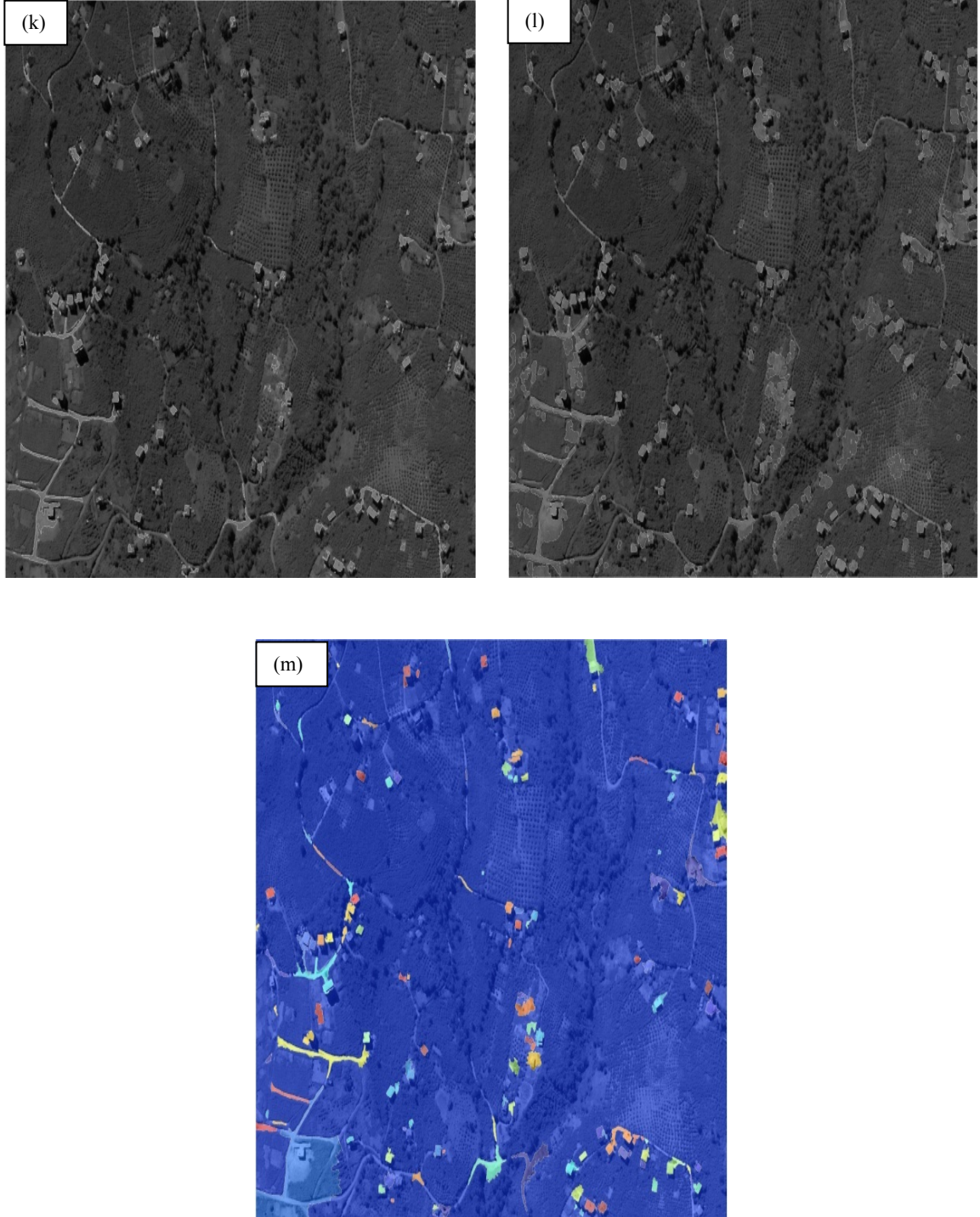


Şekil 25. Kentsel-1 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin çakıştırılması: g) Region Growing, h) Mean-Shift, i) Watershed segmentasyon yöntemi.

Şekil 25 ve Tablo 3 incelendiğinde, Kentsel-1 görüntüsünde uygulanan segmentasyon yöntemleri arasında en iyi sonuç veren yöntem Mean-Shift segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem görüntüde 619 binayı tespit etmekte olup, 17 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Mean-Shift segmentasyon yöntemi binaları % 97.33 doğrulukla tespit etmektedir. Kentsel-1 görüntüsünde en kötü sonuç veren yöntem ise, Watershed segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem ise, görüntüde 541 bina tespit etmekte olup, 95 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Watershed segmentasyon yöntemi binaları % 85.06 doğrulukla tespit etmektedir.

Tablo 3. Kentsel-1 görüntü segmentasyon sonuçları

Segmentasyon Metotları	Kentsel -1 Bölge			
	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oranı (%)
Region Growing	636	616	20	96.86
Mean-Shift	636	<u>619</u>	17	<u>97.33</u>
Watershed	636	541	95	85.06



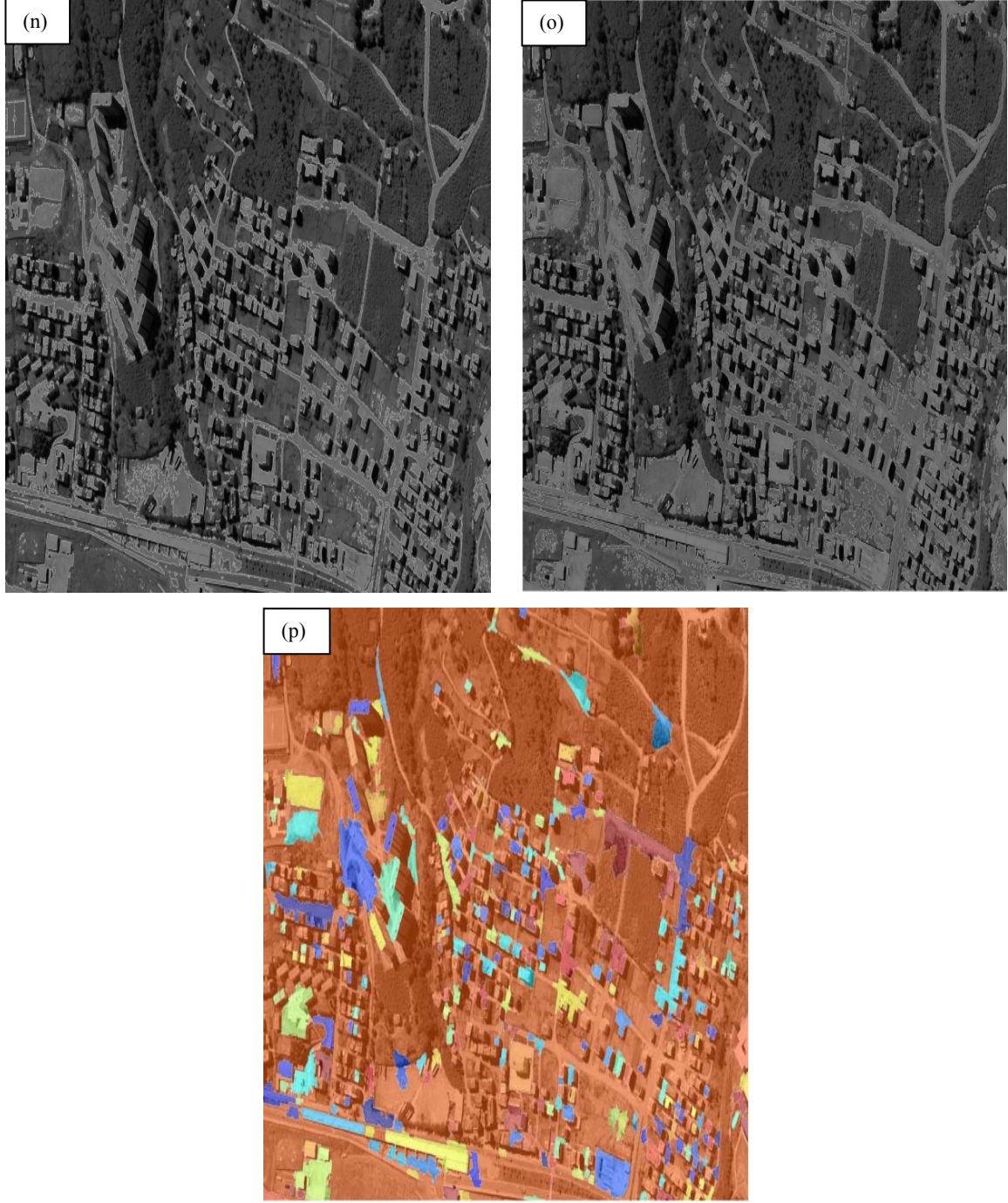
Şekil 26. Kırsal-2 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değerine sahip orijinal resmin çakıştırılması: k) Region Growing, l) Mean-Shift, m) Watershed segmentasyon yöntemi

Şekil 26 ve Tablo 4 incelendiğinde, Kırsal-2 görüntüsünde uygulanan segmentasyon yöntemleri arasında en iyi sonuç veren yöntem Mean-Shiftsegmentasyon yöntemidir.

Bu yöntem görüntüde 65 binayı tespit etmekte olup, 1 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Mean-Shift segmentasyon yöntemi binaları % 98.48 doğrulukla tespit etmektedir. Kırsal-2 görüntüsünde en kötü sonuç veren yöntem ise, Watershed segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem ise, görüntüde 61 bina tespit etmekte olup, 5 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Watershed segmentasyon yöntemi binaları % 92.42 doğrulukla tespit etmektedir.

Tablo 4. Kırsal-2 görüntü segmentasyon sonuçları

Segmentasyon Metotları	Kırsal -2 Bölge			
	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oranı (%)
Region Growing	66	62	4	93.94
Mean-Shift	66	<u>65</u>	1	<u>98.48</u>
Watershed	66	61	5	92.42

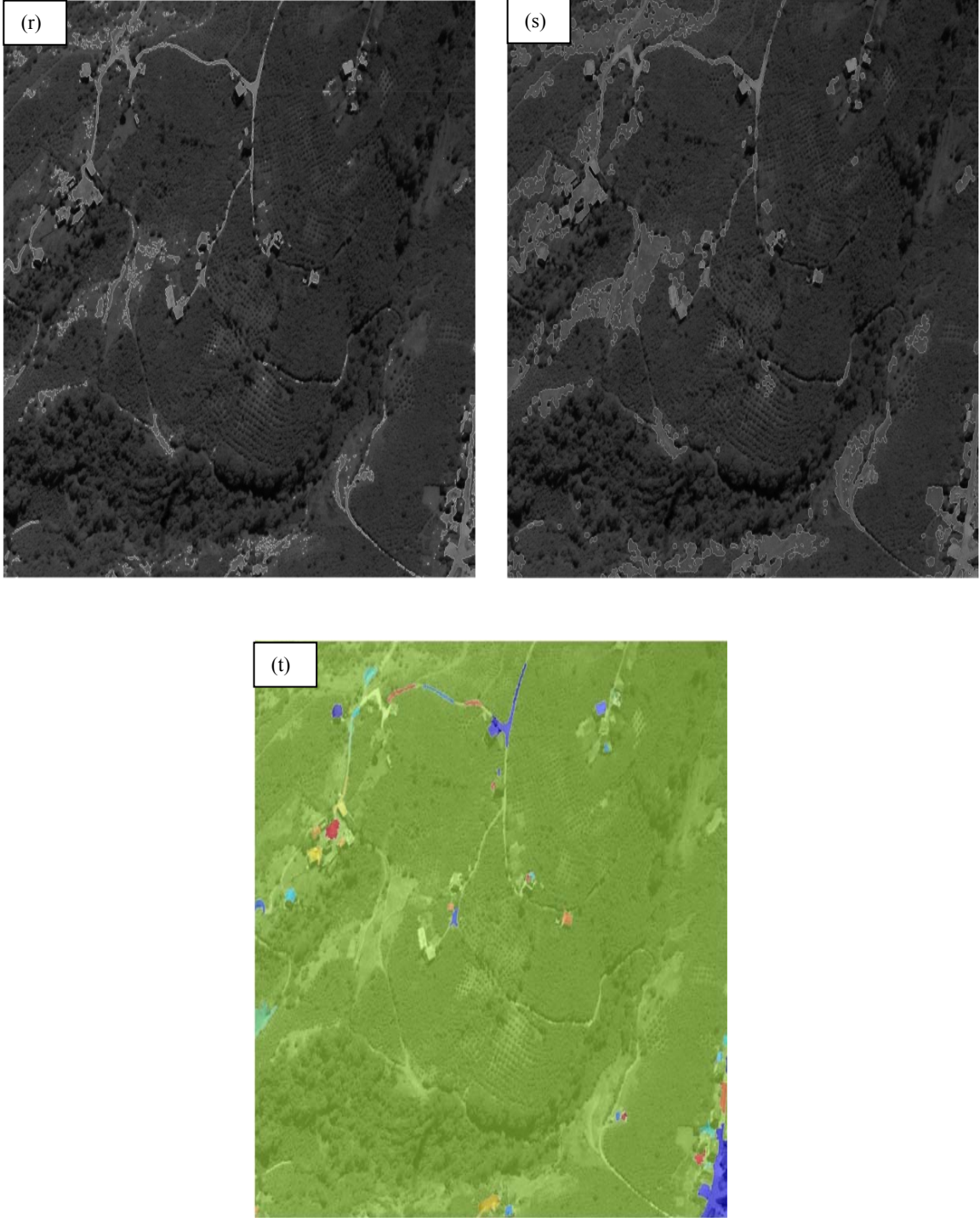


Şekil 27. Kentsel-2 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin karşılaştırılması: n) Region Growing, o) Mean-Shift, p) Watershed segmentasyon yöntemi

Şekil 27 ve Tablo 5 incelendiğinde, Kentsel-2 görüntüsünde uygulanan segmentasyon yöntemleri arasında en iyi sonuç veren yöntem Mean-Shift segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem görüntüde 320 binayı tespit etmekte olup, 12 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Mean-Shift segmentasyon yöntemi binaları % 96.39 doğrulukla tespit etmektedir. Kentsel-2 görüntüsünde en kötü sonuç veren yöntem ise, Watershed segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem ise, görüntüde 238 bina tespit etmekte olup, 94 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Watershed segmentasyon yöntemi binaları % 71.69 doğrulukla tespit etmektedir.

Tablo 5. Kentsel-2 görüntü segmentasyon sonuçları

Segmentasyon Metotları	Kentsel -2 Bölge			
	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oranı (%)
Region Growing	332	314	18	94.58
Mean-Shift	332	<u>320</u>	12	<u>96.39</u>
Watershed	332	238	94	71.69

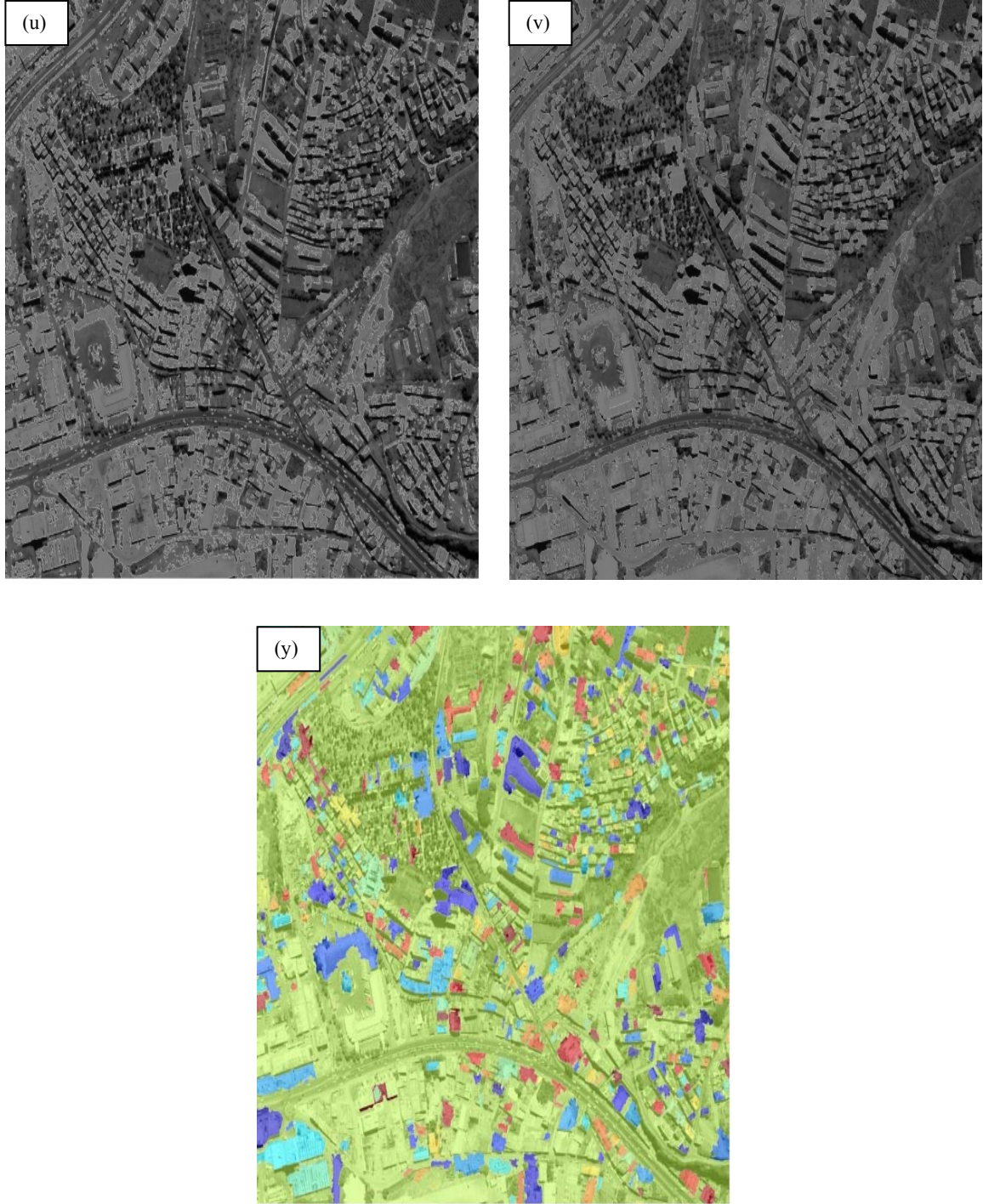


Şekil 28. Kırsal-3 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değere sahip orijinal resmin çakıştırılması: r) Region Growing, s) Mean-Shift, t) Watershed segmentasyon yöntemi

Şekil 28 ve Tablo 6 incelendiğinde, Kırsal-3 görüntüsünde uygulanan segmentasyon yöntemleri arasında en iyi sonuç veren yöntem Mean-Shift segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem görüntüde 15 binayı tespit etmekte olup, 1 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Mean-Shift segmentasyon yöntemi binaları % 93.75 doğrulukla tespit etmektedir. Kırsal-3 görüntüsünde en kötü sonuç veren yöntem ise, Watershed segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem ise, görüntüde 9 bina tespit etmekte olup, 7 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Watershed segmentasyon yöntemi binaları % 56.25 doğrulukla tespit etmektedir.

Tablo 6. Kırsal-3 görüntü segmentasyon sonuçları

Segmentasyon Metotları	Kırsal -3 Bölge			
	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oran (%)
Region Growing	16	13	3	81.25
Mean-Shift	16	<u>15</u>	1	<u>93.75</u>
Watershed	16	9	7	56.25



Şekil 29. Kentsel-3 alanın 3 farklı segmentasyon yöntemi ile elde edilen binaların gri ton değerine sahip orijinal resmin çakıştırılması: u) Region Growing, v) Mean-Shift, y) Watershed segmentasyon yöntemi

Şekil 29 ve Tablo 7 incelendiğinde, Kentsel-3 görüntüsünde uygulanan segmentasyon yöntemleri arasında en iyi sonuç veren yöntem Mean-Shift segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem görüntüde 425 binayı tespit etmekte olup, 37 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Mean-Shift segmentasyon yöntemi binaları % 91.99 doğrulukla tespit etmektedir. Kentsel-3 görüntüsünde en kötü sonuç veren yöntem ise, Watershed segmentasyon yöntemidir. Bu yöntem ise, görüntüde 289 bina tespit etmekte olup, 173 binayı tespit edemediği görülmektedir. Bu görüntüde Watershed segmentasyon yöntemi binaları % 62.55 doğrulukla tespit etmektedir.

Tablo 7. Kentsel-3 görüntü segmentasyon sonuçları

Segmentasyon Metotları	Kentsel -3 Bölge			
	Bina Adedi	Tespit Edilen	Tespit Edilemeyen	Bina Tespit Oranı (%)
Region Growing	462	390	72	84.42
Mean-Shift	462	425	37	91.99
Watershed	462	289	173	62.55

Tespit edilen ve edilemeyen bina sayıları her bir yönteme göre sınıflandırılarak tablo 1-7'de gösterilmektedir. Ayrıca tablo 1-7'de görüntülerden çıkartılabilen bina sayısı ile kullanılan metotların başarı oranları da görülmektedir.

Tablo 1-7 incelendiğinde, Tüm görüntü, Kırsal-1,2,3 bölge ve Kentsel-1,2,3 bölgelerinin içinden belirlenen bina sayısı oranı en yüksek olduğu bölge Kırsal-1 bölgesidir. Bu bölgede, Mean-Shift segmentasyon yöntemi ile binaların % 98.48 doğrulukla tespit edildiği görülmektedir. Tüm görüntü, Kırsal-1,2,3 bölge ve Kentsel-1,2,3 bölgelerinin içinden belirlenen bina sayısı oranı en düşük olduğu bölge ise, Kırsal-3 bölgesidir. Bu bölgede, Watershed segmentasyon yöntemi ile binaların % 56.25 doğrulukla tespit edildiği görülmektedir.

Bina tespit doğruluk oranlarının daha fazla çıkmamasının sebepleri; kurşun kaplı çatıların indeks değeri ile etrafında bulunduğu beton zemin indeks değerinin birbirine benzer olması ve kızılötesi hava fotoğrafı kullanıldığı için görüntüde bulunan renklerin gerçeği yansıtmasıdır. Bu nedenle görüntüde bulunan binaların diğer nesnelere daha zor ayrıldığı gözlenmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fotogrametri ve Uzaktan Algılama uygulamalarında en çok zaman alan ve maliyeti en yüksek olan işlemler, vektör veri toplama işlemleridir. Çünkü bu işlemler bir operatör yardımıyla manuel olarak gerçekleştirilmektedir. Bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak bu işlemlerin de otomatikleştirilmesi için araştırmalar devam etmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada kızılötesi hava fotoğrafı üzerinde çeşitli görüntü segmentasyon metotları kullanılarak, kızılötesi 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 değeri daha düşük tutularak bu sorun büyük oranda giderilmiştir.

Kullanılan metotların nesne tabanlı bir yaklaşıma sahip olması nedeniyle nesne alanlarının doğru bir şekilde tespit edilmesi son derece önemlidir. Çünkü kızılötesi hava fotoğrafında bina kenarlarının olmaması veya belirgin olmaması durumunda, kullanılan segmentasyon yöntemleri ile binalar tespit edilemez.

Bu çalışmada çeşitli segmentasyon yöntemlerinin farklı detayları ayrıştırmada nasıl bir performans sergileyeceği incelenmiştir. Her metodun çalışması için belli parametrelere ihtiyacı vardır, ancak bu çalışmada bu parametrelerin otomatik bulunması ya da optimize edilmesi gerçekleştirilememiştir. Bundan sonraki çalışmada parametre seçimi konusu da ele alınacaktır.

Sekil 23-29 incelendiğinde ve Tablo 1-7 incelendiğinde, segmentasyon yöntemlerinden Mean-Shift segmentasyon yönteminin tespit edilen binaların tespit edilmesinde en iyi sonuç verdiği gözlenmektedir. Diğer metotlar ise bu operatöre yakın düzeyde doğrulukla binaların tespit edilmesini sağlamışlardır.

Mean-Shift segmentasyon yönteminin belirlediği bina başarı tespit oranları: Tüm görüntüde ; % 97.10, Kentsel bölgede sırasıyla Kentsel-1, Kentsel-2, Kentsel-3 ; %97.33, %96.39, %91.99, Kırsal bölgede ise sırasıyla Kırsal-1, Kırsal-2, Kırsal-3 ; %98.86, %98.48, %93.75 şeklinde olmaktadır.

Çalışma sonucunda, kızılötesi hava fotoğraflarından bina detaylarını diğer objelere göre daha farklı spektral yansıma veren objelerin otomatik olarak belirlenebileceği ortaya konmuştur.

Hızla gelişen görüntü işleme teknolojisi ile yeni görüntü işleme metotlarının çalışmada kullanılan görüntülerden daha hassas ve daha fazla bina detayı belirlenebilir.

5. KAYNAKLAR

- Fukunaga, K. and Hostetler, L., 1975. The Estimation of the Gradient of a Density Function, with Applications in Pattern Recognition, IEEE Transactions on Information Theory, 21, 1, 32–40.
- Beucher, S. and Lantuejoul C., 1979. Use of watersheds in contour detection, International Workshop on Image Processing: Real-time Edge and Motion Detection/Estimation, September, France, 17-21.
- Haralick, R. M. and Shapiro, L. G., 1985. Image segmentation techniques, Comput. Vis. Graph. Image Process., 29, 1, 100-132.
- Perona, P. and Malik, J., 1990. Scale-space and edge detection using anisotropic diffusion, IEEE Transactions on Pattern Analysis Machine Intelligence, 12, 7, 629-639.
- Huertas, A. and Nevatia, R., 1988. Detecting Buildings in Aerial Images, Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 41, 2, 131-152.
- Irvin, R.B. and McKeown, D.M., 1989. Methods for Exploiting the Relationship Between Buildings and Their Shadows in Aerial Imagery, IEEE Transactions On Systems, Man, and Cybernetics, 19, 6, 1564-1575.
- Beucher, S. and Meyer, F., 1993. The morphological approach of segmentation: the watershed transformation. Mathematical Morphology in Image Processing, E. Dougherty, Ed., Marcel Dekker, 433–481.
- Pal, R. N. and Pal K. S., 1993. A Review on Image Segmentation Techniques, Pattern Recognition, 26, 9, 1277-1294.
- Janes, C. O., Stolle, F. and Collins, R. T., 1994. Task driven perceptual organization for extraction of rooftop polygons, IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, Sarasota, FL, 152-159.
- Adams, R. and Bischof L., 1994. Seeded Region Growing, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 16, 6, 641-647.
- Cheng, Y., 1995. Mean Shift, Mode Seeking, and Clustering, IEEE Trans. on PAMI, 17, 8, 790-799.
- Adalsteinsson, D. and Sethian J. A., 1995. A fast level set method for propagating interfaces. J. Comput. Phys. 118, 2, 269-277.
- Xuan, J., Adali T. and Wang Y., 1995. Segmentation of magnetic resonance brain image: integrating region growing and edge detection, in Proc. IEEE Int. Conf. On Image Processing, Washington, DC, 3, 544-547.

- Kim, T. and Muller, J.-P., 1995. Using image understanding fusion techniques. *Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images*, Gruen, A., Kuebler, O. and Agouris P., 221-230.
- Mather, P.M., 1996. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*, England.
- Sabins, F.F., 1996. *Remote Sensing. Principles and Interpretation. (Third Edition)*, San Francisco: Freeman
- Castelman, R. K., 1996. *Digital image processing*. Prentice hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Heionen, T., Dastidar, P., Laarne, P., 1997. Segmentation of T1 MR scans for Reconstruction of Head Models. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 54, 173-181.
- Menhert, A. and Jackway P., 1997. An Improved Seeded Region Growing Algorithm, *Pattern Recognition Letters*, 18 , 10, 1065 – 1071.
- Noronha, S. and Nevatia, R., 1997. Building detection and description from multiple aerial Images, *Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Los Alamitos, CA, 588-594.
- Gazioğlu, C., Yücel, Z.Y., Doğan, E. ve Kurter, A., 1997. Kilyos-Karaburun Arasında Kıyının Kötü Kullanımı ve Kıyı Çizgisinin Değişimi, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı, Ankara, Bildiriler Kitabı, 567-577.
- 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.
- Hojjatoleslami, S.A., and Kittler J., 1998. Region growing : a new approach, *IEEE Trans. on Image Processing*, 7, 7, 1079-1084.
- Baillard, C., Schmid, C., Zisserman, A. and Fitzgibbon, A., 1999. Automatic line matching and 3D reconstruction of buildings from multiple views, *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 32, 3-2W5, 69- 80.
- Xiupin, J. and Richards, J.A., 1999. *Remote Sensing Digital Image Analysis*, 3 revised and enlarged edition.
- Maillet, S.M. and Sharaiha, Y. M., 1999. *Binary Digital Image Processing*, 3rd edition, Portland.
- Mayer, H., 1999. Automatic object extraction from aerial imagery - A survey focusing on buildings, *Computer Vision and Image Understanding*, 74, 4, 138–149.

- Ameri, B. and Fritsch, D., 1999. 3-D Reconstruction of Polyhedral-Like Building Models, IAPRS, 32, 3-2W5, Munich, Germany, 15-20.
- Levitt S. and Aghdasi, F. , 2000. Fuzzy representation and grouping in building detection, International Conference on Image Processing, 3, 324–327.
- Ameri, B., 2000: Automatic Recognition and 3D Reconstruction of Buildings from Digital Imagery. PhD Thesis, Institute of Photogrammetry, Stuttgart University, DGK-C, 526.
- Brenner, C., 2000. Dreidimensionale Gebäuderekonstruktion aus digitalen Oberflächenmodellen und Grundrissen. PhD Thesis, Institute of Photogrammetry, Stuttgart University, DGKC 530.
- Perkins, S., Theiler, J., Brumby, S. P., Harvey, N. R., Porter, R. B., Szymanski, J. J. and Bloch J. J., 2000. GENIE - A Hybrid Genetic Algorithm for Feature Classification in Multi-Spectral Images, Proceedings of SPIE, 4120, 52-62.
- Wolf, P.R. and Dewitt, B.A., 2000. Elements of Photogrammetry with Applications in GIS, 3rd Edition, McGraw-Hill, USA.
- Mie Sato Lakare, S., Ming Wan Kaufman, A. and Nakajima, M., 2000. A Gradient Magnitude Based Region Growing Algorithm for Accurate Segmentation, IEEE Image Processing, 3, 448-451.
- Kim Huertas, A. and Nevatia, R., 2001. Automatic Description of Complex Building with Multiple Images, Computer Vision and Pattern Recognition, 2, 272-279.
- Mikhail, E.M., Bethel, J.S. and McGlone, J.C., 2001. Introduction to Modern Photogrammetry, John Wiley and Sons, USA.
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E., 2002. Digital Image Processing, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Comaniciu, D. and Meer P., 2002. Mean Shift: A robust approach toward feature space Analysis, IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, International Journal of Remote Sensing, 24, 5, 603– 619.
- Bulut, M., İstanbullu A., ve Saraoğlu H. M., 2002. FCM algoritması temelli yeni görüntü bölütleme sistemi geliştirilmesi. Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Aralık, Bursa.
- Matikainen, L., Hyyppä, J., Hyyppä, H., 2003. Automatic Detection of Buildings from Laser Scanner Data for Map Updating. ISPRS,XXXIV / 3W13, 218-224.
- Yang, C., Duraiswami, R. , DeMenthon D. and Davis L., 2003. Mean-Shift Analysis Using Quasi- Newton Methods, IEEE International Conference on Image Processing, 447 - 450, 3.

- Sohn, G. and Dowman, I., 2003. Building Extraction Using Lidar Dems and Ikonos Images. Proceedings of the ISPRS working group III/3 workshop, 3-D reconstruction from airborne laserscanner and InSAR data, Dresden, Germany.
- Lu Y., Jiang T. and Zang Y., 2003. Region growing method for the analysis of functional MRI data. NeuroImage 20, 1, 455–465.
- Ruzgiene B., 2004. A comparison test of feature extraction from aerial photography, Geodesy and Cartography, XXX, 4.
- McGlone, C., 2004. Manual of Photogrammetry,. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Fifth Edition, Maryland, USA, 1151.
- Rogan, J. and Chen, D., 2004. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change, Progress in Planning, 61, 4, 301–325.
- Unsalan, C. and Boyer, K. L., 2004. Linearized vegetation indices based on a formal statistical framework, IEEE Trans on GeoRS, 42, 7, 1575–1585.
- Perkins, S., Edlund, K., Esch-Mosher, D., Eads, D., Harvey, N. ve Brumby, S., 2005. Genie Pro: Robust Image Classification Using Shape, Texture and Spectral Information, Proceedings of SPIE, 5806, 139-148.
- Demirkol, O. A., ve Serinağaoğlu Y., 2005. Gerçekçi Gövde Modelleri Oluşturulabilmesi İçin Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Bölütlenmesi, BIYOMUT Bildiriler Kitabı, İstanbul, 162-168.
- Mat-Isa, N. A., Mashor, M. Y. and Othman, N. H., 2005. Seeded Region Growing Features Extraction Algorithm; Its Potential Use in Improving Screening for Cervical Cancer, International Journal of The Computer, the Internet and Management 13,1, 61 -70.
- Smolka, J., 2005. Watershed based region growing algorithm, Annales UMCS Informatica AI 3, 169-178.
- Alçı, M. ve Akdemir S., 2005. Beyin mr görüntülerinin watershed algoritması yardımıyla bölütlenmesi. Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi, Eylül, İstanbul.
- Eker, O. ve Şeker D. Z., 2006. Hava Fotoğraflarından Çizgisel Detayların Yarı Otomatik Olarak Belirlenmesi, İtü dergisi/d mühendislik, 5, 6, Aralık, İstanbul.
- Steinnocher, K. and Kressler, F., 2006. Change detection. Technical report, EuroSDR Report.
- Edman, M., 2007. Segmentation Using a Region Growing Algorithm, Rensselaer Polytechnic Institute.

- Çölkesen, İ. ve Sesli F. A., 2007. Kıyı çizgisinde meydana gelen zamansal değişimlerin bilgi teknolojileri ile belirlenmesi: Trabzon Örneği, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Kasım, Trabzon.
- Kocaoğlu, A., Selver, M. A., Demir, G. K. and Güzeliş, C., 2007. Clustering Based Automatic Segmentation of Liver, Signal processing and Communications Applications, SIU 2007, IEEE 15th, June, 1 – 4.
- Sümer E. ve Yılmaz A. T., 2008. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden sınıflandırma ve bölütleme tabanlı bir yaklaşımla otomatik bina tespiti, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ekim, Kayseri.
- Sırmaçek B., Ünsal C., 2008. Building Detection from Aerial Images using Invariant Color Features and Shadow Information, Computer and Information Sciences, 1-5.
- Woo, D. M., Nguyen, Q. D., Nguyen Tran, Q. D., Park, D. C. and Jung, Y. K., 2008. Building Detection and Reconstruction from Aerial Images. Commission III, ThS-7, ISPRS Congress Beijing.
- Ateş, S. ve Demir E., 2009. Uzaktan algılamada çözünürlüğe bağlı veri kazanımı potansiyeli. 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Mayıs, Ankara.
- Sümer, E. ve Türker M., 2009. Üç boyutlu bina modelleri için otomatik bina yüz dokusu çıkarımı. 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Mayıs, Ankara.
- Karlı, F., Fidan M. H. ve Dihkan M., 2009. Kızıl ötesi hava fotoğrafından bina detaylarının çıkarılması. 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Mayıs, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Muhammet Hanefi FİDAN 1984 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2002 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2006 yılında bu bölümden dereceyle mezun oldu. 2008 yılının Temmuz ayında Trabzon Çukurçayır Belediyesi İmar Müdürlüğü'nde göreve başladı ve halen aynı görevde bulunmaktadır. Orta düzeyde İngilizce bilmektedir.