

ORTALAMA KAYDIRMA VE BERKELEY GÖRÜNTÜ BÖLÜTLEME (BIS) YÖNTEMİNİN ÇOK ZAMANLI KOMPSAT-2 GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

A. Özdarıcı¹, N. Clinton², Z. Akyürek³

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojiler Bölümü EABD, 06531, Çankaya, Ankara. ozdarici@metu.edu.tr

²NASA Ames Araştırma Merkezi, Moffett Field, California. nicholas.clinton@gmail.com

³Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06531, Çankaya, Ankara. zakyurek@metu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada iki önemli görüntü bölütleme yöntemine, Ortalama Kaydırma (Mean-Shift) ve Berkeley Görüntü Bölütleme (Berkeley Image Segmentation – BIS), ait sonuçlar vektör tabanlı çok sayıda ölçüm tekniği kullanılarak değerlendirilmiş ve bu anlamda oluşan boşluğun doldurulmasına katkı sağlanması hedeflenmiştir. Bu amaçla Bursa'da yer alan Karacabey Ovası üzerinde Haziran, Temmuz ve Ağustos 2008 tarihlerinde çekirilen keskinleştirilmiş Kompsat-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bölütleme işlemi öncesinde çok zamanlı görüntülere ait bantlara Temel Bileşenler Analizi uygulanmıştır. Analizlerde Ortalama Kaydırma ve BIS yöntemleri için çeşitli parametre bileşenleri kullanılmıştır. Değerlendirme işlemi sırasında, elde edilen parçalar (segmentler) önceden belirlenmiş örnek alanlar ile alan ve konum tabanlı doğruluk ölçüm teknikleri yardımıyla karşılaştırılarak örnek alanlar ve üretilen parçalar arasında konum ve şekil benzerliği bulmaya yarayan hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalara bağlı olarak her iki yöntem için de en yüksek doğruluğa sahip sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, BIS yöntemi için belli parametre bileşenleri ile elde edilen sonuçların görüntüleri oluşturan nesnelere saptamakta uygun olduğunu bunun yanında Ortalama Kaydırma görüntü bölütleme yönteminin daha etkili sonuçlar sergilediğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Ortalama Kaydırma Yöntemi, Berkeley Görüntü Bölütleme Yöntemi, Doğruluk Analizi, Yüksek Mekânsal Çözünürlük

AN EVALUATION OF MEAN-SHIFT AND BERKELEY IMAGE SEGMENTATION METHODS USING MULTI-TEMPORAL KOMPSAT-2 IMAGES

ABSTRACT

This study focuses on examining the results of two image segmentation methods, Mean-Shift and Berkeley Image Segmentation (BIS), by comparing it based on both area-based and location-based measures on an agricultural site. The test site (~10 km²) was selected from an important agricultural area, Karacabey Plain (Bursa), located in north-west of Turkey. Three Kompsat-2 images taken on June, July and August (2008) were used in the analyses by applying a Principle Component Analysis technique on the image bands. Multiple parameter combinations for Mean-Shift and BIS were tested and the resulting segments were evaluated using goodness measures that measure the shape similarity between the segments and training polygons. Results indicated that although some parameter combinations of BIS provide efficient outputs based on the computations of goodness measures, Mean-Shift segmentation method provided more superior results.

Keywords: Image Segmentation, Mean-Shift, BIS, Accuracy Assessment, High Spatial Resolution

1. GİRİŞ

Uydu teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak elde edilen görüntülere ait mekânsal çözünürlüğün artması, nesne içine düşen piksel değerlerindeki çeşitliliği arttırmış ve bu etki, geleneksel piksel tabanlı görüntü analizlerini negatif yönde etkilemiştir. Bu durum, uzaktan algılama çalışmalarında nesne tabanlı görüntü analizlerine olan önemin artmasına neden olmuştur (De Wit ve Clevers, 2004). Nesne tabanlı görüntü analizlerinin ilk basamağını *görüntü bölütleme* oluşturur. Görüntü bölütleme, birbirine komşu olan pikseller arasındaki homojenlik bilgisini araştırarak görüntüyü anlamlı parçalara bölme işlemidir (Cheng vd., 2001). Bu işlem sonucunda elde edilen her bir parça, görüntüyü oluşturan nesnelere tanımlanmasında kullanılır. Görüntü bölütleme yöntemiyle görüntüye ait nesnelere elde etme işlemi nesne tabanlı görüntü analizlerinin önemli bir basamağını oluşturur. Bu konuda algoritma geliştirme ve bu algoritmaların çeşitli amaçlara yönelik kullanımıyla ilgili çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür (Schoenmakers vd., 1994; Cheng, 1995; Rydberg ve Borgefors, 2001; Mueller vd., 2003; Martin vd., 2004; Zhan vd., 2005; Lee ve Warner 2006; Chen vd., 2006; Li ve Xiao., 2007; Lu vd., 2007; Wang vd., 2010; Xiao vd., 2010; Corcoran vd., 2010). Literatürde bu amaca yönelik birçok çalışma bulunmasına rağmen hala etkili yöntemlere ve ek analizlere ihtiyaç olduğu

gözlenmektedir. Bunun nedeni, bölütleme algoritmaları sonucunda üretilen parçalara ait doğruluk analizlerinin tek bir ölçüte dayandırılarak yapılmasıdır (Liu ve Yang, 1994; Zhang, 1996; Zhang, 2001; Martin vd., 2004; Ge vd., 2006; Chabrier vd., 2006; Li ve Xiao, 2007). Fakat üretilen parçaların referans nesnelere göre her yönden etkili bir şekilde değerlendirilebilmesi için tek değerlendirme ölçütünün yeterli olmadığı (Zhang, 2001, Clinton et al. 2010) ve bu nedenle daha kapsamlı değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç olduğu açıktır (Zhang 1996; Chabrier vd. 2006; Radoux ve Defourny, 2007; Corcoran vd. 2010).

Bölütleme sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan istatistiksel yöntemler nesne tabanlı görüntü analizlerinin önem verdiği bir konudur. Bu nedenle çalışmada, Ortalama Kaydırma ve Berkeley Görüntü Bölütleme yöntemi adıyla anılan iki farklı yönteme ait sonuçların bir tarım alanı üzerinde farklı doğruluk ölçüm teknikleri kullanılarak incelenmesi konu edilmiştir. İlk olarak; uydu görüntüsü ve çalışma alanının tanıtılmasının ardından Ortalama Kaydırma ve Berkeley Görüntü Bölütleme yöntemleri açıklanmaktadır. İkinci aşamada elde edilen bölütleme sonuçlarının analiz edilmesinde kullanılan değerlendirme yöntemleri tanıtılmaktadır. Tartışma ve sonuç bölümlerinde çalışma alanı için bulunan sonuçlar, değerlendirme yöntemleri yardımıyla test edilerek tartışılmaktadır. Son olarak çalışmanın içeriği ile birlikte genel sonuçlar verilmektedir.

1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Türkiye'nin kuzeybatısına düşen Marmara bölgesinde yer alan Karacabey Ovası (Bursa) olarak belirlenmiştir. Bu çalışma için Karacabey Ovası'nın yaklaşık 10 km² lik bir bölümü kullanılmıştır. Alan, ikliminin tarıma elverişli olması ve zengin toprak yapısı nedeniyle Türkiye'nin en verimli ovaları arasında yer almaktadır. Alanda başta mısır, biber, bezelye, buğday, pirinç ve şeker pancarı olmak üzere çeşitli ürünler yetiştirilmektedir (Özdarıcı, 2005).

1.2. Veri Seti

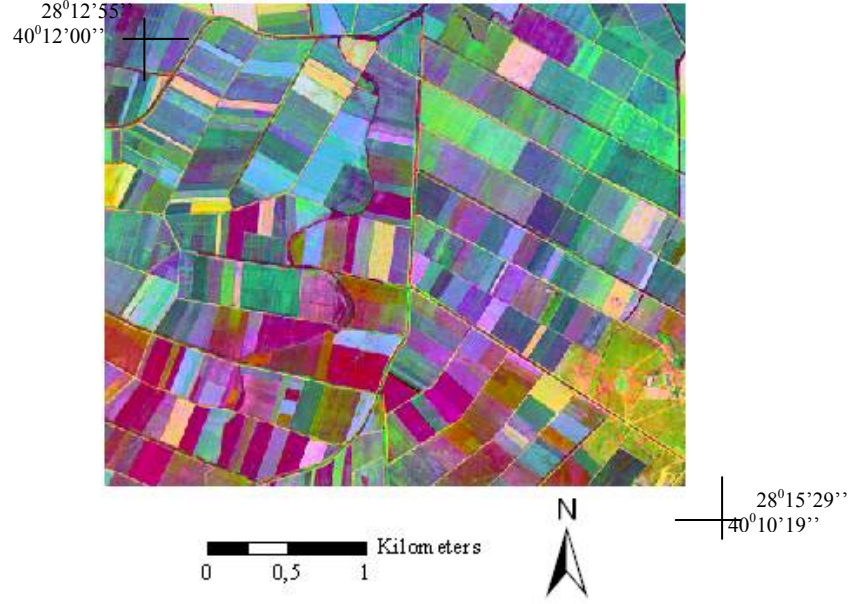
Çalışma alanında yetiştirilen ürünlere ait homojen alanları bulmak için Haziran, Temmuz ve Ağustos (2008) tarihlerinde çekilmiş pankromatik (1m) ve renkli (4m) Kompsat-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Görüntülerin farklı aylarda çekilmesinin nedeni ürünlere ait ekim, büyüme, olgunlaşma ve hasat dönemleri ile ilgili bilgiler elde ederek bölütleme işlemi kolaylaştırmaktır. Kompsat-2 renkli görüntüsü; mavi, yeşil, kırmızı ve yakın kızıl ötesi olmak üzere dört banttan oluşmaktadır. Bu bantlara ait spektral aralık sırasıyla 0.45-0.52, 0.52-0.60, 0.63-0.69 ve 0.76-0.90 µm değerleri arasındadır. Pankromatik görüntüye ait spektral aralık ise 0.50-0.90 µm dır. Kompsat-2 görüntüsüne ait işlem düzeyi 2A dır. Bu düzeyde görüntü radiometrik olarak düzeltilmiş ve yer kontrol noktası (YKN) kullanılmaksızın geometrik düzeltme işlemi standart harita projeksiyonu (UTM WGS 84) na göre yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara ait doğruluk analizlerinin yapılabilmesi için referans olacak bir veri setine ihtiyaç vardır. Bu veri, alanda bulunan parsel sınır bilgilerini içeren vektör veridir. Veri tabanında her bir parsel için ayrı numaralar verilerek aylara ait ürün bilgileri tanımlanmıştır. Vektör veri, alana ait 1:5.000 ölçekli kadastral haritalar kullanılarak Gauss-Kruger (Zone-5) ve Avrupa Datumu (1950)'na göre sayısallaştırılmıştır (Türker ve Arıkan 2005). Vektör veri bu çalışmada, görüntü bölütleme işlemi sonucunda elde edilen parçalar ile gerçek parseller arasındaki şekil benzerliklerini ölçmek amacıyla görüntü çekim tarihleri ile eş zamanlı olarak güncellenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Ön İşlemler

Çalışmada kullanılacak verilerin birbirleri ile uyumunu sağlamak amacıyla verilere bir dizi ön işlem uygulanmıştır. İlk olarak, aynı aya ait pankromatik ve renkli Kompsat-2 görüntüleri *En Küçük Kareler* görüntü keskinleştirme algoritması kullanılarak keskinleştirilmiş ve bu sayede üç farklı yüksek çözünürlüklü (1m) renkli görüntü elde edilmiştir (Özdarıcı ve Akyürek, 2009). İkinci aşamada 1:25.000 ölçekli sayısal haritalardan elde edilen Sayısal Arazi Yükseklik Modeli (SYM) yardımıyla keskinleştirilmiş görüntülerin hassas geometrik düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla üç görüntü için belirgin noktalardan toplanmış YKN ler kullanılmıştır. Bu işlemler sonucunda ortalama hata bir pikselin altında hesaplanmıştır. Bir sonraki aşamada farklı aylara ait keskinleştirilmiş renkli görüntülere ait bantlar bir araya getirilerek tüm bantlar üzerinde *Temel Bileşenler Analizi* uygulanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Temel Bileşenler Analizi uygulanmış Kompsat-2 uydu görüntüsü

2.2. Ortalama Kaydırma Yöntemi

Ortalama Kaydırma yönteminin temeli, filtre yardımıyla yoğunluk tahmini yapmaya dayanır. Yöntem, filtre içine düşen piksellere ait ortalama değeri hesaplayarak filtre merkezin hesaplanan yoğunluk merkezine kaydırılmasını içerir ve özetle şu şekilde tanımlanabilir:

“d” boyutlu R^d uzayında bulunan n nokta için verilen x_i vektörü ($i = 1 \dots n$) için herhangi bir K filtresi kullanılarak çok değişkenli Ortalama Kaydırma vektörü - $m_K(x)$ aşağıdaki formülle hesaplanır (Comaniciu ve Meer, 2002):

$$m_K(x) \equiv \frac{\sum_{i=1}^n x_i K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)} - x \quad (1)$$

Formülde kullanılan x , K filtresinin merkez noktası, h ise kullanılan filtrenin boyutunu tanımlamaktadır. Önemli modların bulunabilmesi için formülün (1), bölütleme yapılacak uzayı kapsayana kadar birden çok defa tekrarlanması gerekmektedir.

Ortalama Kaydırma vektörü her zaman öznelik uzayında var olan dağılımın en çok artan yönünü göstermektedir. Yine aynı formülden anlaşılabilceği üzere, filtrenin merkezi, yine aynı filtrenin içine düşen noktaların yoğun olduğu bölgeye doğru kaydırılmaktadır. Ortalama Kaydırma vektörü yerel eğim (*gradient*) tahmini ile uyduğu sürece, öznelik uzayında var olan dağılımın durağan noktalarına (*stationary points*) kadar bir yol izleyebilir. Öznelik uzayının modları ise bu durağan noktalardır. Dolayısıyla Ortalama Kaydırma işleminin iki basamaklı bir tekrar olduğu söylenebilir:

$m_K(x)$ vektörün hesaplanması
 $K(x)$ filtresinin $m_K(x)$ kadar ötelenmesi

Bu yöntem ile hesaplanan vektörler her zaman yoğunluğun en fazla olduğu yere doğru hareket eder. Formül 2 deki eşitlik, hesaplanan vektörün filtre yardımıyla elde edilen yoğunluk ile daima doğru orantılı olduğunu göstermektedir.

$$m_K(x) = h^2 \frac{\hat{\nabla} f_K(x)}{\hat{f}_K(x)} \quad (2)$$

Yöntemin renkli görüntüler üzerinde de uygulanabilmesi amacıyla *ortak alan (joint domain)* kavramı geliştirilmiştir. Bu kavrama göre her örnek, hem mekânsal uzayda (h_s) hem de renk uzayı (h_r) nda tanımlanır. Ortak alanda mekân ve renk vektörlerine ait farklılıkları gidermek için uygun bir normalizasyon işlemi gerekmektedir. Bu nedenle iki ışımsal simetrik filtre ürünü olan *çok değişkenli filtre (multivariate kernel)* öklid uzayında bant genişliği parametresi olarak kullanılmaktadır.

$$K_{h_s, h_r}(x) = \frac{C}{h_s^2 h_r^p} k\left(\left\|\frac{x^s}{h_s}\right\|^2\right) k\left(\left\|\frac{x^r}{h_r}\right\|^2\right). \quad (3)$$

Formül (3) de; 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 (Comaniciu ve Meer, 2002).

Bu çalışmada bölütleme işlemi, görüntülere *Temel Bileşenler Analizi* uygulandıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Bölütleme işlemlerinde mekansal (h_s) değişken için {2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} ve renk (h_r) değişkeni için {0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5} değerleri test edilmiştir. En küçük alan parametresi bu çalışma için 1000 piksel olarak belirlenmiştir. En küçük alan değişkeni, alanda bulunan en küçük parsel içine düşen piksel sayısını ifade etmektedir. Bu sayede Ortalama Kaydırma yöntemi ile segment edilecek görüntü üzerinde toplam 90 parametre bileşimi test edilmiştir. Tüm bantlara ait segmentleri tek bir katmanda toplamak için bölütleme işlemi sonucunda elde edilen raster formatındaki katmanlar birbirleri ile çarpılarak 32 bit olarak kaydedilmiştir. Ardından en küçük parsel büyüklüğünden daha küçük alana sahip parçalar uygun işlemlerle çalışmadan çıkarılmıştır. Son olarak, görüntü formatındaki katman, vektöre dönüştürülerek doğruluk analizlerine hazır hale getirilmiştir.

2.3. Berkeley Görüntü Bölütleme Yöntemi

Berkeley görüntü bölütleme yöntemi, Benz vd. (2004) tarafından ortaya çıkarılan alan birleştirme mantığına dayanır. Yöntemin ilk aşamasında her piksel bir alan olarak düşünülür. Pikseller, spektral homojenlik ve şekil ölçütlerine bağlı olarak birleştirilir veya farklı nesnelere olarak tanımlanır. a ve b şeklinde birbirine komşu olan iki nesne düşünüldüğünde bu iki nesnenin olası bileşimi ab birleşik (*merged*) nesne olarak kabul edilir. Birleşik nesneye ait spektral heterojenlik (h_p) aşağıdaki eşitlikle ifade edilir (Şekil 4).

$$\Delta h_p = \sum_I w_i (n_{ab} \sigma_{i,ab} - (n_{ab} \sigma_{i,a} + n_b \sigma_{i,b})) \quad (4)$$

Eşitlikteki,

I bant ağırlığını,

n bir pikselin kapladığı alanı,

σ_i görüntüye ait bantlardaki nesnelere için standart sapmayı ifade etmektedir. Nesnelere ait yumuşaklık (Δh_s) ve yoğunluk (Δh_p) farkı aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Şekil 5-6):

$$\Delta h_c = \frac{n_{ab} l_{ab}}{\sqrt{n_{ab}}} - \frac{n_a l_a}{\sqrt{n_a}} - \frac{n_b l_b}{\sqrt{n_b}} \quad (5)$$

$$\Delta h_s = \frac{n_{ab} l_{ab}}{b_{ab}} - \frac{n_a l_a}{b_a} - \frac{n_b l_b}{b_b} \quad (6)$$

Eşitlikteki;

l nesnenin çevre uzunluğunu,

b nesneyi çevreleyen poligon çevresinin uzunluğunu ifade etmektedir.

Nesneler arasındaki biçim farklılıklarına ait heterojenlik bilgisi aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır (Şekil 7-8):

$$\Delta h_t = w_c \Delta h_c + w_s \Delta h_s, \quad (7)$$

$$0 < w_c, w_s \leq 1, w_c + w_s = 1 \quad (8)$$

Eşitlikteki

w_c değeri kullanıcı tarafından seçilen sıklık parametresini,

w_s ise kullanıcı tarafından belirlenen yumuşaklık parametresini ifade etmektedir (Şekil 9-10).

Berkeley Görüntü Bölütleme yönteminde kullanılan ölçek oranı ise aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$r = w_p \Delta h_p + w_t \Delta h_t, \quad (9)$$

$$0 < w_p, w_t \leq 1, w_p + w_t = 1 \quad (10)$$

Eşitlikte görülen w_t kullanıcı tarafından belirlenen biçim parametresini ifade etmektedir. Nesne birleştirme işlemi önceden belirlenmiş ölçek eşik değeri ölçütü (T) karşılanana kadar devam eder ($t = 0,1,2,...T$).

2.4. Doğruluk Analizi

Bölütleme yöntemine ait sonuçların güvenilirliğinin araştırılabilmesi için üretilen parçaları çeşitli yönlerden değerlendiren doğruluk testleri yapılmıştır (Clinton vd. 2010). Sonuçlar üzerinde uygulanan testler Clinton vd. (2010)' ne ait çalışmada detaylı olarak açıklanmaktadır. Değerlendirmenin amacı, elde edilen parçalar ve belirlenmiş örnek alanlar arasında konum ve şekil benzerliklerini çeşitli yönlerden araştırmaktır. Bu amaçla ilk olarak çalışma alanının %10 nunu kapsayan örnek poligonlar titizlikle belirlenmiş ve örnek poligonlar ile elde edilen parçalar doğruluk analizleri yardımıyla karşılaştırılmıştır. Son olarak, hesaplanan sonuçlar sıralanarak en çok sayıda uygun ölçüte sahip bölütleme sonucu çalışma alanı için en ideal sonuç olarak belirlenmiştir. Kullanılan değerlendirme ölçütlerinden bazıları ve uygun değer aralıkları Tablo 1'de verilmektedir.

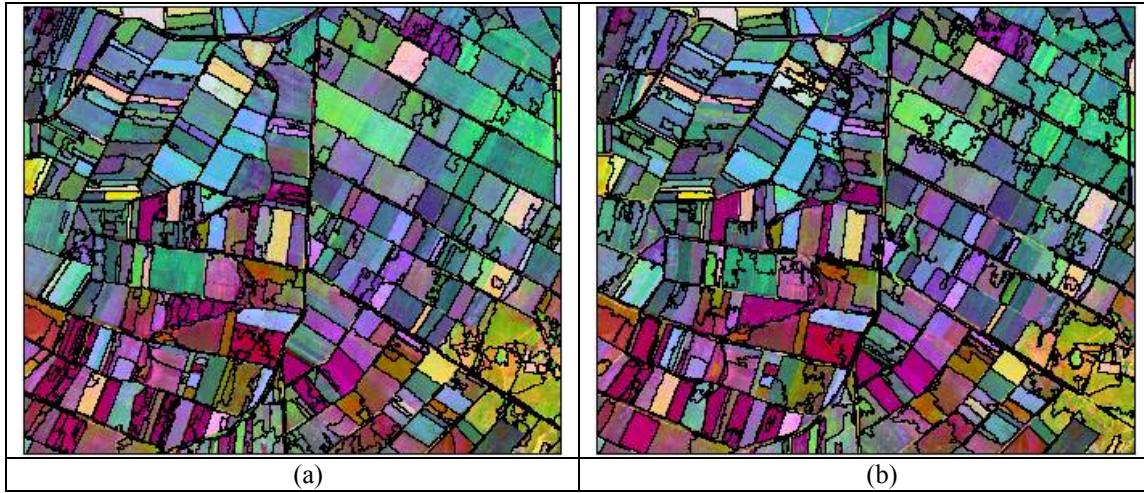
Tablo 1. Doğruluk analizinde kullanılan bazı değerlendirme ölçütleri ve uygun değer aralıkları

Yöntem	Minimum	Maksimum	Uygun Değer
RAsub(Relative Position)	1/p	1	1.0
RAsuper	1/p	1	1.0
Kalite Oranı (QualityRate)	1/p	1	1.0
Aşırı Bölütleme (OverSegmentation)	0	(p-1)/p	0. Minimum değer mükemmel çakışmayı veya yetersiz bölünmeyi ifade eder.
Yetersiz Bölütleme (UnderSegmentation)	0	(p-1)/p	0. Minimum değer mükemmel çakışmayı veya aşırı bölünmeyi ifade eder.

3. TARTIŞMA

Çalışmada iki farklı bölütleme sonucu, örnek alanlara bağlı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğruluk değerlendirme ölçütleri yardımıyla örnek alanlar ile karşılaştırılarak üretilen parçalar ve örnek alanlar arasında şekil benzerliği aranmıştır. Berkeley Görüntü Bölütleme yöntemi, bölütleme sonuçlarını örnek alanlara benzerliğine göre otomatik olarak sıralayabilmektedir. Bu işlem için Hsu vd. (2008)'ne ait çalışmada adı geçen 'grid araştırma' yöntemini kullanmaktadır. Ortalama Kaydırma yöntemi sonuçları için sıralama işlemi elle yapılmıştır. Bu sayede her iki yöntem için en

uygun değerlendirme ölçütlerini içeren sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak hangi yöntemin test alanı için daha güvenilir olduğuna karar verilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 2’ de verilmektedir.



Şekil 2. (a) Ortalama Kaydırma ve (b) Berkeley Görüntü Bölütleme Yöntemi Sonuçları

Doğruluk analizleri sonucunda Ortalama kaydırma yöntemi için kullanılan en uygun mekân (h_s) ve renk (h_r) parametreleri sırasıyla h_s : 9 ve h_r : 3 olarak belirlenmiştir. Berkeley Görüntü Bölütleme için en ideal parametreler şekil (s), yoğunluk (c) ve ölçek eşik değeri (T) sırasıyla s: 0.1, c: 0.9 ve T: 175 olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler kullanılarak ortalama kaydırma yöntemi için elde edilen parça sayısı 562 olarak hesaplanırken Berkeley Görüntü Bölütleme işlemi için bu sayının 293 olduğu gözlenmiştir.

Tüm sonuçlar genel olarak incelendiğinde, Berkeley Görüntü Bölütleme yöntemine ait ölçek eşik değerinin artmasıyla elde edilen parça sayısının ters orantılı olduğu ve parça sayısının azaldığı görülmüştür. Diğer bir ifade ile ölçek eşik değerinin artması iki ya da daha fazla parçaya ait parçaların birbirleri ile birleşmesine neden olmaktadır (*over-segmentation*). Diğer taraftan bölütleme işleminde çok küçük mekânsal ve renk değişkenleri (h_s , h_r) kullanılmasının gereğinden fazla küçük parçalar üretmeye yol açtığı gözlenmiştir (*under-segmentation*).

4. SONUÇLAR

Bölütleme sonuçlarının örnek alanlara göre detaylı olarak değerlendirilmesi sadece güvenilir sonuçlar üretmeye yardımcı olmakla kalmayıp aynı zamanda var olan bölütleme algoritmalarının iyileştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır (Zhang 1996; Clinton vd. 2010). Bu çalışmada çeşitli parametreler kullanılarak elde edilen bölütleme sonuçlarının örnek alanlar ile olan konum ve alan tabanlı uyumu geniş bir çerçevede incelenmiştir. Sonuçların birden çok doğruluk ölçüm tekniği ile değerlendirilmesinin nedeni üretilen segment kalitesinin çeşitli faktörlerden etkilenmesidir (Zhan vd. 2005).

Çalışmanın yöntem kısmından da anlaşılacağı üzere Ortalama Kaydırma ve Berkeley Görüntü Bölütleme algoritmaları görüntüler üzerinde yer alan nesnelere ait piksel gruplarını filtre yardımıyla bulmaya çalışırken Berkeley Görüntü Bölütleme yöntemi potansiyel nesnelere ait renk homojenliğini de kullanarak incelemektedir. Bu nedenle incelenen yöntemlerin farklı uygulamalarda yarar sağlayacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan, üretilen sonuçlar doğruluk değerlendirme ölçütlerine göre sıralandıktan sonra her iki yönteme ait en uygun bölütleme sonuçları bu ölçütlere göre birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu incelemeler ışığında bir karşılaştırma yapmak gerekirse Ortalama Kaydırma Yönteminin çalışma alanı için en ideal yöntem olduğunu söylemek mümkündür. Buna rağmen bu yöntem için üretilen bazı parçalarda hala hatalar (*over-segmentation* ve *under-segmentation*) olduğu gözlenmiştir.

Bölütleme işlemi sonucunda üretilen sonuçların doğruluk ölçütlerine göre otomatik olarak sıralanması doğruluk analizlerindeki olası insan faktörünü büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle

geliştirilecek algoritmalarda bu durumun göz önünde bulundurulmasının araştırmacılara yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

Tarım ürünlerinin uydu görüntülerinden tespit edilmesinde çok zamanlı görüntü kullanımı analizlerde daha güvenilir sonuçlar sağlamak açısından önemlidir (De Wit ve Clevers 2004). Bununla birlikte bölütleme işlemi öncesinde ve sonrasında yapılacak analizlerin de kaliteli sonuçlar üretmedeki başarısı göz ardı edilmemesi gereken diğer bir önemli noktadır (Zhang 1996).

Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Çalışmada kullanılan Kompsat-2 uydu görüntüleri Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri EABD tarafından ODTÜ'ye sunulan DAP-2008-07-02-07 proje bütçesinden temin edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Benz U.C., Hofmann P., Willhauck G., Lingenfelder I., ve Heynen M.,** 2004, Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, (58), 239-258.
- Chabrier S., Emile B., Rosenberg C. ve Laurent H.,** 2006, Unsupervised performance evaluation of image segmentation. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, article id:96306, pp.1-12.
- Chen Z., Zhao Z., Gong P. ve Zeng B.,** 2006, A new process for the segmentation of high resolution remote sensing imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 27 (22), 4991-5001.
- Cheng, H.D., Jiang X. H., Sun Y., Wang J.,** 2001, Color image segmentation: advances and prospects, *Pattern Recognition*, (34), 2259-2281.
- Cheng Y.** 1995, Mean shift, mode seeking, and clustering, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 17(8),790-799.
- Clinton N., Holt A., Scarborough J., Yan Li., ve Gong P.** 2010, Accuracy assessment measures for object-based image segmentation goodness, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76(3), 289-299.
- Comaniciu D. ve Meer P.,** 2002, Mean shift: a robust approach toward feature space analysis, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(5),603-619.
- Corcoran P., Winstanley A. ve Mooney P.,** 2010, Segmentation performance evaluation for object-based remotely sensed image analysis. *International Journal of Remote Sensing*, 31(3),617-645.
- De Wit A. J. W. ve Clevers J. G. P. W.,** 2004, Efficiency and accuracy of per-field classification for operational crop mapping, *International Journal of Remote Sensing*, 25 (20), 4091-4112.
- Hsu, Chih-Wei, Chih-Chung Chang, ve Chih-Jen Lin,** 2008, A Paractical Guide to Support Vector Classification. URL: <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/papers/guide.pdf> (10.05. 2010).
- Ge F., Wang S. ve Liu T.,** 2006, Image-segmentation evaluation from the perspective of salient object extraction, *Proceedings of the Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'06)*.
- Lee, J.Y., ve Warner T.A.,** 2006, Segment based image classification, *International Journal of Remote Sensing*, 27(16),3403-3412.
- Li P. and Xiao X.,** 2007, Multispectral image segmentation by a multichannel watershed-based approach, *International Journal of Remote Sensing*, 28(19),4429-4452.
- Liu J. ve Yang Y-H.,** 1994, Multi-resolution color image segmentation, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 16(7),689-700.
- Lu, S., Oki K., Shimizu Y. ve Omasa K.,** 2007, Comparison between several feature extraction methods for mapping complicated agricultural land patches using airborne hyperspectral data, *International Journal of Remote Sensing*, 28(5), 963-984.
- Martin D., Fowlkes C., Tal D., Malik J.,** 2004, Learning to detect natural image boundaries using local brightness, color and texture, *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 26(5),530-549.
- Mueller M., Segl K. ve Kaufmann H.,** 2003, Extracting characteristic segments in high-resolution panchromatic imagery as basic information for objects-driven image analysis, *Can. J. Remote Sensing*, 29(4), 453-457.
- Özdarıcı, A.** 2005, "Comparison of Different Spatial Resolution Images for Polygon-Based Crop Mapping", MSc. Thesis, Middle East Technical University, Türkiye.
- Özdarıcı A. ve Akyürek Z.,** 2009, Evaluating the contribution of image fusion methods into the classification accuracies of agricultural lands. *Proceeding of Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği V. Teknik Sempozyumu (TUFUAB)*, Türkiye.
- Radoux J. ve Defourny P.,** 2007, A quantitative assessment of boundaries in automated forest stand delineation using very high resolution imagery, *Remote Sensing of Environment*, 110,468-475.

- Rydberg A. ve Borgefors G.**, 2001, Integrated method for boundary delineation of agricultural fields in multispectral satellite images, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39(11), 2514-2520.
- Schoenmakers, R.P.H.M., van Leeuwen H.J.C., G.G. Lemoine ve E. Nezry.**, 1994, Segmentation of combined high resolution optical and radar imagery for the determination of field inhomogenities, *Proceeding of IEEE*, pp.2137 – 2139.
- Türker M. ve Arikan M.**, 2005, Sequential masking classification of multi-temporal landsat7 ETM+ images for field-based crop mapping in Karacabey, Türkiye, *International Journal of Remote Sensing*, 26 (17),3813-3830.
- Xiao P., Feng X., An R. ve Zhao S.**, 2010, Segmentation of multispectral high-resolution satellite imagery using log gabor filters. *International Journal of Remote Sensing*, 31 (6),1427-1439.
- Wang L., Gong P., Ying Q., Yang Z., Cheng X. ve Ran Q.**, 2010, Settlement extraction in the north china plain using landsat and Beijing-1 multispectral data with an improved watershed segmentation algorithm, *International Journal of Remote Sensing*, 31 (6),1411-1426.
- Zhan Q., Molenaar M., Tempfli K. ve Shi. W.**, 2005, Quality assessment for geo-spatial objects derived from remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(14), 2953-2974.
- Zhang Y.J.**, 1996. A survey on evaluation methods for image segmentation, *Pattern Recognition*, 29(8), 1335-1346.
- Zhang Y. J.**, 2001. A review of recent evaluation methods for image segmentation, *International Symposium on Signal Processing and its Applications (ISSPA)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 13-16 August.