

RASAT UYDU GÖRÜNTÜSÜNDEN NESNE TABANLI KIYI ÇİZGİSİ ÇIKARTMA: SAPANCA GÖLÜ ÖRNEĞİ

Abdulkadir Ince^{1*}, Salih Bozkurt¹, Bülent Bayram¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul.

Özet

Kıyı alanları doğal ve insan etkisinden dolayı tehdit altındadır. Küresel ısınmadan dolayı kıyı alanlarında oluşabilecek değişimlerin ortaya konması ise bilim adamlarının en yoğun olarak araştırma yaptıkları alanlardan biridir. Ülkemizde 1980' li yıllardan bu yana deniz ve göl kıyı alanlarına yakın olarak gerçekleştirilen turizm, sanayi, kültür balıkçılığı, kentleşme gibi faaliyetler kıyı alanlarının izlenmesini zorunlu hale getirmiştir. Göller insan hayatı açısından en önemli tatlı su kaynaklarını oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilmesi açısından en önemli doğal kaynaklardan biridir. Göl ve deniz kıyı çizgilerinde meydana gelen değişimlerin izlenmesi gelecekte bu alanların korunması açısından doğru kararların alınması açısından hayati önem taşımaktadır. Bunun için güncel, doğru ve ekonomik veri elde edilmesi zorunludur. Uzaktan algılama teknolojileri göl ve deniz kıyı alanlarının izlenmesine yönelik bu olanağı sağlamaktadır.

Sunulan çalışmada RASAT uydu görüntüsünden kıyı çizgilerinin otomatik çıkarımı için nesne tabanlı Meanshift ve Yalın Doğrusal Yinelemeli Kümeleme (Simple Linear Iterative Clustering (SLIC)) yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerin doğruluk analizi, yöntemlerden ayrı ayrı elde edilen sonuçların, el ile sayısallaştırma sonuçlarıyla karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada test alanı olarak Sakarya ilinde bulunan Sapanca Gölü seçilmiştir ve bu göle ait Ağustos 2012 tarihli RASAT uydu görüntüsü kullanılmıştır.

Sonuç olarak yöntemlerin doğruluğu Meanshift algoritması için alan bazlı doğruluk 0,27 km², konumsal doğruluk ise 7,66 m bulunmuştur. SLIC yöntemi için alan bazlı doğruluk 0,06 km², konumsal doğruluk ise 6,07 m bulunmuştur.

Sunulan çalışmada Sapanca Gölü, Sakarya; "Sürdürülebilir Kıyı Alanı İzleme Modeli İçin İnsansız Hava Araçları-LIDAR Teknolojilerinin Entegrasyonu- Üç Boyutlu Otomatik Kıyı Çizgisi Çıkartılması Ve Analizi: İstanbul-Terkos Örneği" başlıklı TÜBİTAK Projesi (Proje No: 115Y718) kapsamında önerilen yöntemlerden birinin test edilmesi amacıyla çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Anahtar Sözcükler

Görüntü İşleme, Uzaktan algılama, Mean shift, Simple Linear Iterative Clustering, RASAT

Abstract

Coastal zones are under threat of both natural and anthropogenic factors. Global warming and its effects are one of the main concerns of scientists. In Turkey, since 80's, monitoring of coastlines and shorelines of lakes became very vital issue due to increase in tourism, industry and aquaculture at the coastal zones. Lakes consist of large variety of habitats which are vital for survival of biodiversity. Monitoring of shoreline changes is very important issue to make the right decisions and to protect lakes and coastal zones. Up-to-date, accurate, temporal and reliable information on lakes can be derived by using optical remote sensing data.

In this study, object based Meanshift and Simple Linear Clustering (SLIC) methods have been applied to extract shorelines from RASAT satellite image. Accuracy analysis of these methods is carried out by comparing to these results with manual digitizing result. Sapanca Lake in Sakarya province has been chosen as study area and RASAT satellite image of this lake on August 2012 is used.

According to accuracy assessment results, area based accuracy results have been calculated for Mean shift method and for SLIC method as 0,27 km² 0,06 km² respectively. Spatial accuracy assessment results also have been calculated for both methods as 7,66 m and 6,07 m respectively.

In this study, the Sapanca Lake, Sakarya has been selected for evaluation and testing one of the proposed methods which will be used for the research project, about shoreline extraction with use of UAV-Based LIDAR data in the region of Terkos-Istanbul, which supported by TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) with project nr. 115Y718.

Keywords

Image Processing, Remote Sensing, Mean shift, Simple Linear Iterative Clustering, RASAT

1. Giriş

Kıyılar, dünyada meydana gelen doğal ve yapay kökenli değişimlerin en çok yaşandığı alanlardır. Kıyı alanlarının deniz ve kara ortamlarının etkileşim sahasında olması meydana gelen doğal değişimlerin kıyı alanlarında etkili olmasına neden olmaktadır. Bunun yanında insanoğlunun tarih boyunca yerleşim, barınma, ekonomi ve ulaşım amaçlı olarak daima kıyı alanlarını kullanması, bu sahalarda yapay kökenli kıyı değişimlerinin de yaşanmasına neden olmuştur (Bendell ve Wan,2011). Kıyı alanlarında oluşan herhangi bir değişim eko-sistemi doğrudan etkilemektedir (Krek, vd., 2016). Uluslararası Coğrafi Veri Komitesi' ne göre kıyı alanları yeryüzündeki en önemli 27 doğal zenginliklerden biridir. (Li vd., 2001).

* Sorumlu Yazar E-posta: abdulkadir.ince34@gmail.com (Abdulkadir Ince)

Kıyı çizgisi pozisyonunun bilinmesi, kıyısız problemlerle mücadelede, kıyının kara ve deniz tarafındaki kaynakların tanımlanmasında ve ölçülmesinde en temel gereksinimdir. Bu nedenle, kıyı çizgisinin veya deniz-kara sınırının belirlenmesi, kıyı çizgilerinin değişimlerinin tespiti, kıyı bölgesi yönetimi, havza sınırlarının çizilmesi ve taşkın koruma çalışmaları gibi birçok konu açısından önem taşımaktadır (Alesheikh, vd, 2007). Ancak, geleneksel yer ölçüm teknikleri ile kıyı çizgisinin veya deniz-kara sınırının belirlenmesi özellikle çok geniş alanlarda zaman alıcı ve zor olabilmektedir. Uzaktan algılama teknikleri kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesinde, kıyı alanlarının ve delta bölgelerinin araştırılmasında ve izlenmesinde çok önemli ön bilgiler sağlayabilmektedir (Bayram, vd. 2016).

Piksel tabanlı yaklaşımların aksine, nesne-tabanlı yaklaşım, yapıyı, dokuları ve spektral bilgileri dikkate alır (Ouyang et al., 2011). Bölütleme ile görüntü anlamlı homojen piksel gruplarına dönüştürülür. Bölütleme parametreleri görüntünün çözünürlüğü ve çıkartılması hedeflenen obje boyutlarına göre belirlenmelidir (Roostaei vd., 2012). Obje-temelli bölütleme yöntemlerinde sadece radyometrik değerler değil, aynı zamanda doku bilgisi, semantik bilgi, komşu bölütlerin topolojisi, vb. bilgiler de kullanılır (Bayram, vd., 2013). Kıyı çizgilerinin çıkartılmasına yönelik otomatik ve yarı otomatik olmak üzere farklı yöntemler önerilmiştir. Eşik değeri temelli yöntemler (Di vd., 2003), yoğunluk dilimlemesi temelli teknikler (Frazier ve Page 2000), Spektral karışım analizi yöntemi (Goodwin vd., 2005), piksel tabanlı yöntemler (Bayram, vd., 2016), obje-tabanlı yöntemler (Bayram, vd., 2013), yapay sinir ağları ve ISODATA (Boak ve Turner, 2005) bunlara örnek olarak verilebilir.

Sunulan çalışmada Sakarya ilinde bulunan Sapanca Gölü'nün Ağustos 2012 tarihli RASAT görüntüsü kullanılmıştır. Sapanca Gölü'nün kıyı çizgisi Mean shift ve SLIC yöntemleri ile ayrı ayrı elde edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılarak doğruluk analizleri yapılmıştır.

2. Çalışma Alanı Ve Materyal

Sapanca Gölü, Sakarya'nın 12 km batısında yer alır. Tektonik bir göldür. Gölün ortalama alanı 46 km² olup denizden yüksekliği 33m dir. Gölü birçok küçük dere beslemektedir. Göl birçok kuşun konaklama ve göç yolu üzerinde bulunmaktadır. Yapılan gözlemlere göre 69 kuş türü belirlenmiştir. Alanda koruma statüsünde ve nesli tükenmekte olan kuş türleri mevcuttur. Bunun yanında, göl Sakarya şehrinin içme suyunun %90' ını karşılamaktadır [2].



Şekil 1: Sapanca Gölü, Rasat pansharpened görüntüsü.

Sunulan çalışmada, 12 Ağustos 2012 tarihli, 7,5 m mekansal ve 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahip RASAT pansharpened uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kullanılan RASAT görüntüsü Şekil 1 de verilmiştir. RASAT uydusu Türkiye' nin ikinci uzaktan algılama uydusu olup, TÜBİTAK tarafından tasarlanmıştır (Erdogan, vd., 2016). Uydu Ağustos 2011'den bu yana aktiftir. Uyduya ait teknik özellikler Tablo-1' de verilmiştir.

Tablo 1. RASAT uydusunun teknik özellikleri (Erdogan, vd., 2016)

Ağırlık	93 kg
Yörünge	Kutupsal, güneşe senkronize
Yükseklik	700 km
Periyot	98.8 dk
Ekvator geçiş zamanı	10:30
Mekansal Çözünürlük	Pankromatik- 7,5 m Multispektral - 15 m
Spektral bantlar (µm)	0.42–0.73 (Pankromatik)

Radyometrik çözünürlük	1.Bant: 0.42–0.55 (Mavi)
Zamansal çözünürlük	2.Bant: 0.55–0.58 (Yeşil)
Tarama genişliği	3.Bant: 0.58–0.73 (Kırmızı)
	8 bit
	4 gün
	30 km

3. Yöntem

Çalışmanın ilk aşamasında, RASAT görüntüsüne MATLAB ortamında SLIC yöntemi uygulanmıştır. SLIC, görüntü düzleminde piksellerin renk benzerlikleri ve yakınlıklarına dayalı olarak kümelenmesi ile piksel grupları (superpixels) oluşturmaktadır (Achanta vd. 2010). Bu işlem 5 boyutlu [labxy] uzayda yapılmaktadır. Burada [lab] piksellerin, CIELAB renk uzayındaki renk vektörlerini, xy ise piksel konumunu ifade etmektedir. 5 boyutlu (5B) renk uzayında Öklid mesafelerini basitçe kullanmak mümkün değildir. Bu nedenle, pikselleri kümelemek için süper piksel boyutlarını dikkate alan yeni bir mesafe ölçme yöntemi kullanılmaktadır. Algoritma ile belirlenen süper piksel sayısına (K) bağlı olarak yaklaşık olarak eşit boyutlarda süper pikselleri oluşturulmaktadır. Piksel gruplarının boyutları ise yaklaşık olarak görüntüde bulunan piksel sayısının (N) istenen piksel grubu sayısına bölünmesi sonucu belirlenmektedir. Yaklaşık olarak eşit büyüklüğe sahip olan piksel gruplarının ızgara aralıkları ise aşağıdaki hesapla bulunmaktadır (Achanta vd., 2010).

$$S = \sqrt{(N / K)} \quad (1)$$

$$C_k = [l_k; a_k; b_k; x_k; y_k]^T \quad (2)$$

Bu denklemde C_k piksel grubunun merkezini ifade etmektedir. k ise 1’den başlayarak K değerine kadar olan bir değişkeni ifade etmektedir. Süper piksellerin merkez noktalarından itibaren tarama alanları xy düzleminde $2S \times 2S$ boyutlarında bir alanı tanımlamaktadır. Sözü edilen farklı uzaklıkların (D_s) hesaplanması için kullanılan genel denklemler aşağıda gösterilmiştir (Achanta vd., 2010).

$$\begin{aligned} d_{lab} &= \sqrt{((l_k - l_i)^2 + (a_k - a_i)^2 + (b_k - b_i)^2)} \\ d_{xy} &= \sqrt{((x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2)} \\ D_s &= d_{lab} + \frac{m}{S} d_{xy} \end{aligned} \quad (3)$$

Görüntüde gridsel olarak oluşturulan piksel gruplarının merkezleri belirlendikten sonra bu merkezler 3×3 ’lük boyutlarında komşu piksellerden gradyan (gradient) değeri en düşük olan piksele doğru kaydırılmaktadır ve dolayısıyla yeni piksel merkezleri bulunmaktadır. Son adım olarak ise pikseller, mesafe ölçümüne göre bölüt merkezlerinden en iyi eşleştiği bölüte atanmaktadır (Achanta vd., 2010).

Çalışma kapsamında SLIC algoritması için en uygun sonuç, süperpiksel sayısı (S) 2000000, kompaktlık parametresi (m) ise 3.2 alındığında sağlanmıştır.

Sapanca Gölü üzerine SLIC algoritmasının uygulandığı sonuç görüntü Şekil 2 de verilmektedir.



Şekil 2: RASAT görüntüsüne SLIC algoritmasının uygulanmasıyla elde edilen sonuç görüntü. a) SLIC algoritmasının genel sonuç görüntüsü b) Sonuç görüntü üzerinde bir alanın yakın görüntüsü.

Mean shift parametrik olmayan başarılı bir yoğunluk analiz yöntemidir ve yöntemin kullanımı ile birçok uygulamada başarılı sonuçlar üretilmiştir (Comaniciu, 2002). Yöntem (Fukunaga, vd., 1975) tarafından geliştirilmiştir. Meanshift yöntemi, parametrik olmayan, yoğunluk gradyenti tahmin etmede kullanılan bir yöntemdir. Meanshift algoritması, parametrik olmayan istatistiksel bir yöntemdir ve nokta dağılımının en yoğun olduğu alanı bulmayı sağlar. Meanshift, görüntü üzerinde gri değerin uzamsal etki alanı ve renkli görüntüleri kullanarak, süreksizliğini koruyan filtreler ve görüntü segmentasyonu için kullanılmaktadır (Comaniciu, 1999).

(Comaniciu, 1999) uyarınca algoritmanın temel ilkeleri aşağıda verilmiştir.

Meanshift algoritmasında, $\{X_i\}_j=1...n$, $\{Z_i\}_j=1...n$ sırasıyla orijinal ve yakınsanmış görüntü noktalarını ifade etmektedir, $\{L_i\}_j=1...n$ ise sayısal olarak sınıf etiketi sayısını ifade etmektedir. Aynı zamanda orijinal verilerin uzamsal aralık için σ_s ile etki alanı için ise σ_r ile normalleştirildiği varsayılmaktadır. Meanshift algoritması sırasıyla aşağıda verildiği gibi işlemektedir:

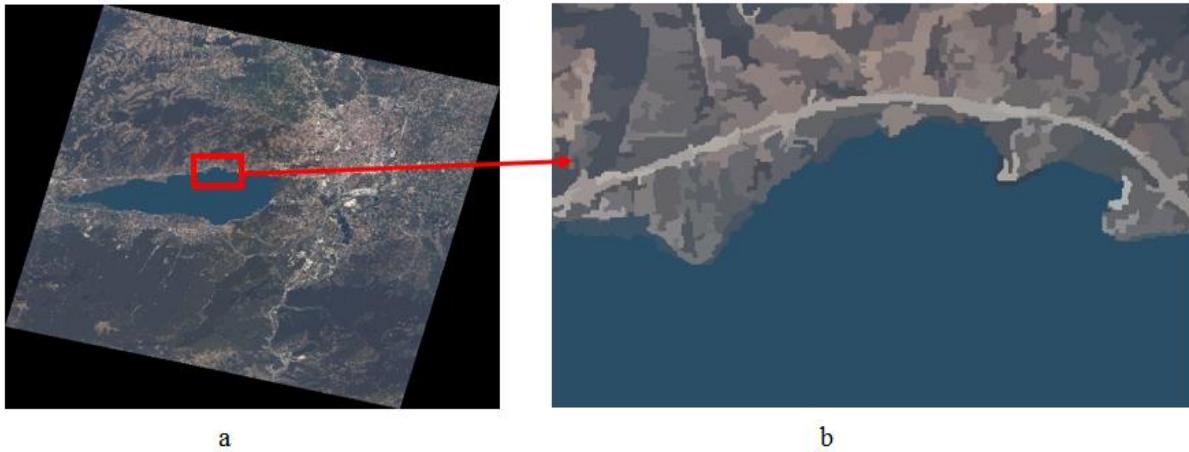
1. Her bir $j = 1 ... n$ için her bir x_j ye meanshift prosedürü uygulanır ve yakınsanmış nokta z_j 'ye kaydedilir.
2. Tüm z_j noktaları için katılma noktaları birbirine 0,5'den daha yakın olanlar birbirine bağlanarak, sınıfların yakınsama noktaları $\{C_p\}_p=1...m$ tanımlanır.
3. Her bir $j=1...n$ için $L_j = \{p \mid z_j \in C_p\}$ ataması gerçekleştirilir.

Burada ilk adım bir filtrelemedir. Burada tüm yakınsanmış noktalar z_j içerisine kaydedilmektedir. Algoritma içerisinde küme sayısı (m), σ_s ve σ_r parametreleri ile kontrol edilmektedir (Comaniciu, 1999).

Çalışmanın ikinci aşamasında ise aynı RASAT görüntüsüne Mean shift yöntemi Montevedri tarafından geliştirilen açık kaynak kodlu yazılımı [1] kullanılarak uygulanmıştır.

Mean shift yöntemi için en uygun sonuç, alansal yarıçap (spatial radius) 10, spektral değer (spectral value) 7, minimum alan büyüklüğü (minimum region size) 25 parametrelerinde elde edilmiştir.

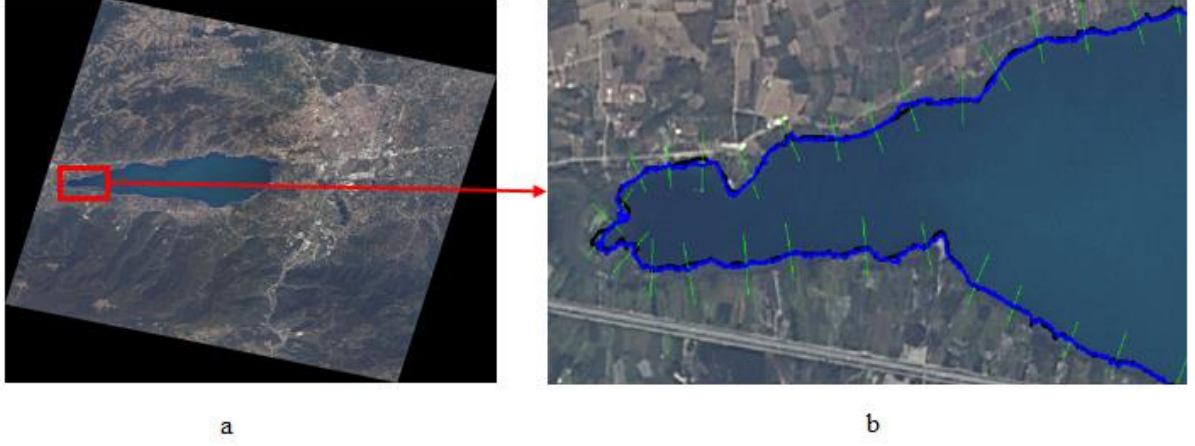
Bu çalışma kapsamında RASAT görüntüsüne uygulanan Mean shift yöntemi sonucu Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3: RASAT görüntüsüne Meanshift algoritmasının uygulanmasıyla elde edilen sonuç görüntü. a) Meanshift algoritmasının genel sonuç görüntüsü b) Sonuç görüntü üzerinde bir alanın yakın görüntüsü.

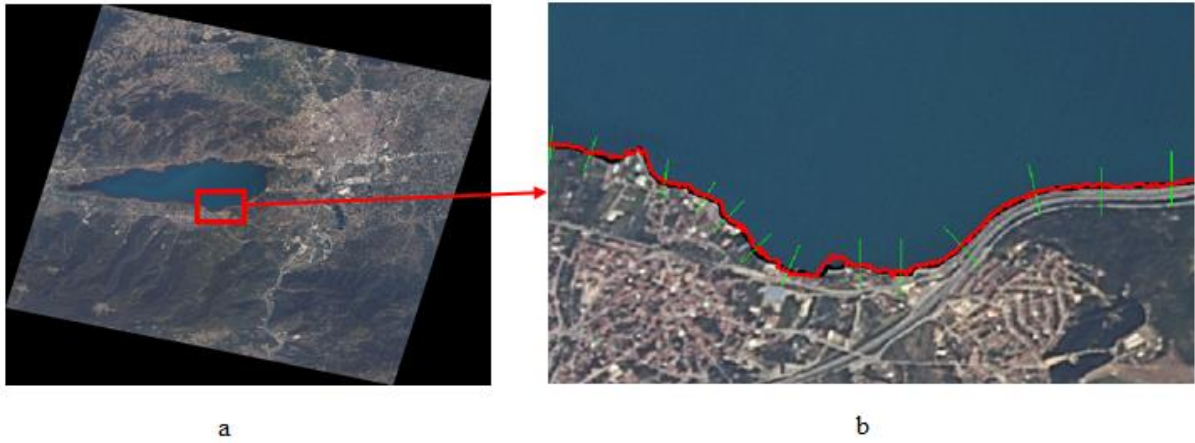
Sunulan çalışma kapsamında, RASAT uydu görüntüsü üzerinde Sapanca gölüne ait kıyı çizgisinin el ile sayısallaştırma sonucu referans alınarak doğru kabul edilmiştir. Doğruluk analizi için el ile sayısallaştırma sonucuna dik olacak şekilde 128 adet kontrol çizgileri çizilmiştir.

Daha sonra aynı görüntü üzerine SLIC algoritması uygulanarak buradan elde edilen kıyı çizgisi sonucu, el ile sayısallaştırma sonucu ile karşılaştırılmış ve kontrol çizgileri baz alınarak iki sonuç kıyı çizgisi arasında farklar ölçülmüştür. Bunun yanında el ile sayısallaştırma sonucu ile SLIC algoritmasından elde edilen sonucun alansal olarak karşılaştırılması yapılmıştır. SLIC algoritma sonucu ve el ile sayısallaştırma sonuçlarının karşılaştırılmış olduğu görüntü, kontrol çizgileri de geçirilerek Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4: a) SLIC ve el ile sayısallaştırma sonucunun kontrol çizgileriyle karşılaştırıldığı görüntü. b) Sonuç görüntü üzerinde bir alanın yakın görüntüsü.

SLIC algoritması için yapılan fark ölçümleri ve alansal büyüklük araştırması aynı şekilde Meanshift algoritması sonucu ve el ile sayısallaştırma sonucu arasında da yapılmıştır. Meanshift ve el ile sayısallaştırma sonuçlarının karşılaştırılarak kontrol çizgilerinin eklenmiş hali Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5: a) Meanshift ve el ile sayısallaştırma sonucunun kontrol çizgileriyle karşılaştırıldığı görüntü. b) Sonuç görüntü üzerinde bir alanın yakın görüntüsü.

4. Sonuçlar

Sunulan çalışmada SLIC ve Mean shift yöntemlerinden elde edilen kıyı çizgilerinin elle sayısallaştırma sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo-1 SLIC ve Mean shift yöntemlerinden elde edilen sonuçların elle sayısallaştırma ile karşılaştırılması.

Yöntem	Alan Değeri (km ²)	Alansal Doğruluk (%)	Ortalama Konumsal Fark (m)	Ortalama Konumsal Doğruluk (piksel)	Çevre Uzunluğu (km)	Çevresel Doğruluk (%)
Mean shift	44,90	99,39	7,66	1,02	43,08	97,36
SLIC	44,69	99,87	6,07	0,81	44,11	94,92

Tablo 1 değerleri, elle sayısallaştırma sonuçları ile yöntemlerden elde edilen sonuçlar arasındaki farklar gözetilerek hesaplanmıştır. Elle sayısallaştırma sonuçlarında, Sapanca gölüne ait çevre uzunluğu 41,97 km, alan büyüklüğü ise 44,63 km² bulunmuştur.

El ile sayısallaştırma sonuçlarına göre konumsal doğrulukların hesabı, yöntemlerden elde edilen sonuçların manuel sonuç ile karşılaştırılması ve kontrol çizgilerine göre aralarındaki mesafelerin ölçülmesiyle hesaplanmıştır. Bu adımda her iki yöntem için 128 tane kontrol çizgisinden elde edilen ölçülerin ortalaması alınarak konumsal fark değerleri bulunmuştur.

SLIC yöntemi ile elle sayısallaştırma ile elde edilen kıyı çizgilerinde 128 noktada ölçülen farklar karşılaştırıldığında: farkların %41' inin yarım piksel, %28'inin bir piksel, %26' sının iki piksel ve %5' inin 2 pikselden büyük olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Mean shift yöntemi için farkların %32' sinin yarım piksel, %26'sının bir piksel, %33' ünün iki piksel ve %9' unun 2 pikselden büyük olduğu görülmüştür. Sonuç olarak SLIC yönteminde farkların %69' u, Mean shift yönteminde ise %58' i maksimum bir piksel yani 7,5 m büyüklüğünde hesaplanmıştır.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, iki yönteminde yaklaşık olarak aynı sonuçları verdiği görülmüştür. Fakat SLIC algoritmasının daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Önerilen SLIC yöntemin insan hayatı için vazgeçilmez öneme sahip göllerdeki zamansal değişim izlenmesinde kullanılabileceği gözlenmiştir. Kızıl ötesi banda sahip görüntülerde elde edilen doğruluk oranlarının daha da artacağı öngörülmektedir. RASAT görüntüsünde sadece görünür bölgeye ait batların mevcut olduğu düşünülecek olursa, elde edilen doğruluk oranlarının tatmin edici olduğu görülmektedir. Gelecekte önerilen yöntemlerin kızılötesi banda sahip GÖKTÜRK görüntülerine uygulanması planlanmaktadır.

Teşekkür

Sunulan çalışma TÜBİTAK tarafından “Sürdürülebilir Kıyı Alanı İzleme Modeli İçin İnsansız Hava Araçları-Lidar Teknolojilerinin Entegrasyonu- Üç Boyutlu Otomatik Kıyı Çizgisi Çıkartılması Ve Analizi: İstanbul-Terkos Örneği” başlıklı TÜBİTAK Projesi (Proje No: 115Y718) kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

Alesheikh, A.A.; Ghorbanali, A., and Nour, N., 2007. Coastline change detection using remote sensing. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4, 61–66.

Bayram Bulent, Seker Dursun Zafer, Acar Ugur, Yuksel Yalcin, Ari Guner H. Anil and Cetin Ibrahim. (2013). An Integrated Approach to Temporal Monitoring of the Shoreline and Basin of Terkos Lake. *Journal of Coastal Research*, 29(6),1427-1435.

Bayram, B., Seker, D. Z., Acar, U., Yuksel, Y., Ari, Güner, H. A., Cetin I. 2013. "An Integrated Approach to Temporal Monitoring of the Shoreline and Basin of Terkos Lake", *Journal of Coastal Research*, 29(6),1427-1435.

Bayram Bulent, Demir Nusret, Ogurlu Mustafa, Catal Reis Hatice, Seker Dursun Zafer (2016). 3D Shoreline Extraction Using Orthophoto-Maps and LIDAR, 37 th Asian Conference on Remote Sensing, 17-21 October 2016, Sri Lanka, Colombo, tS38, AB0594 p.1-5.

Bayram Bulent, Demir Nusret, Ogurlu Mustafa, Catal Reis Hatice, Seker Dursun Zafer (2016). 3D Shoreline Extraction Using Orthophoto-Maps and LIDAR, 37 th Asian Conference on Remote Sensing, 17-21 October 2016, Sri Lanka, Colombo, tS38, AB0594 p.1-5.

Bendell, L. I., Wan, P.C. 2011. "Application of aerial photography in combination with gis for coastal management at small spatial scales: a case study of shellfish aquaculture", *Journal of Coastal 282 Conservation*, vol. 15, no. 4, 417–431.

Boak, E.H., Turner, I.L. 2005. "Shoreline Definition and Detection: A Review", *Journal of Coastal Research*, 21(4), 688–703.

Cracknell, A. P. (1999). Remote sensing techniques in estuaries and coastal zone—an update. *International Journal of Remote Sensing*, 19(3), 485–496.

Ciavola, P., Mantovani, F., Simeoni, U., & Tessari, U. (1999). Relation between river dynamics and coastal changes in Albania: an assessment integrating satellite imagery with historical data. *International Journal of Remote Sensing*, 20(3), 561–584.

Dorin Comaniciu, Peter Meer, (1999). "Mean Shift Analysis and Applications", *IEEE Computer Society Washington, DC, USA 1999*.

Di, K., Wang, j., Ma, R., Li, R. 2003. "Automatic Shoreline Extraction from High Resolution IKONOS Satellite Imagery", *ASPRS 2003 Annual Conference Proceedings*, Anchorage, Alaska.

Erdogan Mustafa, Yilmaz Altan & Eker Oktay. (2016). The georeferencing of RASAT satellite imagery and some practical approaches to increase the georeferencing accuracy. *Geocarto International*, Vol. 31, No. 6, 647–660, <http://dx.doi.org/10.1080/10106049.2015.1073367>.

Frazier, P. S., Page, K. J. 2000. "Water Body Detection and Delineation with Landsat TM Data", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66 (2), 1461–1467.

Guariglia, A., Buonomassa, A., Losurdo, A., (2006), "A Multisource Approach Coastline Mapping And Identification of Shoreline Changes" *Annals of Geophysics*, Vol. 49.

Hofmann, P. (2001b). Detecting Informal Settlements from Ikonos Image Data Using Methods Of Object Oriented Image Analysis- An Example From Cape Town, In: *Remote Sensing of Urban Areas*, edited by Jürgens, Carsten (Regensburg).

Hofmann, P. (2001c). Detecting Urban Features from Ikonos Data Using an Object-Oriented Approach, RSPS 2001, Geomatics, Earth Observation and the Information Society.

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

Krek Alexander, Stont Zhanna, Ulyanova Marina, Alongshore bed load transport in the southeastern part of the Baltic Sea under changing hydrometeorological conditions: Recent decadal data, *Regional Studies in Marine Science* 7 (2016) 81–87.

Li, R., K. Di and R. Ma (2001). A Comparative Study of Shoreline Mapping Techniques. 4th International Symposium on Computer Mapping and GIS for Coastal Zone Management ,18-20 June 2001, Halifax, Nova Scotia, Canada.

Ouyang, Z.-T.; Zhang, M.-Q.; Xie, X.; Shen, Q.; Guo, H.-Q., and Zhao, B., 2011. A comparison of pixel-based and object-oriented approaches to VHR imagery for mapping saltmarsh plants. *Ecological Informatics*, 6, 136–146.

Radhakrisma Achanta, Appu Shaji, Kevin Smith, Aurelien Lucchi, Pascal Fua, Sabine Süsstrunk, (2010). SLIC Superpixels*. Roostaei, S.; Alavi, S.A.; Nikjoo, M.R., and Valizadeh Kamran, K., 2012. Evaluation of object-oriented and pixel based classification methods for extracting changes in urban areas. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 2(3), 738–749.

Yang, X., Damen, M. C. J., & Van Zuidam, R. A. (1999). Use of thematic mapper imagery with a geographic information system for geomorphologic mapping in a large deltaic lowland environment. *International Journal of Remote Sensing*, 20(4), 659–681.

Goodwin N., Coops, N. C., Stone, C. 2005. "Assessing plantation canopy condition from airborne imagery using spectral mixture analysis and fractional abundances", *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 7, 11–28.

[1] <https://www.orfeo-toolbox.org/packages/OTBCookBook.pdf> (erişim, 07.09.2016)

[2] https://tr.wikipedia.org/wiki/Sapanca_G%C3%B6lü (erişim, 20.02.2017)