

UZAKTAN ALGILAMA ve CBS TENOLOJİLERİ İLE KIYI SINIR DEĞİŞİM ANALİZİ: MEKE GÖLÜ ÖRNEĞİ

A. Erener^a, M.Yakar^b

^a KOU, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 41380 İzmit Kocaeli, Türkiye - arzu.erenar@kou.edu.tr

^b SU, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 42250 Konya, Türkiye - yakar@selcuk.edu.tr

ANAHTAR KELİMELE: Uydu görüntüsü, CBS, Değişim Analizi, Kıyı şeridi, Değişim Matrisi

ÖZET:

Küresel ısınma ve iklim değişikliği akarsu, göl ve deniz seviyelerinde değişimlere neden olmaktadır. Şehir alanlarında, tarım alanlarında olduğu gibi, doğada meydana gelen bu değişimlerin mekânsal ve zamansal olarak takibi, izlenmesi ve değerlendirilmesi ileride meydana gelebilecek çevresel, ekonomik ve sosyal problemlerin ortaya konulması açısından oldukça önem arz etmektedir. Dünyanın nazar boncuğu olarak bilinen Meke gölü, doğal bir güzelliğe sahiptir ve sayısız kuş çeşidine ev sahipliği yapmaktadır. Gerek bilinçsiz tarımsal sulamanın etkisiyle, gerekse bölgede yeterli yağışın olmamasından dolayı Konya'nın Karapınar ilçesindeki Meke Gölünün suları, gündün güne çekilmektedir. Sorunun boyutunun belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için mevcut durum analizleri yapılmalı ve değişimler belirlenmelidir. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri geniş alanlara sahip bölgelerden kısa zamanda bilgi üretilmesi, mevcut durum analizlerinin yapılması ve değişimlerin belirlenmesi konusunda önemli ve ekonomik kaynaklardır. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı çok-zamanlı uydu görüntüleri ve entegreli olarak CBS kullanımı ile göldeki zamansal ve mekânsal değişimin belirlenmesini içermektedir. Çalışmada 1987, 2000 ve 2009 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Yapılan uydu görüntüsü değişim algoritmaları ile Meke göl sınırı değişimleri belirlenmiştir. Değişim algoritması öncelikle her bir period için uzaktan algılama görüntülerinin sınıflandırılmasını içermektedir. "nereden-nereye" değişimlerin belirlenmesi için ise, hücre tabanlı sınıflandırmanın sonucu elde edilen görüntüler arasındaki çapraz-farklar gözlemlenmiştir. Yirmi iki yıllık süreçteki değişimlerin tipi, hızı ve dokusu nitel olarak değişim matrisleri ile elde edilirken, nicel olarak ise mekânsal değişim haritaları oluşturulmuştur. Sonuç olarak, bu çalışma UA-CBS'nin mekânsal-zamansal veri elde etmedeki ve arazi kullanım/değişim haritalarının güncellenmesindeki başarısını göstermektedir.

KEY WORDS: Remote Sensing Images, GIS, Change Detection, Coastline, Change Matrix

ABSTRACT:

Global warming and climate cause coastline changes on rivers, lakes and sea levels. Such as in urban areas and in agricultural regions it is of great importance for monitoring and assessment of spatial and temporal changes in nature, for economic and social problems that may occur in the future. Meke Lake, known as the world's evil eye hosts numerous bird species and has a natural beauty. Meke Lake's water, drawn from day to day which may be due to unconscious influence of agricultural irrigation and/or lack of adequate rainfall in the region. In order to identify the size of the problem and take necessary precautions, the current situation should be identified and the changes should be determined. Use of remote sensing (RS), Photogrammetry and Geographic Information System (GIS) technologies proved to be economic and useful sources in large areas in order produce information in short-time and to generate information for current situation and LULC changes. In this context, the main objective of this study includes to analyze the temporal and spatial change and to identify the current situation of Meke lake by using multi-temporal satellite image data integrated with GIS. This study employed Landsat images during the period 1987, 2000 and 2009. Coastline change of Meke lake identified by using algorithms of change. The change algorithm involves initially classification of remote sensing images for each period. Employing the pixel-based classification, the images has been cross-classified in order to identify the "where to where" change. The type, rate, and pattern of the changes among three years time is analyzed by quantitatively by change matrix and also qualitatively by evaluation of spatial change map. As a result, this study demonstrates the ability of GIS and Remote Sensing in capturing spatial-temporal data for determining and updating LULC changes.

1. GİRİŞ

1.1 Genel Bilgi

Kıyı çizgisi, su ve kara yüzeyinin kesişimi olarak tanımlanmaktadır. Çok zamanlı gölalanı haritalamaları ve mekânsal veri üretimi; kıyı kaynakları yönetimi, kıyı çevre koruma ve sürdürülebilir kıyı gelişim ve planlaması için oldukça öneme sahiptir. Geleneksel olarak, göl sınırı haritalamaları küçük alanlar için yersel ölçümler şeklinde yapılmaktadır (Ingham, 1992). Su seviyelerinin doğası gereği dinamik yapılarının, zamansal ve mekânsal olarak tespiti ve

haritalanması, geleneksel metotlar ile, oldukça zaman alıcı olabilmektedir (Winarso ve Budhiman, 2001).

Günümüzde uydu görüntülerinin kullanımı ve CBS teknolojilerindeki ilerlemeler bu tür çalışmalara önemli avantajlar getirmiştir. Dinamik bir doğaya sahip göl alanlarının görsellenmesinde UA ve CBS teknolojileri ekonomik ve yararlı kaynaklar olduklarını kanıtlamışlardır. Su kaynaklarının UA verileri ile belirlenmesi ve çıkarımı en uygun su absorbe etme özelliklerinden dolayı, yakın kızılötesi dalga boyunda yapılmaktadır (Lillesand ve Kiefer, 1999). Optik sistemler farklı araştırmacılar tarafından kıyı çizgisini elde etmek için araştırılmış ve değerlendirilmiştir. Byrne ve ark., 1980; Whithe

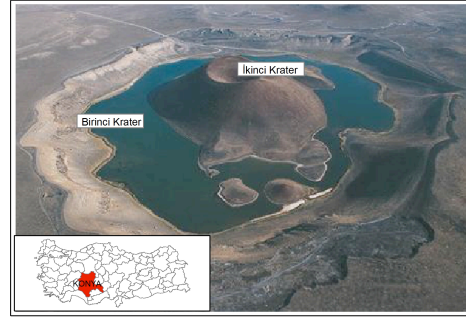
ve Asmar, 1999; Liu ve Jezek, 2004; Alesheikh ve ark., 2007; Marfa'i ve ark., 2008 Landsat verisi kullanırken, Wang ve ark., 2003; Tarig ve ark., 2010; Erenner ve ark., 2012 İkonos, Quickbird vs. gibi yüksek çözünürlüklü görüntüler kullanmıştır. Genel olarak değişimler, değişim algoritmaları yardımıyla belirlenmekte ve değerlendirilmektedir. Değişim belirleme algoritmaları birbirini takip eden farklı zamanlarda alınmış görüntülerde bir objede veya bir olaydaki değişimin takibi için uygulanmaktadır (Singh, 1989). Değişim belirleme algoritmaları farklı alanlarda Byrne et al. 1980, Howarth and Wickware 1981, Jha and Unni 1994, Schmidt and Glaesser 1998, Mas 1999, Mucher, et. al., 2000, Dewidar, 2004 tarafından uygulanmıştır. Uzaktan algılama çalışmalarında değişimin takibi için geliştirilen algoritmalar iki ana başlık altında incelenebilir. İlki ham görüntü bantlarının kullanıldığı ve hücre hücre karşılaştırmayı içeren farklı zamanlara ait ilgili görüntü bantlarının oranlaması veya görüntü bantlarının farklarının alınması yöntemleridir. İkinci grup yöntemler ise görüntülere yapılmış olan analiz sonrası karşılaştırmayı içeren yöntemlerdir. Bu yöntemler sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırılması, bitki indeksinin karşılaştırılması ya da temel ana bileşenler farklılığı analizleri gibi analiz sonrası değişim takibi metodlarıdır. Bu yöntemlerde farklı yıllara ait görüntüler analiz edildikten sonra tekrar hücre hücre farklılıklar araştırılmaktadır. Bu analizlerin doğru şekilde yapılması için görüntülerin geometrik dönüşüm analizlerinin çok iyi şekilde yapılması gerekir. Bu işlem her bir görüntünün birbirine göre doğru şekilde örtüşmesini sağlayacaktır. Geometrik dönüşüm yanında atmosferik düzeltme analizleri, mekânsal ve spektral çözünürlük eşleme analizleri de gerekmektedir.

Gerek bilinçsiz tarımsal sulamanın etkisiyle, gerekse bölgede yeterli yağışın olmamasından dolayı Konya'nın Karapınar ilçesindeki Meke Gölünün suları, günden güne çekilmektedir. Bu çalışma kapsamında Meke gölünde meydana gelen zamansal değişimler, yapılan değişim analizleri ile mekânsal olarak uydu görüntülerinden izlenmiştir. "nereden-nereye" değişimlerin belirlenmesi için ise, hücre tabanlı sınıflandırmanın sonucu elde edilen görüntüler arasındaki çapraz-farklar gözlemlenmiştir. Yirmi iki yıllık süreçteki değişimlerin tipi, hızı ve dokesu nitel olarak değişim matrisleri ile elde edilirken, nicel olarak ise mekânsal değişim haritaları oluşturulmuştur.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ SETİ

2.1 Çalışma Alanı

Meke Gölü, Konya ili sınırlarında, Türkiye'nin Orta güney kesiminde bulunmaktadır. Konya şehrinin güneydoğu kısmında ve 37°43'- 37°40'kuzey enlemleri ile 33°36'-33°41' doğu boylamları arasında bulunmaktadır ve şehir merkezine yaklaşık 95 km uzaklıktadır. Meke, dünya üzerinde başka bir benzeri olmayan bir krater gölüdür. Fakat son yıllarda Konya havzası'ndaki yeraltı sularının bilinçsiz tüketimi yüzünden Meke gölü kurumaya yüz tutmuştur. Binlerce yıl önce volkanik bir patlama sonucu oluşan krater zamanla suyla dolarak göle dönüşmüştür. Daha sonra ikinci bir volkanik patlama ile gölün ortasındaki ikinci volkan konisi oluşmuştur. Zaman içerisinde bu koninin içerisi de suyla dolarak ikinci göl oluşmuştur. Göl ve birincil krater çukurunun uzunluğu 800 m, genişliği 500 m iken derinliği 12 metredir (Şekil 1). Ana Meke'nin ortasında bulunan ve su seviyesinden 50 m yükseklikte olan volkan konisindeki göl 25 m derinliktedir ve suyu tuzludur (Vikipedi, 2010).



Şekil 1. Çalışma alanı Meke Gölü

2.2 Veri Seti

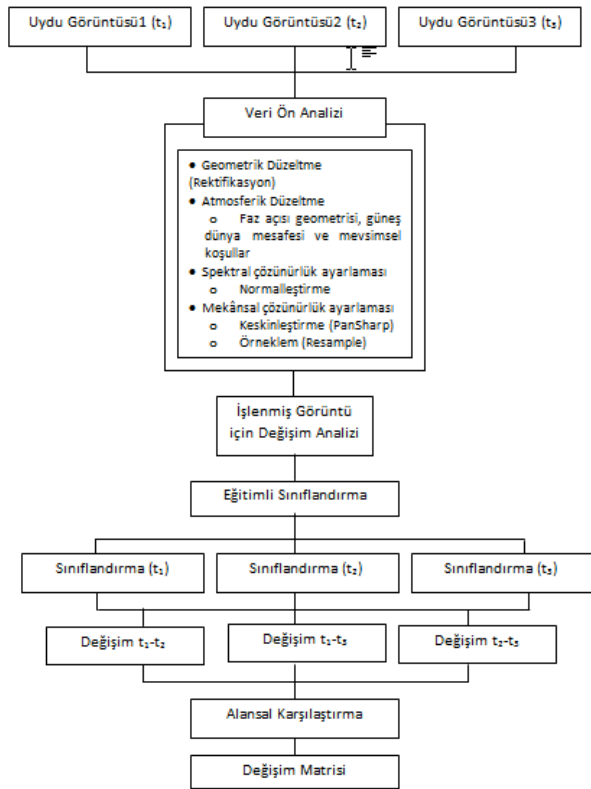
Bu çalışma kapsamında meke gölü dinamiğini gözlemlemek ve sınır çizgisi değişimini araştırmak için Landsat TM ve Landsat ETM+ verileri kullanılmıştır. Çalışma alanına ait on dokuz yıllık periyodu kapsayan üç zaman diliminde görüntü elde edilmiştir (Tablo 1). Bunlar 06 Eylül 1987 yılına ait bir Landsat TM görüntüsü, 05 Haziran 2000 ve 28 Temmuz 2006 yıllarına ait Landsat ETM+ görüntüleridir. Bu görüntüler ücretsiz olarak Global Land Cover Facility (GLCF), http://glcf.umd.edu/data/guide/technical/techguide_geocover.pdf web adresinden indirilmiştir. Veri seti GeoTiff formatında WGS-84 datumu ve UTM projeksiyonunda sağlanmıştır.

Görüntüler	Zaman	Bant Sayısı	Spektral Aralık (µm)	Mekânsal Çözünürlük (m)
Landsat TM	06 Eylül 1987	1,2,3,4,5,7	0.45-2.35	30
		6	10.40-12.50	120
Landsat ETM+	05 Haziran 2000 28 Temmuz 2006	1,2,3,4,5,7	0.45-2.35	30
		6.1, 6.2	10.40-12.50	60
		8	0.5-0.9	15

Tablo. 1 Veri Seti

3. METODOLOJİ

Çalışma için uygulanan yöntem Şekil 2'de verilmektedir. Meke gölü sınır değişimleri, değişim algoritması kullanılarak belirlenmiştir. Değişim algoritmaları uygulanmadan önce, ön analizlerin yapılması mecburidir. Genel olarak ön analizler iyi şekilde yapılmış görüntü rektifikasyonu (geometrik dönüşüm), atmosferik düzeltme ve spektral ve mekânsal çözünürlük ayarlamalarını gerektirmektedir. Buna göre ön analizlerin ilki olan geometrik dönüşüm farklı zamanlarda alınmış görüntülerin hassas olarak mekânsal örtüşmeleri için oldukça önem arz etmektedir. Bu örtüşme değeri 1 piksel altında karesel ortalama hataya sahip olmalıdır. GLCF 'den indirilen Landsat arşiv görüntüleri, farklı seviyelerde geometrik düzenlemesi yapılmış görüntülerdir, bu seviyeler: ortorektifikasyon, arazi düzeltmesi, SLC-Off şeklindedir. İndirilen görüntüler iki hücre konumsal doğruluğa (rmse) sahip ortorektifiye görüntülerdir. İki hücrelik hata kıyı sınır değişimi çalışmaları için kabul edilemez. TM ve ETM+ görüntüleri arasında piksel altı görüntü düzeltmesi gerekmektedir. Bu nedenle farklı zamanlardaki görüntülere biri mastır, diğeri bağımlı olmak üzere geometrik düzeltme uygulanmıştır.



Şekil 2. Çalışma Akış Şeması

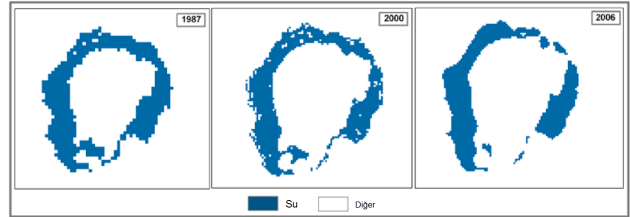
Farklı yıllarda alınmış görüntüler, güneşin dünyaya mesafesi, faz açısı geometrisi ve sezonsal ortam farklılığı nedeni ile atmosferik farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle de atmosferik düzeltmeler yapılmalıdır. Atmosferik koşulların düzeltilmesine rağmen atmosferik saçılmadan doğan bantlar arasındaki farklılıklar olabilir. Bu farklılığı azaltmak için ise histogram düzeltilmesi kullanılarak normalleştirme yapılmalıdır. Bu çalışmada German Aerospace Centre- DLR tarafından geliştirilen ATCOR modeli kullanılarak sis, bulut gibi bozucu atmosferik etkiler temizlenmiştir. Görüntülerdeki spektral çözünürlüklerde incelenmeli ve farklı radyometrik çözünürlüğe sahip bantlar aynı bit değerine getirilmelidir. Çalışmada kullanılan görüntüler 8 bit değerinde aynı radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Son olarak ise ön analizlerde, farklı mekânsal çözünürlüğe sahip olan farklı yıllardaki görüntüler aynı mekânsal çözünürlüğe getirilmelidir. ETM+ görüntüleri 15 m. mekânsal çözünürlüğe sahip pan bantları ile keskinleştirilmiştir. TM görüntüsü de 15 m. mekânsal çözünürlüğe resample işlemi yapılarak getirilmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki TM görüntüsü 15 m. lik mekânsal çözünürlüğe getirilse de mekânsal bilgi 30 m.lik çözünürlükle sınırlıdır.

Analizler öncesi yapılan hazırlıklar sonrası görüntüler değişim analizleri için hazır hale getirilmiş olur. Bu çalışma kapsamında farklı zamanlarda alınmış olan uydu görüntüleri için değişim izleme algoritmalarından işlenmiş görüntü için değişim analizi metodundan yararlanılmıştır. Burada, öncelikle çok zamanlı görüntülerin her birine, eğitilmiş sınıflandırma uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında, en çok tercih edilen sınıflandırma gurubundan olan en büyük olasılık metodu uygulanmıştır. Sınıflandırma çalışmasında her bir görüntü için tüm alanlar homojen olarak eğitim sınıfları toplanmıştır. Çalışmada amaç meke gölündeki değişimi takip etmek olduğu için görüntüler iki sınıfa ayrılmıştır. Bunlar göl alanı ve diğerdir. Sınıflandırma sonuçları hata matrisi oluşturularak elde edilen tüm doğruluk ve

kappa istatistiksel değerleri ile değerlendirilmiştir. Sınıflandırılmış görüntüler arasındaki mekânsal farklar alınarak fark görüntüleri elde edilmiş ve nitel olarak farkın analizini yapabilmek için ise fark matrisi oluşturulmuştur.

4. GÖRÜNTÜ SINIFLANDIRMA VE DEĞİŞİM HARİTASI

Değişimin belirlenmesi için ön analiz uygulanmış veri setindeki her bir görüntüye hücre tabanlı sınıflandırma metodlarından En Büyük Olasılık (EBO) metodu uygulanmıştır. EBO karar kuralına göre, her bir sınıf için toplanan eğitim sınıfları girdileri ile Bayesian Olasılık fonksiyonunu hesaplanır ve daha sonra her bir hücre en olası sınıfa atanır. Buna göre kullanılan dört bant ile her görüntü için arazi kullanım haritası oluşturulmuştur. Arazi kullanım sınıfları su ve diğerleri olarak iki sınıfa ayrılmıştır. 1987, 2000 ve 2006 yılları için oluşturulan göl haritaları Şekil 3'te verilmektedir.



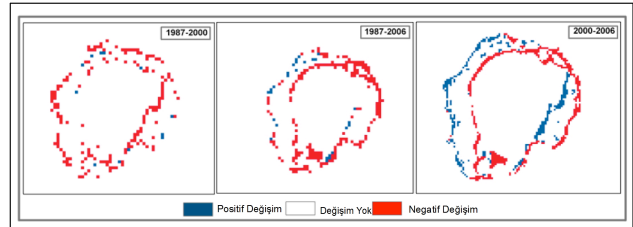
Şekil 3. EBO ile elde edilen 1987, 2000 ve 2006 göl haritaları.

Farklı yıllara ait sınıflandırılmış haritalar nicel olarak mekânsal değişim haritaları değerlendirilerek incelenmiştir. Değerlendirmede değişim haritaları en basit şekliyle; sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü haritalarından ilk durumdaki görüntü son durumdaki görüntüden çıkarılarak yani hücreden hücreye fark alınarak (1) elde edilmiştir.

$$DBV_{i,j,k} = 1BV_{i,j} - 2BV_{i,j} \quad (1)$$

$1BV_{i,j}$ ilk resmin i'inci satır, j'inci kolonu; $2BV_{i,j}$ ise aynı şekilde ikinci resmin i'inci satır, j'inci kolonu. $DBV_{i,j}$ ise i'inci satır, j'inci kolon olan iki görüntüden elde edilmiş fark görüntüsüdür. Elde edilen fark görüntüsünde büyük değerler değişimin fazla olduğu yerleri göstermektedir. Değişim haritaları 1987-2000, 1987-2006 ve 2000-2006 için Şekil 4'te verilmektedir.

Ayrı ayrı sınıflandırma yapılan görüntülerin fark analizinde en büyük avantajı, görüntüler arası radyometrik kalibrasyon değerinin minimuma inmesidir.



Şekil 4. Çapraz fark haritaları

Pozitif değişimin anlamı su seviyesi ilk durum görüntü zamanında artmıştır. Negatif değişimin anlamı su seviyesi ilk durum görüntü zamanında azalmıştır. Bu haritalar görsel olarak analiz edildiğinde 1987'den 2000'e ve 1987'den 2006'ya en büyük negatif değişim olduğu gözlemlenmektedir. 2000'den 2006'ya hem pozitif hem de negatif değişimler gözlemlenmektedir.

Nitel olarak değişimlerin incelenmesi için bir değişim matrisi oluşturulmuştur (Tablo 2).

		İlk Durum (1987)		
			Su	Diğer
Son Durum	2000	Su	84.99	0.12
		Diğer	15.05	99.87
	Sınıf Değişimi		15.05	0.12
	Görüntü Değişimi		-9.87	0.23
	2006	Su	84.69	0.020
		Diğer	15.36	99.98
	Sınıf Değişimi		15.36	0.020
	Görüntü Değişimi		-14.55	0.35

Tablo 2. Değişim Matrisi

Değişim matrisi sınıftan sınıfa değişim raporu sunmaktadır. Analizlerde öncelikle ilk durum sınıflandırma değişimlerine odaklanılmaktadır. Yani, ilk durum sınıfı içindeki her bir hücrenin, son durum görüntüsünde o hücrelerin hangi sınıfa geçtiği belirlir. Tablo 2 deki matris ilk durum sınıflarını (1987) kolonlarda ve son durum sınıflarını (2000 ve 2006) satırlarda listemektedir. Bu matris 1987'deki her bir sınıf içindeki hücrelerin, 2000 ve 2006'da nasıl sınıflandırıldığını göstermektedir. Sınıf değişimi satırı değişim olan ilk durum hücre yüzdelere vermektedir. Yani 1987'den 2000'e su sınıfı %15.5, 1987'den 2006'ya su sınıfı %15.36 değişmiştir.

Pozitif olan görüntü değişimi satırı, sınıf farkı boyutunun büyüdüğüne, buna karşılık negatif olan görüntü değişimi satırı sınıf farkı hücrelerinin azaldığı anlamını taşır. Bu nedenle, 1987'den 2000'e su seviyesi %9.87 azalırken 1987'den 2006'ya su sınıfı %14.55 azalmıştır.

5. SONUÇ

Türkiye'de 2001 ve sonraki yıllarda yağış oranlarının normal seviyelerin altına düşmesi ile birçok bölgede meteorolojik kuraklık yaşanmıştır. Konya'nın Karapınar İlçesi'nde bulunan Meke Gölünde ise gerek kuraklık gerekse bilinçsiz tarımsal sulama dolayısı ile su seviyesi gün geçtikçe azalmaktadır. Bu çalışma, uydu görüntülerinin çok spektralli ve çok zamanlı özelliklerinden yararlanılarak göldeki değişimin belirlenmesini içermektedir. Uydu görüntülerine yapılan analizler sonrası, Meke gölü seviyesinde 22 yıllık süreçte %14.5 oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Mekânsal-zamansal veri elde etmede hızlı, ekonomik ve yararlı olan UA ve CBS teknolojileri, doğada meydana gelen değişimleri takip etme ve önlem almak açısından en temel araçlardır.

REFERANSLAR

Ingham A. E., 1992. Hydrography for Surveyors and Engineers, Blackwell Scientific Publications, London, p.132

Winarso G., Budhiman S., 2001. The potential application of remote sensing data for coastal study, Proc. 22nd. Asian Conference on Remote Sensing, Singapore, Available on: <http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001>, pp: 1-5, 2001.

Lillesand T. M., Kiefer R. W., 1999. Remote sensing and image interpretation, 4th. Ed., John Wiley and Son, USA (1999), pp:122, pp:19, G70.4.L54

Whithe K. and El Asmar H. M., 1999 Monitoring changing position of coastline using thematic mapper imagery, an example from the Nile Delta, Geomorphology, Vol. 29, pp: 93–105

Liu H. and Jezek K. C., 2004. Automated extraction of coastline from satellite imagery by integrating canny edge detection and locally adaptive thresholding methods, International Journal of Remote Sensing, Vol. 25, pp: 937–958

Alesheikh A. A., Ghorbanali A., Nouri N., 2007 Coastline change detection using remote sensing, Int. J. Environ. Sci. Tech., 4(1), pp: 61-66, ISSN: 1735-1472.

Marfai M. A., Almohammad H., Dey S., Susanto B. and King L., 2008. Coastal dynamic and shoreline mapping: multi-sources spatial data analysis in Semarang Indonesia, Environmental Monitoring and Assessment, 142(1-3), pp:297-308

Di K., Wang J., Ma R. and Li R., 2003. Automatic shoreline extraction from high-resolution Ikonos satellite imagery, In proceeding of the Annual ASPRS Conference, Anchorage, Alaska, 2003.

Tarig A., 2010. Analysis of Shoreline-Changes Based on the Geometric Representation of the Shorelines in the GIS Database, Journal of Geography and Geospatial Information Science, 1(1).

Erener A., Düzgün S., Yalçiner A.C., 2012. Evaluating land use/cover change with temporal satellite data and information system. Procedia-Computer Science Journal, Procedia Technology., Vol. 1, pp: 385–389, ISSN: 1877-0509, 2012.

Singh, A., 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. International Journal of Remote Sensing, Vol. 6, pp:989–1003.

Byrne, G. F., Crapper, P. F., and Mayo, K. K., 1980. Monitoring land cover change by principal component analysis of multitemporal Landsat data. Remote Sensing of Environment, Vol.10, pp:175–184.

Howarth, P. J., and Wickware, G. M., 1981. Procedures for change detection using Landsat. International Journal of Remote Sensing, 2, 277–291.

Jha, C. S., and Unni, N. V. M., 1994. Digital change detection of forest conversion of a dry tropical Indian forest region. International Journal of Remote Sensing, Vol. 15, pp:2543–2552.

Schmidt, H., and Glaesser, C., 1998. Multitemporal analysis of satellite data and their use in the monitoring of the environmental impacts of open cast lignite mining areas in East Germany. International Journal of Remote Sensing, Vol.19, pp:2245–2260.

Mas, J.-F., 1999. Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. International Journal of Remote Sensing, Vol.20, pp:139–152.

Mucher, C. A., Steinnocher K. T., Kressler F. P. and Heunks C., 2000. Land cover haracterization and change detection for

environmental monitoring of pan-Europe. int. j. remote sensing, 2000, 21(6 &7), pp:1159–1181

Dewidar, M. KH., 2004. Detection of land use/land cover changes for the northern part of the Nile delta (Burullus region), Egypt. Int. J. Remote Sensing, 20 OCTOBER, 2004, 25(20), pp:4079–4089