# Landsat TM ve ETM + görüntülerinde kıyısal kullanımlar ve su kalitesi üzerine bir çalışma, örnek: Çandarlı Körfezi

#### Esin Üçüncüoğlu, Özen Arlı, A. Hüsnü Eronat

Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Baku Bul. No:32, 35340 İnciraltı İzmir,

## Özet

Landsat TM/ETM+ görüntüleri Çandarlı Körfezi ve havzasındaki kıyısal bozulmanın izlenmesi amacıyla potansiyel bir veri tabanı olarak değerlendirilmiştir. Körfez birbiriyle çelişen kullanımlar nedeniyle yoğun baskı altında bulunmaktadır. Bu nedenle yönetim planlarının hazırlanabilmesi amacıyla Körfezi çevreleyen alana dair bilgi gereksinimi bulunmaktadır. Arazi kullanımı ve bitki örtüsünün mekansal ve zamansal dağılımları ISODATA algoritmalı denetimsiz sınıflama ile elde edilmiştir. Karasal alana dair on yıllık süreçteki değişimlerin değerlendirilmesinde test sonrası sınıflama tekniği uygulanmıştır. Körfez'deki bulanıklık desenleri deniz yüzeyi yansımalarından elde edilmiş olup, denizel alana ait uydu sıcaklıkları hesaplanmıştır. İşlenen görüntüler, optik su kalitesi durumunun kıyısal alan kullanımlarından ve nehir deşarjlarından etkilendiğini göstermektedir. Karasal alan kullanım desenlerinin değişim saptanması analizi sonucunda on yıllık bir süreçte , orman alanlarının %21 oranında azaldığı kent alanınınsa %105 oranında genişlediği bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: change detection, sea surface reflectance, at-satellite temperatures

## A study on coastal land uses and water clarity conditions using Landsat TM/ETM+ imagery: Çandarlı Bay Abstract

Landsat TM and ETM+ imagery was evaluated as a potential data source for monitoring the coastal degradation of Candarli Bay and its basin on the eastern coast of the Aegean Sea. The bay is under pressure from conflicting uses, and there is an information need for future management plans for the area surrounding the bay. Spatial and temporal distributions of land use/land cover patterns were derived by unsupervised classification with the ISODATA algorithm. The post classification comparison technique was applied to evaluate decadal changes in land area. The turbidity patterns of the bay were determined from sea surface reflectances and at-satellite temperatures for the sea area were calculated. The processed images show that the water clarity conditions were affected by the adjacent coastal land uses and by river discharges. In accordance with the change detection analysis of land use patterns, the forested areas were decreased by 21%, whereas the increase in urban areas was determined as 105% within a decade.

Keywords: değişim saptanması, deniz yüzeyi yansıması, uydudaki sıcaklıklar

## Giriş

Landsat uyduları 1970'li yılların başından itibaren yeryüzünün çoklu-spektral görüntülerini sağlamaktadır. Günümüzde Landsat TM ve ETM uydu verileri, elektromanyetik spektrumun görünür bölümünde 3 ve yakın kızılötesi bölümünde 1 kanalla arazi kullanım desenlerinin elde edilmesinde ve kısıtlı da olsa su kalitesi ile ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır. Su kalitesi çalışmalarında kısıtlı kullanılmasının sebebi, Landsat görüntülerinin spektral ve mekansal çözünürlüklerinin bulanık kıyı suları ile ilgili çalışmalarda yeterli olurken, günlük veya haftalık zaman ölçeklerinde değişen oşinografik proseslerde sucul ekosistem dinamiği çalışmalarında yetersiz kalmasından kaynaklanmaktadır (Zhu vd, 2002).

## Çalışma Alanı

Çandarlı Körfezi İzmir Körfezi'nin kuzeyinde yer almaktadır. Çalışma alanı 26° 30'E-27° 30'E ile 38° 30'N- 39° 15'N koordinatları arasında yaklaşık 550.92 km<sup>2</sup>'likbir alanı kapsamakta olup, 2000 yılı nüfus sayımına göre 200,000 nüfusa sahip 4 büyük yerleşim alanını içermektedir (Menemen, Aliağa, Çandarlı ve Foça) (şekil 1),



Şekil 1 Çalışma alanı

Aliağa yöresinde petrokimyasal endüstrinin gelişmesine bağlı olarak nüfusun 1960'dan 2000 yılına dek 10 kat arttığı gözlenmiştir. Çalışma alanı, özellikle Çandarlı yöresi turistik

değere sahiptir. Yazlık sitelerin artışı şehirleşme ve kaynak yönetimi ile ilgili sorunları beraberinde getirmiştir. Yörede konteyner limanı fizibilite çalışmaları devam etmekte olup özellikle akvakültür çiftliklerinin bulunması nedeniyle bu etkinliğin planlanmasında sorunlar yaşanmaktadır. Bakırçay Nehrinin getirdiği kirlilik yüklerinin de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Turistik açıdan önemi olan Foça yöresi ise Akdeniz Foku yaşam alanı olması nedeniyle önemli bir alandır. Ayrıca burada askeri alanların bulunması arazi kullanım özelliklerini etkileyen faktörlerden birisidir.

#### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada sekiz Landsat (iki TM ve altı ETM+) görüntüsü kullanılmıştır (tablo 1). Görüntülerin rektifikasyonunda, sınıflandırılmasında ve doğruluk değerlendirmesinde 1:25 000 öşçekli orman haritaları ve topoğrafik haritalar kullanılmıştır.

Tarih		Güneş Yüksekliği /	Güneş Azimut /
Tarin	Goruntu tipi	Sun Elevation	Sun Azimuun
		(°)	(°)
31.12.1989	TM	38.80	164.80
28.11.1999	ETM+	27.30	160.00
16.10.2001	ETM+	38.90	154.70
19.12.2001	ETM+	24.20	157.50
13.02.2002	TM	31.00	146.00
10.04.2002	ETM+	52.70	139.50
13.06.2002	ETM+	64.90	121.80
16.08.2002	ETM+	56.90	132.80

Tablo1 Landsat veri seti özellikleri

Aralık 1989 görüntüsü ana görüntü olarak seçilmiş, ve en yakın komşu metodu ile rektifiye edilmiştir (Universal Transverse Mercator Zone 35 - datum WGS84N). Rektifikasyon işlemi için harita ve görüntü üzerinde eşit dağılmış 23 kontrol noktası kaynak ve hedef noktası olarak seçilmiştir. Ana görüntü diğer görüntülerin (görüntüden görüntüye) rektifiye edilmesinde kullanılmıştır. Ana görüntü için RMS hatası 0.42 piksel olarak bulunmuş, diğer görüntülerde ise görüntüler arası kıyaslama yapılabilmesi için gerekli olan 0.5 piksel kriteri sağlanmıştır (Jensen, 1996; Maktav vd., 2002).

#### Arazi kullanımı değişim saptanması

Arazi kullanımındaki değişimlerin saptanması amacıyla rektifiye edilmiş görüntülerden üç tanesi seçilmiştir (13 Haziran 2002, 28 Kasım 1999, 31 Aralık 1989). Çalışma alanı görüntülerden çıkarılarak deniz alanı maskelenmiştir. 13 Haziran 2002 görüntüsü referans görüntüsü olarak seçilmiş ve diğer iki görüntü Eckhardt vd. (1990) tarafından önerilen teknikle normalize edilerek atmosferik etkiler giderilmiştir (tablo 2). Arazi kullanımı ve bitki örtüsünün mekansal ve zamansal dağılımları ISODATA algoritmalı denetimsiz sınıflama ile elde edilmiştir.

Bu çalışmada Anderson sınıflama şemasına göre 7 arazi kullanım sınıfı belirlenmiştir: (1) orman, (2) meyve ağaçları, (3) ekili alanlar, (4) otlaklar, (5) çorak arazi, (6) sulak alan, and (7) şehir (Anderson vd., 1976).

Referans görüntüsü (RI)	Normalize görüntü (NI)	r <sup>2</sup>	kesişim (I)	artış (G)
13062002_1	31121989_1	0.9444	-23.0763	2.1420
13062002_2	31121989_2	0.9788	-23.1807	4.9700
13062002_3	31121989_3	0.9899	-22.5731	4.7966
13062002_4	31121989_4	0.9729	-4.8451	2.8689
13062002_5	31121989_5	0.9999	9.3767	2.7306
13062002_7	31121989_7	0.9861	11.5697	3.2037
13062002_1	28111999_1	0.9622	7.9410	1.6847
13062002_2	28111999_2	0.9950	-1.9872	2.1151
13062002_3	28111999_3	0.9787	0.7195	2.3895
13062002_4	28111999_4	0.9655	4.5688	1.2866
13062002_5	28111999_5	0.9829	4.0733	2.0812
13062002_7	28111999_7	0.9736	1.5771	2.0577

Tablo 2 31.12.1989 ve 28.11.1999 tarihli görüntüler için normalizasyon modelleri (RI=I+GxNI)

#### Deniz Yüzeyi Yansıması

Uydu görüntülerinde deniz rengi ile ilgili çalışmalar, sudan gelen ışımanın elektromanyetik spekturumun görünür ve yakın kızılötesi bölümlerinde ölçülmesine dayanmaktadır.Çalışmanın bu bölümünde rektifiye edilmiş ham görüntülerdeki karasal bölüm maskelenerek, uydunun kaydettiği sayısal veriler Markham ve Barker (1986) tarafından geliştirilen yöntemle yansıma değerlerine dönüştürülmüştür. Bu yöntemde gain, bias, ve  $\theta$ , uydu yer istasyonu tarafından sağlanmaktadır:

$$\rho_{BandN} = \frac{\pi \left( L_{BandN} * Gain_{BandN} + Bias_{BandN} \right) * D^2}{E_{BandN} * \left( Cos((90 - \theta) * \pi / 180) \right)}$$
(1)

burada,  $\rho_{BandN} = N$  bandındaki yansıma  $L_{BandN} = N$  bandında sayısal veri; D =Güneş-Dünya arası normalize uzaklık [1-0.0167cos( $2\pi(J-3)/365$ ) olarak hesaplanmaktadır, (Stumpf 1992); J julian takvim günü];  $E_{BandN} = N$  bandı için güneş ışıması (Irish, 2000; Markham ve Barker, 1986);  $\theta$  =güneş zenith açısı ve  $\pi$  = 3.14.

Deniz yüzeyi yansımaları, Chaves (1996) tarafından geliştirilen COST methodu kullanılarak hesaplanmıştır. COST methodu, görüntüde sıfır yansıma vermesi gereken pixelde kaydedilen ışımanın atmosferden kaynaklanan etki olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu etkinin giderilmesi için her banttaki minimum ışıma tüm pixellerden çıkartılmaktadır. Stumpf (1992) tarafından önerilen ikinci bir düzeltme olarak, band2 ile band4'ün farkları alınmaktadır.

#### Deniz Yüzeyi Sıcaklıkları

Uyduda kaydedilen deniz yüzeyi sıcaklıkları denklem (2) kullanılarak hesaplanmıştır (Markham ve Barker, 1986; Thomas vd., 2002; Irish 2000).

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}} + 1\right)}$$
(2)

burada T=uyduda kaydedilen sıcaklık (Kelvin, K); K2=Kalibrasyon katsayısı (K) (1260.56 - TM, 1282.71 - ETM+); K1= Kalibrasyon katsayısı (mW.cm<sup>-2</sup>.ster<sup>-1</sup>. $\mu$ m<sup>-1</sup>) (60.776 - TM, 66.609 - ETM+); L<sub> $\lambda$ </sub>= Spektral Işıma (mW.cm<sup>-2</sup>.ster<sup>-1</sup>. $\mu$ m<sup>-1</sup>).

## Sonuçlar

12.31.1989 ve 11.28.1999 tarihli Landsat TM verilerinden elde edilmiş arazi kullanım sınıfları şekil 2'de gösterilmektedir. Sınıflandırma aşamasında ekili alanlar, çorak arazi ve şehir alanları desenlerinin benzer spektral yansımalara sahip olmaları nedeniyle sınıflandırma doğrulukları düşük bulunmuştur (73 % - 1989 ve 70 % - 1999) (tablo 3 ve tablo 4).



Şekil 2 Sınıflandırılmış Landsat görüntüleri

'Son sınıflama değişim saptanması methodu' kullanılan bu çalışmada sınıflanan her bir görüntü piksel piksel kıyaslanmakta ve bir değişim matrisi elde edilmektedir (tablo 5).

Çalışma alanında şehirleşmedeki artış (342.16 ha  $y^{-1}$ ) ve ormanlık alanların bozulması (343.09 ha  $y^{-1}$ ) en önemli problemler olarak ortaya çıkmaktadır. Tüm değişim matrisi tablo 6 da sunulmuş olup şekil 3'de örnek olarak şehir-orman desenlerindeki değişim gösterilmektedir.

	Referans Verisi										
Sınıflanmış veri	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 4	Sınıf 5	Sınıf 6	Sınıf 7	Sıra toplamı	Sınıflandırılmış piksel sayısı	Kullanıcının doğruluğu %	Kappa
Sinif 1	62	16	0	2	0	0	2	82	62	75.61	0.7026
Sinif 2	13	41	1	0	0	2	2	59	41	69.49	0.6415
Sinif 3	0	0	51	1	6	4	5	67	51	76.12	0.7056
Sınıf 4	4	10	2	49	1	0	0	66	49	74.24	0.7088
Sinif 5	0	0	11	0	56	0	5	72	56	77.78	0.7403
Sinif 6	2	0	3	0	0	41	4	50	41	82.00	0.7949
Sinif 7	0	0	17	0	2	8	27	54	27	50.00	0.4444
Sütun toplamı	81	67	85	52	65	55	45	450	327		
Üreticinin doğruluğu %	76.54	61.19	60.00	94.23	86.15	74.55	60.00				

Tablo 3 1989 görüntüsünün doğruluk değerlendirmesi sonuçları

Sınıf 1=orman; Sınıf 2=meyve ağaçları; Sınıf 3=ekili alanlar; Sınıf 4=otlak; Sınıf 5=çorak arazi; Sınıf 6=sulak alan; Sınıf 7=şehir. Toplam sınıflama doğruluğu=72.67%

	Referans Verisi										
Sınıflanmış veri	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 4	Sınıf 5	Sınıf 6	Sınıf 7	Sıra toplamı	Sınıflandırılmış piksel sayısı	Kullanıcının doğruluğu %	Kappa
Sinif 1	48	11	0	1	0	2	0	62	48	77.42	0.7204
Sinif 2	12	34	4	5	3	0	0	58	34	58.62	0.5202
Sinif 3	0	1	39	3	9	0	5	57	39	68.42	0.6229
Sinif 4	7	5	4	37	3	0	1	57	37	64.91	0.6035
Sinif 5	4	4	13	0	37	0	2	60	37	61.67	0.5530
Sinif 6	6	0	1	0	0	40	3	50	40	80.00	0.7746
Sınıf 7	0	0	4	0	5	3	44	56	44	78.57	0.7516
Sütun toplamı	77	55	65	46	57	45	55	400	279		
Üreticinin doğruluğu %	62.34	61.82	60.00	80.43	64.91	88 89	80.00				

Tablo 4 1999 görüntüsünün doğruluk değerlendirmesi sonuçları

Sınıf 1=orman; Sınıf 2=meyve ağaçları; Sınıf 3=ekili alanlar; Sınıf 4=otlak; Sınıf 5=çorak arazi; Sınıf 6=sulak alan; Sınıf 7=şehir. Toplam sınıflama doğruluğu =69.75

## Tablo 5 Arazi kullanım değişimleri

Sınıflanmış görüntü		Orman	Meyve ağaçları	Ekili alan	Otlak	Çorak arazi	Sulak alan	Şehir	Toplam
31.12.1989	(ha)	16151.9	5407.65	9129.60	8838.63	11474.1	1319.58	3231.72	55 553.18
28.11.1999	(ha)	12721.0	9202.41	8320.86	8240.67	11002.5	1180.98	6653.34	57 321.76
değişim	(ha) %	-3430.90 -21.24	3794.76 70.17	-808.74 -8.86	-597.96 -6.77	-471.60 -4.11	-138.60 -10.50	3421.62 105.88	

Tablo 6 Arazi kullanım değişimlerine ait doğruluk değerlendirmesi sonuçları

	Referans verisi								
Sınıflanmış veri	değişmemiş	değişmiş	Satır toplamı	Doğru sınıflanmış piksel sayısı	Kullanıcı doğruluğu %	Kappa			
değişmemiş	112	8	120	112	93.33	0.8361			
Değişmiş	66	114	180	114	63.33	0.382			
Sütun toplamı	178	122	300	226					

Toplam sınıflama doğruluğu =75.33%



Şekil 3 1989 ve 1999 görüntülerinde orman ve şehir alanlarının değişim desenleri

Deniz yüzeyi yansıma ve sıcaklıklarına ait haritalar şekil 4 ve şekil 5 de sunulmaktadır. Görüntülerde yaz ve kış dönemleri oşinografik özellikleri açıkça gözlenmektedir. Çandarlı Körfezi kıyılarında yoğun yerleşimlerin bulunması nedeniyle deniz suyu tüm görüntülerde bulanık görünmektedir. Bakırçak ve Gediz Nehirlerinin etkileri de görüntülerde net bir şekilde izlenmektedir.



Şekil 4 Deniz yüzeyi yansımaları



Şekil 5 Deniz yüzeyi sıcaklıkları

## Kaynaklar

ANDERSON, J.R., HARDY, E.E., ROACH, J.T. and WITMER, R.E., 1976, A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data, (Washington: United Nations Government Printing Office).

CHANDER G. and MARKHAM B.L., Revised Landsat 5 TM radiometric calibration procedures and post-calibration dynamic ranges,

WWW URL: http://landsat7.usgs.gov/documents/L5TMCal2003.pdf

CHAVEZ, P.S. Jr., 1996, Image-based athmospheric corrections—revisited and revised. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62(9), 1025-1036.

ECKHARDT, D. W., VERDIN, J. P., and LYFORD, G. R., 1990, Automated update of an irrigation lands GIS using SPOT HRV imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 56, pp. 1515–1522.

HUANG, C., YANG L., HOMER C., WYLIE B., VOGELMAN J. and DeFELICE T., 2002, At-satellite reflectance: A first normalisation of Landsat 7 ETM+ Images.

WWW URL: http://landcover.usgs.gov/pdf/huang2.pdf, (US Dept. of Interior, USGS).

IRISH, R.R., 2000, The Landsat-7 science data user's handbook, National Aeronautics and Space Administration,

WWW URL:http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook toc.html

JENSEN, J. R., 1996, Introductory Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective, 2nd edn, (USA: Prentice Hall).

MAKTAV, D., ERBEK, F.S., and KABDASLI, 2002, Monstoring coastal erosion at the Black Sea coasts in Turkey using satellite data: a case study at the Lake Terkos, north-west Istanbul. Journal of Remote Sensing, 23 (19), pp. 4115-4124.

MARKHAM, B.L., and BARKER, J.L., 1986, Landsat MSS and TM post calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures, EOSAT Landsat technical notes, pp.3-8.

STUMPF, R.P., 1992, Remote sensing of water clarity and suspended sediments in coastal waters. The First Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, (New Orleans. SPIE 1930), Vol 1, pp. 293-306.

THOMAS, A., BYRNE, D. and WEATHERBEE, R., 2002, Coastal sea surface temperature variability from Landsat infrared data. Remote Sensing of Environment, 81, pp. 262-272.

ZHU, X., HE, Z., and DENG, M., 2002, Remote sensing monitoring of ocean color in Pearl River estuary. International Journal of Remote Sensing, 23 (20), pp. 4487–4497.