

ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİM TEPİTİNDE FARKLI UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ: ÇUKUROVA DELTASI ÖRNEĞİ

A.Akın^{a,*}, S. Berberoğlu^b

^a ÇÜ, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 01330 Balcalı Adana, Türkiye - aakin@student.cu.edu.tr

^b ÇÜ, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 01330 Balcalı Adana, Türkiye - suha@cu.edu.tr

Commission VI, WG VI/4

ANAHTAR SÖZCÜKLER: değişim tespiti, görüntü çıkarma, görüntü oranlama, görüntü regresyonu, değişim vektörü analizi.

ABSTRACT:

Bu çalışma Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyı bölgesinde bulunan Çukurova deltasında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yardımıyla arazi örtüsü değişimlerinin farklı yöntemlerin karşılaştırılması ile tespitini amaçlamıştır. Görüntü çıkarma, görüntü oranlama, görüntü regresyonu, vektör değişim analizi olarak 4 farklı algoritma kullanılmıştır. 7 Temmuz 1985, Temmuz 1993 ve 21 Temmuz 2005 yıllarına ait aynı dönemlere ait Landsat TM verileri kullanılarak değişim analizlerinde mevsimsel kaynaklı hatalar en az seviyeye indirilmiştir. Öncelikle görüntülerin UTM projeksiyonuna kayıtları yapılmıştır. Sonra görüntülere atmosferik düzeltme ve radyometrik normalizasyon işlemleri uygulanmıştır. Doğruluk analizi ile teknikler arasında bir kıyaslama yapmak üzere obje tabanlı sınıflanan görüntülere çapraz sınıflama yapılmış, değişimin "nerden-nereye" olduğu tespit edilmiştir. Böylece alan için doğruluğu en yüksek olan yöntem belirlenmiştir. Farklı tarihler arasındaki (1985-1993 ve 1993-2005) değişim tespitinde vektör değişim analizi diğer yöntemlere göre daha yüksek doğrulukla sonuç üretmiştir.

1. GİRİŞ

En doğru planlama kararlarını verebilmek için doğru zamanda ve doğru değişim analiz teknikleriyle, dünya yüzeyindeki değişimlerin izlenmesi, insan ve doğal unsurların ilişkilerinin ve etkileşimlerinin anlaşılabilmesi için çok önemli rol oynamaktadır. Uzun yıllardır uzaktan algılama ile elde edilen veriler değişim analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

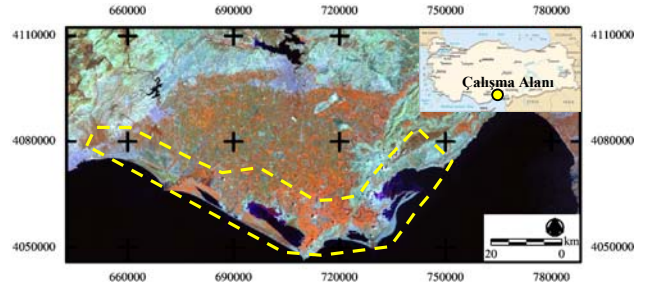
Değişim analizi, bir objeyi ya da olguyu farklı zamanlarda gözlemleyerek gösterdiği farklılıkların tespitini içeren bir uygulamadır. Genel olarak değişim analizi farklı zamanlara ait olan veri setlerinde, meydana gelen değişimlerin nitel ve nicel olarak tespitini hedefleyen bir takım uygulamaları içerir. Değişim analizinde ihtiyaç duyulan önemli uygulamalar kısaca; çok zamanlı görüntü kaydı, geometrik ve atmosferik düzeltmelerdir. Çok zamanlı yersel verinin doğru bir şekilde kayıt edilmesi çok önemlidir, aksi durumda güvenilirliği düşük sonuçlar ortaya çıkacaktır. (Townshend ve ark., 1992; Dai and Khorram, 1998; Stow 1999, Verbyla ve Boles, 2000; Carvalho ve ark., 2001, Stow ve Chen, 2002).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak seçilen Çukurova Deltası, Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyısında yer almaktadır. Alan içerisinde Akdeniz'e dökülen üç büyük nehir olan Seyhan, Ceyhan ve Berdan'ın taşıdıkları alüvyonlar sonucunda oluşan Çukurova Deltası, Berdan Nehri'nin denize döküldüğü yerden başlayıp, Yumurtalık lagünün batısındaki Davudi dağlarının oluşturduğu eşik alan sınırına kadar uzanan yaklaşık 120 km uzunlukta bir kıyı şeridinde sahiptir (Şekil 1).

Alan, yoğun tarımsal kullanımlarının yanı sıra, şehirleşme çalışmalarının ve turizm aktivitelerinin etkisi altındadır. Jeoloji, toprak, iklim, hidroloji ve vejetasyon gibi çeşitli çevresel faktörler bu yoğun alan kullanım aktiviteleriyle sürekli iç içedir. Bu ilişki sonucu Akdeniz kıyı bölgesinin tipik özellikleri bu alanda ortaya çıkmaktadır (Berberoğlu, 1999).



Şekil 1. Çalışma Alanı

2.2 Veri Seti

Araştırmanın ana materyalini 21 Temmuz 2005, Temmuz 1993 ve 7 Temmuz 1985 yılları arasındaki Landsat TM uydu görüntüleri oluşturmaktadır. Söz konusu uydu verileri, 30 m yer çözünürlüğüne sahip olup; görünür, yakın ve orta kızıl ötesi dalga boylarında 6 bant içermektedir. Araştırma kapsamında uygulanacak teknikler için, bu bantlardan kırmızı ve yakın kızıl ötesi bantlar tercih edilmiştir.

Bu görüntüler dışında 1/25 000 ölçekli standart topografik haritalar, çalışma alanına ait hava fotoğrafları ve arazi çalışmalarında yersel veri sağlamak ve doğruluk analizlerinde

* İletişim

kullanmak amacıyla GPS (Global Positioning Systems) kullanılmıştır.

2.3 Yöntem

Değişim analizi çalışmalarında en temel noktalardan biri çalışmanın amacına uygun olarak en uygun değişim analizi tekniğinin seçilmesidir. Farklı değişim analizi yöntemlerinin kendilerine ait farklı değerlendirme yöntemleri olduğundan tek bir yaklaşımın tüm durumlarda uygulanması mümkün olmamaktadır. Pratik olarak, doğru bir uygulama için farklı algoritmalar sürekli olarak karşılaştırılmakta ve değişim analizi sonuçları için en uygun seçilmeye çalışılmaktadır.

Araştırmada sınıflama öncesi değişim analizi tekniklerinden görüntü çıkarma (image differencing), görüntü oranlama (image rationing), görüntü regresyonu (image regression) değişim vektörü analizi (Change Vector Analysis CVA), uydu veri setlerine uygulanmıştır. Teknikler uydu verilerine uygulanmadan önce, uydu görüntüleri, geometrik kayıt (rektifikasyon), atmosferik düzeltme ve radyometrik normalizasyon gibi bir takım ön işlemlerden geçmiştir.

2.3.1 Geometrik Kayıt

Veriye koordinat girişi yapılırken görüntüde konumu belirgin yer kontrol noktalarından (GCP'ler) Global Positioning System (GPS) yardımı ile toplanan X ve Y koordinat noktaları düzeltilmek istenen görüntüye girilmiş ve sonrasında geometrik düzeltme yapılmış bu görüntü temel alınarak diğer görüntüler bu görüntüye kaydedilmiştir. Görüntüler arasındaki karesel ortalama hata (root mean square error, RMSE) 1/5 pikselden daha az olarak bulunmuştur.

2.3.2 Atmosferik Düzeltme

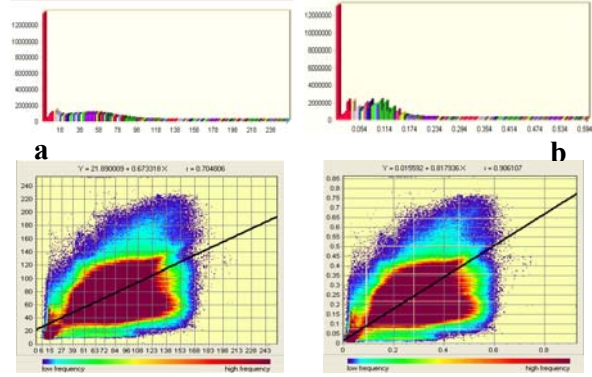
Genel olarak atmosferik düzeltme uydunun algılama sırasında oluşturduğu dijital rakamları yeryüzü yansımaya değerlerine çeviren bir uygulama olarak tanımlanır. Atmosferik etkiler dalga boyuna bağlıdır ve uyduya gelen radyans değerlerini dağıtma, emme ve ışığı kırma yönünde etkilerler (Curcio, 1961; Turner ve ark., 1971; Sabins, 1978; Slater ve ark., 1983). Bu etkileri düzeltmek için algılayıcının kazanım (*gain*) ve kayıp (*offset*) değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında, solar enerji, solar zenit açısı (solar zenith angle) değerleri de görüntü dijital değerlerini yeryüzü yansımaya değerlerine çevirmek için atmosferik düzeltmede ihtiyaç duyulan değerlerdir. İki yöntem bu sorunların giderilmesinde oldukça başarılıdır: Görüntü temelli olan Cos(t) modeli ve atmosferik temelli olan TAU's metodu. TAU's metodu farklı uyduların gözlemi sırasında gözlemlenen alanların atmosferik ölçüm değerlerini kullanarak geçiş değerlerinin ortalamasını hesaplamaktadır ve bunun için dağılım transfer kodlarına (radiative transfer codes, RTC) gereksinim duymaktadır (Chavez, 1996).

Görüntülerin atmosferik düzeltmesi için Chavez (1996) tarafından geliştirilen Cos(t) model kullanılmıştır. Geliştirilmiş görüntü temelli yöntem Cos(t), yansımaya optik derinlik ve solar zirve açısı değerlerini kullanarak TAUz değerleri hesaplanmaktadır. Görüntüdeki pusu (haze) uzaklaştırmak için kullanılan koyu obje çıkarma (Dark Object Subtraction, DOS) yöntemi ile atmosferik gazların emiliminden ve Rayleigh dağılımından doğan etkiyi tahmin etmek için solar zenit açısının kosinüs değerinin alınması prosedürünü birleştiren bir yöntemdir ve aşağıda belirtilen Eşitlik 1'le hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} \text{Cos}(TZ) &= 1 - TZ^2/2! + TZ^4/4! - TZ^6/6! \\ \text{EXP}(-\text{del} * \sec(TZ)) &= 1 - \text{del} * \sec(TZ) + (\text{del}^2) * (\sec(TZ))^2/2! - \\ &\quad (\text{del}^3) * (\sec(TZ))^3/3! \end{aligned} \quad (1)$$

Solar zirve açısı TZ radyans cinsindedir ve ! faktörel değerini ifade etmektedir (Chavez.,1996).

Çalışmada dijital veri setinin orijinal halinde mevcut olan ve görüntüye ait kazanım, kayıp, solar açı, bantların dalga boyları ve görüntünün elde edildiği zaman birimi değerlerine ait bilgiler elde edilmiştir. Sonraki aşamada koyu obje çıkarma yöntemini de modele entegre etmek için her bir bant için verideki en koyu objeler tespit edilip modele eklenmiş ve bu değerler tüm görüntülerden bant bant çıkarılarak görüntülerin düzeltilmesi yapılmıştır.



Şekil 2. Atmosferik Düzeltme Öncesi 1985-1993 Bant 4 Değerleri Doğrusal ilişki Grafığı (a), Atmosferik Düzeltme Sonrası 1993-2005 Bant 4 Değerleri Doğrusal ilişki Grafığı (b)

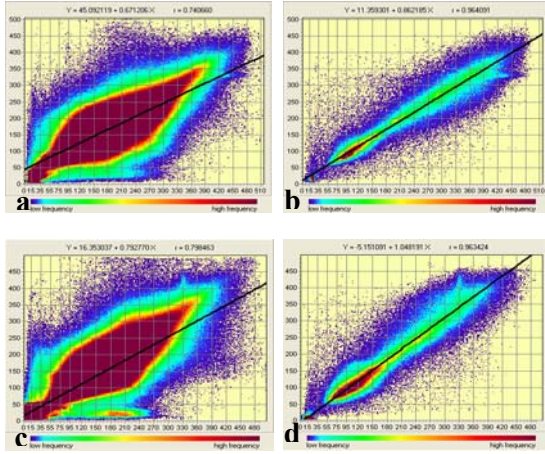
2.3.4 Radyometrik normalizasyon

Radyometrik normalizasyonun amacı, yüzey yansımalarını elde etmek için güncel değişimler dışında hedef olarak seçilen objelerde oluşan dış kaynaklı etkileri ortadan kaldırmak ya da telafi etmek ya da farklı koşullar altında elde edilen dijital sayıları ortak bir ölçüğe getirmek olarak ifade edilir (Du ve ark., 2002).

Radyometrik normalizasyonu çalışmalarında Du ve ark. (2002) tarafından geliştirilen bir yöntem kullanılmıştır. Burada birçok görüntü içerisindeki hedef olarak seçilen yabancı değişmeyen objelerin (Pseudo invariant objects, PIFs) yansımalarının kullanılması, görüntülerin aynı algılayıcı tarafından algılanmış, aynı kalibrasyonda, aynı ideal atmosferik koşullarda olduğu varsayımını kolaylaştırmak içindir. PIF ler temel bileşenler analizi (PCA) ve nitelik kontrolü (quality control) ile seçilmektedir. Doğrusal korelasyon katsayısının 0.9' dan büyük olduğu durumlarda eşik değeri, fark limit değeri ve l değeri tanımlanabilir çünkü bu iki görüntüye ait piksel değerleri arasında kuvvetli bir doğrusal ilişki olduğunu göstermektedir.

Çalışmada PIF'leri doğru bir şekilde seçebilmek için vejetasyon gibi mevsimsel değişimler sonucu sürekli değişen objelerin dışında zaman içinde değişmesi güç olan objeler görüntüde bulunmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuca göre seçilen PIF'lerle PCA arasındaki doğrusal korelasyon katsayısı 1985–1993 görüntüleri arasında 0,964091, 1993–2005 görüntüleri arasında da 0,963424 olarak bulunmuş ve veri seti PIF olarak kullanılmaya uygun görülmüştür

Seçilen PIF'lerin uygunluğu PCA ile test edilip kullanılmasına karar verildikten sonra 1985, 1993 ve 2005 tarihli görüntülerin 3'üncü ve 4'üncü bantları için PIF'ler kullanılarak görüntüler arasındaki doğrusal ilişki grafiği gözlemlenmiş (Şekil 3) ve doğrusal regresyon fonksiyonu bu bantlara uygulanarak görüntülerin radyometrik normalizasyonları yapılmıştır.

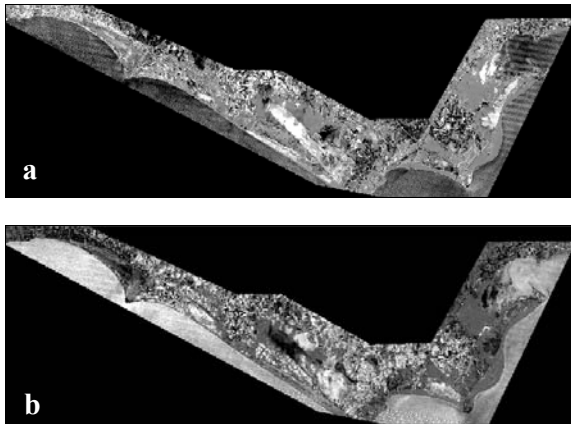


Şekil 3. 1993–1985 görüntülerine PCA eklenmeden elde edilen doğrusal ilişki grafiği (a), PCA eklendikten sonra elde edilen doğrusal ilişki grafiği (b), 1993–2005 görüntülerine PCA eklenmeden elde edilen doğrusal ilişki grafiği (c), PCA eklendikten sonra elde edilen doğrusal ilişki grafiği (d)

2.3.5 Değişim Analizi

2.3.5.1 Görüntü Çıkarma: İki görüntü arasındaki farkı basitçe ifade etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle çıkış verisindeki her bir hücre, her iki tarihli görüntüde birbirine karşılık gelen aynı piksel değerlerinin birbirinden çıkarılması ile elde edilir.

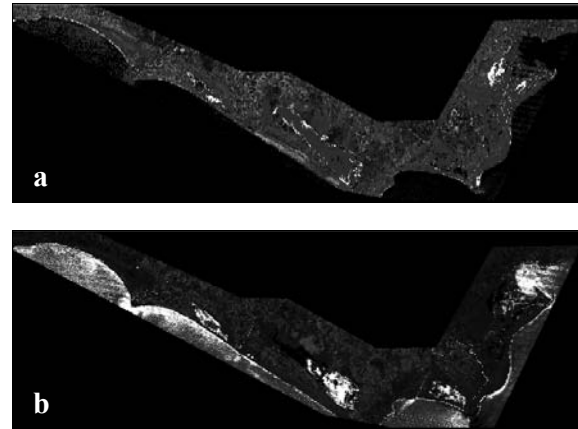
Ön hazırlık aşaması tamamlanan farklı yıllara ait uydu verilerinin NDVI'ları alındıktan sonra birbirinden çıkarılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4 de verilmiştir. Çıkarma sonucu verilerin normal dağılıma uydukları gözlemlenmiştir.



Şekil 4. 1993–1985 Yılları Görüntü Çıkarma Sonuç Görüntüsü (a), 1993–2005 Yılları Görüntü Çıkarma Sonuç Görüntüsü (b)

2.3.5.2 Görüntü Oranlama: Görüntü oranlamada çıkış verisindeki her bir hücre, her iki tarihli görüntüde birbirine karşılık gelen aynı piksel değerlerinin birbirine bölünmesi ile elde edilir. Görüntü oranlamada, her ikisi de özel bir amacı hedefleyen iki yöntem vardır. Birinci yöntem değişim analizindeki ölçek problemini çözmeye yöneliktir, ikinci metot ise iki farklı tarihe ait uydu görüntülerinin kıyaslanması sırasında topografik etkileri azaltmaya yöneliktir (Eastman ve ark., 2005).

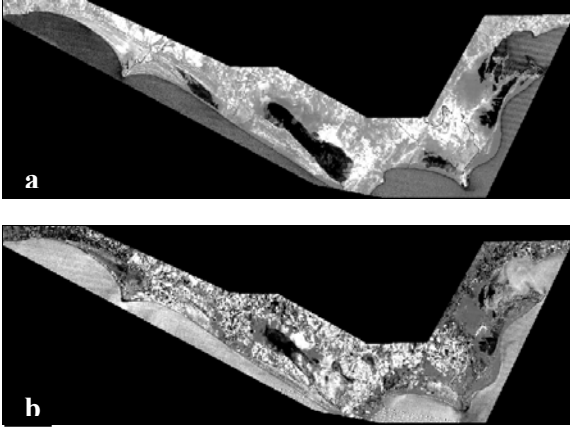
Görüntülerin NDVI'ları alındıktan sonra oranlama işlemi uygulanmıştır (Şekil 5). Burada dikkat edilmesi gereken noktalardan biri '0' değerine bölümün tanımsız olması ve farklı değerlerinin oran sonuçlarının aynı olmasından dolayı, normalde farklı değişim sınıflarının aynı sınıf içine dahil olmasıdır. Bu sorunları ortadan kaldırmak için görüntülerin logaritması alınmıştır. Böylece zaten oranlama sonucunda normal dağılıma uygunluğu gözlemlenmeyen görüntüler normal dağılıma uygun hale getirilmiştir. Oranlanmış görüntülerin logaritması alınmadan önce veri sıfır ve negatif değerlerinden kurtarılmıştır.



Şekil 5. 1993–1985 Yılları Görüntü Oranlama Sonuç Görüntüsü (a), 1993–2005 Yılları Görüntü Oranlama Sonuç Görüntüsü (b)

2.3.5.3 Görüntü Regresyonu: Regresyon modelinde görüntülerden biri bağımlı değişken olarak tanımlanırken diğer bağımsız değişken olarak tanımlanır. Regresyon eşitliği sonucunda elde edilen sonuç katsayısı ikinci zamanlı görüntü için tahmin görüntüsü oluşturmak için kullanılır. Daha sonra oluşturulan bu tahmin görüntüsü ve güncel görüntü değişimi tanımlayabilmek için birbirinden çıkarılır ya da oranlama yapılır. Sonra da gerçek değişimi yerel farklılıktan ayırt edebilmek için eşik değer uygulaması yapılır. Burada kullanılan mantık, iki görüntü arasındaki fark sadece kazanım ve kayıp değerlerinden kaynaklanıyor olsaydı birinci zamanlı görüntü nasıl bir değer alırdı sorusuna cevap bulmaktır.

Regresyon yönteminde, 1993 yılına ait uydu verisi 1985 yılına ait uydu verisinin doğrusal bir fonksiyonu olarak ele alınmış ve $y = ax + b$ doğrusal fonksiyonu 1985 yılına ait uydu verisine uygulanmıştır. Böylece 1. zamanlı veri bağımsız değişken, 2. zamanlı veride bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Sonuçta 1985 verisi temel alınarak 1993 görüntüsü için tahmini bir görüntü oluşturulmaya çalışılmıştır. Daha sonra NDVI'ları alınmış bu iki görüntü birbirinden çıkarılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. 1993–1985 Yılları Görüntü Regresyonu Sonuç Görüntüsü (a), 1993–2005 Yılları Görüntü Regresyonu Sonuç Görüntüsü (b)

2.3.5.4 Değişim Vektörü Analizi: Değişim vektörü analizi (CVA), çok bantlı giriş verisi içerisindeki tüm değişimleri tespit edebilen radyometrik bir yaklaşımdır. CVA algoritması çıkış verisine ait iki değişim bilgisi içerir: (1) vektör değişim yönü; ve (2) multi-spectral değişim büyüklüğü. CVA içerisindeki çok boyutlu değişim büyüklüğünü ölçmek için kullanılan yöntemler arasında en doğrudan olan yöntem, değişim uzayında vektör başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafenin ölçüldüğü Öklid mesafesi'nin hesaplanmasıdır (Johnson ve Kasischke, 1998).

Öklid mesafesi şu formülle hesaplanmaktadır:

$$D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Burada;

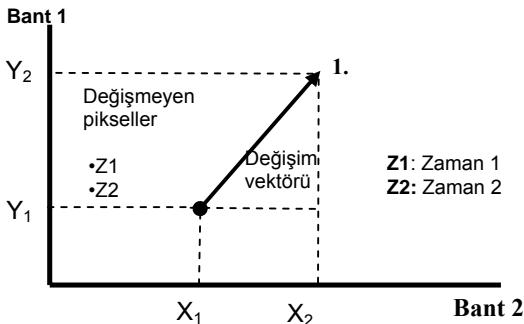
X_2 : ikinci zamanlı uydu görüntüsüne ait bant_x

X_1 : ilk zamanlı uydu görüntüsüne ait bant_x

Y_2 : ikinci zamanlı uydu görüntüsüne ait bant_y

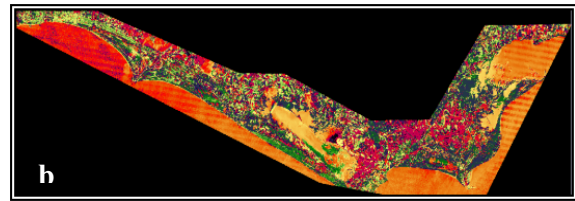
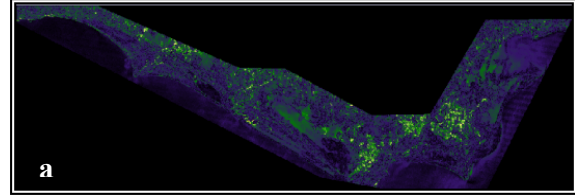
Y_1 : ilk zamanlı uydu görüntüsüne ait bant_y

CVA, n tane bantı ya da her bir görüntü çiftindeki (birinci tarihli görüntü, ikinci tarihli görüntü) yansıma öğeleri, giriş verisi olarak işleyebilen bir yöntemdir. Her bir görüntü çiftinde bu bantlar bir n boyutlu uzayın akslarını oluşturur. Şekil 7'de görüldüğü gibi değişimin görüldüğü piksellerin iki farklı noktada bulunmasına karşın, Zaman₁, değişimin görülmeyen pikseller her iki görüntüde de önceki yerlerini korumaktadır (Johnson ve Kasischke, 1998).

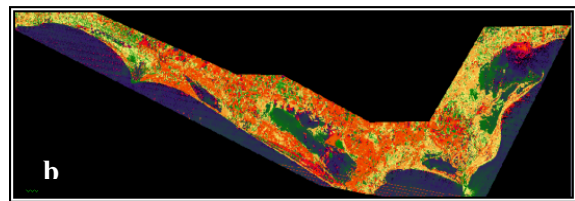
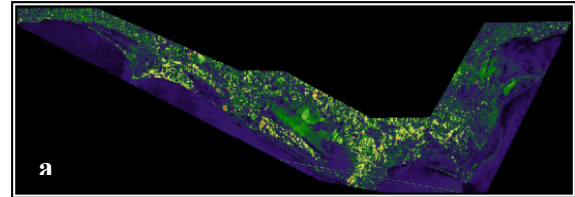


Şekil 7. Radyometrik Uzayda Değişim Vektörünün 2 Bantta Gösterimi

Değişim vektörü analizinde diğer tekniklerden farklı olarak iki farklı çıkış verisi elde edilmiştir. Bunlardan birincisi değişimin büyüklüğünü gösteren “büyüklük” (magnitude) verisi, ikincisi ise değişimin yönünü gösteren “yön” (direction) verisidir (Şekil 8 ve Şekil 9). Çalışmada değişimin büyüklüğünü ölçmek için değişim uzayında vektör başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafenin ölçüldüğü Öklid mesafesi hesaplanmıştır ve 3. ve 4. bantlar kullanılmıştır. Sonuç verileri normal dağılıma uymadığı için logaritmaları alınmıştır.



Şekil 8. 1985–1993 Yılları CVA Büyüklük Görüntüsü (a) ve Yön Görüntüsü (b)

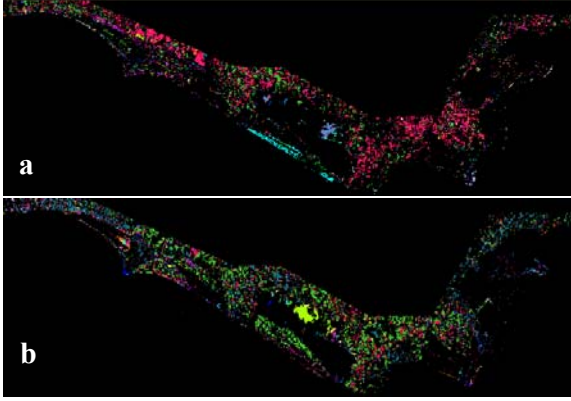


Şekil 9. 1993–2005 Yılları CVA Büyüklük Görüntüsü (a) ve Yön Görüntüsü (b)

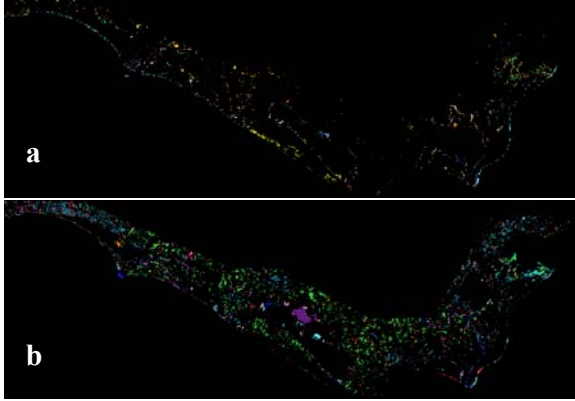
3. SONUÇLAR

Çalışmada 4 farklı yöneme ait sonuçlar elde edildikten sonra bütün sonuç verilerine eşik değer uygulaması yapılmıştır. En uygun eşik değerini tespit edebilmek farklı eşik değerleri görüntü üzerinde test edilmiş, 3σ , 2.5σ , 2σ , 1.8σ ve 1.6σ , 1.5σ , 1.4σ değerleri arasından 1.6 standart sapma kullanılarak tespit edilen değişimin, alan için daha uygun olduğuna karar verilmiştir. Görüntünün standart sapması tespit edilen eşik değer ile çarpıldıktan sonra ortalamadan çıkarılıp ortalamaya eklenerek değişimin sınırları belirlenmiştir ($\mu + 1.6\sigma$). Eşik değer uygulamasından sonra bütün veriler değişen alanların '1', değişmeyen alanların '0' ile gösterildiği kodlanmış bir veri haline getirilmiştir. Kodlanmış olan yeni görüntüler sınıflanmış olan 1985, 1993 ve 2005 görüntüleri içerisinde alınarak çapraz

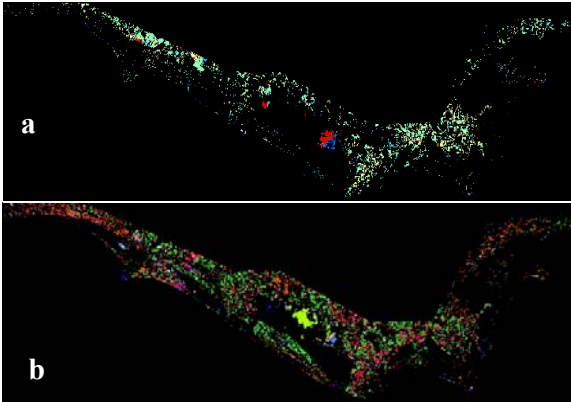
sınıflamaya tabi tutulmuş ve değişimin nerden nereye olduğu tespit edilmiştir. Her bir yöntem için elde edilen çapraz sınıflama sonuçları Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12 ve Şekil 13' de verilmiştir.



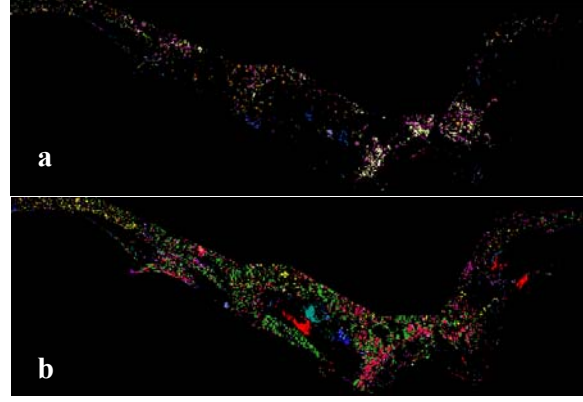
Şekil 10. 1985–1993 Yılları Çapraz Sınıflama Fark Görüntüsü (a), 1993–2005 Yılları Çapraz Sınıflama Fark Görüntüsü (b).



Şekil 11. 1985–1993 Yılları Çapraz Sınıflama Oran Görüntüsü (a), 1993–1985 Yılları Çapraz Sınıflama Oran Görüntüsü (b)



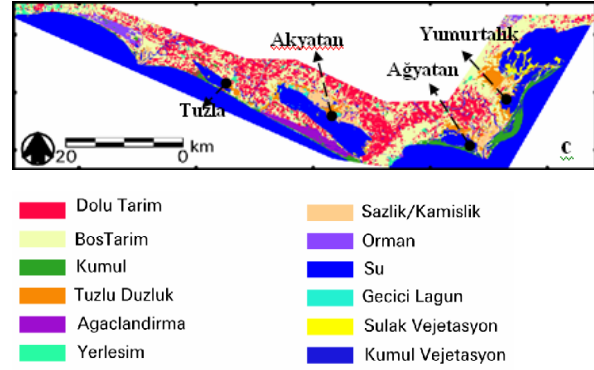
Şekil 12. 1985–1993 Yılları Çapraz Sınıflama Regresyon Görüntüsü (a), 1993–2005 Yılları Çapraz Sınıflama Regresyon Görüntüsü (b)



Şekil 13. 1985–1993 Yılları Çapraz Sınıflama CVA Görüntüsü (a), 1993–2005 Yılları Çapraz Sınıflama CVA Görüntüsü (b)

3.1 Sınıflama

Çalışmada obje tabanlı yöntem uygulanmıştır. Bu yöntem, görüntüdeki formu, yansıma özelliklerini ve tekstürü dikkate alarak komşu pikselleri anlamlı bölgeler halinde gruplandırır. Segmentasyon işlemi olan bu uygulamada istenirse çalışma için uygun olan bantlar diğer bantlara göre ağırlıklandırılabilir (Berberoğlu et al., 2000). Çalışma alanında yapılan sınıflama sonucunda toplam 12 adet sınıf bulunmuştur ve 2005 yılına ait sınıflanmış veri Şekil 14 ile gösterilmiştir. Sınıflama sonucunda hatalı olduğu gözlenen sınıflar manuel olarak düzeltilerek ait oldukları sınıflara atanmıştır.



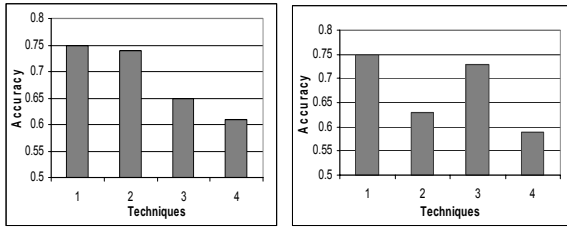
Şekil 14. 2005 Yılı sınıflanmış Referans Verisi

3.2 Doğruluk Analizleri

Doğruluk analizlerinde çapraz sınıflama ve Kappa indeksi hesaplamaları birlikte kullanılmıştır. Objeye tabanlı sınıflanan referans verileri sınıflanmış olan her bir değişim analizi tekniği verilerine karşı çapraz sınıflanarak bir hata matrisi oluşturulmuş ve kapa indeksi ile doğruluk yüzdeleri tespit edilmiştir. Niteliksel veriler için, iki görüntüyü karşılaştırmanın en geçerli yolu çapraz sınıflamadır. Çapraz sınıflama iki haritadaki bütün olası kombinasyonlar için mantıksal 'VE' değerlerini hesaplar. İki haritanın iki tarih üzerinde aynı kategorik bilgiyi temsil ettiği durumlarda yöntem, alanların her iki tarihte aynı sınıfa mı düştüğünü, yoksa alanların yeni bir sınıfa mı değiştiği üzerine bilgi verir. Kappa değerleri ise görüntüler arasındaki ilişkiye

göre -1 ile +1 arasında değişim gösterir. Eğer iki görüntü arasındaki ilişki doğrusal ise yani değişim yoksa '1' değerini, görüntülerden biri diğerine göre tamamen farklı ise kappa '-1' değerini, görüntülerin yarısı birbirine göre değişmiş ise kappa '0' değerini alır. Bunun için öncelikle referans verilerinde 1985–1993–2005 yıllarında meydana gelen değişimler tespit edilmiş daha sonra bu değişimler uygulanan 4 farklı değişim analizi tekniğinin ürettiği sonuçlarla kıyaslanmıştır.

Yapılan doğruluk analizi sonucunda alan için en uygun olan yöntemin vektör değişim analizi olduğu sonucuna varılmıştır. Toplam Kappa oranlarına bakılacak olunursa 1993_1985 yılları arasındaki değişimi tespit etmede CVA %0.7525 ile ilk sırada, görüntü çıkarman analizi 0.7378%, ile ikinci sırada, görüntü regresyonu %0.6365 ile üçüncü sırada ve görüntü oranlama %0.5910 ile dördüncü sırada yer almaktadır. 2005–1993 yılları arası değişimi tespit etmede ise CVA yine %0.7555 ile ilk sırada, görüntü regresyonu %0.7452 ile ikinci sırada, görüntü çıkarma %0.6561, ile üçüncü sırada ve görüntü oranlama %0.6105 ile son sırada gelmektedir.



Şekil 15. Tekniklerin Doğruluk Yüzde Değerleri.

Şekil 15'de '1' değişim vektör analizini, '2' görüntü regresyonunu, '3' görüntü çıkarmayı, '4' ise görüntü oranlamayı temsil etmektedir.

Çalışma alanında en yoğun ve aktif alan kullanımı tarımsal faaliyetler olduğu için yeni tarım alanları kazanmak amacıyla kumul alanların tahribatı, kıyı erozyonundan dolayı alan kayıpları en dikkat çeken değişimler olarak saptanmıştır.

4. KAYNAKLAR

Berberoğlu, S., 1999. Optimising the Remote Sensing of Mediterranean Land Cover. Thesis Submitted for Degree of Doctor of Philosophy, Department of Geography, Faculty of Science.

Berberoglu, S., Lloyd, C. D., Atkinson, P. M., And Curran, P. J., 2000, The integration of spectral and textural information using neural networks for land cover mapping in the Mediterranean. Computers and Geosciences, 26, 385–396.

Carvalho, L. M. T., Fonseca, L. M. G., Murtagh, F., And Cleves, J. G. P. W., 2001, Digital Change Detection with the Aid of Multiresolution Wavelet Analysis. International Journal of Remote Sensing, 22, 3871–3876.

Chavez, P. S. Jr, 1996, Image-based Atmospheric Corrections—Revisited and Improved. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62, 1025–1036.

Curcio, J.A., 1961. Evaluation of Atmospheric Aerosol Particle Size Distribution from Scattering Measurement in the Visible

and Infrared, Journal of the Optical Society of America, 51:548-551

Dai, X. L., And Khorram, S., 1998, The effects of Image Misregistration on the Accuracy of Remotely Sensed Change Detection. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 36, 1566–1577

Du, Y., Teillet, P. M., And Cihlar, J., 2002, Radiometric Normalization of Multitemporal High-Resolution Satellite Images with Quality Control for Land Cover Change Detection. Remote Sensing of Environment, 82, 123–134.

Eastman, J.R., Mc Kendry, J., Fulk, M.A., 2005. Change and Time Series Analysis. Explorations in Geographic Informations Systems Technology. Geneva, United Nations Institute for Training and Research (UNITAR).

Johnson, R. D., Kasischke, E. S., 1998. Change Vector Analysis: A Technique for the Multispectral Monitoring of Land Cover and Condition. International Journal of Remote Sensing, vol. 19, no. 3, 411± 426.

Townshend, J. R. G., Justice, C. O., Gurney, C., And Mcmanus, J., 1992, The Effect of Image Misregistration on the Detection of Vegetation Change. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 30, 1054–1060

Turner, R.E., W.W.Malila, And R.F. Nalepha, 1971. Importance of Atmospheric Scattering in Remote Sensing, Proceedings of 7th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan, pp.1651-1697

Sabins, F.F., Jr., 1978. Remote Sensing Principles and Interpretation, Freeman, San Francisco, 425 p.

Slater, P.N., F.J. Doyle, N.L. Fritz, And R. Welch, 1983. Photogrammetric Systems for Remote Sensing, Manual of Remote Rensing, Second Edition, American Society of Photogrammetry, vol. 1, chap. 6, pp. 231-291

Stow, D. A., 1999, Reducing the Effects of Misregistration on Pixel-level Change Detection. International Journal of Remote Sensing, 20, 2477–2483.

Verbyla, D. L., And Boles, S. H., 2000, Bias in Land Cover Change Estimates due to Misregistration. International Journal of Remote Sensing, 21, 3553–3560.