

1975-1993 Yılları Arasında İstanbul Arazi Kullanımında Olan Değişikliklerin Uydu Görüntüleriyle Çalışılması

Dr. Hülya Yıldırım ve Dr. Erhan Alparslan
TÜBİTAK-MAM Uzay Teknolojileri Bölümü

Özet

İstanbul ili ve çevresinden 1975, 1984 ve 1993 yıllarında kaydedilmiş Landsat MSS/TM ve Spot XS uydu görüntülerinden yararlanılarak arazi kullanımında olan değişiklikler incelenmiştir. Bu çalışmada Ana Bileşenler dönüşümü (Principal Components Transformation) çok bantlı uydu verilerinde veri sıkıştırma yanında, yıllara ait değişimlerin ortaya çıkartılması amacıyla da kullanılmıştır. Çalışmada aynı yere ait farklı zamanlardaki verilerin ana bileşenler dönüşümü alındığında gürültü kabul edilen, atılabilir denilen bileşenlerinde zamana bağlı değişikliklerin taşındığı gösterilmiştir. Çalışma alanı olarak İstanbul'un Trakya kısmındaki Karadeniz kıyısı çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. 1975, 1984 ve 1993 yılları içinde oluşan yeşil alanlardaki farklılıklar, Karadeniz kıyısında maden faaliyetlerinin getirdiği değişiklikler ve ikinci çevre yolunun getirdiği farklar gürültü sayılan bileşenlerde elde edilmiştir.

Giriş

Bu çalışmada, İstanbul ili ve çevresinde olan zamansal değişim ortaya çıkartılmıştır. Çeşitli alanlarda zamansal değişimin olduğu Halicin kuzeyinden Karadeniz sahillerine kadar uzanan yaklaşık 20 km x 20 km' lik bir alan çalışma sahası olarak seçilmiştir. Zamansal değişimleri ortaya çıkartmak için ana bileşenler dönüşümünden yararlanılmıştır. Bu raporun ilk bölümünde ana bileşenler dönüşümünün zamansal değişimleri ortaya çıkartma özelliği tartışılmakta, ikinci bölümde verinin hazırlanması, üçüncü bölümde ana bileşenler dönüşümünün hazırlanan verilere uygulanması, dördüncü ve son bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmaktadır.

Ana Bileşenler Dönüşümü

Ana bileşenler dönüşümü genellikle veri sıkıştırmada uygulanan bir metoddur (İnce 1986). Çok boyutlu verilerdeki tekrarları azaltarak, verinin yeni bir koordinat sisteminde korelasyonsuz olarak temsil edilmesini sağlar. Varyansın en büyük bölümü ilk bileşende, kalan bölümü ise azalan miktarlarla diğer bileşenlerde toplanır (Richards 1984, Jenson ve Waltz 1979, Gonzalez ve Wintz 1977). Varyansın en az olduğu bileşenler atılarak, veri daha az boyutlu olarak temsil edilebilir.

Bu işlem için, çoklu vektör uzayında yeni bir koordinat sistemi yaratacak öyle bir dönüşüm aranır ki, yeni sistemdeki bileşenler arasında korelasyon sıfırlanır. Orijinal koordinat sistemine x uzayı, yeni koordinat sistemine de y uzayı diyelim.

x uzayındaki verileri y uzayına dönüştüren dönüşüme G dönüşümü dersek aşağıdaki formül ortaya çıkar:

$$y = G x$$

Bu denklemin uymaya zorlandığı kısıtlama y uzayındaki verilerin kovaryans matrisinin köşegenel olmasıdır. x uzayındaki verilerin ortalama değer vektörü m_x , kovaryans matrisi ise C_x le tanımlansın.

$$m_x = 1/K \sum x_j \quad , \quad \text{sum: toplama operatörü} \quad 1 \leq j \leq K$$

$$C_x = E \{ (x - m_x)(x - m_x)^t \} \quad , \quad E : \text{beklenen değer}$$

m_x : x uzayında veri ortalama değer vektörü
 t : matris transpoz işlemi

y uzayında kovaryans matrisinin tanımı aşağıdaki formülle verilir:

$$C_y = E \{ (y - m_y)(y - m_y)^t \} \quad , \quad E : \text{beklenen değer}$$

m_y : y uzayında veri ortalama değer vektörü değeri
 t : matris transpoz işlemi

$$m_y = E\{y\} = E\{Gx\} = GE\{x\} = Gm_x \quad m_x: x \text{ uzayında veri ortalama vektörü}$$

Böylece y uzayındaki kovaryans matrisinin tanımı aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$C_y = E\{(Gx - Gm_x)(Gx - Gm_x)^t\} G^t$$

Bu denklem aşağıdaki şekilde de ifade edilebilir:

$$C_y = G E\{(x - m_x)(x - m_x)^t\} G^t$$

Yani

$$C_y = G C_x G^t \quad , \quad C_x: x \text{ uzayında verilerin kovaryans matrisi}$$

Değişik zamanlarda algılanan Landsat uydu verilerindeki zamana bağlı değişiklikler, ana bileşenler dönüşümünün veriyi korelasyonsuz hale getirmesinden dolayı varyansın en az olduğu ihmal edilebilen bileşenlerde yer alacağından değişim olmayan bölgelerden ayrılır (Byrne ve Crapper 1979, Byrne et al 1980). Basit olarak ifade edilirse, zamanla değişim göstermeyen bölgelerdeki yüksek korelasyon ve zamanla değişen bölgelerdeki düşük korelasyonun neticesi olarak bu ayırım oluşur. Değişik zamanlarda alınan uydu verilerindeki varyansın büyük bölümünün korelasyonlu yani zamanla değişmeyen, sabit kalan arazi kullanım türlerinden kaynaklandığı varsayılırsa, zamansal değişim gösteren bölgelerin varyansı düşük olan bileşenlerde yer alacağı açıktır (Loughlin 1991).

Bu çalışmada ana bileşenler dönüşümü veri sıkıştırmak amacı yanında, zamansal değişimleri ayırdetmek amacıyla da kullanılmıştır. Ana bileşenler dönüşümünün bu özelliği "Özellik Uyumlu Ana Bileşen Seçimi" (Feature Orientated Principal Component Selection) olarak bilinmektedir ve gözlenmek isteyen hedefler hakkında bilgi çıkartmak için kullanılmaktadır (Crosta ve Moore 1989). Bu teknik ana bileşenleri hesaplamada kullanılan öz vektörlerin incelenmesini ve her bileşene pozitif veya negatif en çok veri katkısında bulunan iki veya üç bant cinsinden yorumlanmasını ön görmektedir. Her hangi bir bileşen varyansı küçük olmasına rağmen araştırılan bir hedefi en çok zenginleştirerek o hedef hakkında bilgi veriyorsa değer taşımaktadır. Nitekim yaptığımız çalışma varyansı düşük bileşenlerin önemli zamansal değişiklikleri ortaya çıkardığını göstermiştir.

Verinin hazırlanması

Veriler TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Uzay Teknolojileri Bölümü'nün Uzaktan Algılama ve Görüntü İşleme Laboratuvarı'nda bulunan I²S görüntü işleme sisteminde çalışan Sistem 600 yazılım paketiyle çalışılmıştır. Kullanılan uydu görüntüleri aşağıdaki gibidir:

- . Landsat MSS 31 Mayıs 1975,
- . Landsat MSS 12 Haziran 1984,
- . Landsat TM 12 Haziran 1984 ve
- . Spot XS 13 Haziran 1993.

1975 Landsat MSS uydu verisi, 1984 Landsat MSS uydu verisi üzerine, Karadeniz sahillerindeki girinti ve çıkıntılar üzerinde, İstanbul boğazında ve yol kavşakları üzerinde kontrol noktaları alınarak karşılaştırılmıştır.(Şekil 1)

1984 Landsat TM uydu verisi 1993 Spot XS uydu verisi üzerine kıyılarda, yol kavşaklarında ve göl sınırlarında kontrol noktaları, (Şekil 2) alınarak karşılaştırılmıştır.

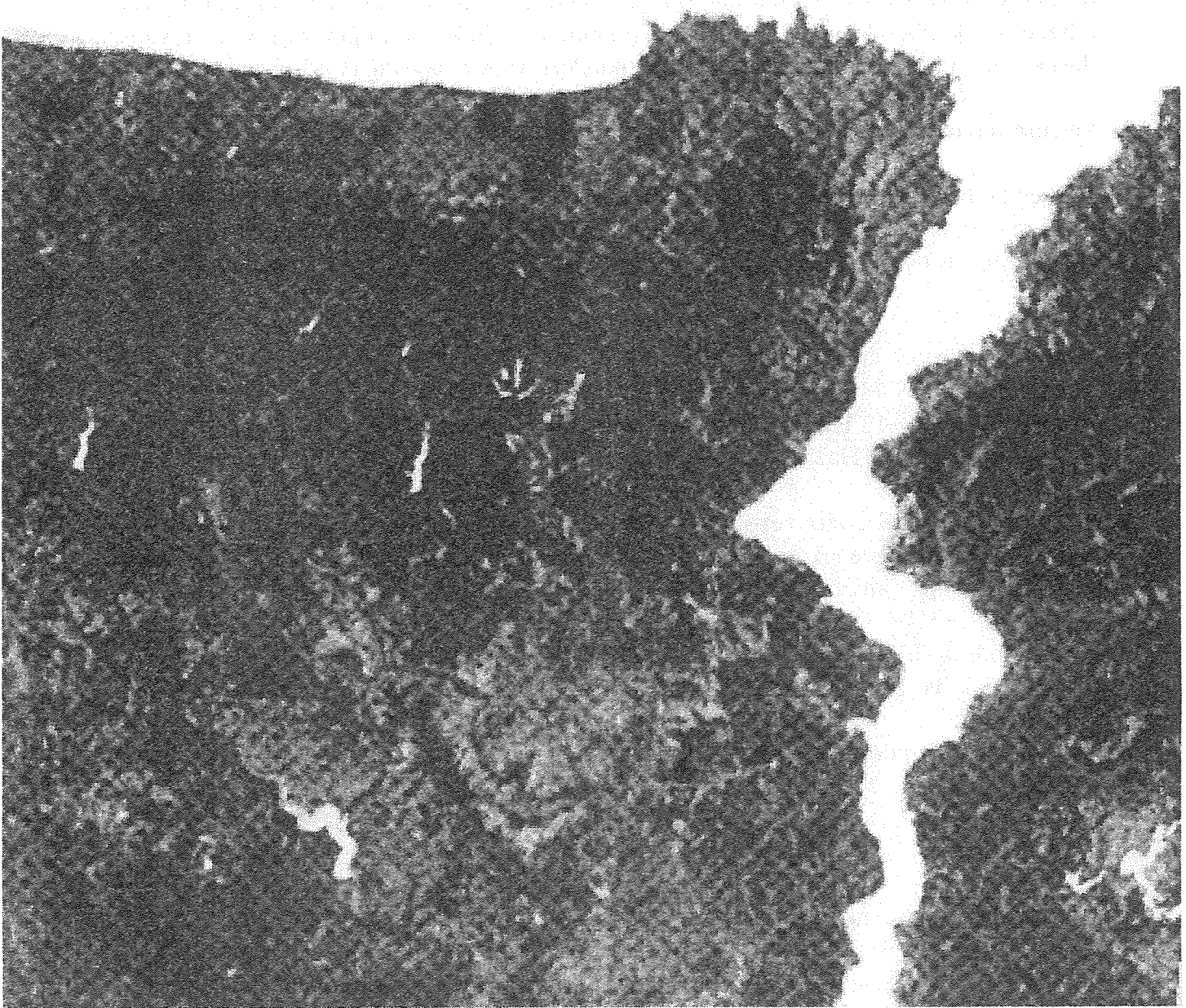
Bu çalışmada Landsat MSS ve Spot XS uyduların bütün bantları, Landsat TM uydu verisinin ise sadece 5. 4. ve 1. bant değerleri kullanılmıştır.

Uygulamalar

İki ana guruba ayrılmıştır. Birinci gurupta uydu ve algılayıcılarının aynı olduğu Landsat MSS 1975 ve 1984 verileri birleştirilerek algoritma uygulanmıştır. Bu koşullarda verideki değişikliklerin sadece zaman farkından gelmesi sağlanmıştır. İkinci gurupta ise Spot XS 1993 ve Landsat TM 1984 verileri kullanılmış, zamansal farklılıkların yanı sıra tayfsal bant aralıklarının getireceği farkların da bulunduğu bir ortamda algoritma uygulanmıştır.

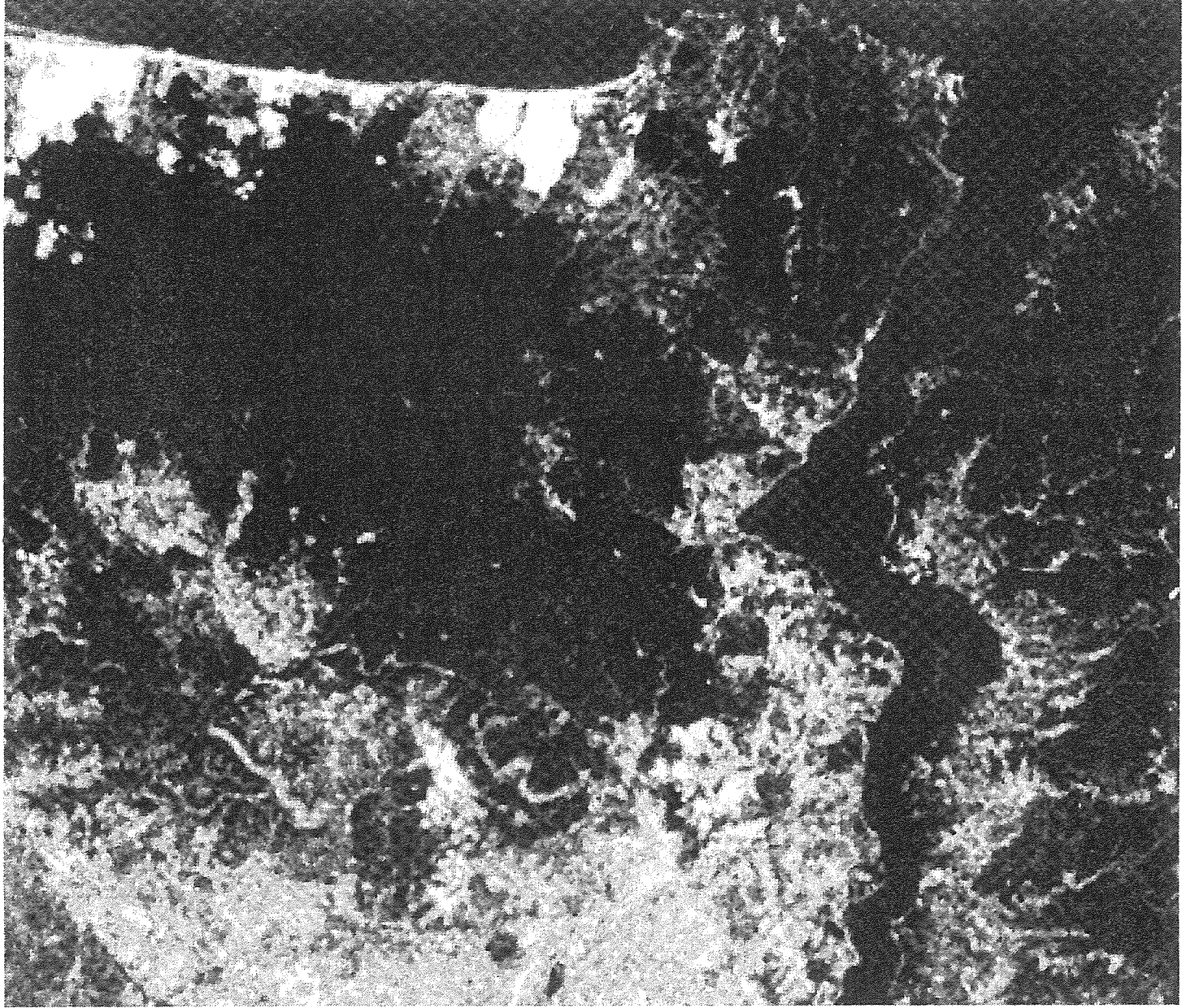
I. Gurup Uygulamalar

Bu çalışmada Landsat uydusu ve MSS algılayıcısı ile algılanan 1975 ve 1984 verileri kullanılmıştır.



Şekil 1. LANDSAT MSS 1975 - 1984 verilerinde, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabileşenler dönüşümü sonucu (PC1)

1975-1984 yılları arasında Landsat MSS verileri kullanılarak, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabileşenler dönüşümü sonucu (PC2)



Şekil 2. LANDSAT MSS 1975 - 1984 verilerinde, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabileşenler dönüşümü sonucu (PC2)

Çalışmalarda önce her yılın verisi kendi içinde korelasyon yönünden incelenmiştir. 1975 ve 1984 yıllarında 4. ile 5. bantlar ve 6. ile 7. bantlar arasında yüksek korelasyon görülmüştür (Tablo 1). Ana bileşenler ile 1975 yılı verisi 4 bantlı, 4 ana bileşene dönüştürülmüştür. Öz değerler (Tablo 2) incelendiğinde birinci ve ikinci değerlerle bilginin ilk iki bileşeninde %84.6, %14.9 toplandığı, diğer ikisinde %0.3 ve %0.2 ihmal edilebilecek nitelikte bilgi bulunduğu görülmüştür. 1984 yılı verileri bantlarında görülen yüksek korelasyon da aynı şekilde iki banta indirilmiştir. Daha sonra 1975 ve 1984 yıllarına ait kendi içinde korelasyonu giderilmiş 2'şer bant birleştirilerek 4 bantlı bir görüntü hazırlanmıştır.

Her iki yıla ait 2 ana bileşenin birleştirilmesiyle elde edilen 485x345x4 boyutundaki veride zaman farkından kaynaklanan değişiklikler aranmıştır. Bu amaçla ana bileşenler dönüşümü veriye zamansal değişiklikleri ayırtmak için uygulanmıştır.

II. Gurup Uygulamalar

TM ve XS bant değerleri incelendiğinde (Tablo 3, 4) TM bantlarında 1. ile 5. bantlar, XS bantlarında ise 1. ile 3. bantlar ve 1. ile 2. bantlar arasında yüksek korelasyon göze çarpmaktadır. Bu bakımdan her yılın kendi içinde korelasyonunu yok etmek için ana bileşen dönüşümü hem 84 TM verilerine, hem de 93 XS verilerine ayrı ayrı uygulanmıştır. Her yıl için en yüksek bilgiye sahip iki ana bileşen alınarak dört bantlı bir veri elde edilmiştir. Zamansal değişiklikleri ayırtmak amacıyla 1024x1024x4 boyutlarındaki veriye ana bileşenler dönüşümü uygulanmıştır.

Sonuçlar

* 75 ve 84 yıllarına ait ana bileşenler dönüşümünü gerçekleştiren aşağıda verilen öz değerler ve öz vektör matrisini incelediğimizde, %1.2 bilgi taşıyan dördüncü bileşende % 84.2 veri katkısını 75 yılı bileşeni ve %51.6 veri katkısını 84 yılı bileşeni oluşturmaktadır (Şekil 3). Bu bileşen kömür ocaklarındaki değişiklikleri ve yerleşim bölgesindeki değişiklikleri parlak beyaz olarak göstermektedir.

Öz değer	Öz vektör matrisi				
		75 ₁	75 ₂	84 ₁	84 ₂
0.814	AB ₁	-.580	-.012	-.814	-.006
0.150	AB ₂	.064	-.531	-.045	-.843
0.024	AB ₃	.803	-.091	-.570	.149
0.012	AB ₄	-.119	-.842	.101	.516

* 84 ve 93 yıllarına ait ana bileşenler dönüşümünü gerçekleştiren aşağıda verilen öz değerler ve öz vektör matrisini incelediğimizde %2 lik bilgi taşıyan 4. ve son bileşene en çok veri katkısı %76 bilgi ile 93 XS verisinden ve %46 ile 84 TM verisinden gelmektedir (Şekil 4). Bu bileşen Fatih Sultan Mehmet köprüsünü bağlayan çevre yolunu, baraj gölünde olan dolmayı, Karadeniz kıyısındaki maden faaliyetlerinden ötürü olan değişiklikleri, ve orman bölgesinde olan bölgesel değişiklikleri parlak beyaz olarak

Tablo.1 : LANDSAT MSS, 1975 verisi:
Korelasyon Matrisi (Correlation Matrix)

	B4	B5	B6	B7
B4	1.000	.950	.258	.046
B5	.950	1.000	.327	.110
B6	.258	.327	1.000	.967
B7	.046	.110	.967	1.000

Özvektörler Matrisi (Eigen Vectors)					Özdeğerler (Eigen Values)
	B4	B5	B6	B7	
PC1	+0.033	+0.091	+0.655	+0.749	+0.846
PC2	-0.422	-0.860	-0.142	+0.247	+0.149
PC3	-0.193	-0.204	+0.739	-0.613	-0.003
PC4	+0.885	-0.458	+0.069	-0.043	+0.002

Tablo.2 : LANDSAT MSS, 1984 verisi :
Korelasyon Matrisi (Correlation Matrix)

	B4	B5	B6	B7
B4	1.000	.977	.288	.080
B5	.977	1.000	.287	.075
B6	.288	.287	1.000	.973
B7	.080	.075	.973	1.000

Özvektörler Matrisi (Eigen Vectors)					Özdeğerler (Eigen Values)
	B4	B5	B6	B7	
PC1	+0.042	+0.076	+0.616	+0.783	+0.830
PC2	-0.455	-0.854	-0.134	-0.213	+0.167
PC3	-0.429	-0.020	+0.722	-0.543	+0.002
PC4	+0.779	-0.514	+0.286	-0.216	+0.001

Tablo.3 : LANDSAT TM, 1984

Korelasyon Matrisi (Correlation Matrix)

	B5	B4	B1
B5	1.000	.688	.631
B4	.688	1.000	.286
B1	.631	.286	1.000

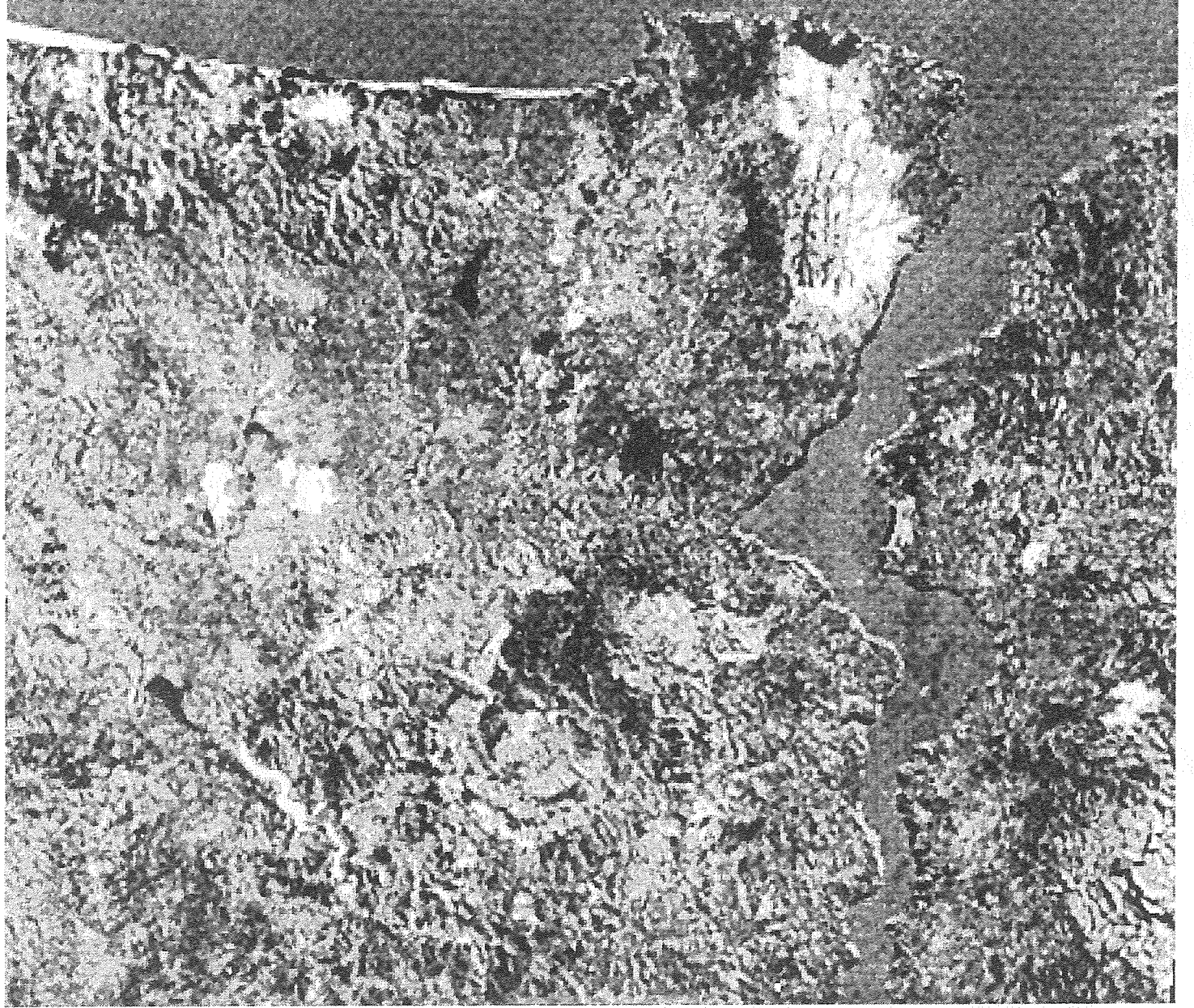
Özvektörler Matrisi (Eigen Vectors)				Özdeğerler (Eigen Values)
	B5	B4	B1	
PC1	-.710	-.662	-.239	+.771
PC2	+.463	-.695	+.551	+.174
PC3	+.531	-.280	-.800	-.055

Tablo.4 SPOT XS, 1993 :

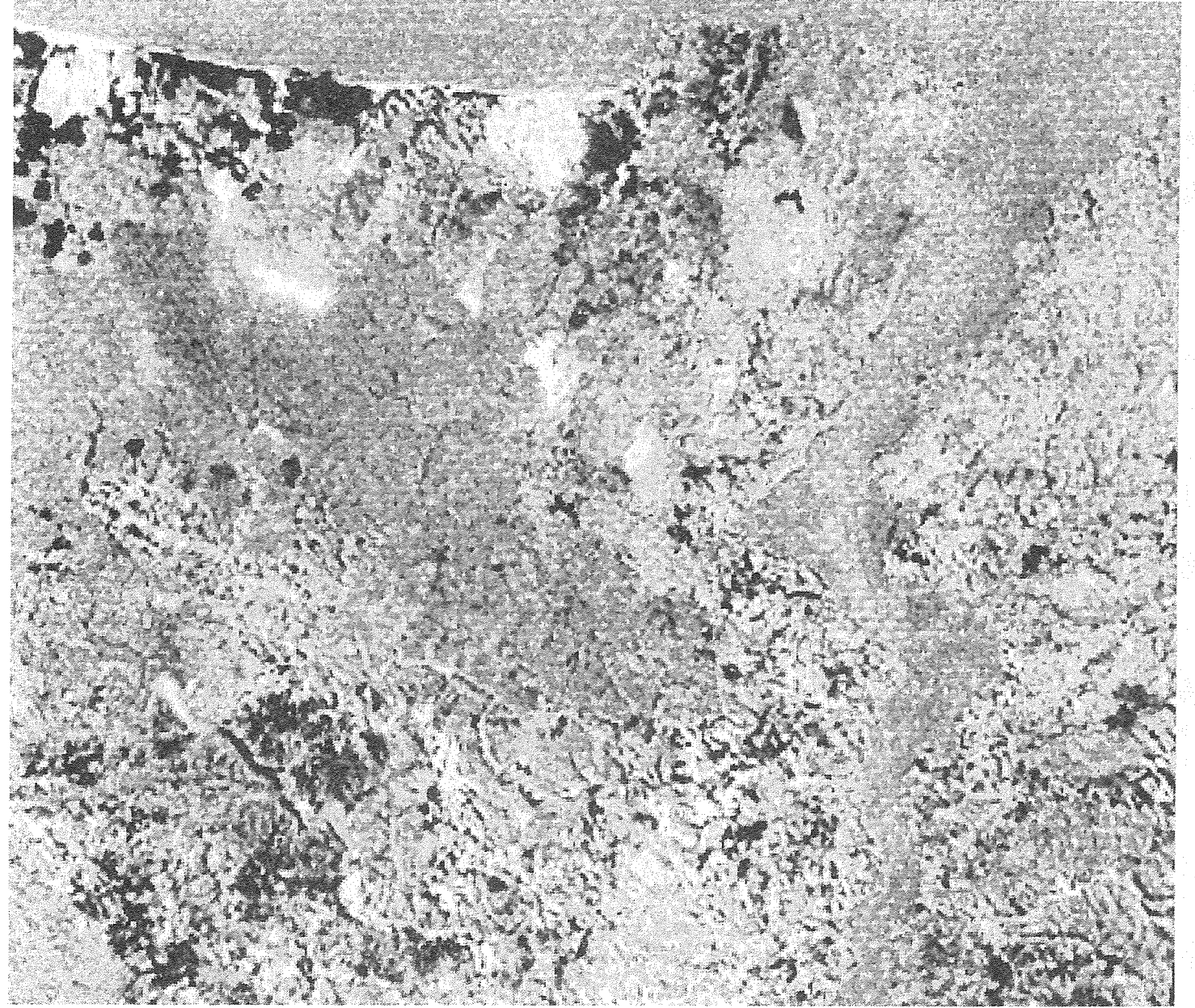
Korelasyon Matrisi (Correlation Matrix)

	B1	B2	B3
B1	1.000	.465	.858
B2	.465	1.000	.113
B3	.858	.113	1.000

Özvektörler Matrisi (Eigen Vectors)				Özdeğerler (Eigen Values)
	B1	B2	B3	
PC1	-.396	+.863	-.315	+.633
PC2	+.422	+.476	+.772	+.353
PC3	-.816	-.172	-.553	+.015



Şekil 3. LANDSAT MSS 1975 - 1984 verilerinde, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabileşenler dönüşümü sonucu (PC3)



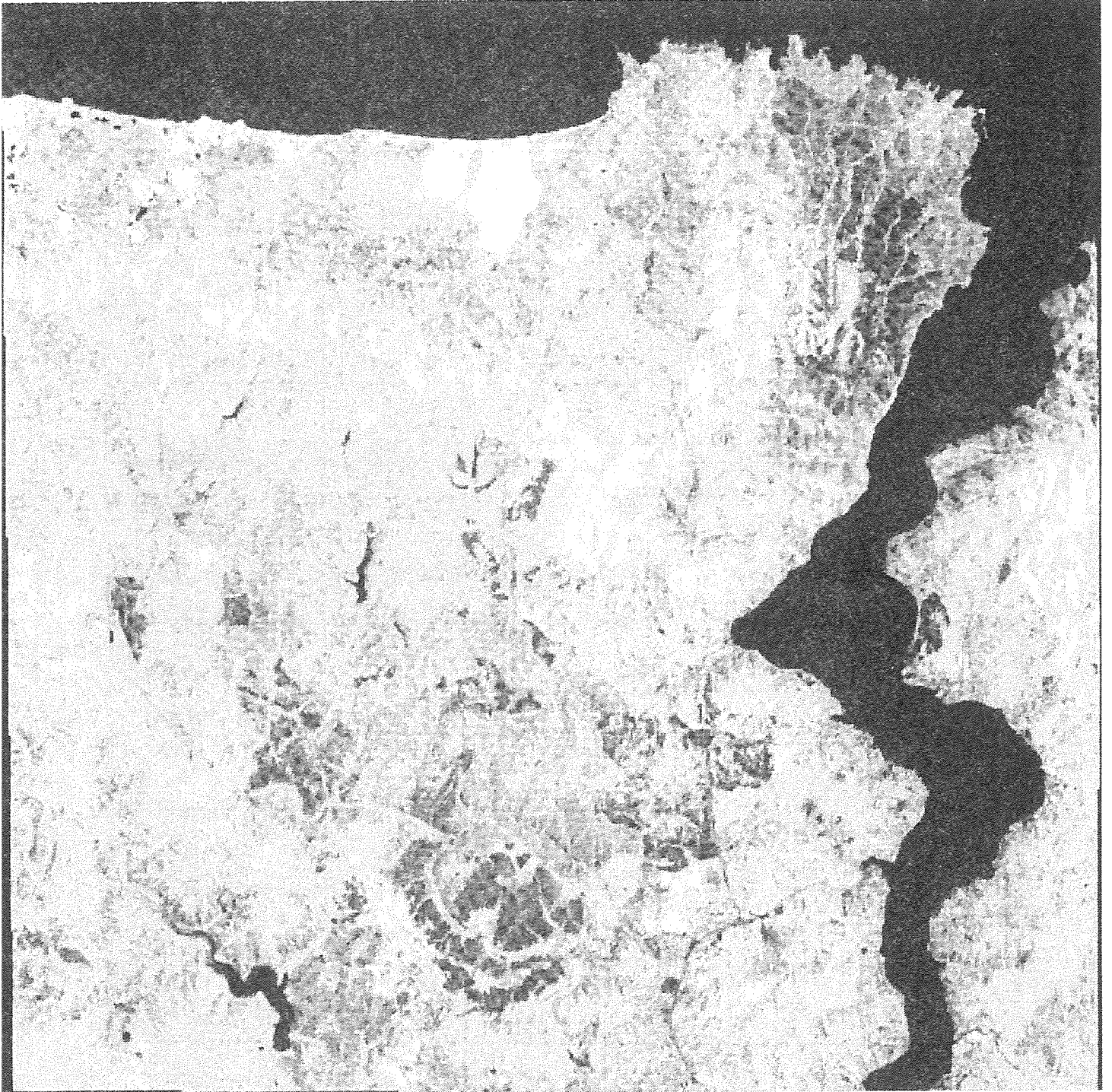
Şekil 4. LANDSAT MSS 1975 - 1984 verilerinde, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabileşenler dönüşümü sonucu (PC4)

Tablo.5 : LANDSAT MSS 75 84 bileşenlerinin özvektörleri ve özdeğerleri

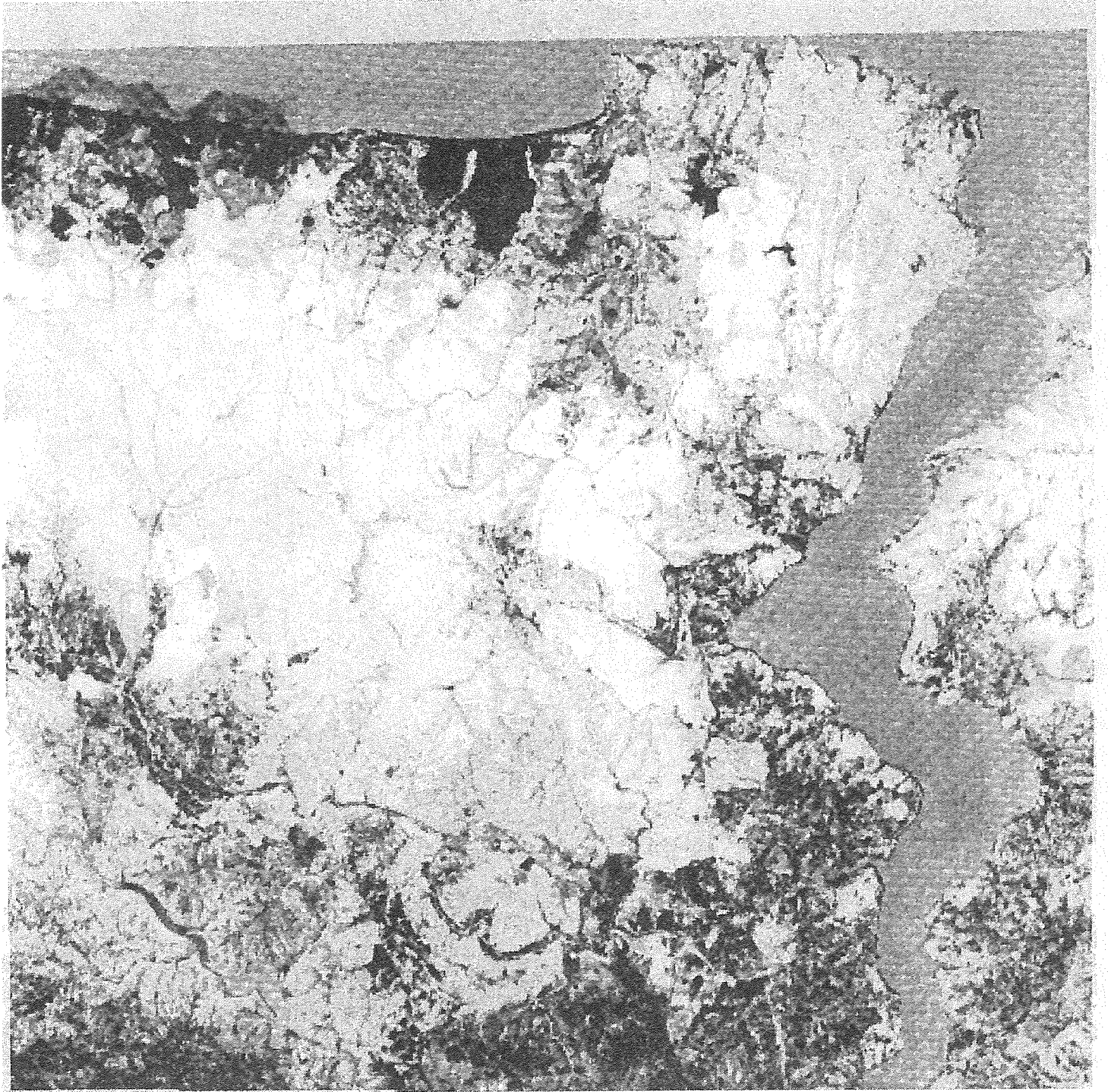
	Özvektörler Matrisi (Eigen Vectors)				Özdeğerler (Eigen values)
	75 ₁	75 ₂	84 ₁	84 ₂	
PC1	-.580	-.012	-.814	-.006	0.814
PC2	.064	-.531	-.045	-.843	0.150
PC3	.803	-.091	-.570	.149	0.024
PC4	-.119	-.842	.101	.516	0.012

Tablo.6 : LANDSAT TM 84 ve SPOT XS 93 bileşenlerinin özvektörleri ve özdeğerleri

	Özvektörler Matrisi (Eigen Vectors)				Özdeğerler (Eigen values)
	84 ₁	84 ₂	93 ₁	93 ₂	
PC1	-.929	-.039	-.323	-.171	0.713
PC2	.157	-.755	-.542	-.333	0.213
PC3	.130	-.464	-.155	.862	0.048
PC4	-.309	-.461	-.760	-.339	0.020



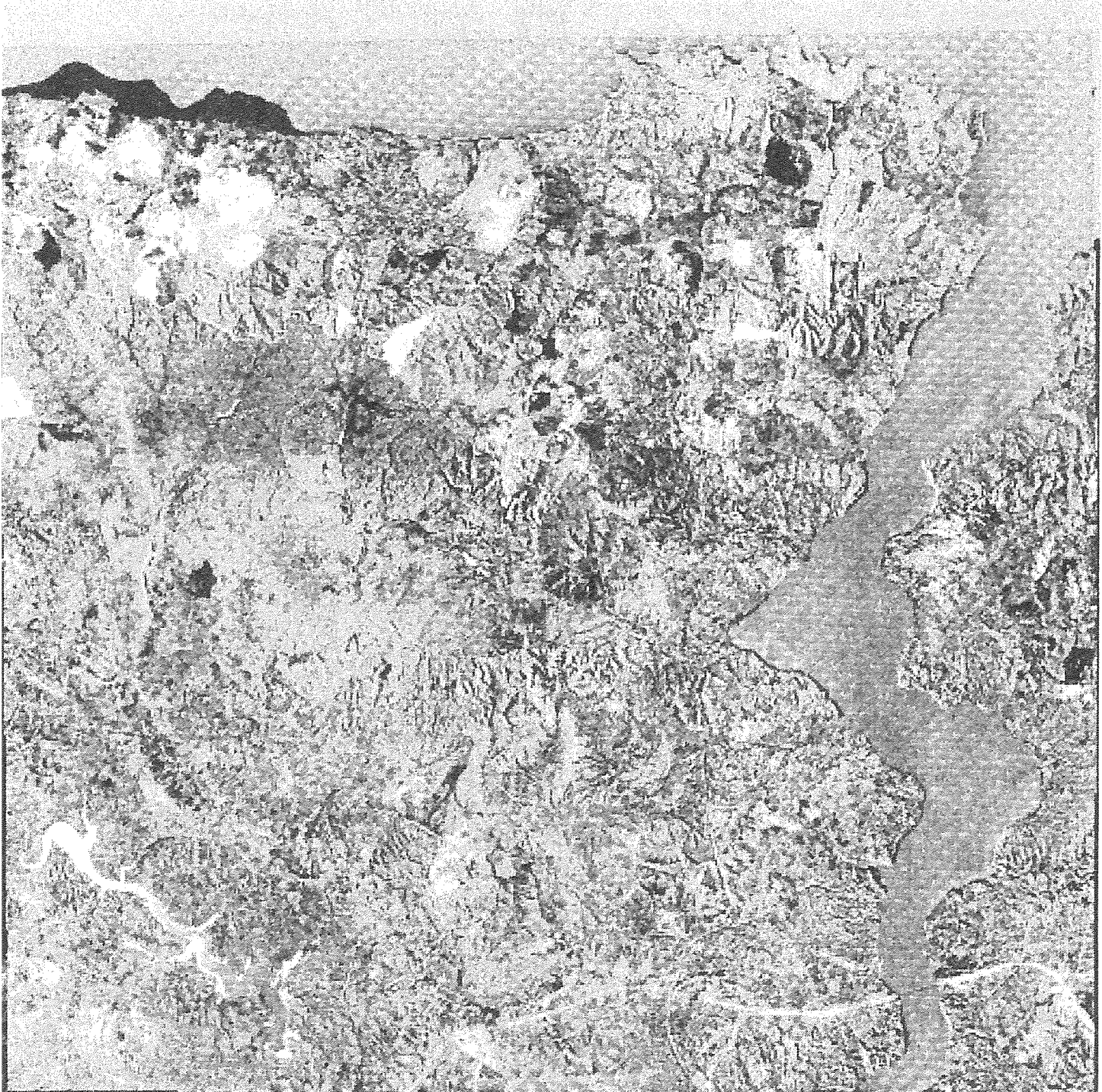
Şekil 5. LANDSAT TM 1984 - SPOT XS 1993 verilerinde, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabileşenler dönüşümü sonucu (PC1)



Şekil 6. LANDSAT TM 1984 - SPOT XS 1993 verilerinde, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabilesenler dönüşümü sonucu (PC2)



Şekil 7. LANDSAT TM 1984 - SPOT XS 1993 verilerinde, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabileşenler dönüşümü sonucu (PC3)



Şekil 8. LANDSAT TM 1984 - SPOT XS 1993 verilerinde, zaman aralığındaki değişimleri bulmak amacıyla uygulanan Anabilesenler dönüşümü sonucu (PC4)

göstermektedir. Maden faaliyetlerinden ötürü denizin doldurulması ise siyah olarak görülmekte. 84 yılında boş arazi iken 93 yılında ağaçlanmış bulunan bölgelerde siyah veya parlak beyaz olarak bu bileşende zenginleşmiş bulunmaktadır. %4.8 bilgi taşıyan 3. bileşen ise denizde maden faaliyetlerinden dolayı olan dolmayı parlak beyaz olarak vurgulamakta, ayrıca bitki örtüsünde olan bazı değişiklikleri parlak beyaz olarak göstermektedir. 21.9 % bilgi taşıyan bu bileşene veri katkısı 93 XS bileşeni ve 2. TM bileşeni olmuştur.

Öz değer	Öz vektör matrisi				
		84 ₁	84 ₂	93 ₁	93 ₂
0.713	AB ₁	-.929	-.039	.323	.177
0.219	AB ₂	.157	-.755	.542	-.333
0.048	AB ₃	.130	-.464	-.155	.862
0.020	AB ₄	-.309	-.461	-.760	-.339

* 93 ve 84 verileri bileşenlerinin öz değerlerini incelediğimizde, son iki bileşenin taşıdığı veri yüzdesinin I. guruptakilere göre daha yüksek olduğunu görüyoruz. (3. bileşen %4.8, 4. bileşen %2.0). Bu durum farklı uydu ve algılayıcı sistemlerinden gelen bir sonuç olarak görülmektedir.

* Onar yıllık aralıklarla çalışma bölgemizde uyguladığımız ana bileşenler dönüşümü zamansal değişiklikleri ortaya çıkartmakta ve zenginleştirmekte çok başarılı olmuştur. Değişiklikler en çok bilgi oranı küçük, önemsenmeyen ve atılan bileşenlerde toplanmıştır. Bu bakımdan zamansal değişiklikleri çalışmak istiyorsak, az bilgi içeren bileşenleri dikkatle incelemeli ve içerdikleri bilgiden yararlanmalıyız.

Kaynaklar

- [1] F.İnce, "Uzaktan Algılamada Sayısal Görüntü İşleme", TÜBİTAK-MAM, ÖY-86/02
- [2] J.A.Richards, "Thematic Mapping from Multitemporal Image Data Using the Principal Components Transformation", Remote Sens. Environment, Vol.16, pp 35-46
- [3] S.K.Jenson and F.A.Waltz, "Principal Component Analysis and Canonical Analysis in Remote Sensing", Proc.Am.Soc.Photogr.45th Ann.Meeting, pp.337-348
- [4] R.C.Gonzalez and P.Wintz, "Digital Image Processing", Addison-Wesley,Reading, MA
- [5] W.P.Loughlin, "Principal Component Analysis for Alteration Mapping", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.57, No.9, Sept.91, pp. 1163-1169
- [6] G.R.Byrne, P.F.Crapper, "Monitoring land cover changes by principal components analysis of multitemporal Landsat data", Remote Sens. Environment Vol 10., pp175-184