

**METEOROLOJİ UYDULARI İLE YAĞIŞ ŞİDDETİ  
VE  
BİTKİ ÖRTÜSÜ ANALİZİ**

**Zafer ASLAN\* ve Deniz OKÇU\*\***

\* İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, 80626, İstanbul.

\*\* Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi, Kandilli, İstanbul.

## ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1-** İstanbul ve civarı için hava sıcaklığı değerlerinin değişimi, (27 Nisan 1992).  
1- Sarıyer, 2- Kumköy, 3- Göztepe, 4- Yeşilköy, 5- Kartal, 6- Şile, 7- Bahçeköy, 8- Florya.
- Şekil 2-** İstanbul ve civarı için toplam yağış miktarının değişimi, (27 Nisan 1992).
- Şekil 3-** İstanbul ve civarı için buhar basıncının değişimi, (27 Nisan 1992).
- Şekil 4-** Farklı örnekleme yerleri için yağış miktarı ve buhar basıncının değişimi, (Nisan-Temmuz, 1991-1992).
- Şekil 5a-** İstanbul ve civarında sıcaklık ve buhar basıncı verilerinin ilk harmoniklerinin genlik değerlerinin değişimi.
- Şekil 5b-** İstanbul ve civarında toplam yağış verilerinin ilk harmoniklerinin genlik değerlerinin değişimi.
- Şekil 6a-** İstanbul ve civarında sıcaklık ve buhar basıncı verilerinin büyük harmoniklerinin genlik değerlerinin değişimi.
- Şekil 6b-** İstanbul ve civarında toplam yağış verilerinin büyük harmoniklerinin genlik değerlerinin değişimi.
- Şekil 7-** İstanbul ve civarında NDVI ve RVI değerlerinin değişimi, (Nisan - Temmuz, 1991-1992)
- Şekil 8-** İstanbul ve civarında NDVI ve RVI değerlerinin değişimi, (27 Nisan 1992).

## TABLO LİSTESİ

- Tablo 1-** Göztepe ve Sarıyer için uzun dönem ve 1991-1992 yılları Nisan-Temmuz verilerine dayalı sıcaklık, buhar basıncı ve basınç değerlerinin küçük ve büyük harmoniklerinin genlik değerleri.

## FORMÜLLER

$$RVI = \frac{Ch2}{Ch1} = \frac{NIR}{VIS}$$

$$RVI = \frac{Ch2}{Ch1} = \frac{NIR}{VIS}$$

$$NDVI = 0.014 R - 0.525$$

$$NDVI = -0.05 e + 0.637$$

$$RVI = 0.025 R + 0.227$$

$$RVI = -0.097 e + 2.333$$

# METEOROLOJİ UYDULARI İLE YAĞIŞ ŞİDDETİ VE BİTKİ ÖRTÜSÜ ANALİZİ

Z. ASLAN\* ve D. OKÇU\*\*

\* İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, 80626, İstanbul.

\*\* Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi, Kandilli, İstanbul.

## ÖZET

Bu çalışmada İstanbul ve civarı için NOAA ve LANDSAT uydu verileri yardımı ile Normalize Bitki Örtüsü indeksi (NDVI)'nin belirlenmesine ve iki ayrı uydu sisteminden elde edilen sonuçların karşılaştırılmasına çalışılmıştır. İstanbul'da Sarıyer, Bahçeköy, Kumköy, Maslak, Yeşilköy, Florya, Göztepe, Kartal, Şile Meteoroloji İstasyonları ve civarları için 1990-1992 yıllarında gözlenen aylık ortalama yağış miktarı buhar basıncı, bağıl nem ve sıcaklık değerlerinin yerel değişimleri incelenmiştir. Bu istasyonlar için iki ayrı uydu sistemine ait sayısal verilerle belirlenen NDVI değerleri ile yağış miktarı değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde (Yeşilköy, Florya, Göztepe ve Kartal) ve yarı kırsal bölgelerde (Sarıyer, Bahçeköy, Kumköy ve Şile) ilgili bitki örtüsü sınıfı saptanmış, yağış miktarı ve buhar basıncı ile bitki örtüsünün yerel değişimi arasında iyi bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca NDVI, oransal bitki örtüsü indeksi (RVI), yağış miktarı ve buhar basıncının mevsimsel değişimleri ile karşılaştırılmış büyük ve küçük ölçekli meteorolojik olayların etkisi incelenmiştir.

## 1. GİRİŞ

Bitki örtüsü, yer yüzeyinden atmosfere enerji transferinde önemli rol oynamaktadır. Enerji transferinde bitkilerdeki evapotranspirasyon ve fotosentez olayları büyük önem taşımaktadır. Bu konunun daha iyi anlaşılması amacı ile iklim ve biyosfer arasındaki ilişkiler incelenmekte ve model çalışmalarına gidilmektedir, Deblonde ve Cihlar (1993), Hendersen ve Sellers (1990), Shukla (1990). Bitki örtüsünün yerel olarak büyük değişim göstermesi nedeni ile, bu alandaki çalışmalarda uydu tekniklerinden yararlanılması çok daha yararlı olmaktadır. Çeşitli araştırmalarda, bitki örtüsü indeksi ve atmosferik yüzey tabakadaki meteorolojik parametreler arasında çok kuvvetli ilişki olduğu gösterilmiştir, Tucker ve Sellers (1986), Aslan ve diğerleri (1994),

## 2. MATERYAL ve METOD

### 2.1. Materyal

Burada sonulun çalışmada yüzey tabakada bitki örtüsü ve meteorolojik parametreleri arasındaki etkileşimin belirlenmesine çalışılmaktadır.

#### 2.1.1. Meteorolojik Veriler

Çalışmanın birinci kısmında, İstanbul ve civarında sekiz klimatoloji istasyonunda (Sarıyer (1), Kumköy (2), Göztepe (3), Yeşilköy (4), Kartal (5), Şile (6), Bahçeköy (7) ve Florya (8)) kaydedilen veriler (hava sıcaklığı (T), bağıl nem (RH) ve doymuş buhar basıncı (e)) değerleri gözönüne alınmıştır. 1991-1992 yılları Nisan, Haziran, Temmuz aylarına ait yer gözlemleri ve bu istasyonlarda gözlenen uzun dönem verileri istatistiksel olarak incelenmiştir.

#### 2.1.2. Uydü Verileri

Burada sunulun çalışmanın ikinci kısmında NOAA, LANDSAT ve METEOSAT uydü verilerinden yararlanılmıştır. Mevcut arşive dayalı olarak, 1991-1994 yılları Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında IR ve VIS bant bölgelerinde kaydedilmiş uydü verileri kullanılmıştır.

## 2.2. Metod

Bu çalışmada izlenen yöntemler üç ayrı grupta toplanabilir.

- i) Bitki örtüsünün hesaplanması,
- ii) Verilerin istatistik analizi,
- iii) Meteorolojik verilerin mevsimsel değişimlerinin saptanması için harmonik analiz.

#### 2.2.1. Bitki Örtüsü İndeksinin Hesaplanması

Kutupsal Yörüngeli uyduların görünür bant (Ch1) (0,50-0,9  $\mu$  ) ve kızılötesi bant (Ch2) (0,73-1,10  $\mu$  ) bölgelerinde ki verilerinden yararlanılmaktadır. Spektrumun görünür bant bölgesinde, gönderilen elektro-manyetik radyasyonun yeşil bitkilerden olan yansıma miktarı % 20 yi aşmamakta, fakat IR bant bölgesindeki yansıma miktarı % 50 - 60 civarında olmaktadır. Buna karşın, su yüzeyleri, bulutlar ve kıraç arazi, her iki bant bölgesinde aynı yanıtı vermektedir. Bu nedenle NOAA ve METEOSAT uydularının 1 ve 2. kanallarındaki elektro-manyetik dalga yayılımı ile yapılan ölçümler arasındaki fark bitki örtüsü ile kaplı bölgeler için bir gösterge olmaktadır. Bu özellik, bitki örtüsü dağılımının incelenmesi ile ilgili çalışmalarda büyük önem taşımaktadır. NOAA uydusuna ait verilerin, Landsat verilerine nazaran üstün yönü, günlük gözlemlerle bitki örtüsü değişiminin izlenmesine olanak vermeleridir. Bu incelemeler Landsat verileri ile ancak 18 günde bir yapılabilir. Buna karşın NOAA uydularının çözünürlüğü 4 km'dir. İnceleme bölgesinin bulutlarla kaplı olması, bu çalışmalarda problem oluşturmaktadır. Rayleigh ve Mie saçılmaları ve bulutlar, özellikle kızıl ötesi bant bölgesinde elektro-manyetik radyasyonunun azalmasına ve bitki örtüsü indeksinin düşük hesaplanmasına neden olmaktadır.

Burada sunulan çalışmada iki ayrı bitki örtüsü İndeksi kullanılmaktadır. Richardson ve Everitt (1992). Normalize bitki örtüsü İndeksi (NDVI) Rouse ve diğerleri (1974):

$$NDVI = \frac{Ch2 - Ch1}{Ch2 + Ch1} = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (1)$$

Burada NIR ve VIS değerleri yakın kızılötesi ve görünür bant bölgelerinde yüzeyden olan yansıtma miktarlarıdır. Oransal bitki örtüsü indeksi (RVI), Pearson ve Miller (1972):

$$RVI = \frac{Ch2}{Ch1} = \frac{NIR}{VIS} \quad (2)$$

Bitki örtüsü indeksinin 0,02'den küçük olduğu bölgeler çöl veya şehirleşmenin yoğun olduğu 0,5'den büyük olduğu bölgeler ise yeşil alanlara karşı gelmektedir.

### 3. SONUÇ ve YORUMLAR

NOAA uydularının arşiv verilerine dayalı olarak seçilen ve bitki örtüsü analizi için uygun veri sayısının az olması, bu çalışmanın sızlanmasına neden olmuştur. Uydu verileri ile aynı gün kaydedilen yere dayalı gözlem verilerinin analizi ve bulgular aşağıda sunulmaktadır.

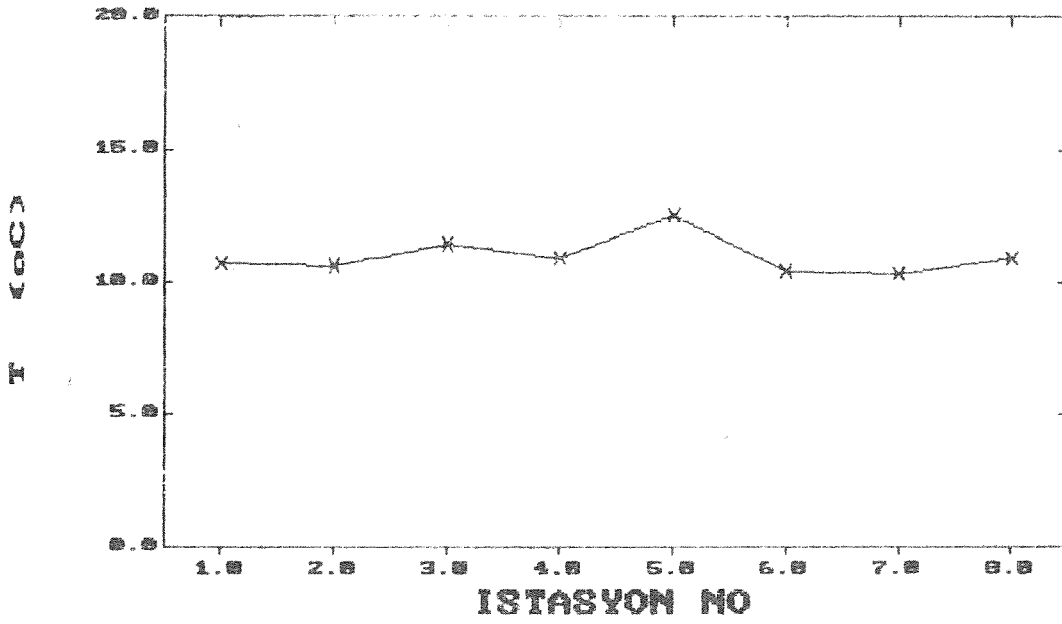
Şekil 1'de İstanbul ve civarı için hava sıcaklığının değişimi verilmektedir. Bu şekilde 27 Nisan 1992 tarihli bitki örtüsü indeksi ile karşılaştırmak üzere Nisan ayı uzun dönem ortalama sıcaklıkları gözönüne alınmıştır. Kartal'da sıcaklık (T) değerinin diğer istasyonlara nazaran daha yüksek olduğu (12,5°C) gözlenmiştir. Şekil 2 ve 3'de aynı gün için yağış miktarı, R (mm) ve buhar basıncının, e (hPa) yerel değişimleri sunulmaktadır. Şile ve Kumköy'de yağış miktarları, Bahçeköy ve Yeşilköy'de ise buhar basıncı değerlerinin diğer istasyonlara nazaran daha düşük olduğu gözlenmektedir. Şekil 4'de İstanbul ve civarında (1991-1992) yılları Nisan-Temmuz döneminde yağış miktarı ve buhar basıncının değişimi ve aralarındaki ters ilişki görülmektedir.

#### Meteorolojik Verilerin Harmonik Analizi

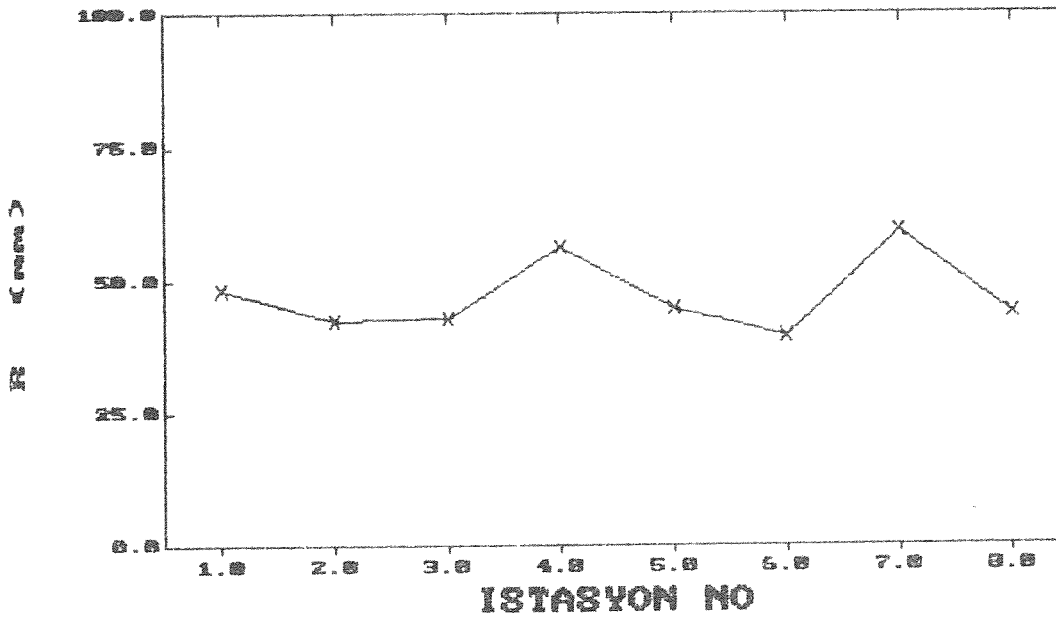
Meteorolojik verilerin harmonik analizinden mevsimsel etkiler, genlik ve faz değişimleri belirlenmiştir.

Kumköy, Sarıyer, Yeşilköy, Florya, Göztepe, Kartal ve Şile sıcaklık ve buhar basıncı değerlerinin ilk harmoniklerinin genlik değerlerinin daha büyük olduğu, bu parametrelerin değişiminde büyük ölçekli meteorolojik olayların önemli rol oynadığı görülmektedir. Bu istasyonlardaki yağış miktarı değişiminde ise, daha çok büyük ve orta ölçekli olaylar etkili olmaktadır, (Şekil 5a ve b).

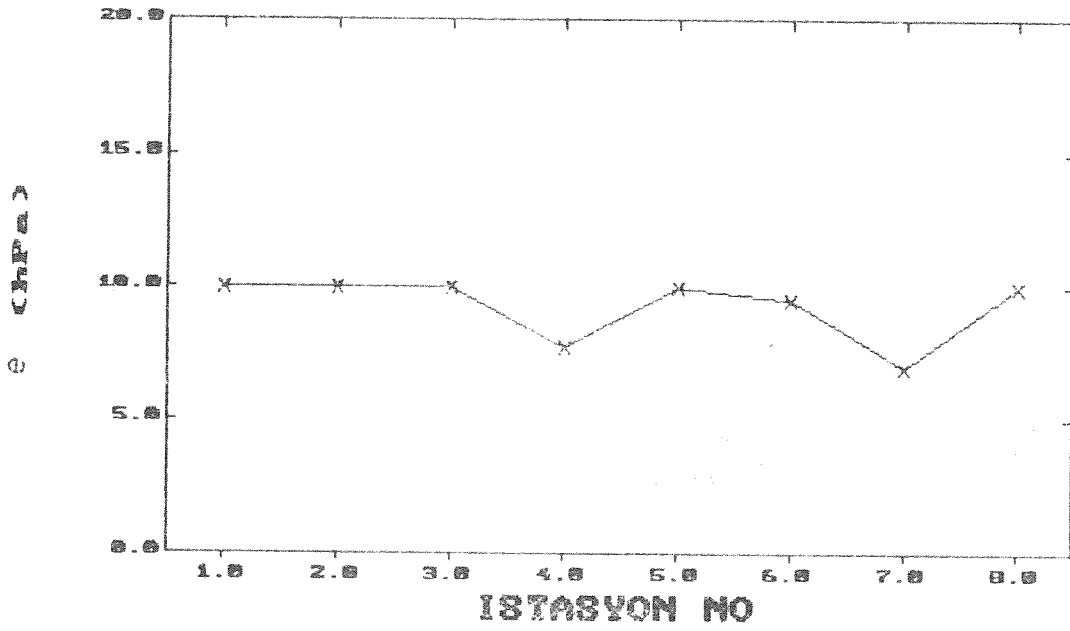
Şile ve Yeşilköy'de gözlenen yağış şiddeti değerlerinde küçük ölçekli olayların rolünün daha önemli olduğu görülmektedir. Göztepe ve Sarıyer'de 1991-1992 yılları arasındaki yağış verilerinde küçük ve orta ölçekli olayların çok daha etkili olduğu belirlenmiştir. Sarıyer ve Göztepe için uzun ve kısa dönemde gözlenen yağış verilerinin genliklerinin değişimi Tablo 1'de sunulmaktadır.



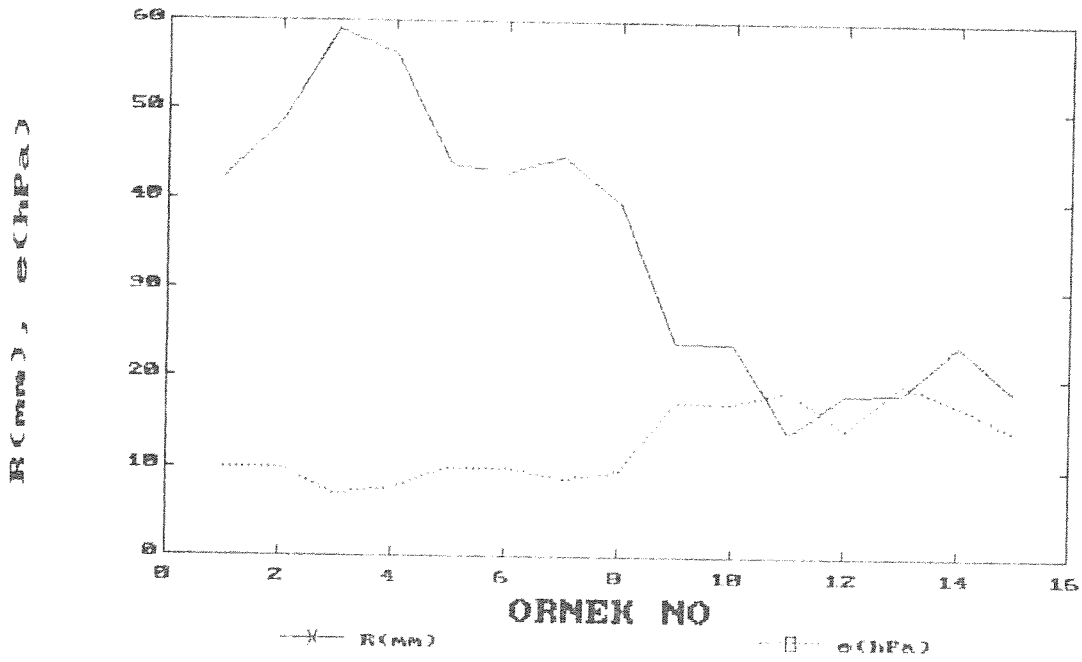
Şekil 1



Şekil 2

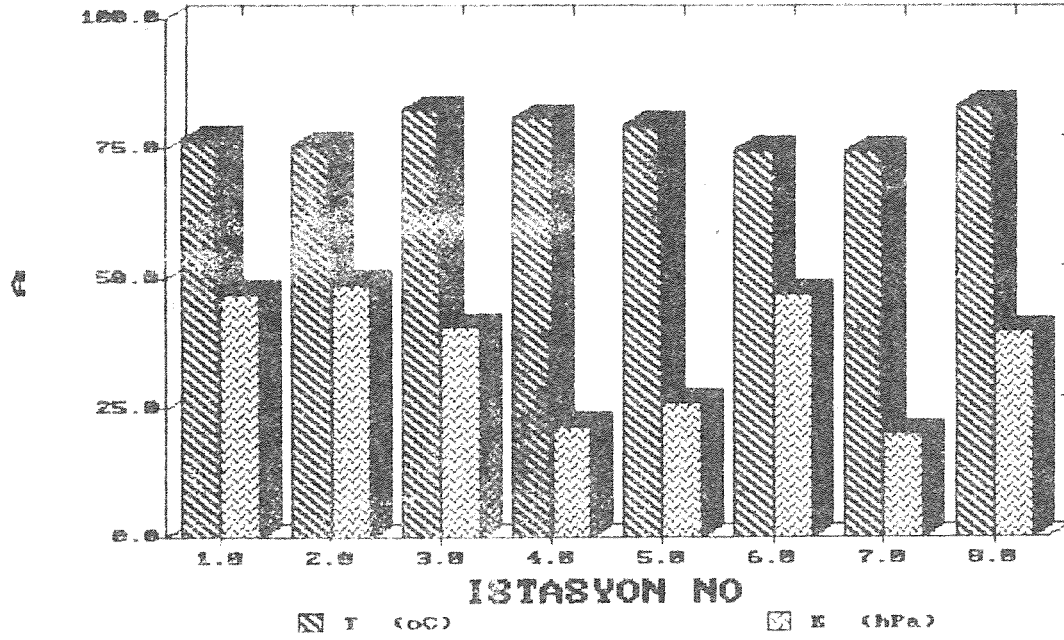


Sekil 3

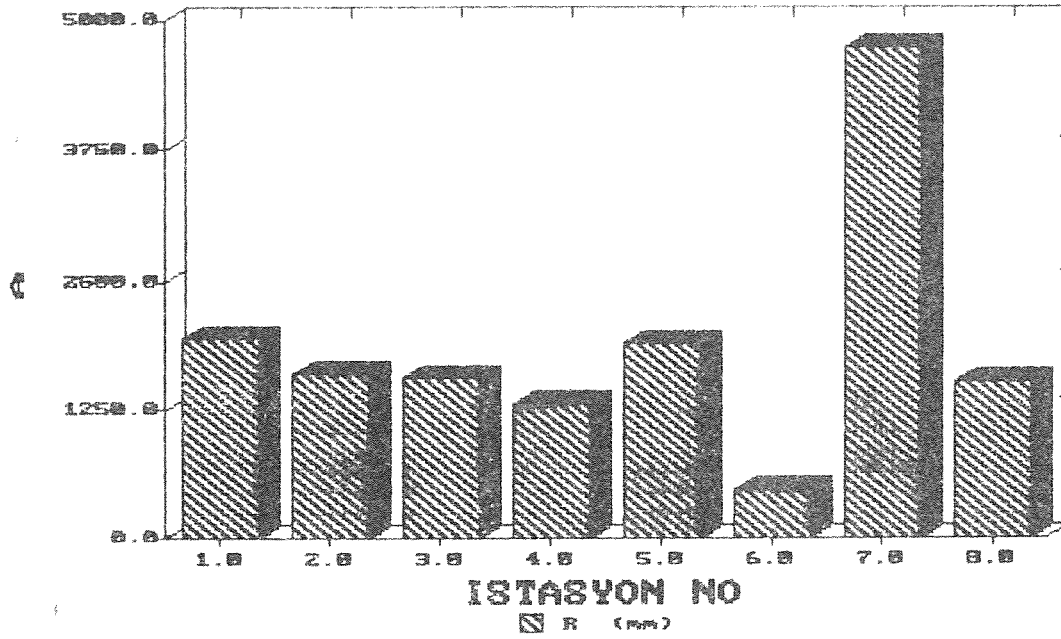


Sekil 4





Şekil 5(a)



Şekil 5(b)

TABLO I

	No	Peryot (ay)	Sıcaklık 1991-1992	(°C ) Uzun Dön.	Buhar Basıncı (hPa)		Toplam Yağış (mm)	
					1991-1992	Uzun Dönem	1991-1992	Uzun Dön.
Göztepe	1	12	85.762	82.671	66.580	40.842	23.291	1558.46
	2	6	0.116	0.316	1.963	0.718	711.389	25.87
	3	4	0.224	0.04	0.316	0.014	698.420	0.83
	4	3	0.588	0.066	0.602	0.046	232.870	28.87
	5	2.4	1.319	0.002	0.175	0.002	1869.245	15.86
	6	2	0.023	0.005	0.011	0.011	59.624	0.17
Sarıyer	1	12	92.603	76.8	55.940	47.553	638.614	1937.77
	2	6	0.483	0.398	2.184	1.474	1107.093	49.09
	3	4	0.147	0.029	0.483	0.104	496.256	27.18
	4	3	0.916	0.079	0.712	0.037	568.359	79.83
	5	2.4	0.438	0.029	0.005	0.001	1524.905	5.18
	6	2	0.123	0.111	0.005	0.002	10.681	59.21

Uzun dönem verilerine göre en önemli büyük ölçekli etkiler Florya ve Göztepe’de en az Bahçeköy’de gözlenmektedir. Buhar basıncı değişiminde büyük ölçekli olaylar en fazla Kumköy, Sarıyer ve Şile’de, en az Yeşilköy’de gözlenmektedir (Şekil 5a). Küçük ölçekli olayların etkisi en fazla sırası ile Sarıyer, Kartal ve Bahçeköy’de gözlenmektedir (Şekil 6a). Buhar basıncı değişimlerine göre küçük ölçekli olaylar en çok Bahçeköy ve Kumköy’ü, en az Sarıyer ve civarını etkilemektedir. Uzun dönem yağış şiddeti verilerinin harmonik analizine göre, küçük ölçekli olayların etkisi en çok Şile ve Bahçeköy’de en az Göztepe ve Florya’da hissedilmektedir (Şekil 6b).

### NOAA Meteoroloji Uydu Verilerinin Analizi

İkinci bölümdeki bağıntılara dayalı olarak İstanbul ve civarı için hesaplanan NDVI ve RVI değerlerinin 1991-1992 Nisan-Temmuz dönemindeki değişimi Şekil 7’de sunulmaktadır. Bitki örtüsü indeksinin Nisan döneminde artış gösterdiği, Haziran ve Temmuz döneminde doğru düştüğü görülmektedir.

Uydu verilerine dayalı olarak hesaplanan NDVI ve RVI değerleri, yağış şiddeti ve buhar basıncı gözlemleri ile karşılaştırılmıştır. Yağış şiddeti ile NDVI arasındaki ilişki katsayısı,  $r = 0,69$  ve buhar basıncı ile NDVI arasındaki ilişki katsayısı  $0,75$  olarak saptanmıştır. Yağış şiddeti ve buhar basıncının oransal bitki örtüsü indeksi (RVI) ile ilişki katsayıları sırası ile  $0,74$  ve  $-0,66$  olarak hesaplanmıştır. İlişki analizlerinde yapılan lineer regresyon hatası  $0,20 - 0,39$  arasında değişmekte olup, lineer ilişki bağıntıları aşağıda sunulmaktadır.

$$NDVI = 0.014 R - 0.525 \quad (3)$$

$$NDVI = -0.05 e + 0.637 \quad (4)$$

$$RVI = 0.025 R + 0.227 \quad (5)$$

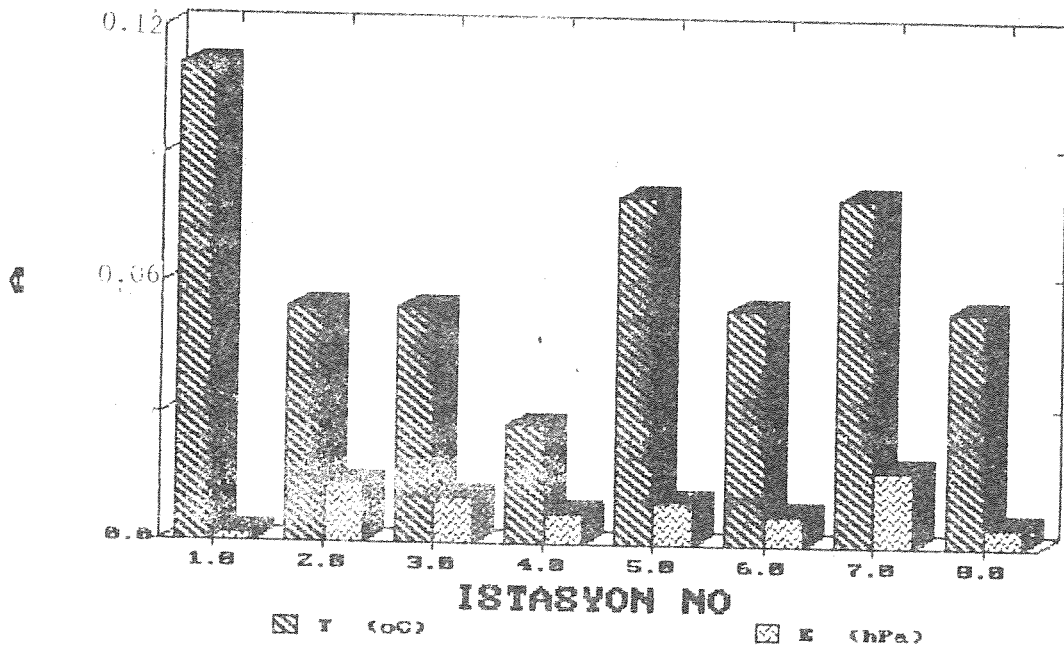
$$RVI = -0.097 e + 2.333 \quad (6)$$

### Meteosat Verilerinin Analizi

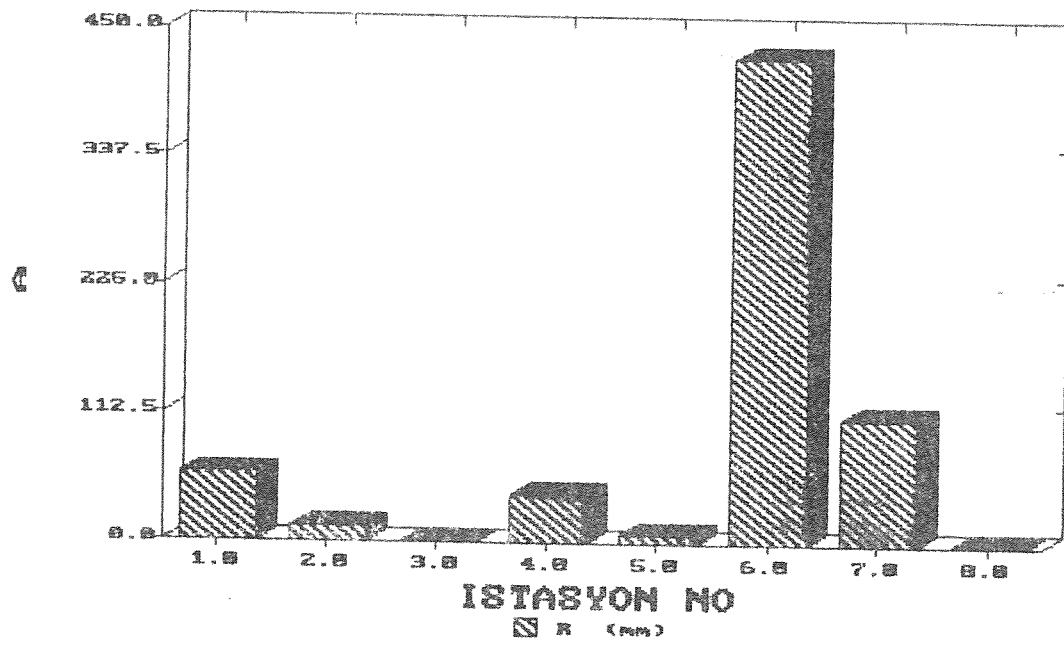
Bu çalışma’da İzmir ve civarı için kış sonu ve ilkbahar mevsimlerinde bitki örtüsü değişimini incelemek ve meteorolojik parametelerle karşılaştırmak üzere 1994 yılı Ocak-Mayıs dönemi Meteosat verilerinden yararlanılmıştır. Ocak, Mart, Nisan ve Mayıs ayları için NDVI değerleri sırası ile  $0.86$ ,  $0.82$ ,  $0.83$  ve  $0.93$  olarak hesaplanmıştır. Aynı dönem için RVI değerleri  $13.3$ ,  $11.1$ ,  $10.8$  ve  $29$  olarak hesaplanmıştır. Mart-Mayıs döneminde bitki örtüsü artışı, indeks değerlerinin yükselmesine neden olmuştur.

### Landsat Verilerinin Analizi

1 Eylül 1990 günü için, mevcut Landsat verilerine dayalı olarak, Göztepe, Kartal, Florya ve Yeşilköy için Normalize Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) değerleri  $0.47$ ,  $0.42$ ,  $0.35$ ,  $0.53$ , RVI değerleri  $2.74$ ,  $2.4$ ,  $2.1$  ve  $3.24$  olarak hesaplanmıştır.

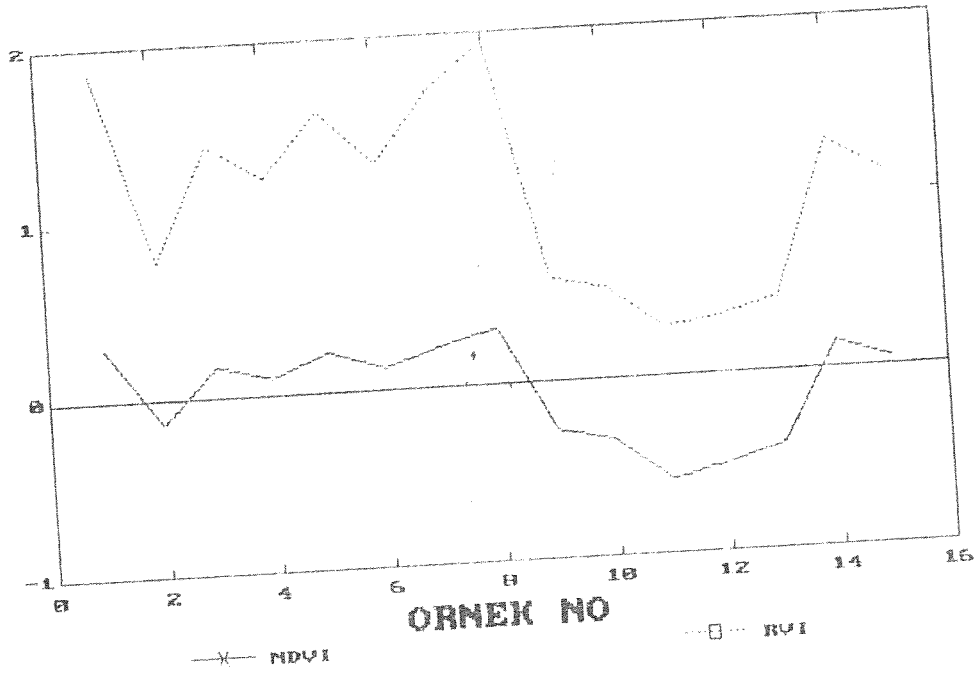


Şekil 6(a)



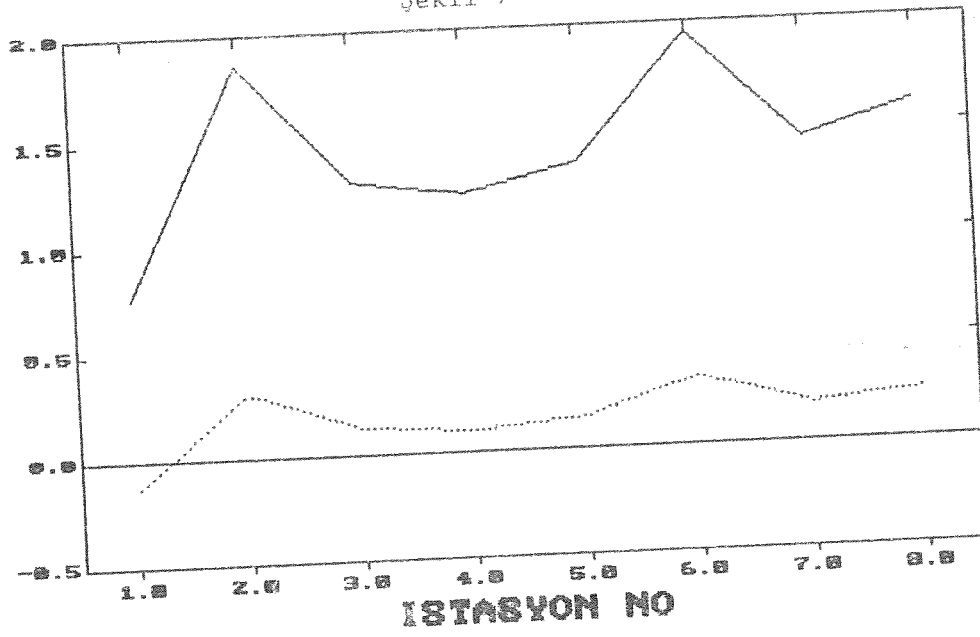
Şekil 6(b)

NDVI, RVI



Şekil 7

RVI, NDVI



Şekil 8

Analize uygun ve bulutsuz arşiv verilerinin kısıtlı oluşu nedeni ile sınırlı sayıda uydu verisi kullanılarak yapılan bu çalışma sonucunda, NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi ve bitki örtüsü büyüme dönemleri saptanmıştır. Bu çalışmada aerosoller ve subuharı düzeltmeleri gözönüne alınmamıştır. Florya, Yeşilköy ve Kartal, Göztepe gibi yoğun yerleşim bölgelerinin düşük NDVI ve RVI değerlerine sahip olduğu görülmektedir, (Şekil 8). Yağış ve subuharı ile NDVI ve RVI değerleri büyük ve küçük ölçekli meteorolojik faktörlerin etkisinde kalmaktadır.

Bu araştırma, atmosferik sınır tabaka, yüzeyden olan evapotranspirasyon, yüzey tabaka kararsızlığı ve hava kirliliği, hava tahmini ve atmosfer-biosfer etkileşimi konularında, iklim değişim problemlerinin çözümünde bilgi desteği sağlayacak bir ön etüd çalışmasıdır.

## **TEŞEKKÜR**

Yazarlar, bu çalışmadaki desteklerinden dolayı TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Uzay Bilimleri Bölüm'ü Başkanlığı'na, DMİ Genel Müdürlüğü'ne, Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Dekanlığı'na teşekkür ederler.

## KAYNAKÇA

- 1- ASLAN, Z., K. Natarajan ve M. Tankut, 1994, "Vegetation pattern of İstanbul from the Landsat Data and the Relationship With Meteorological Parameters", Annuals Geophysical, Paris, (basılmakta).
- 2- CURRIE, R.G., ve S. HAMEED, 1990: "Atmospheric Signals at High Latitudes in a Coupled Ocean-Atmosphere General Circulation model", Geophysical Research Letters, Vol.17, No.7, s. 945-948.
- 3- DEBLONBE, G., ve J. CIHLAR, 1993, " A multiyear Analysis of the Relationship Between Surface Environmental Variables and NDVI over the Canadian Landmass", Remote Sensing Reviews, Vol.7, s.151-177.
- 4- Henderson-Sellers, A., 1990, Evaluation for the Continent of Australia of the Simulation of the Surface Climate Using the Biosphere/Atmosphere Transfer scheme (BATS) coupled into a Global Climate model, Climate Research, s. 43-62.
- 5- RICHARDSON, A.J., ve J.H. EWERTT, 1992, " Using Spectral Vegetation Indices to Estimate Rangeland Productivity", Geocarto International, V.1, s. 63-69.
- 6- SHUKLA, J., C., Nobre ve R.J. Sellers, 1990, Amazon Deporestation and Climate Change, science, 247, s. 1322-1325.
- 7- Tucker, C.J., ve P.J., Sellers, 1986, Satellite Remote Sensing of Primary Production, Journal of Remote Sensing, 7, s. 1395-1416.