

TÜRKİYE'DE BİTKİ ÖRTÜSÜ İNDEKSİ
DEĞERLERİNİN DEĞİŞİMİ VE METEOROLOJİK
PARAMETRELERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

100 752

DOKTORA TEZİ
Y. Müh. Deniz OKÇU
(511930006012)

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
SÖZLÜ VE YAZILI SINAV KURULU

100752

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11 Şubat 1999
Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Ekim 1999

Tez Danışmanı :
Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Zafer ASLAN

Prof.Dr. Selhattin İNCECİK (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Ayhan ALKIŞ (Y.T.Ü.)

Prof.Dr. M. Emin ÖZEL (TÜBİTAK)

Doç.Dr. Miktad KADIOĞLU (İ.T.Ü.)

EKİM 1999

ÖNSÖZ

Türkiye’de uzaktan algılama tekniklerine dayalı uydu verilerinin kullanımı ile ilgili uygulamalı çalışmalara son yıllarda yönelinmiştir. Özellikle NOAA-AVHRR sayısal uydu verileri ile yapılmış çalışmalar yok denecek kadar azdır. Oysa karasal yüzeylerin özellikleri, bölgesel ve zamansal olarak önemli değişiklikler göstermektedir. Bu değişimler, gelişen uydu teknolojisi ile daha geniş alanlarda daha kısa sürede incelenebilmektedir.

Bu çalışmada, NOAA-AVHRR sayısal uydu verilerine dayalı olarak Türkiye genelindeki bitki örtüsü indeksi ve sınıf değerlerinin yerel ve zamansal değişimleri incelenmiş, sonuçlar bazı iklim parametrelerinin değişimi ile ilişkilendirilmiştir.

Bu çalışmayı yöneten ve büyük destek olan sevgili hocam Sayın Prof.Dr. Zafer ASLAN’a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim. Bana bu imkanı sağlayan Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Prof.Dr. Ahmet Mete IŞIKARA’ya, çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan iş arkadaşlarıma ve her zaman yanımda olan aileme ayrıca teşekkür ederim.

Ekim 1999

Deniz OKÇU

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xvii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. YERE DAYALI GÖZLEMLERİN ANALİZİ	8
2.1. Veri	9
2.2. Yöntem	9
2.3. Analiz	10
2.3.1. Yağış Analizi	10
2.3.2. Basınç Analizi	11
2.3.3. Sıcaklık Analizi	11
2.3.4. Oran Haritaları	14
2.3.5. İlk Üç Harmoniğin Katkısı	14
2.4. Sonuçlar	18
BÖLÜM 3. YÜZEY SICAKLIK DAĞILIMI VE ISI AKILARININ ANALİZİ	20
3.1. Veri ve Yöntem	21
3.1.1. Kullanılan Veriler	21
3.1.2. Yöntem	22
3.2. Analiz	25
3.2.1. Yüzey Sıcaklık Dağılımının Analizi	25
3.2.2. Türkiye Geneline Isı Akılarının Analizi	28
3.2.3. Türkiye Geneline 1987-88 Isı Akısı Aylık Değişimlerinin Karşılaştırılması	34
3.2.4. İstanbul Kandilli için Isı Akılarının Analizi	43
3.3. Sonuçlar	45

BÖLÜM 4. NORMALİZE BİTKİ ÖRTÜSÜ İNDEKSİ ANALİZİ	47
4.1. Veri Kaynağı	48
4.1.1. NOAA-AVHRR Uyduları ve NDVI Verileri	48
4.1.2. NDVI Değerlerinin Belirlenmesi ve Yorumlanması	52
4.2. NDVI Değerlerinin Analizi	55
4.2.1. NDVI Değerlerinin Aylık Değişimi	55
4.2.2. NDVI Değerlerinin Mevsimsel Değişimi	65
4.2.3. Türkiye Genelinde Mevsimsel NDVI Sınıf Değerlerinin Yerel Değişimi (1994-96)	75
4.2.4. NDVI Değerlerinin Yıllık Değişimleri	83
4.2.5. Yağış Verilerinin Analizi ve NDVI Değerleri ile İlişkilendirilmesi	85
4.2.6. NDVI Değerlerinin Diğer Meteorolojik Parametrelerle İlişkisi	94
4.2.7. NDVI Değerlerinin Harmonik Analizi	99
4.2.8. Normalize Bitki Örtüsü Sınıf Değerlerinin Mevsimsel Özellikleri ve Yüzey Parametreleri ile ilişkilendirilmesi	104
4.2.9. Normalize Bitki Örtüsü Sınıf Değerleri ve Yüzey Parametrelerinin Bölgesel ve Mevsimsel Değişimlerinin İlişkilendirilmesi	107
4.3. Sonuçlar	110
BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	112
KAYNAKLAR	119
EKLER	123
ÖZGEÇMİŞ	154

KISALTMALAR

APT	: Automatic Picture Transmission
AVHRR	: Advanced Very High Resolution Radiometer
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CNES	: Centre National d'Études Spatiales
DAAC	: Distributed Active Archive Center
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
ECMWF	: European Centre for Medium-Range Weather Forecast
ESA	: European Space Agency
EUMETSAT	: European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
FAO	: Food and Agriculture Organisation of the United Nations
GAC	: Global Area Coverage
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GDAAC	: Goddard Distributed Active Archive Centre
GMS	: Geostationary Meteorological Satellite
GOES	: Geostationary Operational Environmental Satellite
GRADS	: Grid Analysis and Display System
HRPT	: Height Resolution Picture Transmission
ICTP	: International Centre for Theoretical Physics
IR	: Infra-red
LAC	: Large Area Coverage
LAI	: Leaf-Area Index
LANDSAT	: Land Remote Sensing Satellite
METEOSAT	: European Meteorological Satellite
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NIR	: Near Infra-red
NOAA	: National Oceanographic and Atmospheric Administration
PDUS	: Primary Data User Station
RVI	: Ratio Vegetation Index
SDUS	: Secondary Data User Station
SH	: Sensible Heat Flux (Türbülanslı gizli ısı akısı)
SPOT	: Satellite Pour L'observation De La Terre
SST	: Sea Surface Temperature
VHF	: Very High Frequency
VI	: Vegetation Index
VIS	: Visible electro-magnetic radiation
WMO	: World Meteorological Organization

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Yağış verilerinin 1., 4. ve 6. harmoniklerine ait faz açıları	15
Tablo 2.2. Basınç verilerinin 1., 4. ve 6. harmoniklerine ait faz açıları	15
Tablo 2.3. Sıcaklık verilerinin 1., 4. ve 6. harmoniklerine ait faz açıları	16
Tablo 3.1. Isı akısı değerlerinin farkı	42
Tablo 3.2. İstanbul ve Kandilli için aylık ortalama SH değerleri	44
Tablo 4.1. NOAA-AVHRR sistem karakteristikleri	50
Tablo 4.2. NDVI değerlerinin analiz edildiği meteoroloji istasyonları	53
Tablo 4.3. NDVI sınıf değerleri ve yüzey özellikleri	54
Tablo 4.4. NDVI, ısı akısı ve yağış arasındaki ilişki	95
Tablo 4.5. NDVI, ısı akısı ve sıcaklık arasındaki ilişki	95
Tablo 4.6. NDVI, yağış ve sıcaklık arasındaki ilişki	96
Tablo 4.7. NDVI, ısı akısı, yağış ve sıcaklık arasındaki ilişki	96
Tablo 4.8. 1987 yılı NDVI değerlerinin 1., 2. ve 3. harmoniklerine ait genlik ve fazları	99
Tablo 4.9. 1988 yılı NDVI değerlerinin 1., 2. ve 3. harmoniklerine ait genlik ve fazları	100
Tablo 4.10. NDVI sınıf aralıklarına göre SH, T_a ve R aralıklarının mevsimsel ilişkilendirilmesi (a.Kış, b.İlkbahar, c.Yaz, d.Sonbahar)	105
Tablo 4.11. NDVI, SH, T_a ve R değerlerinin bölgesel değişim aralıkları (a.Kış, b.İlkbahar, c.Yaz, d.Sonbahar)	108
Tablo A.1. 1987 yılı aylık ortalama NDVI değerler	123
Tablo A.2. 1988 yılı aylık ortalama NDVI değerleri	124
Tablo A.3. 1994 yılı aylık ortalama NDVI değerleri	127
Tablo A.4. 1995 yılı aylık ortalama NDVI değerleri	129
Tablo A.5. 1996 yılı aylık ortalama NDVI değerleri	131
Tablo A.6. Gözlenen ve hesaplanan NDVI değerleri	133

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 (a) : Yağış verilerinin 1. harmoniklerine ait genlik değerleri (mm) ..	12
Şekil 2.1 (b) : Yağış verilerinin 4. harmoniklerine ait genlik değerleri (mm) ..	12
Şekil 2.1 (c) : Yağış verilerinin 6. harmoniklerine ait genlik değerleri (mm) ..	12
Şekil 2.2 (a) : Basınç verilerinin 1. harmoniklerine ait genlik değerleri (hPa)	13
Şekil 2.2 (b) : Basınç verilerinin 6. harmoniklerine ait genlik değerleri (hPa)	13
Şekil 2.3 : Sıcaklık verilerinin 1. harmoniklerine ait genlik değerleri (°C)	13
Şekil 2.4 : Yağış verilerine ait oran (A2/A1) haritası	17
Şekil 2.5 : Basınç verilerine ait oran (A2/A1) haritası	17
Şekil 2.6 : Yıllık yağış miktarının değişiminde ilk üç harmoniğin rolü	17
Şekil 2.7 : Yıllık basınç değerlerinin değişiminde ilk üç harmoniğin rolü ..	18
Şekil 3.1 : 1994 yılı Ocak ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	26
Şekil 3.2 : 1994 yılı Şubat ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	26
Şekil 3.3 : 1994 yılı Mart ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	26
Şekil 3.4 : 1994 yılı Nisan ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	27
Şekil 3.5 : 1994 yılı Mayıs ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	27
Şekil 3.6 : 1994 yılı Haziran ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	27
Şekil 3.7 : 1987 yılı Ocak ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	29
Şekil 3.8 : 1987 yılı Şubat ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	29
Şekil 3.9 : 1987 yılı Mart ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	29
Şekil 3.10 : 1987 yılı Nisan ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	30
Şekil 3.11 : 1987 yılı Mayıs ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	30
Şekil 3.12 : 1987 yılı Haziran ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	30
Şekil 3.13 : 1987 yılı Temmuz ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	32
Şekil 3.14 : 1987 yılı Ağustos ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	32
Şekil 3.15 : 1987 yılı Eylül ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	32
Şekil 3.16 : 1987 yılı Ekim ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	33
Şekil 3.17 : 1987 yılı Kasım ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	33
Şekil 3.18 : 1987 yılı Aralık ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	33
Şekil 3.19 : 1988 yılı Ocak ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	35
Şekil 3.20 : 1988 yılı Şubat ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	35
Şekil 3.21 : 1988 yılı Mart ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	35
Şekil 3.22 : 1988 yılı Nisan ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	36
Şekil 3.23 : 1988 yılı Mayıs ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	36
Şekil 3.24 : 1988 yılı Haziran ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	36
Şekil 3.25 : 1988 yılı Temmuz ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	38
Şekil 3.26 : 1988 yılı Ağustos ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	38
Şekil 3.27 : 1988 yılı Eylül ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	38
Şekil 3.28 : 1988 yılı Ekim ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	39
Şekil 3.29 : 1988 yılı Kasım ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	39
Şekil 3.30 : 1988 yılı Aralık ayı ısı akısı değerlerinin değişimi	39

Şekil 3.31	: İstanbul (1987-88) ve Kandilli (1994) için aylık ortalama SH değerlerinin değişimi	44
Şekil 4.1	: Bursa için NDVI değerlerinin 1994 yılındaki aylık değişimi	58
Şekil 4.2	: Isparta ve Burdur için NDVI değerlerinin 1994 yılındaki aylık değişimi	59
Şekil 4.3	: İzmir ve Manisa için NDVI değerlerinin 1994 yılındaki aylık değişimi	59
Şekil 4.4	: Muğla ve Kütahya için NDVI değerlerinin 1994 yılındaki aylık değişimi	60
Şekil 4.5	: Bursa için NDVI değerlerinin 1995 yılındaki aylık değişimi	61
Şekil 4.6	: Afyon ve Kütahya için NDVI değerlerinin 1995 yılındaki aylık değişimi	62
Şekil 4.7	: Manisa ve Muğla için NDVI değerlerinin 1996 yılındaki aylık değişimi	62
Şekil 4.8	: Kütahya ve Uşak için NDVI değerlerinin 1996 yılındaki aylık değişimi	63
Şekil 4.9	: Antalya ve Isparta için NDVI değerlerinin 1996 yılındaki aylık değişimi	63
Şekil 4.10	: Adana ve Hatay için NDVI değerlerinin aylık 1996 yılındaki aylık değişimi	64
Şekil 4.11	: Kastamonu ve Bursa için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi	66
Şekil 4.12	: Bolu ve İzmir için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi	67
Şekil 4.13	: Manisa ve Muğla için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi	67
Şekil 4.14	: Kütahya ve Mersin için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi	68
Şekil 4.15	: Hatay ve Isparta için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi	69
Şekil 4.16	: Burdur için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi	69
Şekil 4.17	: Bursa ve Afyon için mevsimsel NDVI değerlerinin 1995 yılındaki değişimi	70
Şekil 4.18	: Kütahya için mevsimsel NDVI değerlerinin 1995 yılındaki değişimi	71
Şekil 4.19	: Manisa ve Muğla için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi	72
Şekil 4.20	: Afyon ve Kütahya için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi	73
Şekil 4.21	: Uşak ve Antalya için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi	73
Şekil 4.22	: Mersin ve Adana için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi	74
Şekil 4.23	: Hatay ve Isparta için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi	74
Şekil 4.24	: Zonguldak için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi	75
Şekil 4.25	: 1994 yılı ilkbahar NDVI değerlerinin değişimi	76
Şekil 4.26	: 1994 yılı yaz NDVI değerlerinin değişimi	76

Şekil 4.27	: 1994 yılı sonbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi	77
Şekil 4.28	: 1995 yılı ilkbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi	78
Şekil 4.29	: 1995 yılı yaz mevsimi NDVI değerlerinin değişimi	78
Şekil 4.30	: 1995 yılı sonbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi	79
Şekil 4.31	: 1995 yılı kış mevsimi NDVI değerlerinin değişimi	79
Şekil 4.32	: 1996 yılı ilkbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi	80
Şekil 4.33	: 1996 yılı yaz mevsimi NDVI değerlerinin değişimi	81
Şekil 4.34	: 1996 yılı kış mevsimi NDVI değerlerinin değişimi	81
Şekil 4.35	: 1996 yılı Temmuz ayı NDVI değerlerinin değişimi	82
Şekil 4.36	: Türkiye’de 1987-1988 yıllarına ait aylık ortalama NDVI değerleri.....	84
Şekil 4.37	: Türkiye’de 1994-96 yıllarına ait aylık ortalama NDVI değerleri.....	84
Şekil 4.38	: Türkiye’de yıllık ortalama toplam yağış miktarının yerel dağılımı (mm)	85
Şekil 4.39	: (1987-1988) yıllık ortalama toplam NDVI değerlerinin dağılımı	87
Şekil 4.40	: (1987-1988) yıllık ortalama toplam yağış dağılımı.....	87
Şekil 4.41	: (1987-1988) yıllık ortalama toplam NDVI ve yıllık ortalama toplam yağış grafiği	89
Şekil 4.42	: 1987 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişimi	89
Şekil 4.43	: 1987 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişimi	90
Şekil 4.44	: 1988 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişimi	91
Şekil 4.45	: 1988 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişimi	91
Şekil 4.46	: 1994 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişimi	92
Şekil 4.47	: 1994 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişimi	93
Şekil 4.48	: 1995 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişimi	93
Şekil 4.49	: 1995 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının yerel değişimi	94
Şekil 4.50	: Ankara için gözlenen ve hesaplanan NDVI değerleri	98
Şekil 4.51	: Van için gözlenen ve hesaplanan NDVI değerleri	98
Şekil 4.52	: 1987 yılı NDVI değerlerinin 1. genliğine ait değişim	102
Şekil 4.53	: 1988 yılı NDVI değerlerinin 1. genliğine ait değişim	102
Şekil 4.54	: Belli dönem sıcaklık değerlerinin 1. genliğine ait değişim	103
Şekil 4.55	: Belli dönem basınç değerlerinin 1. genliğine ait değişim	103
Şekil B.1	: 1994 yılı Temmuz ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	135
Şekil B.2	: 1994 yılı Ağustos ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	135
Şekil B.3	: 1994 yılı Eylül ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	135
Şekil B.4	: 1994 yılı Ekim ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	136
Şekil B.5	: 1994 yılı Kasım ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	136
Şekil B.6	: 1994 yılı Aralık ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri	136
Şekil B.7	: 1987-1988 yılları Artvin, Trabzon ve Giresun ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	137

Şekil B.8	: 1987-1988 yılları Samsun, Sinop ve Zonguldak ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	137
Şekil B.9	: 1987-1988 yılları Kastamonu, Bolu ve Gümüşhane ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	138
Şekil B.10	: 1987-1988 yılları Urfa, Diyarbakır, Gaziantep ve Mardin ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	138
Şekil B.11	: 1987-1988 yılları İstanbul, Edirne ve Tekirdağ ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	139
Şekil B.12	: 1987-1988 yılları Çanakkale, Balıkesir ve Bursa ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	139
Şekil B.13	: 1987-1988 yılları İzmir, Manisa ve Muğla ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	140
Şekil B.14	: 1987-1988 yılları Afyon, Kütahya ve Uşak ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	140
Şekil B.15	: 1987-1988 yılları Isparta, Burdur ve Antalya ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	141
Şekil B.16	: 1987-1988 yılları Mersin, Adana ve Hatay ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	141
Şekil B.17	: 1987-1988 yılları Ankara, Eskişehir ve Konya ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	142
Şekil B.18	: 1987-1988 yılları Kayseri ve Sivas ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	142
Şekil B.19	: 1987-1988 yılları Erzurum, Erzincan, Elazığ ve Malatya ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	143
Şekil B.20	: 1987-1988 yılları Van, Siirt ve Kars ısı akısı değerlerinin aylık değişimi	143
Şekil B.21	: (Ağustos, 1996 - Kanal 1-3) Normalize Bitki Örtüsü İndeksi ...	144
Şekil B.22	: Türkiye ormanları yerel değişim haritası	145
Şekil B.23	: 1987 yılı NDVI değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	146
Şekil B.24	: 1988 yılı NDVI değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	147
Şekil B.25	: 1995 yılı NDVI değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	148

SEMBOL LİSTESİ

x_o	: Aritmetik ortalama
A_i	: Genlik
$\emptyset_i$	: Faz açısı (ay)
N	: Gözlem sayısı
p	: Gözlem periyodu
x	: t anında gözlenen değer
SH	: Türbülanslı gizli ısı akısı (W/m^2)
u_*	: Sürtünme hızı (m/s)
θ_*	: Sıcaklık ölçeği (K)
ρ	: Hava yoğunluğu (kg/m^3)
C_p	: Sabit basınçta özgül ısı ($J/kg\ ^\circ C$)
z_o	: Pürüzlülük parametresi (m)
u_2	: Rüzgar şiddeti (m/s)
θ_1, θ_2	: İki seviyede ölçülen potansiyel sıcaklık ($^\circ C$)
k	: Von Karman sabiti
z_1, z_2	: Rüzgar ölçüm seviyeleri (m)
L	: Monin-Obukhov kararlılık parametresi (m)
Ψ_M, Ψ_{SH}	: Kararsızlık fonksiyonları
g	: Yerçekimi ivmesi (m/s^2)
T_a, T	: Hava sıcaklığı ($^\circ C$)
T_s	: Yüzey sıcaklığı ($^\circ C$)
R	: Yağış (mm)
P	: Basınç (hPa)
r	: İlişki katsayısı (Pearson korelasyon katsayısı)
G	: Toprak ısı akısı (W/m^2)

TÜRKİYE’DE BİTKİ ÖRTÜSÜ İNDEKSİ DEĞERLERİNİN DEĞİŞİMİ VE METEOROLOJİK PARAMETRELERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye genelinde sayısal uydu verilerine dayalı olarak, bitki örtüsü indeksinin ve yüzey sıcaklıklarının, yerel ve zamansal değişimi incelenmekte olup bu değişimler, yüzey gözlem verileri ve ısı akıları ile ilişkilendirilmektedir.

Çalışmanın ilk kısmında yani ikinci bölümünde, Türkiye’nin farklı bölgelerinde yer gözlemlerine dayalı olarak ölçülmüş olan yağış, sıcaklık ve basınç verilerinin harmonik analiz yöntemi ile incelenmesine, genlik ve faz değişimlerinin belirlenmesine yer verilmektedir. Meteorolojik parametrelerin farklı bölgelerde gösterdiği değişimlerin belirlenmesi amacıyla yönelik çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Herhangi bir yerdeki kara/deniz etkileşimi, topoğrafya vb., o bölgenin birtakım karakteristik özellikleri, yağış, sıcaklık, basınç, nem gibi meteorolojik parametrelerin yıllık değişimlerinin farklı olmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak bir bölgenin klimatolojisinin ve özellikle de yağış rejiminin anlaşılması, bölgenin ekonomik ve tarımsal değerinin anlaşılmasına olanak verir. Bu konu, özellikle çevre, tarım ve ormancılık sektörlerinde oldukça önem taşımaktadır.

Yağış, sıcaklık ve basınç değişimlerinin incelenmesi ve bölgesel sıcaklık, basınç ve yağış rejimlerinin karakteristiklerinin saptanmasında harmonik analiz yöntemi kullanılmıştır. Harmonik analiz, periyodik değişimlerin incelenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu analiz yöntemi özellikle çeşitli yağış karakteristiklerinin yersel değişiminin açıklanması, yıllık yağış değişiminin incelenmesinde önem taşımaktadır. Harmonik analiz çalışmaları, farklı yağış rejimlerinin ve geçiş bölgelerinin belirlenmesine olanak vermektedir. Birinci dereceden harmonikler büyük ölçekli, ileri dereceden harmonikler ise yerel etkilerin, gözönüne alınan değişken üzerindeki rolünü göstermektedir. Harmonik analiz yöntemi, aynı zamanda parametrelerin mevsimsel değişimlerinin incelenmesinde kullanılır.

Üç meteorolojik parametre üzerindeki küçük ölçekli (yerel) ve büyük ölçekli (sinoptik) olayların etkilerini, etkili oldukları dönemleri saptamak ve değişimlerini incelemek amacıyla yağış için 28, sıcaklık için 42 basınç için 26 istasyona ait gözlem değerleri analiz edilmiştir. Analiz çalışmalarında, farklı uzunlukta (10 ile 65 yıllık) meteorolojik gözlem verilerine dayalı aylık toplam yağış miktarı, aylık ortalama basınç ve aylık ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Bu istasyonlara ait ölçüm değerlerinin büyük bölümü, ICTP-WMO olanakları ile sağlanmış olup, bir kısmı ise DMİ yıllık ekstremler bülteninden alınmıştır.

Çalışmanın bu ikinci bölümünde, büyük ölçekli olayların, basınç, yağış ve sıcaklık değerlerinin değişimi üzerindeki etkilerinde, sinoptik olayların rolü ve etki dönemleri saptanmaktadır. Bölgenin topoğrafik ve atmosferik yapısı ile ilişkili olan lokal değişimler, yani küçük ölçekli olayların etkileri, yüksek mertebeden harmoniklerin genlik değerlerindeki değişimlerle açıklanmaktadır.

Karmaşık topoğrafik yapı ve kara-deniz etkileşimi, Türkiye'nin yağış, basınç ve sıcaklık değerlerinin klimatolojik değişimini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu üç parametre, yerel ve bölgesel faktörlerden etkilenmektedir. Aylık ortalama meteorolojik verilerin harmonik analizi, uzun (12 aylık) ve kısa dönem (2 aylık) değişimleri (büyük ve küçük ölçekli sirkülasyonları) göstermektedir. Bölgesel karakterler, mevsimsel değişim analizleri ile belirlenebilmektedir. Bölgeler, yıllık (12 aylık) ve yarı yıllık (6 aylık) salınımların etkin olup olmayışına göre birbirinden ayırdedilebilmektedir.

Bu analizler, farklı yağış, basınç ve sıcaklık rejimlerinin ve geçiş zonlarının ayırt edilmesine olanak vermektedir. Yerel ve büyük ölçekli olaylar ve bazı olağan dışı mevsimsel yapılar saptanabilmektedir. Bu tezin harmonik analiz tekniklerine dayalı bölümü ile ilgili bulgular şu şekilde sıralanabilir: Yağış verilerinde yıllık salınımlar, Güneybatı ve Orta Anadolu'da gözlenirken, Türkiye'nin doğusunda altı aylık salınımlar hakimdir. Diğer bir değişle yağış verilerinin birinci dereceden harmonikleri Güneybatı ve Orta Anadolu'da büyük değerler gösterirken, Türkiye'nin doğusunda ikinci dereceden harmoniklerin genlikleri daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Türkiye'nin kıyı bölgelerinde, basınç değişimlerinde çoğunlukla kuvvetli yıllık salınımlar söz konusudur. İlk üç harmonik, İç Anadolu Bölgesi hariç tüm Türkiye'de, yağış verileri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Büyük ölçekli olaylar, basınç değerlerinin değişimi üzerinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde etkin rol oynamaktadır.

Doğu ve Güney Anadolu'daki sıcaklık verileri, çoğunlukla yıllık salınımlardan (büyük ölçekli olaylardan) etkilenmektedir. Hızla gelişen büyük şehirler ve yerel ısınma etkileri, şehir ısı adalarının oluşumuna (küçük ölçekli değişimlere) neden olmaktadır. Bu tür yerel etkiler, Türkiye'nin batısında gözlenmektedir. Harmoniklerin faz açıları, 12, 6, 4, 3, 2.4 ve 2 aylık sirkülasyonların en yüksek veya en düşük derecede etkili olduğu ayı göstermektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, yüzey sıcaklıkları ve yüzey tabakanın, dolayısı ile atmosferik sınır tabakanın enerji bütçesinin belirlenmesi açısından önem taşıyan ısı akılarının 1987-1988 dönemine ait Türkiye genelindeki değişimleri ve İstanbul (Kandilli) için 1994 yılına ait ısı akılarının aylık değişimleri incelenmiştir.

Yüzey sıcaklığı analizinde kullanılan veriler, ICTP (Trieste), Atmosfer Fiziği ve Bilgisayar Laboratuvarı olanakları ile NOAA, NASA ve COLA veri arşivlerinden sağlanmıştır. GRADS veri işleme programı yardımı ile 1994 yılı için ocak-aralık aylarına ait aylık ortalama yüzey sıcaklığı verileri analiz edilmiştir.

Bu bölümde ayrıca 1987-1988 yılları için, Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi, NASA, GDAAC arşiv verilerine dayalı olarak tüm Türkiye için aylık ortalama ısı akısı değerlerinin yerel ve zamansal değişimleri incelenmiştir.

Analizler sonucunda, Türkiye genelinde aylık ortalama yüzey sıcaklık değerlerinin değişimlerinde, ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarına ait, yüzey sıcaklık alanları belirlenmiştir.

Isı akısı değerlerinin yerel ve zamansal değişimlerinden, temmuz ayının, sıcaklık değişimlerinde büyük ölçekli etkilerin en yüksek oranda etkin olduğu olduğu saptanmıştır. 1987-1988 yılları arasındaki SH değerlerinde en büyük artış 7 W/m^2 ile Kars ve Hatay'da, en büyük azalma ise -6 W/m^2 ile Manisa, Siirt ve Mardin'de gözlenmektedir. En yüksek SH değerleri İstanbul'da 1987-1988 yıllarında temmuz-Ağustos döneminde, Kandilli'de 1994 yılında ise haziran döneminde gözlenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, Türkiye'de 1987-1988 ve 1994-96 dönemlerine ait NOAA-AVHRR uydu verilerine dayalı olarak bitki örtüsü indeksi

değerlerinin aylık, yıllık ve mevsimlik değişimleri incelenmiş, her bölgenin NDVI sınıf değerleri saptanmış ve NDVI değerlerinin diğer meteorolojik parametrelerle olan ilişkileri hesaplanmıştır. 1987-1988 dönemine ait aylık ortalama NDVI değerleri NOAA-NASA/DAAC veri arşiv merkezinden temin edilmiştir. Veriler kutupsal yörüngeli NOAA-9, NOAA-11/AVHRR uydularına ait yüksek çözünürlükte (1 km) sayısal veriler olup, 43 istasyon için analiz edilmiştir. 1994-96 yıllarına ait NDVI verileri, Türkiye'yi kapsayan NOAA-9, NOAA-12, NOAA-14/AVHRR (1 km) görüntüleri olup, ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü uydu veri arşivlerinden seçilerek, ayrı ayrı yorumlanmıştır. Bu döneme ait veriler MapiX OCEAN programı yardımı ile analiz edilmiş, farklı aylar için NDVI değerleri saptanmıştır. 1994 yılı için 15, 1995 yılı için 28, 1996 yılı için 13 olmak üzere 56 uydu görüntüsü yorumlanmıştır. Bulutlu görüntüler, yüzey gerçeklerini yansıtmadığından analiz dışı bırakılmıştır ve bulutsuz günlere ait Türkiye genelinde yaklaşık 50 istasyon için NDVI değerleri hesaplanmış ve analiz edilmiştir.

NDVI değerlerinin saptanmasında, AVHRR görünür bant (VIS, Bant 1) ve yakın kızılötesi bant (NIR, Bant2) verileri kullanılmakta ve aşağıdaki standart formül ile NDVI değerleri hesaplanmaktadır.

$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS) = (Ch_2 - Ch_1) / (Ch_2 + Ch_1) \quad (1)$$

1994-1996 NDVI değerlerinin aylık değişimlerinde, analiz yapılan istasyonlar arasında genel olarak, en yüksek NDVI değerlerinin Bursa, Antalya, Adana, Hatay, Isparta ve Muğla'da gözlemlendiği saptanmıştır. Ege ve Akdeniz kıyılarında en yüksek NDVI değerleri yılın ilk yarısında (Nisan-Mayıs), İç Ege'de Mayıs-Temmuz döneminde gözlenmektedir. Ancak 1994 yılında Ege kıyıları'nda en yüksek NDVI değerlerinin gözlemlendiği dönemin ilkbahar aylarına, 1996 yılına doğru Haziran ve Temmuz aylarına (yaz aylarına) kaydıgı saptanmıştır.

NDVI sınıf değerlerinin farklı farklı bölgelerdeki mevsimsel analizinde, 1994 yılı ilkbahar mevsiminde, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'nde orman/otlak ve yoğun ekili ziraat arazisi sınıfları (sınıf 4 ve 5) görülmektedir. Diyarbakır ve Mardin civarında 5 no'lu sınıf özellikleri (yoğun ziraat arazisi) gözlenmektedir. İç Anadolu Bölgesi, yarı şehirleşme, kuru toprak, kıraç arazi (sınıf 2-3) görünümündedir. Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde orman ve açık otlak mozaigi (sınıf 4) saptanmaktadır. İstanbul Avrupa yakası 2 no'lu sınıfa, Asya yakası ise 3 no'lu sınıfa girmektedir. En yüksek ve en düşük NDVI değerleri, 0.42 (Diyarbakır) ve 0.14 (Kayseri ve Bayburt) olarak saptanmıştır. yaz mevsimindeki, en yüksek NDVI değerleri Sinop'da (0.34), en düşük değerler ise İç Anadolu'da Sivas'da (0.14) kaydedilmiştir. Batı Karadeniz, Kuzey Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleri hariç diğer bölgelerde NDVI değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir. sonbahar mevsimi NDVI sınıf değerleri, ilkbahar ve yaz mevsimlerine nazaran Türkiye genelinde azalma göstermiştir. En yüksek ve en düşük değerler sırası ile Ordu (0.28) ve Eskişehir (0.06)'de saptanmıştır.

1995 yılı ilkbahar mevsimi NDVI sınıf değerleri, Doğu ve Orta Karadeniz, Ege, Akdeniz Kıyı Bölgeleri ve Batı Trakya'da 4 ve 5 no'lu sınıfa girmekte olup, en yüksek değer Giresun'da (0.39) görülmektedir. Ege ve Akdeniz Kıyı Bölgeleri'nden iç kısımlara doğru, NDVI değerleri azalmaktadır. İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri 2 no'lu sınıfa girmektedir. Minimum NDVI değeri, Gaziantep'de (0.15) gözlenmektedir.

1995 yılı yaz mevsiminde Batı Karadeniz'de 5 no'lu sınıf değerleri görülmekte olup, en yüksek değer Zonguldak'da (0.42) gözlenmiştir. Marmara'da, Trakyanın batı

kesimlerinde, Ege Bölgesi'nde ve Hatay civarında 4 no'lu sınıf değerleri gözlenmektedir. Yaz mevsimi için minimum NDVI değerleri, İç Anadolu'da Konya ve civarında ve Burdur'da (0.17) kaydedilmiştir. Sonbahar mevsiminde, Karadeniz Bölgesi 3 no'lu sınıfa girmekte ve NDVI sınıf değerlerinin, ilkbahar ve yaz mevsimine oranla daha düşük olduğu gözlenmektedir. Trakya, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri, 2 no'lu sınıf değerlerine sahiptir. Sonbahar mevsiminde maksimum NDVI değeri, Ordu'da (0.24), minimum NDVI değeri ise, Uşak ve Konya'da (0.09) kaydedilmiştir. 1995 yılı kış mevsiminde Karadeniz ve Ege Bölgeleri'nde, sonbahar mevsimine benzer bir yapı görülmekte ve 3 no'lu sınıf değerleri gözlenmektedir. İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde NDVI sınıf değerleri daha düşük olup, 2 no'lu sınıfa girmektedir. Maksimum değer Ordu'da (0.24), minimum değer ise Kırşehir ve civarında (0.11) kaydedilmiştir.

1996 yılı ilkbahar mevsimi NDVI sınıf değerlerinin değişiminde, en yüksek değer Ordu'da (0.40), en düşük değer ise Kütahya'da (0.16) gözlenmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi 5 No'lu sınıfa, Akdeniz Bölgesi ise 4 No'lu sınıfa girmektedir. 1996 yılı yaz mevsiminde en yüksek değer Zonguldak (0.48) ve en düşük değer ise Sivas'da (0.17) gözlenmektedir. Batı ve Doğu Karadeniz Bölgeleri 6 No'lu sınıfa (yağmur ormanı, yüksek dağlık bölgelerdeki bitki örtüsü) girmektedir. Ege Bölgesi 3, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ise 4 no'lu sınıfa girmektedir. kış mevsimi, 1996 yılı analizlerinde bulut kapallığı nedeni ile Doğu ve İç Anadolu Bölgeleri için NDVI analizleri yapılamamıştır. Ege ve Akdeniz Bölgeleri 3 no'lu sınıfa girmektedir. 1996 yılı Temmuz ayı için NDVI sınıf değerlerinin değişiminde, en yüksek değer, Zonguldak (0.48), en düşük değer ise Sivas'da (0.18) gözlenmektedir. Batı ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'nde 6 no'lu sınıf özellikleri kaydedilmiştir.

1987 ve 1988 yıllarına ait Türkiye genelindeki aylık ortalama NDVI değerlerinin değişimi, birbirine benzer ve normal dağılıma uygun bir yapı göstermektedir. 1987 yılının maksimum aylık ortalama NDVI değeri, Haziran ayında, minimum değeri ise Ocak ayında gözlenmiştir. 1988 yılının maksimum aylık ortalama NDVI değerinin, Mayıs ayında, minimum değerinin ise, Kasım ayında olduğu görülmektedir.

1994-1995-1996 yıllarındaki aylık ortalama NDVI değerlerinin, 1987 ve 1988 yıllarına göre genelde daha düşük olduğu saptanmıştır. Maksimum aylık ortalama NDVI değeri, 1994-1995 yılları analizlerine göre Mayıs ayında, 1996 yılı için ise Haziran ayında gözlenmiştir. 1995 yılı minimum NDVI değeri ise Kasım ve Aralık aylarında gözlenmiştir.

Yıllık toplam yağış değerlerinin 1000 mm'den büyük olduğu bölgeler, Doğu ve Batı Karadeniz ile Akdeniz Bölgeleri'dir. Bu alanlar, NDVI değerlerinin, 4 ve 6 no'lu sınıflarına karşı gelmektedir. Yağış ve bitki örtüsü sınıf değerlerinin yerel değişimlerinde özellikle kıyı bölgelerinde büyük benzerlik gözlenmektedir.

1987-1988 NDVI ve yıllık toplam yağış haritaları ve 1987-88, 1994-96 NDVI ve yağış satandart sapma haritalarının karşılaştırmasından, yerel değişimlerin birbiri ile uyumlu oldukları gözlenmiştir.

NDVI değerlerinin yağış, sıcaklık ve ısı akısı ile lineer ilişkileri incelendiğinde, sıcaklığın NDVI üzerinde en etkin parametre olduğu, bu yüzden en yüksek ilişki katsayılarının sıcaklık ile elde edildiği saptanmıştır.

1987-1988 NDVI değerlerinin değişiminde, büyük ölçekli olayların daha etkin rol oynadığı görülmüştür. Bu etkiler, en yüksek oranda ilkbahar sonları ve yaz aylarında görülmektedir.

NOAA-AVHRR sayısal verilerine dayalı olarak yapılan, Türkiye genelinde aylık ortalama NDVI sınıf değerlerinin, aylık, yıllık ve mevsimsel değişimlerinin incelenmesi ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir :

1. Türkiye'de en yüksek aylık ortalama NDVI sınıf değerleri, Doğu ve Batı Karadeniz Bölgelerinde ve ilkbahar ile yaz mevsimlerinde gözlenmektedir.
2. 1987 ve 1988 yıllarına ait Türkiye yıllık ortalama NDVI değerleri sırası ile 0.24 ve 0.25 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin, 1994-1995-1996 dönemlerine nazaran %4-6 daha fazla olduğu saptanmıştır.

Artan yapılaşma ve nüfus dağılımına bağlı olarak, NDVI değerlerindeki azalma oranı en fazla %14 değeri ile İstanbul ve İzmir'de gözlenmiş olup, Manisa'da %13, Balıkesir'de %12, Çanakkale'de %10, Kütahya'da %9, Afyon ve Uşak'da %8, Antalya ve Eskişehir'de %7, Konya'da %6 ve Hatay'da %5, Ankara, Adana ve Mersin'de %4 olarak saptanmıştır. Yapılaşma hızının daha düşük olduğu ve göç olaylarının yaşandığı Doğu Anadolu, ve Karadeniz Bölgeleri ile, GAP projesine dayalı olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde NDVI değerlerinde, %2 ila %5 oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. 1992'de Ege Denizi, Batı Akdeniz kıyılarında, 1993'de ise Ege'nin iç kesimi ve Akdeniz Bölgesi'nde %10 kuraklık saptanmıştır. Analizler, özellikle Türkiye'nin batı ve güney bölgelerindeki yağış miktarı değişiminde büyük ölçekli olayların etkin rolünü göstermektedir.

Bu tez çalışmasında, yersel verilerle, sayısal uydu verilerine dayalı gözlemler analiz edilmiş ve yüzey sıcaklık dağılımı ve bitki örtüsü sınıf değişimlerini gösteren haritalar oluşturulmuştur. Sonuçta, bu analizlere dayalı yorumların, yağış miktarı öncelikli olmak üzere diğer meteorolojik parametrelerle ilişkilendirilmesine yer verilmiştir.

THE VARIATIONS OF NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX IN TURKEY AND RELATIONSHIP BETWEEN METEOROLOGICAL PARAMETERS

SUMMARY

In this study, the spatial and temporal variation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and surface temperature is analysed according to the digital data from the satellites throughout Turkey, and these variations are then correlated with the surface observation data and sensible heat flux.

The second chapter covers the harmonic analysis of the precipitation, temperature and pressure measured in the different regions of Turkey based on the ground observations and the determination of amplitude and phase changes. There are various studies carried out to determine the variations of the meteorological parameters in different regions. The interaction between surface and sea, the topography of somewhere, etc., causes differences in the annual variations of the meteorological parameters such as some characteristics of this region, precipitation, temperature, pressure, humidity. Depending on these conditions the interpretation of the climatology, and especially the annual distribution of precipitation of a region makes it possible to understand the economic and agricultural value of the region. This matter is of great importance, especially for the sectors of environment, agriculture and forestry.

The harmonic analysis is a method, which was used for the study of precipitation, temperature and pressure variations and for the determination of the characteristics of regional temperature, pressure and annual distribution of precipitation. The harmonic analysis is commonly applied to study periodical variations. This method of analysis is of great importance, particularly useful tool in studying annual precipitation patterns as it reveals the spatial variation of precipitation characteristics. The harmonic analysis makes it possible to define the different precipitation regimes and the transition regions. The first-order harmonics show the role of large-scale effects on the variable considered whereas higher-order harmonics show the role of local effects on the variable considered. The harmonic analysis method is also employed for the study of the seasonal variations of the parameters.

To determine the effects of small-scale (local) and large-scale (synoptic) phenomena on three meteorological parameters and to determine when they are effective, and to examine their variations, analysis of observation values were made at 28 stations for prec, at 42 stations for temperature, and at 26 stations for pressure. The values used for the analysis are monthly total amount of rainfall, monthly average pressure and monthly average temperature values based on the data of long term (10 to 65 years) meteorological observations. Most of the measurement values of these stations were obtained by ICTP-WMO, and some of them were taken from the annual bulletin of extremes of DMI.

In the second chapter of the study, the role of the synoptic phenomena and their effective periods on the variations of the values of pressure, precipitation and

temperature are indicated. The local variations, which are related to the topographical and atmospheric structure of the region, i.e. the effects of the small-scale phenomena, are defined with the variations in the amplitude values of high level harmonics.

The complex topographical structure and the interaction between surface and sea influence the climatological variation of the values of rainfall, pressure and temperature to a great extent. These three parameters are influenced by the local and regional factors. The harmonic analysis of the monthly meteorological data shows the long-term and short-term variations (large and small scale circulations). Regional characteristics can be determined with the seasonal variation analysis. Regions can be differentiated according to the effectiveness of the annual (12 months) and semi-annual (6 months) oscillations.

These analysis make it possible to differentiate different precipitation, pressure and temperature distributions and the transition zones. Local and large-scale phenomena and some seasonal structures can be discovered. The findings related to the part of this thesis based on the harmonic analysis techniques can be listed thus, while the annual oscillation of the precipitation data is only observed in the Southwest and Central Anatolia, oscillations of six months are dominant in the East of Turkey. In other words, while the first harmonics of precipitation are showing great values in the Southwest and Central Anatolia, it is observed that the amplitudes of the second harmonics are higher in the East of Turkey. In the coastal regions of Turkey, there are mostly strong annual oscillations for the pressure variations. The first three harmonics play an important role on the precipitation data all over Turkey except the internal parts of Anatolia. The large-scale phenomena play an active role on the variation of pressure values in the Southeast Anatolia region.

The temperature data from the Eastern and South Anatolia are mostly influenced by the annual oscillations (large-scale phenomena). The rapid developing big cities and the influence of local heatings cause the formation of heat islands (small-scale variations). These kinds of local effects are observed in the West of Turkey. The phase angles of the harmonics show the month in which the circulation of 12, 6, 4, 3, 2.4 and 2 months are at most and at least effective.

In the third chapter of the study, the variations of the sensible heat fluxes, which are important for the surface temperature and to determine the surface layer, and therefor the energy budget of the atmospheric boundary layer are studied for the period 1987-88 in Turkey, and also the monthly variations of the sensible heat fluxes for Istanbul (Kandilli) in the year 1994.

The data, which were used for the surface temperature analysis, were provided by the means of ICTP (Trieste), Laboratory of Atmospheric Physics and Computer from the data archives of NOAA, NASA and COLA. With the support of the GRADS Data Processing Programme, the data of monthly average surface temperature were analysed for the year 1994, from January to December.

In this chapter, on the other hand, the local and periodical variations of the monthly average sensible heat flux were also studied for Turkey as a whole, based on the archive data of ECMWF (European Center for Medium Range Weather Forecast), NASA (National Aeronautics and Space Administration), GDAAC (Goddard Distributed Active Archive Center) for the years 1987-88.

As the result of the analysis the surface temperature areas were determined for summer and autumn at the variations of the monthly average surface temperature all over Turkey.

From the local and periodical variations of the sensible heat flux values it was found out that July is the month when the large-scale effects are more efficient for

the heat variations. Between 1987-88, the highest increase in SH values was observed in Kars and Hatay with 7 W/m^2 , whereas the sharpest decrease was observed in Manisa, Siirt and Mardin with -6 W/m^2 . The highest SH values in Istanbul were observed during July and August in 1987-88, and in June 1994 at Kandilli.

In the fourth chapter the monthly, annual and seasonal variations of the Normalized Difference Vegetation Index in Turkey, which was based on the satellite data NOAA-AVHRR, were examined within the periods of 1987-88 and 1994-96 first; then the NDVI class values of each region were found out, and the relations with other meteorological parameters of the NDVI values were calculated. The monthly average NDVI values for 1987-88 were obtained from the data archive center of NOAA-NASA/DAAC. These data were digital data of high resolution (1 km) owned the NOAA-9, NOAA-11/AVHRR satellites of polar orbiting, and analysed for 43 stations. The NDVI data from the years 1994-96 are the images of NOAA-9, NOAA-12, NOAA-14/AVHRR (1 km), which include Turkey, and these data is interpreted one by one after being selected from the archives of satellite data of METU, Institute of Oceanography, Erdemli. The data of this period were analysed with the support of MapiX OCEAN Programme, and the NDVI values were determined for every different month. For 1994, the number of satellite images interpreted is 15, for 1995 it is 28, and for 1996 it is 56.

As the images, which are cloudy could not reflect the surface realities, they were excluded from the analysis and the NDVI values were calculated and analysed for 50 stations in Turkey.

For the determination of the NDVI values, the values of AVHRR visible band (VIS, Band 1) and near infrared band (NIR, Band 2) are used, and the NDVI values are calculated with the standard formula given below:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{VIS})/(\text{NIR} + \text{VIS}) = (\text{Ch}_2 - \text{Ch}_1)/(\text{Ch}_2 + \text{Ch}_1) \quad (1)$$

Among the monthly variations of NDVI values between 1994-96 the highest NDVI obtained from the stations analysed in Bursa, Antalya, Adana, Hatay, Isparta and Muğla. It was observed that the highest NDVI values in the first half of the year (April-May) were at the Aegean and Mediterranean coasts, and between May and July at the inner parts of the Aegean Region. However, the highest NDVI values at the Aegean coast in 1994 were observed during spring, and during summer in 1996, in June and July.

In the spring of 1994, in the seasonal analysis of NDVI class values in different geographical regions, it was observed that there are forest/grazing land and intensive cultivated agriculture land classes in the Central and Eastern Blacksea Regions (classes 4 and 5). Near Diyarbakır and Mardin, there are characteristics of the fifth class (intensive agriculture land). Central Anatolia Region has a picture of semi-urbanized, dry soil, bare surface and waste land (classes 2-3). In the Mediterranean and Aegean Regions there are forest and grazing land mosaics (class 4). The European coast of İstanbul belongs to the class number 2, and the Asian Coast of İstanbul belongs to class number 3. The highest and the lowest NDVI values were determined as 0,42 (Diyarbakır) and 0,14 (Kayseri and Bayburt). The highest NDVI values during summertime are in Sinop (0,34), and the lowest in Central Anatolia, in Sivas. It was observed that there are decreases in the NDVI values except the Regions of West Blacksea, North Aegean and Eastern Anatolia. There is also a decrease in the NDVI class values during autumn, compared with the

springtime and summertime in Turkey in general. The highest and the lowest values were obtained from Ordu (0,28) and Eskişehir (0,06).

The NDVI class values of the spring 1995 were included in the classes number 4 and 5 for the regions of Eastern and Central Blacksea, Aegean and Mediterranean Coast and Western Thrace, and the highest value was acquired in Giresun (0,39). From the coastal regions of Aegean and Mediterranean Seas towards the inner parts of the Anatolia the NDVI values decrease. The Central, Eastern and Southeastern Anatolia Regions belong to the class number 2. The minimal NDVI value is observed in Gaziantep (0,15).

While in the summer 1995 the values of class number 5 was obtained in the Western Blacksea, the highest value achieved was observed in Zonguldak (0,42). In Marmara, in the Western parts of Thrace, in the Aegean Region and near Hatay there were the class values number 4. The minimal NDVI values for the summer term were observed in the Central Anatolia, near Konya and in Burdur (0,17). During autumn the Blacksea Region was belonging to the class number 3, and the NDVI class values were lower than the spring and summer time. Thrace, Eastern and Southeastern Anatolia Regions had the class values number 2. The maximum NDVI value during autumn was obtained in Ordu (0,24), and the minimal in Uşak and Konya (0,09). During the winter 1995 there was a similar structure like autumn in Blacksea and Aegean Regions, and the class values obtained were of number 3. The NDVI class values were lower in the Central Anatolia, Southeastern and Eastern Anatolia Regions, and they belonged to the class number 2. The maximum value was observed in Ordu (0,24), and the minimal value in Kırşehir and its surroundings (0,11).

In the spring of 1996, the highest value of the variation of the class values NDVI was observed in Ordu (0,40), and the lowest one in Kütahya (0,16). Eastern Blacksea Region belongs to the class number 5, whereas the Mediterranean Region belongs to number 4. The highest value of summer 1996 was observed in Zonguldak (0,48), and the lowest in Sivas (0,17). The Western and Eastern Blacksea Regions were included in the class number 6 (rain forest, productive high forest). Aegean Region belongs to class number 3, and the Southeastern Anatolia Region to number 4. During the winter of 1996 the NDVI analyses couldn't be done because of the clouds in the Eastern and Central Anatolia Regions. The Aegean and Mediterranean Regions belong to the class number 3. The highest value for the variation of NDVI class values in July was observed in Zonguldak (0,48), and the lowest in Sivas (0,18). The characteristics of the Western and Eastern Blacksea Regions belong to the class number 6.

The variation of the monthly NDVI values in 1987 and 1988 is very similar to each other in Turkey in general and has a structure suitable for the normal distribution. The maximum monthly NDVI value of 1987 was observed in June, and the minimum in January. The maximum monthly average NDVI value of 1988 was observed in May, and the minimum in November.

It was determined that the monthly average NDVI values of 1994-96 were generally lower than of 1987 and 1988. The maximum monthly average NDVI value was observed in May in 1994-95, whereas in 1996 it was in June. The minimum NDVI value of 1995 was observed in November and December.

The regions, where the annual total values of precipitation were higher than 1000 mm, are Eastern and Western Blacksea Region and Mediterranean Region. These areas are equal to the classes number 4 and 6. At the local variations of the

class values, especially at the coastal areas, there are big similarities between the rainfall and NDVI values.

While comparing the NDVI of 1987-88 and the annual total precipitation maps with the NDVI of 1987-88, 1994-96 and the map of standard deviation of precipitation, it becomes clear that there is a harmony within each other with the local variations.

While examining the linear relations of the NDVI values with the precipitation, temperature and sensible heat flux, it was discovered that the temperature is the most efficient parameter on NDVI, and therefore that the highest relation coefficients were acquired with the temperature.

It was found out that large-scale phenomena play more efficient role in the variation of the NDVI values of 1987-88. These effects can be seen in spring and summer months to the greatest extent.

Based on the digital data of NOAA-AVHRR, the study of the monthly, annual and seasonal variations of the monthly average NDVI class values brought to the conclusion given below:

1. The highest monthly average NDVI class values were observed in the Eastern and Western Blacksea Regions in spring and summer.
2. The annual average NDVI values of Turkey in 1987 and 1988 were determined as 0,24 and 0,25. It was discovered that these values are 4-6% higher than the values of the period 1994-96.

Based on the growing urbanization and on the demographic distribution, this decrease rate was clearly observed in İstanbul and İzmir with the highest value of 14%, and some other values are thus: Manisa 13%, Balıkesir 12%, Çanakkale 10%, Kütahya 9%, Afyon and Uşak 8%, Antalya and Eskişehir 7%, Konya 6% and Hatay 5%, Ankara, Adana and Mersin 4%.

Besides Eastern Anatolia and Blacksea Regions, where the urbanization pace was rather slow and internal migration common, there are increases of 2 or 5 % in the NDVI values in the Southeastern Anatolia Region related to the GAP (Southeastern Project).

It was determined that there was 10% drought in the Aegean and West Mediterranean Coasts in 1992 and also in the inner parts of the Aegean and the Mediterranean Regions in 1993. The analyses specifically highlights the effect role at the large-scale phenomena on the amount the precipitation data in the Western and Southern Regions at Turkey.

In this thesis the surface data and the observations based on the digital satellite data were analysed and maps that show the surface temperature distribution and NDVI class variation were developed. Consequently, the interpretations based on these analyses, the amount of precipitation having a high priority, were related to the other meteorological parameters.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünya nüfusu ve hayat standardının artışı ve teknolojik gelişmelerin giderek hızlanması her alanda doğal olarak daha sağlıklı ve fazla veri elde edilmesi gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Her ülke doğal potansiyelini çok iyi değerlendirmek ve yönlendirmek zorundadır. Bu da kısa sürede çok geniş alanlarda bilgi toplama olanağı sağlayan uzaktan algılama yöntemleri ile mümkün olabilmektedir.

Uydu gözlemlerinin önemli bir yararı, klasik yersel yöntemlerle ölçülemeyen yüzey parametrelerinin saptanmasına olanak vermeleri böylece iklim çalışmalarında kullanılıyor olmalarıdır. İklim çalışmaları, toprak-bitki-atmosfer-okyanus/deniz etkileşimine ait yüzey tabaka parametrelerini ve ısı alışverişleri ile ilgili analizleri içermektedir. Uydu verilerinin kullanımından önce bu konudaki araştırmalar küçük bölgelere ait mikro-meteorolojik verilerin yer ve zaman ölçeğindeki ölçümleri ile yürütülmekte idi. Ancak günümüzde uydu gözlemleri ile gerçek yer ve zaman ölçeğinde bu tür çalışmaların daha sağlıklı bir şekilde yürütülmesi mümkün olabilmektedir.

Uzaktan algılama, bir cisimle direk temas etmeksizin onun fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde etme bilimi olarak tanımlanabilir. Bu teknoloji, yeryüzü sorunlarının çözümlenmesinde gerekli olan bilgilerin toplanması açısından önemli bir uzmanlık dalıdır. Tarım, meteoroloji, harita, jeoloji/jeodezi, su kaynakları, coğrafya/ekoloji vb. birçok bilim dallarında geniş uygulama alanı bulabilen uzaktan algılama konusu bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler ile her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır (Maktav ve Sunar, 1991).

Uydu teknolojisi ve bu teknolojiye bağlı uzaktan algılama sistemlerindeki gelişmeler meteoroloji ve klimatoloji alanındaki çalışmalara da önemli katkılar sağlamıştır (Seguin, 1988). LANDSAT, SPOT, NOAA-AVHRR, GOES,

METEOSAT, NIMBUS, SEASAT vb. uydular yeryüzeyinin gözlenmesine, izlenmesine olanak vermekte veya meteorolojik amaçlara yönelik olarak sürekli veri sağlamaktadır. Bu uyduların özellikle meteorolojik amaçlı olanlarından yeryüzeyi karakteristikleri, bulut örtüsü, güneş radyasyonu, yağış miktarı, kar örtüsü vb. ile ilgili olarak sürekli veri elde edilebilmektedir.

Yeryüzeyindeki bitki alanlarının coğrafik ve mevsimsel modellerinin iyi bilinmesi global iklimin, biosferik verimliliğin, çevre üzerindeki insan etkisinin ve ekosistemin anlaşılabilmesi için önemlidir (Aslan ve diğ., 1994). Burada sunulan çalışmanın amacı NOAA-AVHRR sayısal uydu verileri kullanılarak hesaplanmış normalize bitki örtüsü indeksi (NDVI) veya bitki örtüsü sınıf değerleri ile hava sıcaklığı (T_a), basınç (P), yüzey sıcaklığı (T_s), yağış (R) ve türbülanslı gizli ısı akısı (SH) değerleri arasındaki ilişkileri saptamaktır. NDVI ve sınıf değerlerinin belirlenmesi yer gerçeği analizleri, hava fotoğrafları ve benzeri yöntemlerle mümkün olabilmektedir, ancak gelişen uydu teknolojisi daha büyük ölçekte alanın kısa süre içinde incelenmesine olanak vermektedir. Bu amaçla uydu verilerine dayalı olarak, bitki örtüsü indeksi değerleri ve yüzey sıcaklıklarının, Türkiye genelindeki yerel ve zamansal değişimleri incelenmiş, bu değişimlerin yer gözlemleri ve ısı akılarının değişimleri ile ilişkilendirilmesine yer verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde öncelikle yağış olmak üzere, Türkiye'yi etkileyen basınç sistemlerine ilişkin yağış analizlerine yönelik olarak basınç değerleri ile sıcaklığın yerel ve zamansal değişimleri incelenmiştir. Bitki örtüsü indeksi ve meteorolojik parametreler arasındaki etkileşimin belirlenmesi için harmonik analiz yöntemi kullanılmıştır. Kirkyla ve Hameed (1989) harmonik analiz yöntemiyle Amerika üzerindeki yağışların yerel ve zamansal değişimi ile çeşitli yağış rejimlerini ve bunların bölgesel sınırlarını araştırmıştır. Yağış değerlerinin 1., 2. ve 3. harmoniklerine ait genlik haritalarını ve faz açılarını karşılaştırmıştır. Oran haritaları oluşturarak yağış üzerinde, yarı yıllık salınımların etkilerini ve etki dönemlerini hesaplamıştır. Kirkyla ve Hameed'in çalışmasına benzer olarak bu çalışmada da Türkiye genelindeki çeşitli istasyonlara ait yağış, basınç ve sıcaklık değerlerinin 1., 2. ve 3. harmoniklerine ait genlik ve oran haritaları oluşturulmuş, ilk üç harmoniğin yağış, basınç ve sıcaklık değişimi üzerindeki etkileri hesaplanmıştır.

Harmonik analiz yöntemi ile Kadioğlu ve diğ. (1999) tüm Türkiye genelinde daha sık istasyon verisi kullanarak yağış verilerinin değişimini incelemiştir. Bu

çalışmadan farklı olarak bu tezde, basınç ve sıcaklık verileri de gözönüne alınmış ve bazı sonuçların II Nuovo Cimento (1997)'da sunulduğu gibi ilk üç harmoniğin katkısının analizine yer verilmiştir.

Güneş radyasyonunun yer yüzeyinde dağılımı, diğer değişle yüzey enerji bileşenleri ve enerji bütçesi hava sıcaklığı, yüzey sıcaklığı, NDVI, yağış, buharlaşma ve bitki sınıfı değerlerinin değişimi ile ilişkilidir. Bu nedenle çalışmanın üçüncü bölümünde yüzey sıcaklıklarının ve ısı akılarının incelenmesine yer verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise sayısal uydu verileri kullanılarak hesaplanmış NDVI değerlerinin yerel ve zamansal değişimleri incelenmiştir. Türkiye genelinde NDVI değerlerinin değişim haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca çalışmanın esas amacına yönelik olarak NDVI değerlerinin Türkiye üzerindeki yerel ve farklı zaman dilimlerindeki değişimleri karşılaştırılmış ve NDVI değerlerinin tahmini için geçerli olan ve hava sıcaklığının, yağışın veya ısı akısının fonksiyonu olan lineer ilişki bağıntılarının saptanmasına çalışılmıştır. NDVI tahmini için önerilen amprik bağıntılar test edilmiş ve güven aralıkları belirlenmiştir.

Türkiye'de uzaktan algılama tekniklerine dayalı uydu verilerinin kullanımı ile ilgili uygulamalı çalışmalara son yıllarda yönelinmiştir. Türkiye'de uzaktan algılama uydularından elde edilen veriler yeteri kadar kullanılamamaktadır. Uygulamaya yönelik çalışmalar yok denecek kadar azdır (Soydan ve diğ., 1997).

Yapılmış olan literatür taraması göstermiş ki, NOAA-AVHRR veya diğer sayısal uydu verilerine dayalı olarak yurtdışında NDVI ile ilgili yapılmış birçok çalışma olmasına karşın Türkiye'de bu konu ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır. Yapılmış ve yapılmakta olan çalışmalarda genelde tarım ürün rekoltesi tahminleri ve bitki türlerinin sınıflandırılmasına yönelik olup daha küçük alanlarda ve diğer uydu verileri (özellikle Landsat ve Spot) kullanılarak yürütülmüştür.

Burada sunulan çalışma NOAA-AVHRR verileri kullanılarak, Türkiye genelinde NDVI ile ilgili yapılmış ilk ve tek çalışmadır. Bu nedenle, bundan sonra yapılacak çalışmalara temel kaynak oluşturması açısından önem taşımaktadır.

Yeğingil ve diğ. (1987), Çukurova Üniversitesi Araştırma Çiftliği'nde seçilen bazı tarım ürünü alanlarının yansıtım değerlerini Landsat-3 uydu verileri ve radyometrelerle belirleyerek karşılaştırmıştır. Ölçümler bitkilerin büyüme mevsimi boyunca (Nisan-Ekim) yapılmıştır. Bitkilerin büyüme mevsimi boyunca yansıtım değerlerindeki değişimini ve bitki boyunun yansıtım değerlerine etkisini

incelemişlerdir. Seçilen alanlardaki bitki indeksi değerlerini hesaplamışlardır. Çeşitli bitkilerin bitki indeksi oranlarının büyüme mevsimi boyunca değişim grafiklerini çıkarmışlar ve yer ölçümleri ile de sonuçları test etmişlerdir. Seçilen bitki türlerinin yansıtım değerlerini saptamışlardır. Bu tez çalışmasında, her aya ait bitki örtüsü indeks değerleri NOAA-AVHRR verilerine dayalı olarak, tüm Türkiye için hesaplanmıştır. NDVI değerlerindeki yıl boyunca gözlenen değişim yaklaşık 40 istasyonda farklı zaman periyodlarında grafiksel olarak sunulmuş ve incelenmiştir. Çalışma alanının geniş olması nedeniyle yer gerçeklerine yer verilmemiş ve ayrıntılı bitki sınıflandırması yapılmamıştır.

Natarajan ve diğ. (1994), Orta Anadolu'da 9 farklı istasyonda bir gün için Landsat ve NOAA uydu verilerinden 5 farklı bitki indeksi değerlerini hesaplamışlardır. İki farklı uydu datası ile hesaplanan farklı bitki indeksi değerleri arasındaki korelasyona bakılmış ve uygunlukları karşılaştırılmıştır. Bu tez çalışmasında ise sadece NDVI değerleri, daha uzun zaman dilimlerinde ve daha geniş alanda incelenmiştir.

Aslan ve diğ. (1994)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, İstanbul'un Avrupa ve Anadolu yakasındaki 10 farklı istasyonda, NDVI değerlerinin ve türbülanslı ısı akısı, momentum akısı, bağıl nem, yağış ve hava sıcaklığı gibi meteorolojik parametrelerin yerel değişimi incelenmiştir. NDVI ve bu meteorolojik parametreler arasındaki lineer ilişki bağıntıları hesaplanmıştır. Türbülanslı ısı akısı ve momentum için Monin-Obukhov benzerlik teorisi kullanılmıştır. Landsat uydu verileriyle ve kısa bir zaman dilimi için yapılmış olan bu çalışma sonucunda kıyı alanlarında iç alanlara nazaran NDVI değerlerinin azaldığı saptanmıştır.

Yıldırım ve diğ. (1997) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise Güneybatı Anadolu'da bir yörenin bitki örtüsü ve bitki yoğunluğu araştırılmıştır. Landsat TM ile NDVI değerlerini hesaplanmıştır. Farklı bitki türlerini temsil eden test alanlarında hesaplanan bitki yoğunluğu değerleriyle aynı alanların uydu görüntülerinden saptanan NDVI değerleri arasında regresyon analiziyle lineer bir model geliştirmiştir. Sonuçta bitki türlerini orman çalı, step ve diğerleri olarak sınıflandırılmış ve yüzde olarak alanları belirlenmiştir.

Son yıllarda NOAA-AVHRR verilerinin, yurt dışında yapılmış araştırmalarda ve özellikle meteorolojik içerikli çalışmalarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmasına başlanmıştır. Literatürde NOAA-AVHRR verileri kullanılarak NDVI ile

ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan tezle yakın ilişkisi olan bir kısmı aşağıda özetlenmektedir.

Gallo ve diğ. (1993) Seattle için NOAA-11/(AVHRR) verilerini kullanarak şehir ısı adalarının oluşumunu ve NDVI ile minimum hava sıcaklığı etkileşimini incelemişlerdir. Burada, şehir ve kırsal bölge NDVI değerleri arasındaki farklılığın, bu iki bölgenin buharlaşma, ısı tutma kapasitesi vb.'nin yüzey özellikleri için bir gösterge olduğu belirtilmiştir.

Uydu verileri, Afrika'nın Sahra bölgesindeki tarım alanlarının incelenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır. Bonifacio ve diğ. (1993) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, bitki örtüsü ve yağış miktarı arasındaki ilişkinin saptanmasına, buna dayalı olarak ürün rekoltesinin tahminine çalışılmaktadır. Yağış miktarı ve NDVI değerleri arasındaki ilişkinin incelendiği bölüm tez ile benzerlik oluşturmaktadır.

Nijerya'daki ürün alanlarının ve ürün rekoltesinin tahmini amacı ile NOAA-AVHRR verilerine dayalı NDVI değerleri, yağışlı mevsimler için yeryüzeyi kaynaklarının ve atmosfer koşullarının değişimi ile birlikte gözönüne alınarak incelenmiştir (Maselli ve diğ., 1992). Bu araştırmada, ürün rekoltesi ile NDVI değerleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu saptanmıştır.

Yüzey sıcaklığı ile ilgili bilgiler, tarım-orman meteorolojisi, iklim ve çevre ile ilgili araştırmalar açısından büyük önem taşımaktadır. METEOSAT-IR verilerine dayalı olarak gerçek yüzey sıcaklığının saptanabilmesi amacı ve atmosferin optik etkilerinden oluşan hataların giderildiği bir program yardımı ile radyosonde verilerine dayalı bir araştırma çalışması, Budapeşte ve civarı için yürütülmüştür (Kerenyi, 1993). Uydu verileri yüzey gözlemleri ile karşılaştırılmış, deniz yüzeyinde 2-3 K, kara yüzeyi üzerinde de 1-4 K fark olduğu saptanmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarından bu tezin üçüncü bölümünde sunulan aylık ortalama yüzey sıcaklıklarının yerel değişimlerinin yorumlanmasında yararlanılmıştır.

NOAA-AVHRR sayısal uydu verilerine dayalı olarak, yer-atmosfer sisteminin ısı ve radyasyon bütçesi incelenebilmektedir. Csiszar ve diğ. (1993) tarafından yürütülen araştırma, Macaristan'da sıcaklık, bitki örtüsü ve radyasyon bileşenleri arasındaki ilişkinin incelenmesi ile ilgilidir. Ülke genelinde farklı parametrelerin incelendiği ve ilk bulguların sunulduğu bu araştırma, Türkiye için benzer çalışmaların yürütülmesinde önemli bir kaynak olarak alınmıştır.

Botswana'da (Afrika) termal emisivite ve NDVI değerlerinin yerel değişiminin incelendiği araştırma çalışmasında, bu iki değişken arasındaki ilişki katsayısı 0.94 olarak hesaplanmıştır (Van De Griend ve Owe, 1993). Bu araştırma, uydu verilerine dayalı enerji dengesi çalışmaları açısından önem taşımaktadır.

Kustas ve diğ. (1993) tarafından yürütülen çalışmada, Yaprak-Alan İndeksi (LAI) ile gündüz koşullarındaki toprak ısı akısı/net radyasyon oranı (G/R), (VI) değerleri ile NDVI değerleri arasındaki ilişkiler saptanmıştır. G/R ve VI değerleri arasında lineer olmayan bir ilişki saptanmıştır.

Botswana bölgesinde, 1982-1987 yılları arasında NDVI değerlerinin değişimi, Nicholson ve Farrar (1994) tarafından incelenmiştir. Altı farklı toprak türü ve 26 istasyon için yağış miktarı ve NDVI değerleri arasındaki ilişkinin incelendiği bu araştırma, yıllık toplam yağış ve yıllık toplam NDVI haritaları oluşturulmuştur. Bu tez çalışmasında da Türkiye için aynı yöntemle yıllık toplam yağış ve yıllık toplam NDVI haritaları oluşturulup karşılaştırılması yapılmıştır. NDVI-yağış ilişkisi araştırılmıştır.

Ehrlich ve diğ. (1994), NOAA-AVHRR verileri ile çevre konusunda bir araştırma çalışması yürütmüşlerdir. Bu araştırma, Kuzey Amerika, Sahra (Afrika), Afrika ve Amerika'daki tropikal orman alanlarına ait AVHRR verilerinin kullanımı ile ilgili uygulamalı bir çalışmadır. NDVI verilerine ait zaman serilerinin incelenmesi, bitkilerin fenolojik yapısının açıklanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, yeryüzeyi sınıf haritaları ve AVHRR verilerine dayalı olarak yüzey sınıflarının doğrudan saptanması konuları tartışılmaktadır. Bu çalışmanın ana konusu, bu tezde sunulan Türkiye için NDVI yüzey sınıf haritaları ile yakından ilgilidir.

Benedetti ve diğ. (1994) tarafından Orta Akdeniz'de (İtalya'da) NOAA-AVHRR verilerine dayalı olarak bitki örtüsü sınıflandırması yapılmıştır. Bu çalışmada 1986-1989 yılları arasındaki NDVI verilerine ait zaman serileri incelenmiştir. Tez çalışmasında bitki örtüsü sınıflandırılmasında bu çalışmadan da önemli ölçüde yararlanılmıştır.

Doğu Afrika'da, yağış miktarı ile NDVI değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesine yönelik araştırma çalışmasında her iki parametrenin yerel ve zamansal değişimleri incelenmiştir (Davenport, 1993). Ormanla kaplı, otlak vb. gibi yüzey karakteristikleri karşılaştırılmış, farklı yağış rejimleri için bitki örtüsü dağılımları saptanmıştır. Bu çalışmanın burada sunulan araştırma ile ortak yönü, NDVI

değerlerinin, yağış rejimlerinin saptanmasında kriter olarak kullanılması ve bitki örtüsü sınıf haritalarının oluşturulmasıdır.

NOAA-AVHRR verilerine dayalı olarak NDVI ve Oransal Bitki Örtüsü İndeksi (RVI) değerlerinin birlikte incelendiği ve karşılaştırıldığı diğer bir araştırma çalışmasında da, ürün büyüme evresinin başlangıç aşamasındaki RVI değerlerinin daha temsili olduğu saptanmıştır (Gupta, 1993). NDVI değerlerinin mevsimsel değişimlerinin incelendiği ve bu değişimlerin RVI ile ilişkilendirildiği bu çalışma, bundan sonra yönelinilecek yeni bir araştırmanın konusunu oluşturabilir.



BÖLÜM 2

YERE DAYALI GÖZLEMLERİN ANALİZİ

Yağış, sıcaklık ve basınç değerlerinin farklı bölgelerde gösterdiği değişimlerin belirlenmesi amacıyla yönelik çeşitli çalışmalar yürütülmektedir, (Kirkyla ve Hameed, 1989; Currie ve Hameed, 1990). Herhangi bir yerdeki kara/deniz etkileşimi, topoğrafyanın çeşitliliği ve karasal genişlik gibi o bölgenin birtakım karakteristik özellikleri, yağış, sıcaklık, basınç, nem vb. meteorolojik parametrelerin yıllık değişimlerinin farklı olmasına neden olur. Buna bağlı olarak bir bölgenin klimatolojisinin ve özellikle de yağış rejiminin anlaşılması, o bölgenin ekonomik ve tarımsal değerinin anlaşılmasını da sağlar.

Yağış, sıcaklık ve basınç değerlerinin topoğrafik olarak oldukça kompleks bir yapı gösteren Türkiye'deki değişimlerinin incelenmesi, bölgesel sıcaklık, basınç ve yağış rejimlerinin karakteristiklerinin anlaşılması açısından özellikle çevre, tarım ve ormancılık sektörlerinde önem taşımaktadır. Bu bölümde, Türkiye genelinde gözlenen farklı uzunluktaki dönemlere ait sıcaklık, yağış ve Türkiye'yi etkileyen basınç sistemlerine ilişkin, yağış analizlerine yönelik basınç değerlerinin yerel ve zamansal değişimi harmonik analiz yöntemi ile incelenmiştir.

Harmonik analiz, periyodik değişimlerin incelenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu analiz yöntemi özellikle çeşitli yağış karakteristiklerinin yersel değişiminin açıklanması ve yıllık yağış değişiminin incelenmesinde çok kullanışlıdır. Harmonik analiz çalışmaları, farklı yağış rejimlerinin ve geçiş bölgelerinin belirlenmesine olanak vermektedir. Birinci dereceden harmonikler büyük ölçekli, ileri dereceden harmonikler ise lokal etkilerin gözönüne alınan değişken üzerindeki rolünü göstermektedir. Harmonik analiz yöntemi, aynı zamanda parametrelerin mevsimsel değişimlerinin incelenmesinde kullanılır (Kirkyla ve Hameed, 1989).

2.1. VERİ

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye’de değişik istasyonlarda, farklı uzunluktaki (10 ile 60 yıllık) meteorolojik gözlem verilerine dayalı aylık ortalama toplam yağış miktarı, ortalama basınç ve sıcaklık değerleri analiz edilmiştir. Aylık ortalama toplam yağış, ortalama basınç ve sıcaklık değerleri yaklaşık 200-300 meteoroloji istasyonunda yürütülmekte olan yer gözlemlerine dayalı olarak kaydedilmektedir (DMİ, 1984). Bu üç parametre üzerindeki küçük ölçekli (yerel) ve büyük ölçekli (sinoptik) olayların etkilerini etkili oldukları dönemleri saptamak ve değişimlerini incelemek amacıyla yağış için 25, sıcaklık için 42, basınç için 26 istasyona ait gözlem değerleri analiz edilmiştir. Bu istasyonlara ait ölçüm değerlerinin büyük bölümü ICTP-WMO (1994), olanakları ile sağlanmış olup, bir kısmı ise DMİ (1984) yıllık ekstremler bülteninden alınmıştır.

2.2. YÖNTEM

Harmonik analiz yöntemi, özellikle periyodik fonksiyonlara uygulanan ve bir periyodik hareketi çeşitli bileşenlere bölüp, gözlem sonuçlarından olayın periyodunu saptamak amacıyla kullanılır (Vuran, 1981). Periyodik fonksiyonlar bir takım sinüsoidal dalgalanmalara ayrılırlar. Normal bir sinüsoidal dalgalanma üç parametre ile tanımlanır. Bu üç parametre, periyod, dalga şiddeti (amplitüdü) ve fazdır. Periyod, dalgalanmanın tekrarlandığı zaman aralığıdır ve bazı olaylarda, örneğin ay veya yıl gibi, zaman birimleri ile ölçülür. Dalga şiddeti ise, dalgalanmanın maksimumlarda almış olduğu değerlerdir. Faz ise zaman birimlerinin sıfıra eşit olduğu aralıklardır.

Harmonik analiz çalışmaları, aşağıda verilen trigonometrik fonksiyonun genlik değerleri ve faz açılarının belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Kirkyla ve Hameed, 1989).

$$x = x_0 + \sum_{i=1}^{N/2} A_i \cos(360it / p + \phi_i) \quad (2.1)$$

Burada,

x_0 : aritmetik ortalama,

A_i : genlik,

ϕ_i : faz açısı,

N : gözlem sayısı,
p : gözlem periyodu,
x : t anında gözlenen değer.

Bu çalışmada, $p = 12$ ay olarak alınmıştır (Ek Program C.1). Birinci harmoniğin genlik değerlerinin diğer değerlerden daha büyük olması, yıl boyunca o parametre üzerinde önemli bir değişimin olduğunun göstergesidir. Buna karşın ikinci harmoniğe ait büyük genlik değerleri ise 6 ayda bir oluşan önemli değişimlerin varlığını belirtmektedir. İleri mertebeden harmonikler ise yerel faktörlerin etkin rol oynadığını göstermektedir. Faz açısı (ϕ_i), incelenen harmoniğin en büyük veya en düşük değerlerinin gözlemlendiği ayı belirtmektedir (Aslan ve diğ., 1997). Genlik değerleri ve faz açıları, farklı bölgeleri ve geçiş zonlarını tanımlamaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye’de seçilmiş istasyonlar için farklı uzunluktaki dönemlere ait (1926-1990) gözlemlere dayalı aylık ortalama toplam yağış miktarı $R(\text{mm})$, ortalama basınç $P(\text{hPa})$, ve ortalama sıcaklık $T_a(^{\circ}\text{C})$ değerleri analiz edilmiştir.

2.3. ANALİZ

2.3.1. Yağış Analizi

Şekil 2.1(a), ortalama aylık toplam yağış verilerinin birinci harmoniğine (12 aylık) ait genlik değerlerinin değişimini göstermektedir. Büyük ölçekli olayların yağış verilerini önemli ölçüde etkilediği bölgeler, Ege, Doğu Karadeniz ve Doğu Akdeniz Bölgeleri olarak saptanmıştır. Şekil 2.1(a-c) yağış verilerine ait birinci, dördüncü ve altıncı harmoniklerin genlik değerlerinin değişimini göstermektedir. Büyük ve orta ölçekli olayların etkin olduğu bölgeler, Ege, Akdeniz ve Doğu Karadeniz Bölgeleri’dir. Büyük ölçekli olayların önemli rol oynadığı dönemler, Ege ve Akdeniz Bölgeleri’nde Ocak, Batı Karadeniz’de Nisan - Mayıs, Doğu Karadeniz’de ise Ekim ve Kasım ayları olarak belirlenmiştir (Tablo 2.1). Küçük ölçekli olaylar, Güney Anadolu, Akdeniz, Ege, Batı ve Doğu Karadeniz Bölgeleri’nde toplam yağış miktarının değişimi üzerinde önemli rol oynamaktadır.

2.3.2. Basınç Analizi

Basınç verilerinin harmonik analizi sonucunda, özellikle Karadeniz Bölgesi olmak üzere, kıyı bölgelerimizde küçük ölçekli olayların basınç değişimi üzerinde önemli etkisi olduğu saptanmıştır.

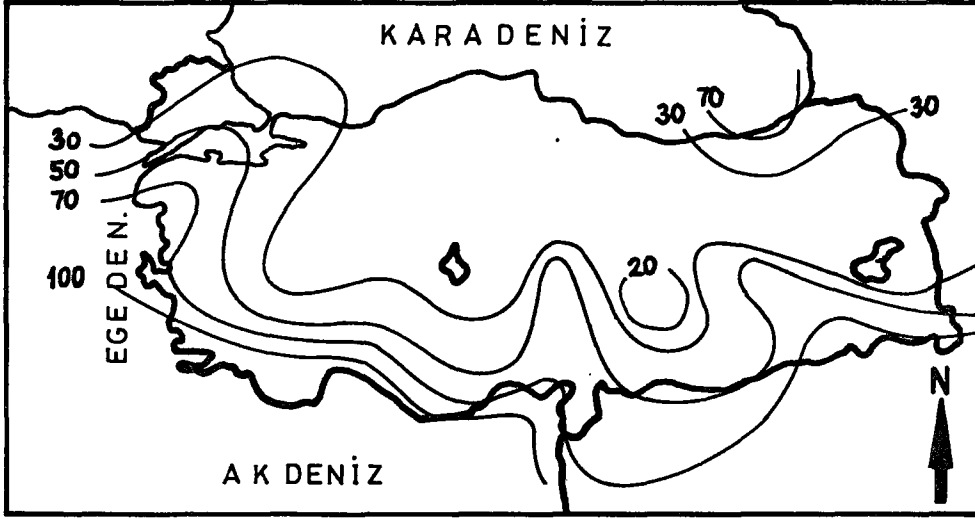
Büyük ölçekli olayların basınç değerlerinin değişimi üzerinde oynadığı rolü gösteren basınç verilerinin birinci harmoniklerinin genlik değişimleri Şekil 2.2(a)'da sunulmaktadır. Akdeniz, Güneydoğu Anadolu, Kuzey Ege ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'ne ait basınç değerlerinin değişimi, büyük ölçekli olaylardan önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu etkiler, İç Anadolu'da Kasım, Aralık, Doğu Anadolu'da Ekim, diğer bölgelerde ise Ocak, Şubat aylarında çok daha belirgin olarak gözlenmektedir (Tablo 2.2).

Küçük ölçekli olayların basınç değişimine etkileri kıyı bölgelerinde daha önemli olup, Tablo 2.2'de sunulan faz değerlerinin analizlerine göre Türkiye genelinde Ocak ayında büyük rol oynamaktadır (Şekil 2.2(b)).

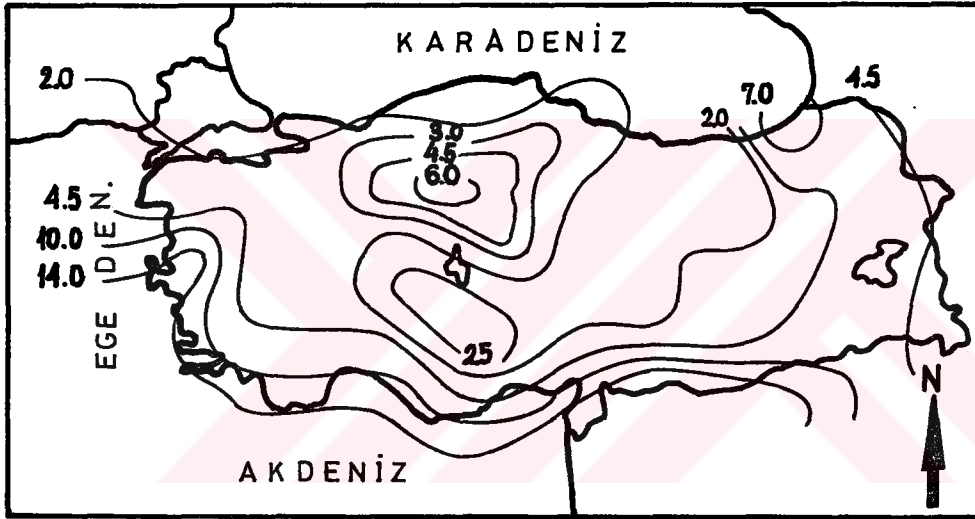
2.3.3. Sıcaklık Analizi

Şekil 2.3'de, sıcaklık verilerinin harmonik analizine ait genlik değerlerinin değişimi sunulmaktadır. Büyük ölçekli olaylar, Güneydoğu, Doğu, İç Anadolu Bölgeleri ve Trakya'da sıcaklık gözlemlerinin değişimi üzerinde kıyı bölgelerine nazaran daha önemli rol oynamaktadır. Bu etkiler, tüm Türkiye'de Temmuz ayında daha belirgin olmaktadır (Tablo 2.3).

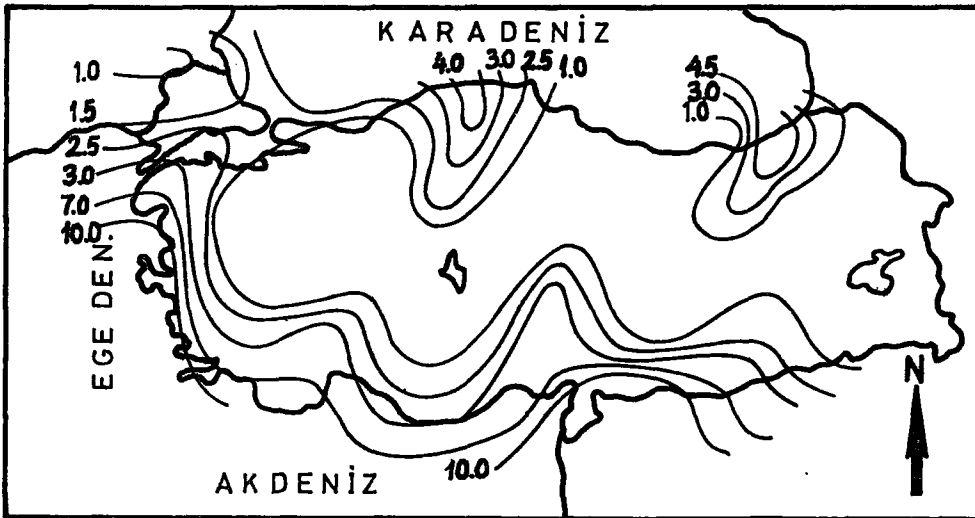
Sıcaklık verilerinin altıncı dereceden harmoniklerine ait genlik değerlerinin analizinden, küçük ölçekli olayların sıcaklık değerlerinin değişimi üzerinde basınç ve yağış verilerinde olduğu kadar etkin rol oynamadığı belirlenmiştir. Orta ölçekli olayların sıcaklık değişimi üzerindeki etkileri, Ocak, Ekim ve Kasım aylarında, küçük ölçekli olayların etkileri ise Ocak ve Kasım aylarında gözlenmektedir.



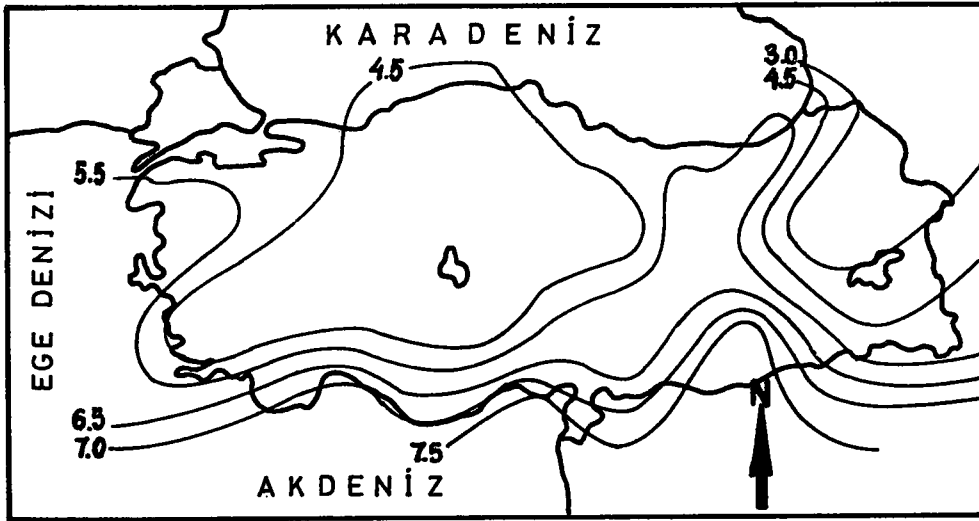
Şekil 2.1 (a). Yağış verilerinin 1. harmoniklerine ait genlik değerleri (mm)



Şekil 2.1(b). Yağış verilerinin 4. harmoniklerine ait genlik değerleri (mm)



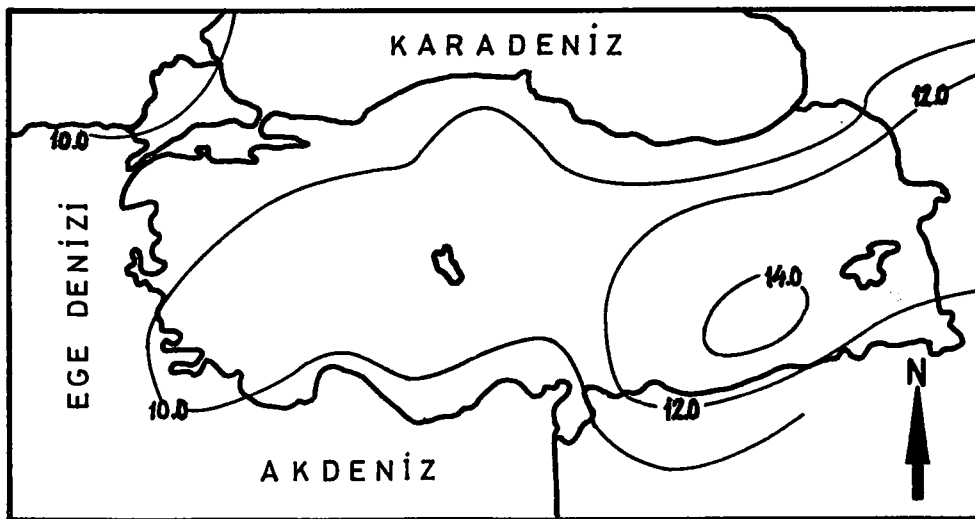
Şekil 2.1(c). Yağış verilerinin 6. harmoniklerine ait genlik değerleri (mm)



Şekil 2.2(a). Basınç verilerinin 1. harmoniklerine ait genlik değerleri (hPa)



Şekil 2.2(b). Basınç verilerinin 6. harmoniklerine ait genlik değerleri (hPa)



Şekil 2.3. Sıcaklık verilerinin 1. harmoniklerine ait genlik değerleri (°C)

2.3.4. Oran Haritaları

Şekil 2.4'de yağış verilerinin ikinci harmonik genliğinin birinci harmonik genliğine oranına (A_2/A_1) ait değerlerin değişimi (oran haritası) sunulmaktadır. Doğu Anadolu'da ikinci harmoniğin (6 aylık sirkülasyonların) önemli rol oynadığı saptanmıştır. En kuvvetli etkiler ($A_2/A_1 > 1$) Erzurum, Erzincan ve Van'da gözlenmektedir. Batı ve Güneydoğu Anadolu'da büyük ölçekli olayların etkili olduğu saptanmıştır.

Şekil 2.5'de basınç verilerine ait oran haritası sunulmaktadır. Türkiye genelinde ikinci harmoniğin basınç verileri üzerindeki etkisinin 1. harmoniğin etkilerine nazaran daha az olduğu gözlenmektedir. Kuvvetli büyük ölçekli olaylar (12 aylık sirkülasyonlar, $A_2/A_1 < 0.25$) daha çok kıyı bölgeler ve Güneydoğu Anadolu'da gözlenmektedir.

Türkiye genelinde sıcaklık genlik oranlarının değişiminde ise, yıllık değişim etkilerinin (büyük ölçekli) önemli olduğu ($A_2/A_1 < 0.015$) gözlenmiştir.

2.3.5. İlk Üç Harmoniğin Katkısı

Mevsimsel değişimlerin analizinde, genellikle ilk üç harmoniğin katkısı gözönüne alınır (Kirkyla ve Hameed, 1989). Bu katkı, ilk üç harmonik genliklerinin karelerinin toplamının altı harmonik genlik değerlerinin kareleri toplamına oranı ile saptanır. Bu oranın 1'e yakın olması, tüm mevsimsel değişimlerin bu ilk üç harmonikle açıklanabileceğini göstermektedir. Küçük oran değerleri, karmaşık yıllık değişimleri ve küçük ölçekli etkilerin varlığını belirler.

Şekil 2.6'da yıllık ortalama toplam yağış miktarının değişiminde ilk üç harmoniğin rolü sunulmaktadır. Tüm Türkiye'de yağış değişiminin büyük ölçekli olaylardan etkilendiği görülmektedir. Orta Karadeniz ve Akdeniz'in Bölgeleri'nin iç kısımlarında bu etkilerin zayıfladığı söylenebilir.

Şekil 2.7, ilk üç harmoniğin basınç verilerinin değişimi üzerindeki önemini göstermektedir. Şekilde iç kısımlarda, bu oran değerlerinin dolayısı ile ilk üç harmoniğin (büyük ölçekli olayların) etkilerinin azaldığı görülmektedir. En düşük etkiler, Bolu, Erzurum, Afyon, Kastamonu, Isparta ve Ankara'da gözlenmiştir. Bu bölgelerde yıllık basınç değişiminin daha karmaşık olduğu ve küçük ölçekli olaylardan etkilendiği söylenebilir. Büyük ölçekli olayların en fazla etkili olduğu bölgelerin başında Güneydoğu Anadolu Bölgesi gelmektedir. Burada oran değerleri 0.80-0.90

Tablo 2.1. Yağış verilerinin 1., 4 ve 6. harmoniklerine ait faz açıları (ay)

İSTASYONLAR	1. Harmonik	4. Harmonik	6. Harmonik
Afyon	2.6	0.6	0.1
Ankara	2.3	11.7	0.0
Antalya	0.8	0.4	0.1
Bursa	0.9	0.2	0.2
Çanakkale	0.8	0.4	1.0
Diyarbakır	1.7	1.3	0.1
Edirne	0.8	0.3	0.1
Elazığ	2.0	1.5	0.8
Erzurum	4.9	10.6	0.5
Gaziantep	1.3	10.6	0.9
İsparta	1.5	0.3	0.0
İstanbul	0.6	0.4	1.0
İzmir	1.0	0.1	0.0
Kastamonu	4.9	0.0	0.0
Kayseri	2.9	0.0	0.0
Kırşehir	2.1	12.0	0.1
Konya	1.9	11.1	0.1
Malatya	2.1	1.2	1.0
Muğla	0.9	0.2	0.0
Rize	10.7	0.0	1.0
Samsun	0.3	0.5	0.8
Siirt	1.8	1.3	0.7
Sivas	2.5	11.0	0.8
Trabzon	11.4	1.1	0.1
Urfa	1.4	0.9	0.9
Van	2.0	1.4	0.1

Tablo 2.2. Basınç verilerinin 1., 4 ve 6. harmoniklerine ait faz açıları (ay)

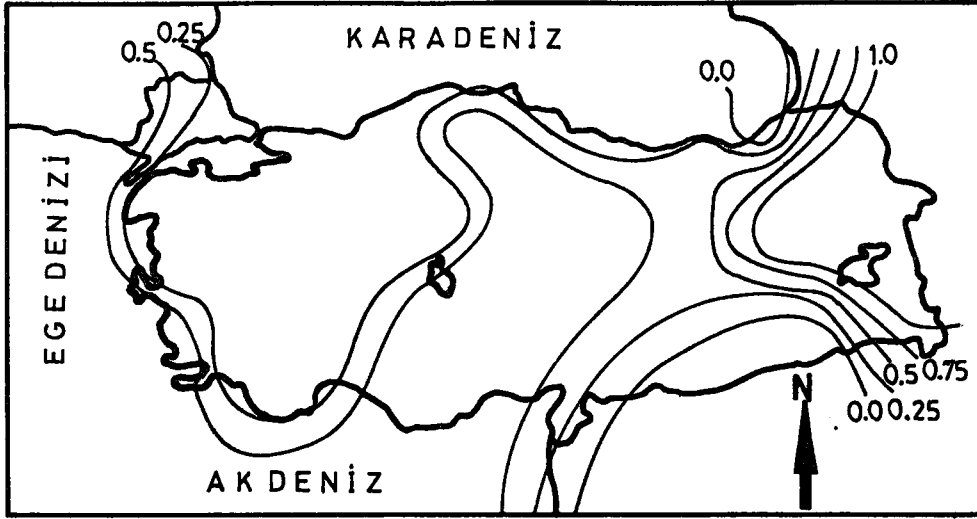
İSTASYONLAR	1. Harmonik	4. Harmonik	6. Harmonik
Adana	0.7	0.5	0.5
Afyon	11.4	0.4	0.5
Ankara	11.7	0.5	0.5
Antalya	0.7	0.5	0.5
Bolu	11.5	0.5	0.5
Bursa	0.2	0.5	0.5
Çanakkale	0.2	0.5	0.5
Diyarbakır	0.6	0.5	0.5
Edirne	0.1	0.5	0.5
Elazığ	0.2	0.5	0.5
Erzurum	10.9	0.5	0.5
Gaziantep	0.4	0.5	0.5
İstanbul	0.2	0.5	0.5
İzmir	0.5	0.5	0.5
Kastamonu	11.5	0.5	0.5
Kayseri	11.8	0.5	0.5
Kırşehir	11.7	0.5	0.5
Konya	11.7	0.5	0.5
Malatya	0.3	0.5	0.5
Muğla	0.2	0.5	0.5
Rize	0.4	0.5	0.5
Samsun	0.3	0.5	0.5
Sivas	11.5	0.5	0.5
Trabzon	0.2	0.5	0.5
Urfa	0.6	0.5	0.5
Van	11.6	0.5	0.5

Tablo 2.3. Sıcaklık verilerinin 1., 4. ve 6. harmoniklerine ait faz açıları (ay)

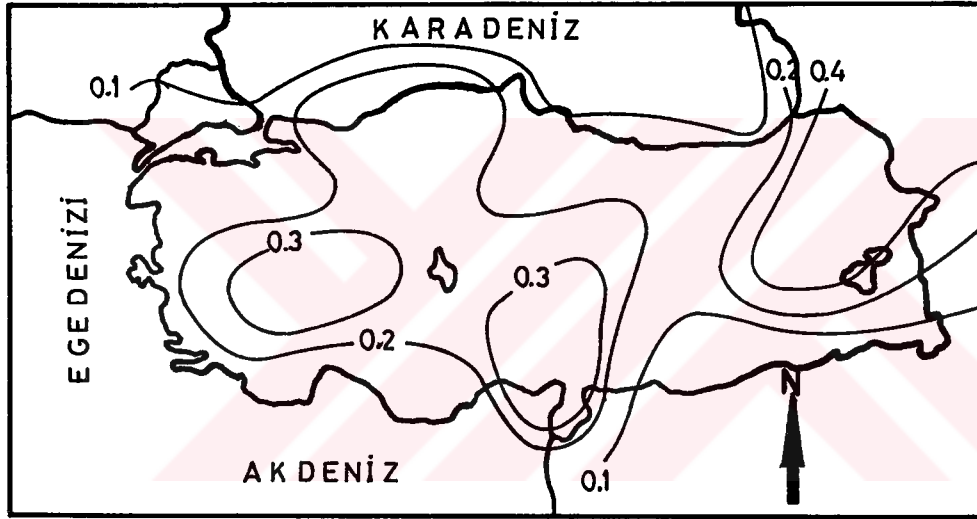
İSTASYONLAR	1. Harmonik	4. Harmonik	6. Harmonik
Adana	7.4	10.7	0.4
Afyon	7.2	10.8	0.5
Akhisar	7.3	0.6	0.0
Ankara	7.2	10.6	0.5
Antalya	7.4	1.0	0.6
Balıkesir	7.3	0.6	0.0
Bandırma	7.4	0.6	0.0
Bolu	7.3	10.9	0.0
Bursa	7.3	11.0	0.0
Çanakkale	7.4	11.0	0.0
Çankırı	7.1	1.3	0.1
Dikili	7.4	0.7	1.0
Diyarbakır	7.3	1.0	0.1
Edirne	7.2	11.0	0.5
Elazığ	7.3	1.3	0.0
Erzincan	7.2	10.6	12.0
Erzurum	7.3	10.6	12.0
Eskişehir	7.2	0.8	11.2
Gaziantep	7.3	1.5	0.0
Gölcük	7.4	0.4	0.1
Isparta	7.3	1.5	0.0
İnebolu	7.3	0.4	1.0
İstanbul	7.5	10.8	0.0
İzmir	7.4	10.8	0.1
Kastamonu	7.2	10.9	0.2
Kayseri	7.1	1.5	12.0
Kırşehir	7.2	1.3	12.0
Konya	7.2	1.4	0.0
Malatya	7.2	1.1	11.0
Merzifon	7.2	0.8	11.5
Muğla	7.4	11.1	0.0
Rize	7.6	10.8	0.9
Samsun	7.6	11.0	0.2
Siirt	7.3	1.1	0.0
Sinop	7.7	0.6	0.0
Sivas	7.2	10.6	12.0
Tekirdağ	7.6	0.2	0.0
Trabzon	7.7	11.1	0.1
Urfa	7.3	1.3	0.9
Uşak	7.3	0.6	0.0
Van	7.3	1.2	11.0
Zonguldak	7.5	0.5	0.0

arasında değişmektedir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bu oran 0.85'den fazladır. Doğu Anadolu ve Batı Karadeniz Bölgeleri'nde oran değerleri düşerek, 0.40-0.50 arasında değişim göstermektedir.

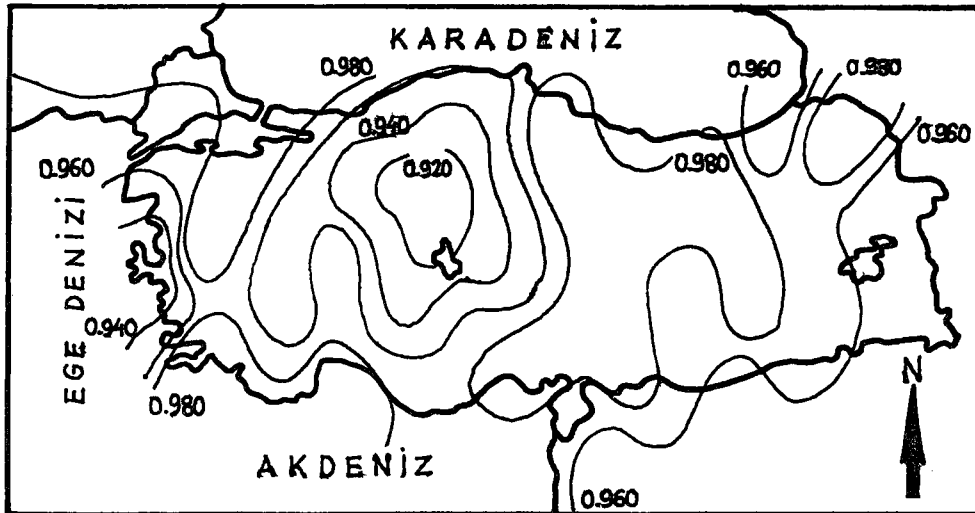
Benzer yöntemle yapılan sıcaklık analizlerine göre, Türkiye genelinde yıllık ortalama sıcaklık değişiminin %95'i ilk üç harmonik ile (büyük ve orta ölçekli olaylarla) açıklanabilmektedir.



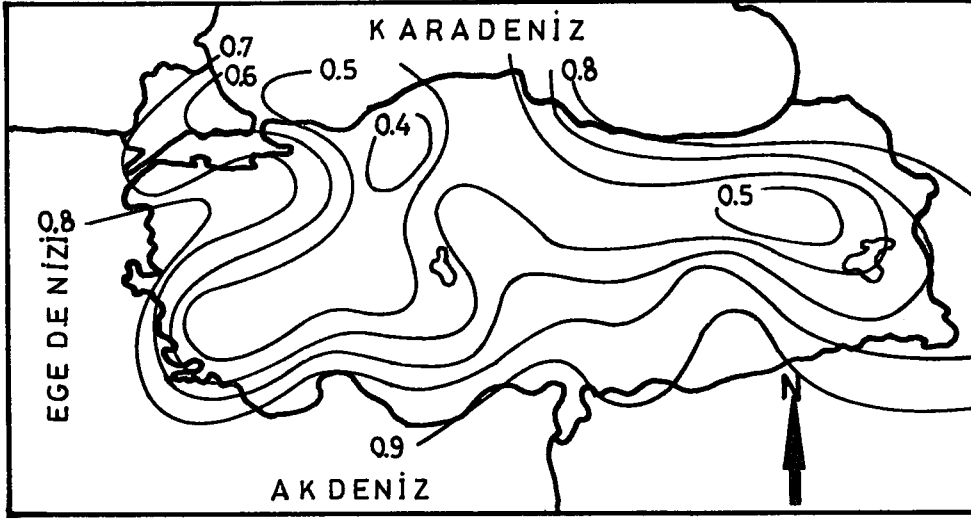
Şekil 2.4. Yağış verilerine ait oran (A_2/A_1) haritası



Şekil 2.5. Basınç verilerine ait oran (A_2/A_1) haritası



Şekil 2.6. Yıllık yağış miktarının değişiminde ilk üç harmoniğin rolü



Şekil 2.7. Yıllık basınç değerlerinin değişiminde ilk üç harmoniğin rolü

2.4. SONUÇLAR

Çalışmanın bu bölümünde büyük ölçekli olayların, basınç, yağış ve sıcaklık değerlerinin değişimi üzerindeki etkilerinde sinoptik olayların rolü ve etki dönemleri saptanmıştır. Bölgesel topoğrafik ve atmosferik yapı ile ilişkili olan lokal değişimler yani küçük ölçekli olayların etkileri, yüksek mertebeden harmoniklerin günlük değerlerindeki değişimlerle açıklanmıştır.

Karmaşık topoğrafik yapı ve kara-deniz etkileşimi, Türkiye'nin yağış, basınç ve sıcaklık değerlerinin klimatolojik değişimini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu üç parametre, yerel ve bölgesel faktörlerden etkilenmektedir. Aylık ortalama meteorolojik verilerin harmonik analizi, uzun ve kısa dönem değişimleri (büyük ve küçük ölçekli sirkülasyonları) göstermektedir. Bölgesel karakterler, mevsimsel değişim analizleri ile belirlenebilir. Bölgeler, yıllık (12 aylık) ve yarı yıllık (6 aylık) salınımların etkin olup olmayışına göre birbirinden ayırılabilir.

Bu analizler, farklı yağış, basınç ve sıcaklık rejimlerinin ve geçiş zonlarının ayırt edilmesine olanak verir. Yerel ve büyük ölçekli olaylar ve bazı olağan dışı mevsimsel yapılar saptanabilir. Yıllık salınımların, yağış değişimleri üzerindeki etkili olduğu bölgeler Doğu Karadeniz ve Batı Anadolu kıyı şeridi olarak saptanmıştır. Kadioğlu ve diğ. (1999) tarafından yapılan çalışmada vurgulandığı gibi Doğu Karadeniz'deki yağış rejimi orografik yağışlarla, kıyı bölgelerimizde ise cephesel (siklonik) ve genel sirkülasyon ile ilişkilendirilebilir. Türkiye'nin doğusunda altı aylık

salınımlar hakimdir. Kadioğlu ve diğ. (1999) tarafından yapılan çalışmada da 6 aylık salınımların Türkiye'nin doğusundan batısına doğru azalan bir bölgesel değişim gösterdiği belirtilmektedir. Bu yapı Türkiye'nin doğusundaki karasal konvektif yağış yapısı ile ilişkilendirilebilir. Diğer bir değişle yağış verilerinin birinci dereceden harmonikleri Doğu Karadeniz, Güney ve Batı Anadolu'da büyük değerler gösterirken, Türkiye'nin doğusunda ikinci dereceden harmoniklerin genlikleri daha yüksektir. Türkiye'nin kıyı bölgelerinde, basınç değişimlerinde çoğunlukla kuvvetli yıllık salınımlar söz konusudur. İlk üç harmonik Türkiye'de İç Anadolu Bölgesi hariç, yağış verileri üzerinde önemli rol oynar. Büyük ölçekli olaylar, basınç değerlerinin değişimi üzerinde Güneydoğu Anadolu bölgesinde etkin rol oynamaktadır.

Doğu ve Güney Anadolu'daki sıcaklık verileri, çoğunlukla yıllık salınımlardan (büyük ölçekli olaylardan) etkilenmektedir. Hızla gelişen büyük şehirlerde yerel ısınma etkileri, ısı adalarının oluşumuna (küçük ölçekli değişimlere) neden olmaktadır (Tarleton ve Katz, 1994). Bu tür yerel etkiler, Türkiye'nin batısında gözlenmektedir. Harmoniklerin faz açıları yıllık veya 6 aylık sirkülasyonların en yüksek veya en düşük derecede etkili olduğu ayı göstermektedir.

Analizler, özellikle Türkiye'nin Batı ve Güney Bölgeleri'ndeki yağış miktarı değişiminde büyük ölçekli olayların etkin rolünü göstermektedir.

BÖLÜM 3

YÜZEY SICAKLIK DAĞILIMI VE ISI AKILARININ ANALİZİ

Yüzey ısı akıları konusu, yüzey tabakanın, dolayısı ile atmosferik sınır tabakanın ortalama profillerinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Akı değerlerinin bilinmesi, kısa süreli tahmin çalışmalarında ve atmosferik sınır tabaka parametrelerinin saptanmasında gereklidir. Akılarla ilgili parametreler, atmosferik sınır tabakasının yüksekliğinin değişimi, hava kirliliği ve okyanus dalga modelleri ile ilgili çalışmalarda girdi parametreleri olarak gözönüne alınır. Carlson ve diğ. (1981) tarafından yapılan çalışmada, Los Angeles ve St. Louis'in (iki şehirsal bölge) birkaç kilometre ötesindeki ormanlık alanların (NDVI bölgeleri), yüzey sıcaklığının önemli ölçüde düşük olduğu saptanmıştır. Yoğun yerleşim bölgelerinin düşük bitki örtüsüne sahip, yüzey nemi, buharlaşma gizli ısı akıları (LH) düşük, buna karşılık uydu IR bant bölgesindeki sıcaklık ölçümleri ve bununla ilişkili türbülanslı gizli ısı akısı (SH) değerlerinin büyük olduğu görülmektedir. Gallo ve diğ. (1993) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, şehirsal bölgelerde NDVI'ların düşük, yüzey sıcaklıklarının yüksek, kırsal bölgelerde tam tersi olduğu yani NDVI ile yüzey sıcaklığı arasında ters bir ilişkinin var olduğu vurgulanmaktadır. Bu da direk yüzey özelliklerinden etkilenen türbülanslı ve buharlaşma gizli ısı akılarının miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Şehirsal alanların yüzey özelliklerinde tipik olarak, türbülanslı gizli ısı akısı, buharlaşma gizli ısı akısından daha büyük, kırsal alanların yüzey özelliklerinde ise buharlaşma gizli ısı akısından daha küçük türbülanslı ısı akısı sergilenmektedir. Isı akıları ve NDVI arasındaki ilişkiye dayalı olarak bu iki değişkenden herhangi birinin farklı bölgelerde gösterdiği değişimle ilgili bulgular, yüzey özelliklerinin (yüzeyden olan buharlaşma, yüzeyin ısı tutma kapasitesi) belirlenmesinde gösterge olarak gözönüne alınmaktadır.

Deneysel çalışmalar ve modellemelerde yüzeydeki momentum, türbülanslı ısı akıları ve buharlaşma gizli ısı akıları, rutin olarak ölçülen meteorolojik parametrelerden hesaplanmaktadır (Holtslag ve De Burin, 1988). Monin Obukhov (M-O) Teorisi'ne dayalı olarak hava kirliliği, hidroloji ve rüzgar enerjisi alanlarında atmosfer kararsızlığının sınıflanması ile ilgili çalışmalara bir yaklaşım getirilebilmektedir. Akılarla ilgili araştırmalar, kısa vade hava tahmin modellerine temel oluşturmaktadır (Holtslag ve Van Ulden, 1983). Yüzey akıları, bitki örtüsü, toprak tipi ve nemi, kar örtüsü, drenajı vb. parametrelere bağlıdır.

Bu bölümün ilk yarısında Türkiye'de 1994 yılına ait yüzey sıcaklığı değerlerinin aylık ortalama değişimleri incelenmiştir. Bölümün ikinci yarısında 1987 ve 1988 yılları için Türkiye genelinde aylık ortalama ısı akısı değerleri gözönüne alınarak, bölgesel değişimleri yorumlanmıştır. Ayrıca İstanbul (Kandilli) için 1994 yılına ait aylık ortalama ısı akısı değerlerinin yıllık değişimleri incelenmiştir. Bu çalışma bölgenin mevcut durum etüdü açısından önemlidir. Burada elde edilen sonuçlar, yeni verilerle yapılacak çalışmalarda şehirleşme ve bitki örtüsü değişimi konularının incelenmesinde baz alınabilir.

3.1. VERİ VE YÖNTEM

3.1.1. Kullanılan Veriler

Yüzey sıcaklığı analizinde kullanılan NOAA-AVHRR uydu verileri, ICTP (Trieste), Atmosfer Fiziği ve Bilgisayar Laboratuvarı olanakları ile NOAA/NASA ve COLA veri arşivlerinden sağlanmıştır. GRADS (Grid Analysis and Display System) veri işleme programı yardımı ile 1994 yılı için Ocak-Aralık aylarına ait aylık ortalama yüzey sıcaklığı analizleri yapılmıştır.

GRADS, yeryüzüne ait verilerin analizi ve gösterimi için yaygın olarak kullanılan bir kullanım programıdır. Bilinen UNIX iş istasyonlarında ve DOS işletim sistemli PC'lerde kullanılır. Bu program, veri girişi ve yönlendirme için bir bütünlük sağlayarak dört boyutlu veri modelini işleyebilmektedir. Bu boyutlar genellikle enlem, boylam, seviye (yükseklik) ve zamandır. Her bir veri grubu, bir veri tanımlama dosyasının kullanımı ile bu 4 boyutlu uzayda yer alır. Dosya içindeki verilerin gösterimi genellikle 'binary' formatındadır. Her bir veri topluluğu 4 boyutlu veri uzayında yerleştirildiğinden, farklı

veri gruplarının karşılaştırılması çok kolaylaşmaktadır. 4 boyutlu veri modeli perspektifinde girilen veriler, kullanıcı tarafından bu 4 boyutlu uzayın bir alt grubu olarak tanımlanabilir ve veri girişi, gösterimi bu alt grup içinde yapılabilir. İşlemler de FORTRAN komutlarından yararlanılır. Ayrıca kullanıcılar herhangi bir programlama dilinde yazılmış fonksiyonlarını programa ekleme olanağına sahiptir. Diğer bir deyişle, büyük miktardaki veriler üzerinde kompleks işlemler yapılabilir. İşlenen veriler, satır, sütun, tarama noktaları, kontur, rüzgar vektörü, grid kutusu, istasyon model noktaları gibi çeşitli grafik çıkış seçeneklerinden birisi ile gösterilebilir (internet web site: <http://grads.iges.org/>).

Bu bölümde ayrıca 1987-1988 yılları için, Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF/European Center for Medium-Range Weather Forecast), NASA (National Aeronautics and Space Administration), GDAAC (Goddard Distributed Active Archive Center) arşiv verilerine dayalı olarak tüm Türkiye için aylık ortalama ısı akısı değerlerinin yerel ve zamansal değişimleri incelenmiştir. Veriler, birer derecelik enlem/boylam yersel çözünürlüğe sahip, eşit açılı grid noktalarındaki 12.00 GMT değerleridir. Verilerin işlenmesinde Winsurf paket programı kullanılmıştır.

Isı akılarının aylık değişimi ile ilgili olarak, BÜ Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Meteoroloji Laboratuvarı 1994 yılına ait yüzey verileri kullanılmıştır. Yer seviyesinden 2 m ve 10 m yukarıda gözlenen 10 dakikalık ortalama sıcaklık, nem ve rüzgar şiddeti ölçüm değerleri gözönüne alınarak, türbülanslı gizli ısı akısı (SH) değerleri hesaplanmıştır (Latif, 1993).

3.1.2. Yöntem

Çalışmanın teorik bölümünde, Kandilli için saptanması gereken parametreler arasında öncelikle pürüzlülük yüksekliğinin (z_0) belirlenmesi gerekmektedir. Burada 30° ’lık açılarla incelenen 12 sektördeki pürüzlülük parametresinin ortalama değerleri kullanılmıştır. Bu aşamada, Wieringa (1981) tarafından verilen farklı yüzey karakteristikleri için sınıflandırılmış z_0 değerlerinden yararlanılmış ve $z_0=0.30$ m olarak alınmıştır (Kandilli Isı Akısı Projesi, 1993). Atmosferik yüzey tabakadaki model çalışmalarında türbülanslı gizli ısı aşağıdaki bağıntı yardımı ile hesaplanır (Yaglom, 1977):

$$- SH / \rho C_p u_* = \theta_* \quad (3.1)$$

Burada,

u_* : sürtünme hızı (m/s)

θ_* : sıcaklık ölçeği (K)

ρ : hava yoğunluğu (kg/m³)

C_p : sabit basınçta özgül ısı (J/kg °C)

değerleridir. u_* ve θ_* , ısı akısı profili eşitliklerinden hesaplanabilir (Dyer, 1974 ve Paulson, 1970).

$$u_* = k u_2 / [\ln (z_2/z_0) - \Psi_M (z_2/L) + \Psi_M (z_0/L)] \quad (3.2)$$

$$\theta_* = k (\theta_2 - \theta_1) / [\ln (z_2/z_1) - \Psi_{SH} (z_2/L) + \Psi_{SH} (z_1/L)] \quad (3.3)$$

Burada,

z_0 : yüzey pürüzlülük parametresi (m)

u_2 : rüzgar şiddeti (m/s)

θ_1, θ_2 : iki seviyede ölçülen potansiyel sıcaklık (°C)

k : Von Karman sabiti ($k=0.4$)

L : Monin - Obukhov kararlılık parametresi (m)

Ψ_M ve Ψ_{SH} kararsızlık fonksiyonlarıdır. L , Monin Obukhov uzunluğu,

$$L = T_a u_*^2 / kg\theta_* \quad (3.4)$$

bağıntısı ile hesaplanabilmektedir. Burada,

g : yerçekimi ivmesi (m/s²)

T_a : hava sıcaklığı (°C)'dir.

Kararlı atmosferik tabakalaşma için $L > 0$, kararsız koşullarda ise $L < 0$ 'dır. Bu çalışmada, saatlik ısı akısı hesaplarında M-O uzunluğunun saptanabilmesi için bir başlangıç L değeri gözönüne alınmıştır. Kararlı günler için $L = 36$ m, kararsız tabakalaşma durumunda ise $L = -36$ m başlangıç değerinden hareketle yukarıdaki eşitlikler kullanılarak yapılan iteratif hesaplamalar sonucunda L 'nin aktüel değerine yaklaşılmıştır. En çok üç adımdan sonra L değerleri arasındaki fark %15'den küçük olup, bu L değeri gözönüne alınarak ısı akıları hesaplanmıştır. Kararlılık analizinde iki seviye arasındaki sıcaklık gradyanı incelenmiştir. Yukarıdaki eşitliklerde sözü edilen fonksiyonlar, kararsız koşullar için aşağıdaki bağıntılara dayalı olarak hesaplanmıştır (Paulson, 1970; Dyer, 1974) :

$$\Psi_M = 2 \ln [(1+x)/2] + \ln [(1+x^2)/2] - 2 \tan^{-1}(x) + \pi/2 \quad (3.5)$$

$$\Psi_{SH} = 2 \ln [(1+x^2)/2] \quad (3.6)$$

$$x = [1 - 16 (z/L)]^{1/4} \quad (3.7)$$

Kararlı atmosfer koşullarında Webb (1970) tarafından önerilen

$$\Psi_M = \Psi_{SH} = -5 / (z/L) \quad (3.8)$$

bağıntısı ile Hotslag ve De Bruin (1988) tarafından önerilen,

$$\Psi_{SH} = -a (z/L) - [(z/L) - (c/d)] \exp [-d (z/L)] - bc/d \quad (3.9)$$

bağıntısı kullanılmıştır. Burada,

$\Psi_M = \Psi_{SH}$ olup, $a = 0.7$, $b = 0.75$, $c = 5$ ve $d = 0.35$ olarak alınmıştır (Ek Program C.3), (Latif, 1993).

3.2. ANALİZ

3.2.1. Yüzey Sıcaklık Dağılımının Analizi

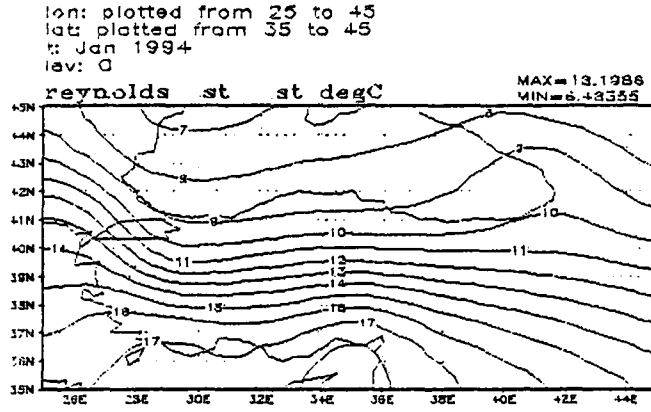
Yüzey sıcaklığı, yüzeye yakın hava sıcaklığından farklıdır. Bir bölgedeki yüzey sıcaklığını yüzey enerji dengesi belirler. Yüzey enerji dengesi, radyasyon dengesine, yüzeye yakın atmosferle, yüzey arasındaki alışveriş süreçlerine, yüzeydeki bitki örtüsü varlığına ve tipine, yüzeye yakın toprak tabakasının özelliklerine bağlıdır (Kındap, 1996).

Yüzey sıcaklığının günlük değişimini bitki örtüsü etkiler. Bitki örtüsü, gelen güneş radyasyonunu engelleyici etki yapar. Böylece gün boyunca yüzey sıcaklığı çıplak yüzeye nazaran daha az değişir. Gece yüzeyden yayılan uzundalga radyasyonda bitki örtüsü tarafından engelleneceğinden yüzey daha az soğur (Kındap, 1996).

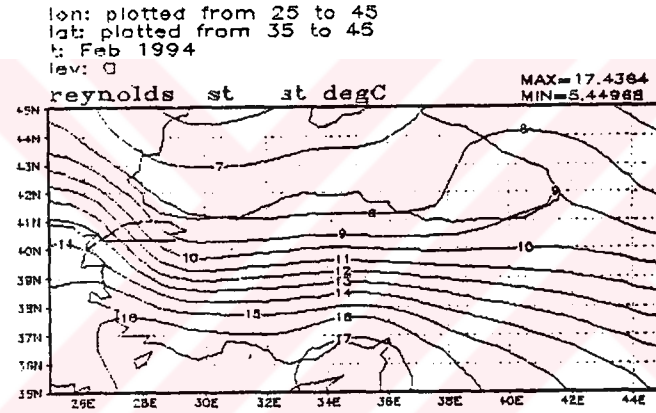
Yüzey sıcaklıkları, NOAA-AVHRR termal IR bant bölgelerinde radyasyon ölçümlerinden ve yüzeyin emisivitesinden (yayma oranına) hesaplanmış aylık ortalama değerler olup NOAA veri arşivlerinden alınmıştır. Doğal yüzeylerin emisivite oranı 0.9-1.0 arasında değişmektedir. Emisivite değerleri yüzeyin tipine bağlıdır.

Şekil 3.1'de 1994 yılı Ocak ayına ait eş yüzey sıcaklık eğrileri sunulmaktadır. Yüksek sıcaklık değerleri 17 - 18°C ile Doğu Akdeniz Bölgesi'nde gözlenmiştir. Orta ve Batı Karadeniz Bölgeleri 8.5 - 9°C ile en düşük yüzey sıcaklık değerine sahip bölgelerdir.

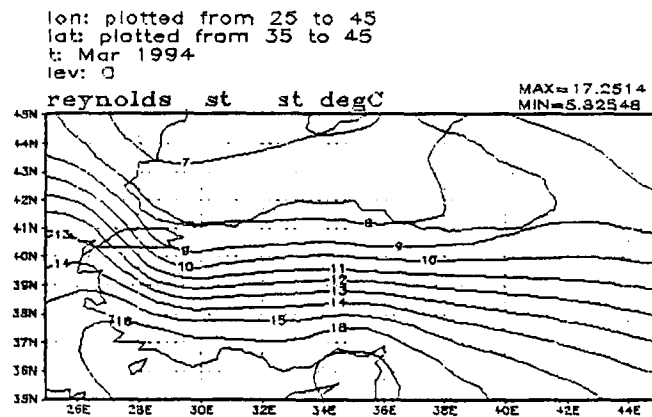
Şubat ayında en düşük ve en yüksek yüzey sıcaklık değerleri 7.5 - 17°C arasında değişmektedir (Şekil 3.2). Mart ayında Karadeniz Bölgesi'nde önemli yüzey sıcaklık değişimi gözlenmiş, güneyden gelen musonun ters oluşu etkisi ile Akdeniz Bölgesi'nde yüzey sıcaklık değerleri 18°C'ye yükselmiştir (Şekil 3.3). Şekil 3.4'de görüldüğü gibi, Nisan ayı sıcaklık değerleri 10.5 - 18.3°C arasında değişmiştir. Mayıs ayında Orta Karadeniz Bölgesi 14.5°C ile en serin, Doğu Akdeniz Bölgesi ise 20.5°C ile en sıcak bölge olmuştur (Şekil 3.5). Şekil 3.6'ya göre, Haziran ayında, 19.8 - 25°C sıcaklık değerleri gözlenmiştir. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında Marmara ve Ege Bölgeleri yüzey sıcaklık değerleri, yaklaşık olarak Orta Karadeniz Bölgesi sıcaklık değerlerine sahip olup, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde en yüksek yüzey sıcaklık değerleri gözlenmiştir (Ek Şekil B.1-B.3). Ekim, Kasım ve Aralık aylarından itibaren Marmara ve Doğu Karadeniz Bölgeleri en düşük yüzey sıcaklık değerlerine sahip bölgeler olmuştur (Ek Şekil B.4-B.6).



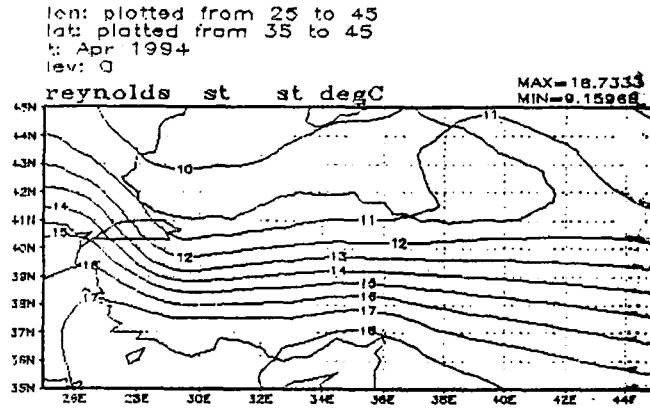
Şekil 3.1. 1994 yılı Ocak ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



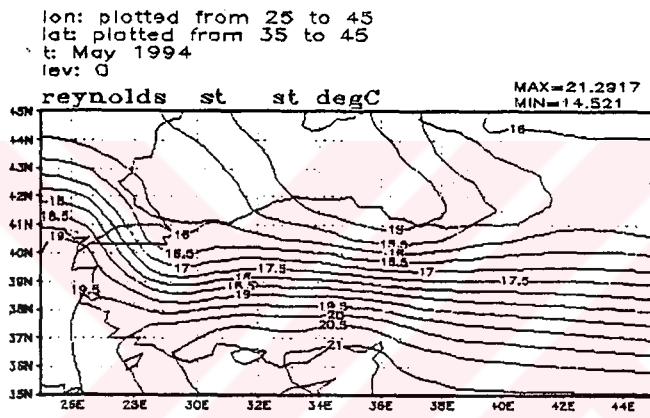
Şekil 3.2. 1994 yılı Şubat ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



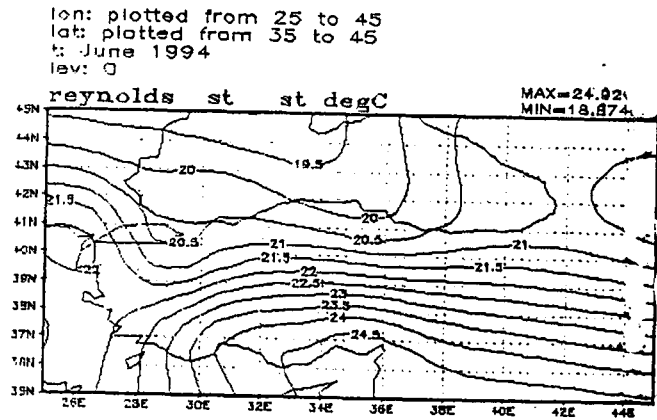
Şekil 3.3. 1994 yılı Mart ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



Şekil 3.4. 1994 yılı Nisan ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



Şekil 3.5. 1994 yılı Mayıs ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



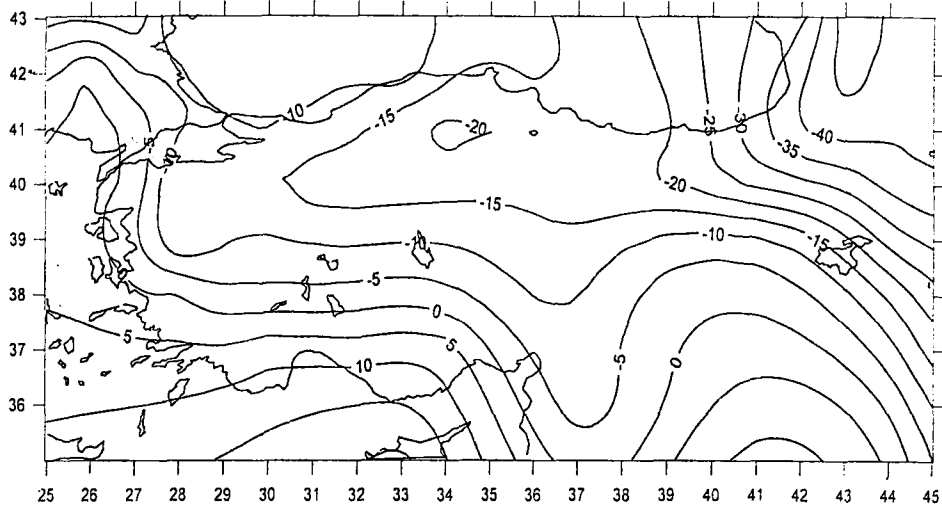
Şekil 3.6. 1994 yılı Haziran ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri

3.2.2. Türkiye Geneline Isı Akılarının Analizi

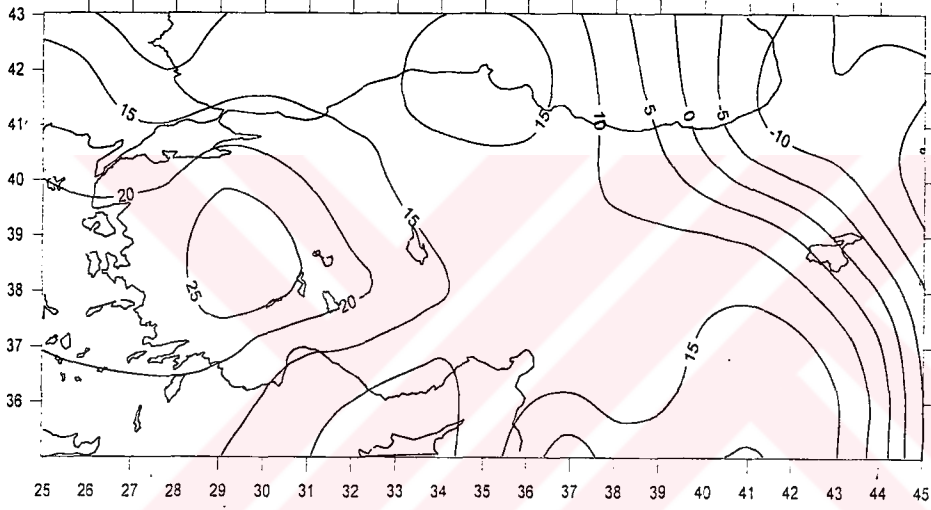
Yüzey üzerinde veya yüzeydeki türbülanslı ısı akısı, yüzeyin veya yüzey üzerindeki havanın sıcaklıkları arasındaki farkdan dolayı meydana gelir. Türbülanslı ısı, daha sıcak yüzeyden daha soğuk havaya taşınır. Ters durumda hava yüzeyden daha sıcaktır (Kındap, 1996).

Şekil (3.7-3.18)'de 1987 yılına ait Türkiye genelindeki ısı akısı (SH) değerlerinin aylık değişim haritaları verilmiştir.

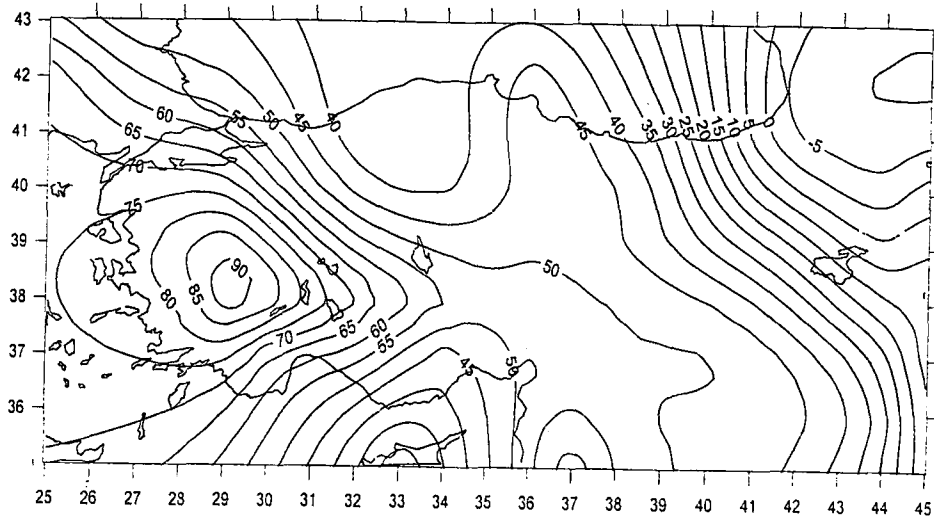
Ocak ayında maksimum ısı akısı değerleri Akdeniz Bölgesi'nde (Antalya, 10 W/m²), minimum değerler ise Doğu ve Orta Karadeniz (Artvin, -38 W/m²) bölgelerinde dir. Şubat ayında maksimum ısı akısı değerleri Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde (Uşak, Afyon, Kütahya civarı), (Uşak, 28 W/m²), minimum ısı akısı değerleri Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Artvin civarında, -11 W/m² olarak saptanmıştır. Mart ayında maksimum SH değerlerinin yerel değişimi şubat ayına benzer bir yapıdadır. Maksimum değerlere İç Ege Bölgesi'nde (Uşak, 91 W/m²), minimum değerlere Doğu Anadolu'nun kuzeyinde (Kars ve civarı, -5 W/m²) ve Doğu Karadeniz'de rastlanmaktadır. Nisan ayında maksimum değerler Marmara Bölgesi'nin güneyinde (Balıkesir, 68 W/m²), minimum değerler ise Kars (1 W/m²) ve Artvin dolaylarında olup, Mayıs ayında ise maksimum değerler Balıkesir civarında (43 W/m²), minimum değerler Kars (-12 W/m²) ve Artvin civarındadır. Haziran ayında maksimum değerler İç Ege'de Uşak civarı (120 W/m²) ile Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda Hatay civarındadır (120 W/m²). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde de ısı akısı değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Haziran ayının minimum ısı akısı Kars da görülmektedir (-6 W/m²). Temmuz ayında maksimum değerler yine İç Ege Bölgesi'nde (Uşak 222 W/m²) ve Marmara'nın güneyinde olup İç Anadolu Bölgesi de yüksek ısı akısı değerlerine sahiptir. Minimum değerler ise Artvin (35 W/m²) ve Kars (40 W/m²) civarındadır. Ağustos ayı maksimum ısı akısı değerlerinin Balıkesir (200 W/m²) dolaylarında, İç Ege ve Orta Karadeniz'de, minimum değerlerinin ise Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (Artvin, 50 W/m²) ve Kars yöresindedir. Eylül ve Ekim aylarında maksimum değerler İç Ege Bölgesi'ndedir. Eylül ayında Marmara'nın güneyi, Orta ve Batı Karadeniz Bölgeleri ise yüksek ısı akısı değerlerine sahiptir. Eylül ayı maksimum ısı akısı değeri Balıkesir ve Uşak'da 125, Ekim ayının maksimum değeri ise Balıkesir'de 77 W/m² dir.



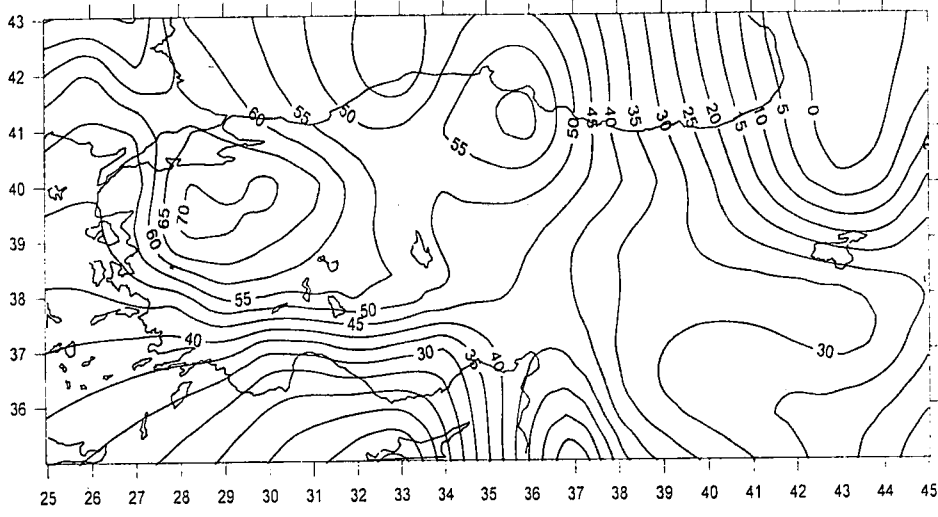
Şekil 3.7. 1987 yılı Ocak ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



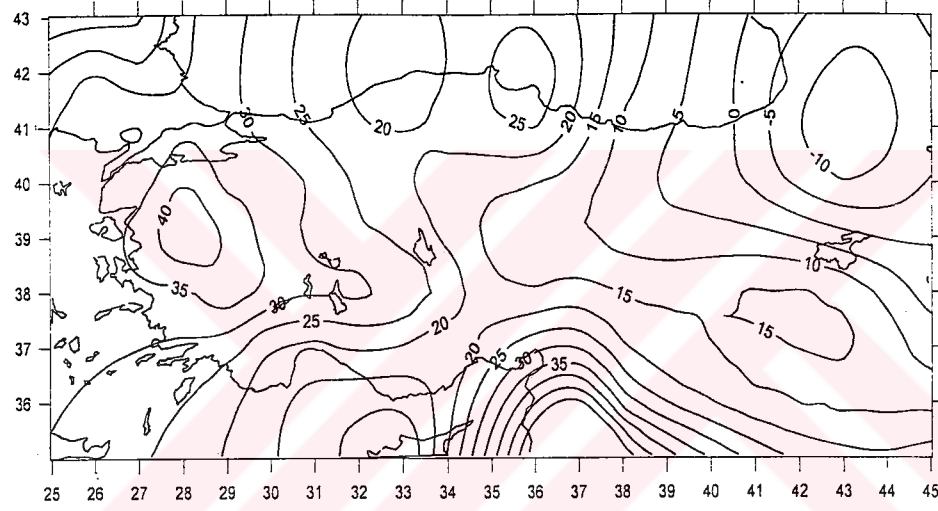
Şekil 3.8. 1987 yılı Şubat ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



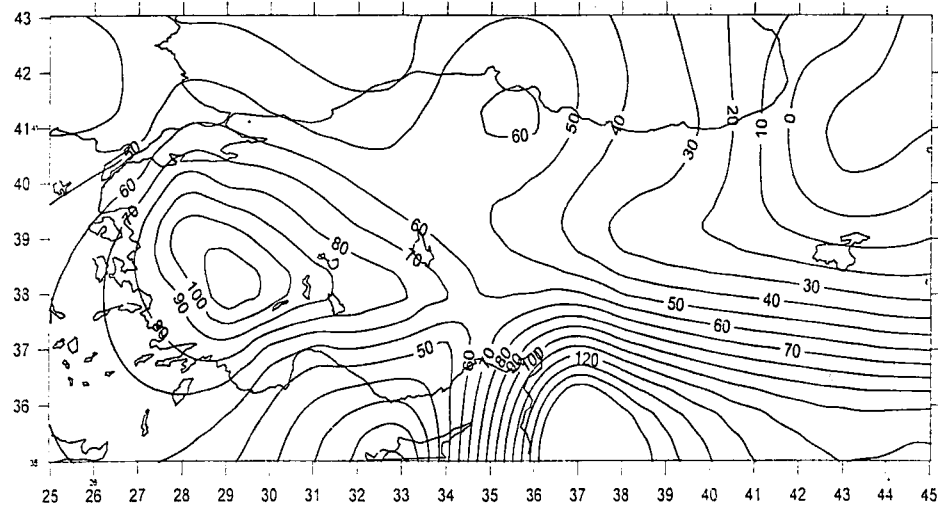
Şekil 3.9. 1987 yılı Mart ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



Şekil 3.10. 1987 yılı Nisan ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



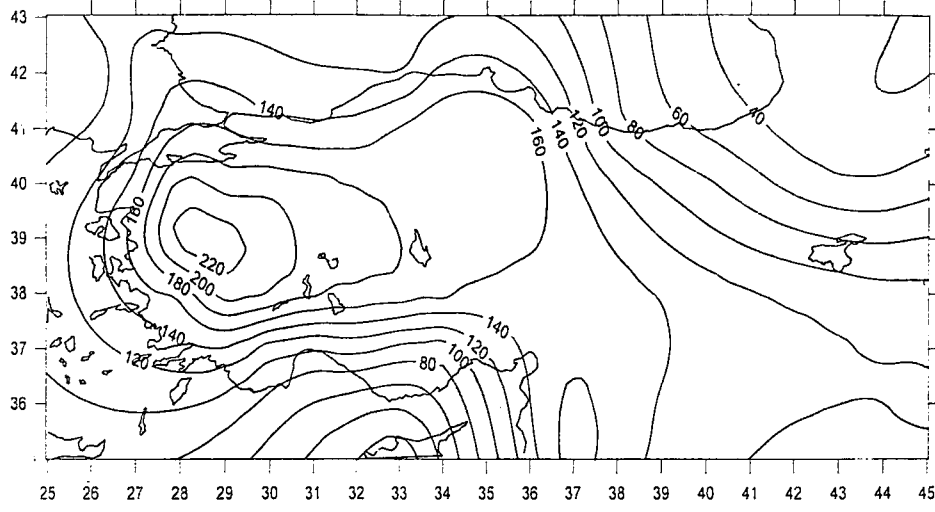
Şekil 3.11. 1987 yılı Mayıs ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



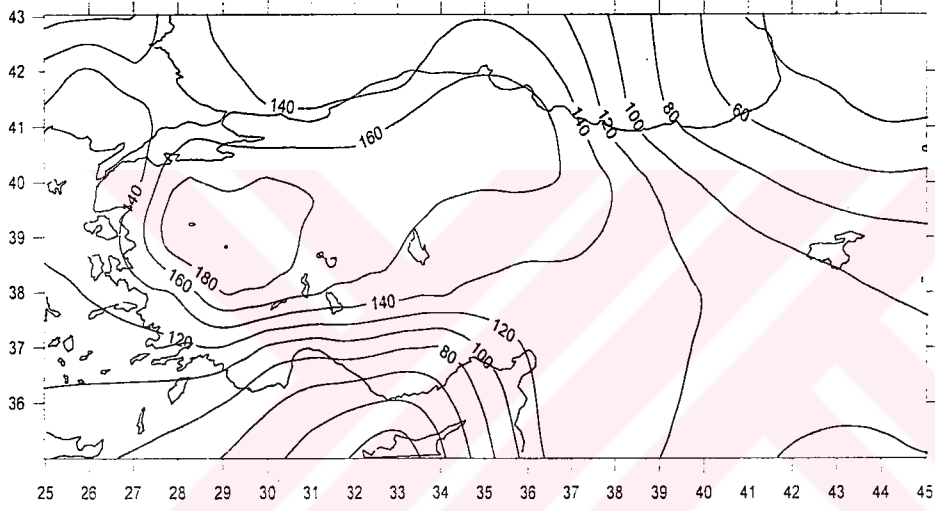
Şekil 3.12. 1987 yılı Haziran ayı ısı akısı değerlerinin değişimi

Minimum değerler eylül ayında Kars (42 W/m^2), ekim ayında ise Artvin (17 W/m^2) ve civarında gözlenmektedir. Kasım ayında Marmara'nın güneyi ve İç Ege Bölgeleri maksimum değerlerin (Uşak, 28 W/m^2) olduğu bölgelerdir. Minimum akı değerleri ise Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu'nun kuzeyinde (Kars, -13 W/m^2) gözlenmektedir. Aralık ayında, Marmara Bölgesi'nin güneybatı ve güneyinde (Çanakkale, 15 W/m^2) ve Ege Bölgesi'nde en yüksek ısı akısı değerlerine rastlanmakta olup, Akdeniz Bölgesi'de yüksek değerlere sahiptir. Minimum ısı akısı değerleri de diğer aylara benzer olarak Kars (-17 W/m^2) ve Artvin civarındadır.

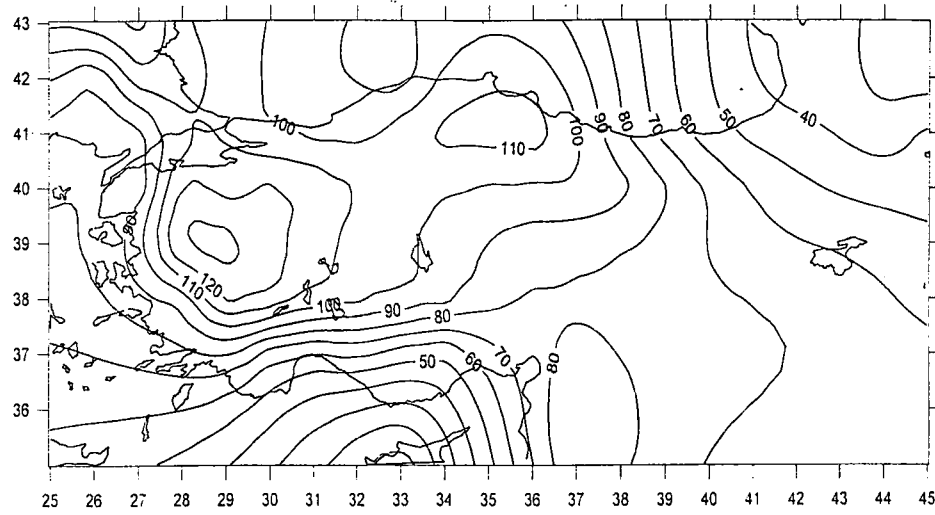
Şekil (3.19-3.30)'de 1988 yılına ait Türkiye genelindeki türbülanslı ısı akısı (SH) değerlerinin aylık değişim haritaları sunulmuştur. Ocak ayında maksimum ısı akısı değerleri Doğu Akdeniz Bölgesi (Hatay, 13 W/m^2) ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, minimum değerler ise Doğu Anadolu (Kars, -18 W/m^2), Doğu ve Orta Karadeniz Bölgeleri'ndedir. Şubat ayında maksimum ısı akısı değerleri Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde (Afyon, Kütahya, Uşak civarı), (Afyon ve Kütahya, 23 W/m^2), minimum ısı akısı değerleri Artvin ve Kars çevresindedir (-15 W/m^2). Mart ayında maksimum ısı akısı değerleri İç Anadolu'nun batısı (Eskişehir, 37 W/m^2) ve İç Ege Bölgesi ile Batı Akdeniz Bölgesi'nde olup, minimum değerler Doğu Anadolu'nun kuzeyinde ve Doğu Karadeniz'dedir (Kars ve Artvin, -15 W/m^2). Nisan ayında maksimum değerler Marmara Bölgesi'nde, özellikle Trakya'da (Edirne, 48 W/m^2) olmakla birlikte, İç Ege ve Orta Karadeniz Bölgeleri'de yüksek ısı akısı değerlerine sahiptir. Minimum değerler ise Kars (-12 W/m^2) ve Artvin dolaylarındadır. Mayıs ayında maksimum değerler Trakya'da (Edirne, 38 W/m^2) görülmekte olup, İç Ege ve Orta Karadeniz Bölgeleri de yüksek ısı akısı değerlerine sahiptir. Minimum ısı akısı değerleri Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (Diyarbakır, Mardin, 7 W/m^2), Artvin'de ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde görülmektedir. Haziran ayında maksimum değerler Adeniz Bölgesi'nde (Hatay, 140 W/m^2) ve İç Ege Bölgesi'ndedir. Minimum değerler ise Kars (14 W/m^2) ve civarında kaydedilmiştir. Temmuz ayında maksimum değerler İç Ege Bölgesi'nde (Uşak 235 W/m^2), İç Anadolu ve Marmara Bölgesi'nin güneyinde, minimum değerlerin ise Kars (30 W/m^2) ve Artvin (32 W/m^2) dolaylarındadır. Ağustos ayında, Temmuz ayında olduğu gibi maksimum ısı akısı değerleri İç Ege (Uşak 210 W/m^2), Orta Karadeniz ve İç Anadolu Bölgeleri'nde minimum



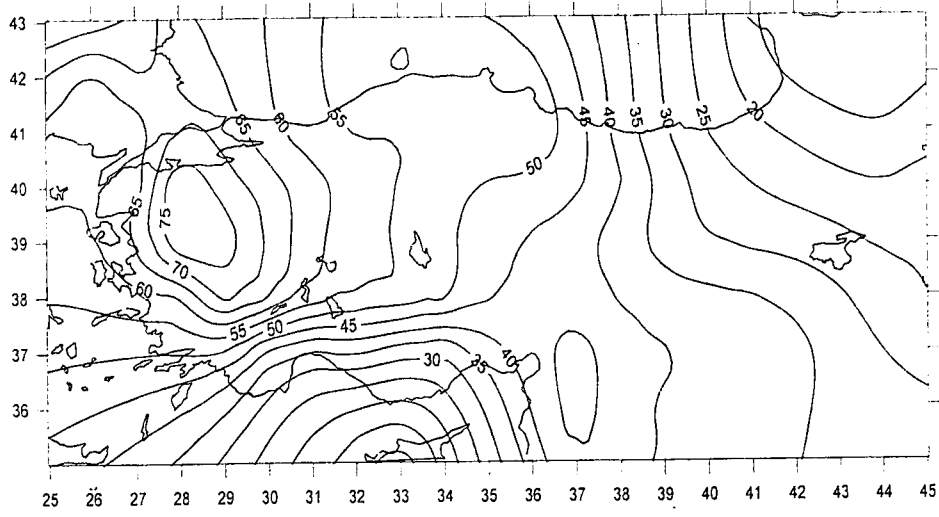
Şekil 3.13. 1987 yılı Temmuz ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



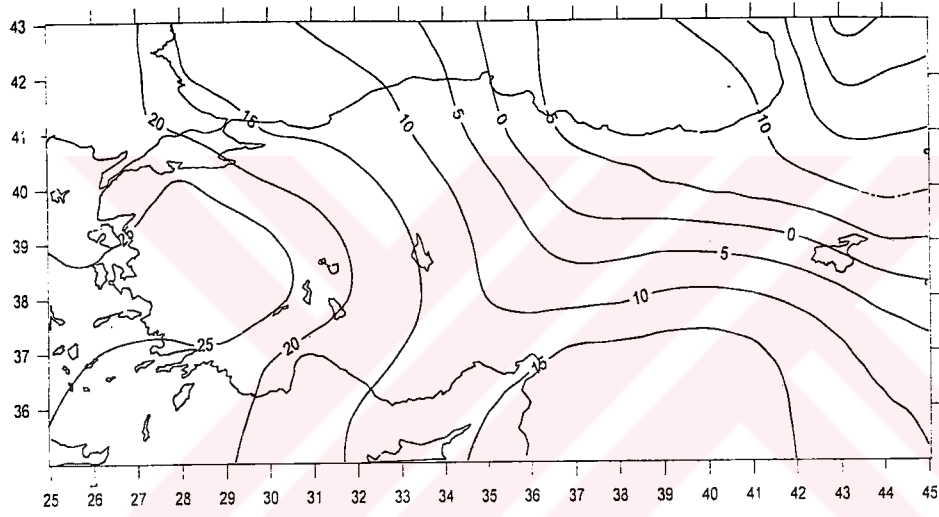
Şekil 3.14. 1987 yılı Ağustos ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



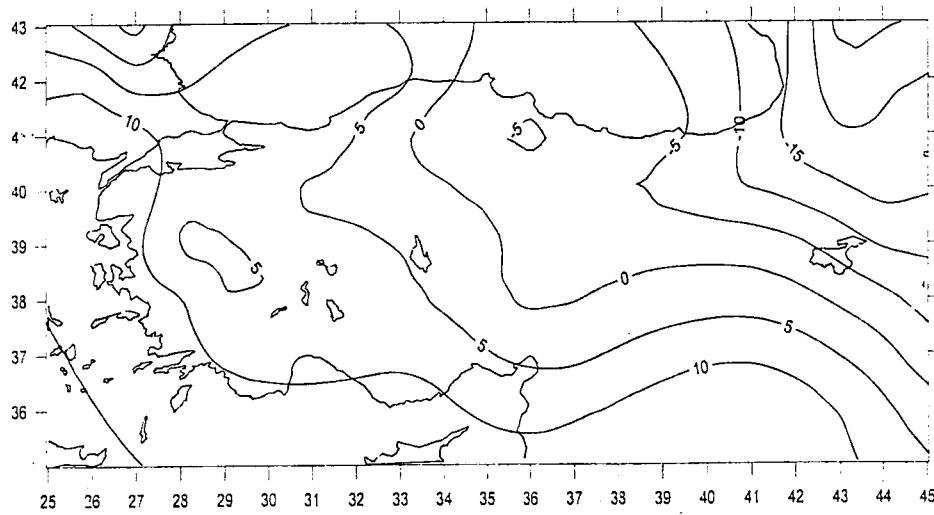
Şekil 3.15. 1987 yılı Eylül ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



Şekil 3.16. 1987 yılı Ekim ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



Şekil 3.17. 1987 yılı Kasım ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



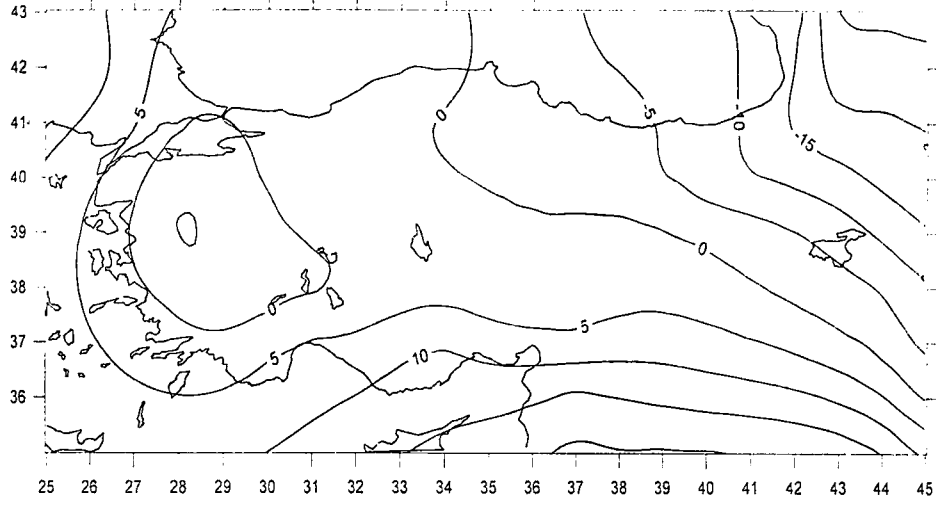
Şekil 3.18. 1987 yılı Aralık ayı ısı akısı değerlerinin değişimi

değerler Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (Artvin, 51 W/m²) ve Kars civarındadır. Eylül ayında maksimum değerler İç Ege Bölgesi'ndedir (Uşak 147 W/m²). Marmara'nın güneyi ve Orta Karadeniz Bölgeleri'de yüksek ısı akısı değerlerine sahiptir. Eylül ayı minimum ısı akısı değerleri Artvin (35 W/m²) ve çevresindedir. Ekim ayının maksimum ısı akısı değerleri Ege Bölgesi'nin kuzeyinde (Balıkesir, 83 W/m²) ve Marmara Bölgesi'nde, minimum değerleri Artvin (3 W/m²) ve civarındadır. Kasım ayında Marmara'nın güneyi, İç Ege (Bursa, Afyon, Uşak, 38 W/m²) ve Batı Akdeniz Bölgeleri maksimum değerlerin gözlendiği bölgelerdir. Minimum akı değerleri ise Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu'nun kuzeyinde (Kars, -10 W/m²) görülmektedir. Aralık ayında, Akdeniz Bölgesi (Mersin, 15 W/m²) en yüksek ısı akısı değerlerine sahiptir, minimum ısı akısı değerlerine, diğer aylarda olduğu gibi Kars (-25 W/m²) ve Artvin dolaylarında rastlanmaktadır.

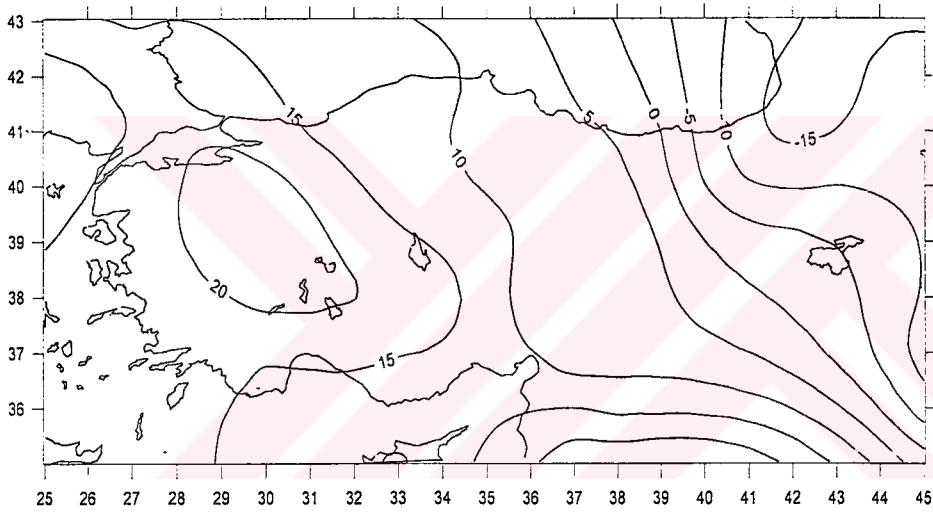
3.2.3. Türkiye Geneline 1987-88 Isı Akısı Değerlerinin Aylık Değerlerinin Karşılaştırılması

Ek Şekil B.7'de Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Artvin, Trabzon ve Giresun illeri için ısı akısı verilerinin aylık değişimleri sunulmaktadır. Artvin'de maksimum SH değeri 50 W/m²'den 51 W/m²'ye, Trabzon'da 79 W/m²'den 80 W/m²'ye, Giresun'da 108 W/m²'den 115 W/m²'ye, minimum SH değeri Artvin'de -38 W/m²'den -24 W/m²'ye, Trabzon'da -21 W/m²'den -12 W/m²'ye, Giresun'da -17 W/m²'den -10 W/m²'ye yükselmiştir. Yıl içinde minimum aylık SH değerlerinin en fazla gözlendiği Artvin ve civarında Ocak, Mayıs, Haziran, Ağustos ve Kasım ayları hariç 1988 yılında 1987 yılına nazaran SH değerleri daha düşüktür ve her iki yıla ait SH değerleri arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. Trabzon'da Ocak, Mayıs, Temmuz, Ağustos, ve Kasım, Giresun'da ise Ocak, Mayıs, Ağustos, ve Kasım ayları hariç 1988 yılında 1987 yılına nazaran SH değerlerinde azalma olduğu görülmektedir (Tablo 3.1).

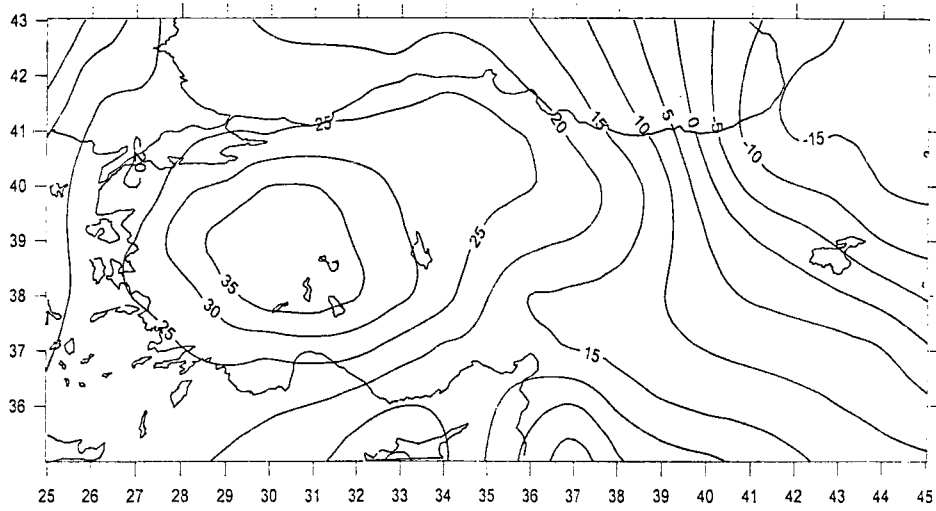
Ek Şekil B.8'de Orta ve Batı Karadeniz'de Samsun, Sinop ve Zonguldak için SH değerlerinin aylık değişimleri verilmektedir. Samsun'da maksimum değer 174 W/m²'den 185 W/m²'ye, Sinop'da 150 W/m²'den 172 W/m²'ye, Zonguldak'da 145 W/m²'den 170 W/m²'ye minimum SH değeri Samsun'da -19 W/m²'den -13 W/m²'ye, Sinop'da -15 W/m²'den -13 W/m²'ye, Zonguldak'da -12 W/m²'den -7 W/m²'ye yükselmiştir. Samsun ve Sinop'da Ocak, Mayıs, Ağustos, Eylül ve Kasım ayları hariç 1988 yılında 1987 yılına



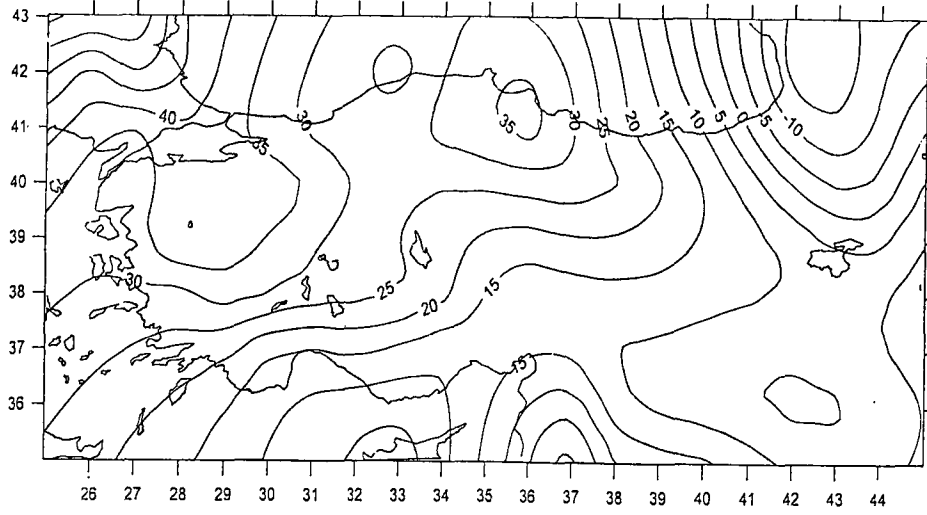
Şekil 3.19. 1988 yılı Ocak ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



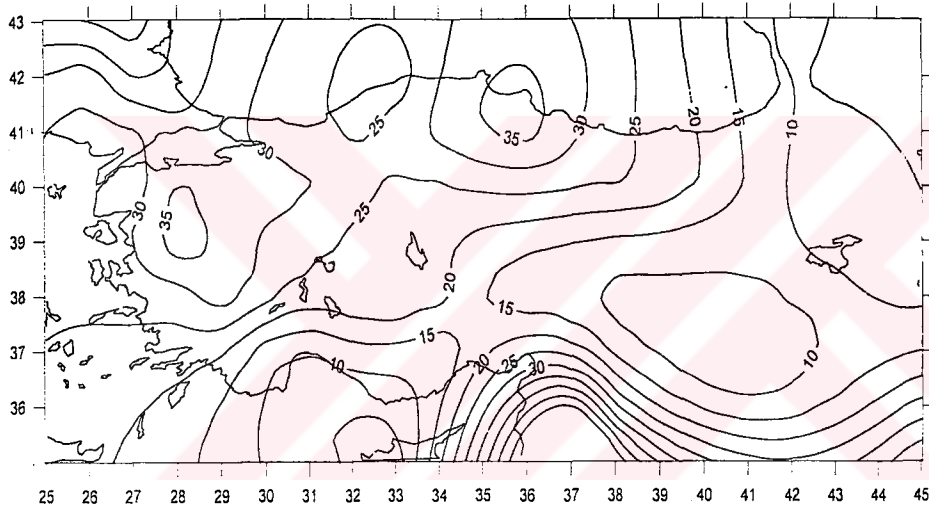
Şekil 3.20. 1988 yılı Şubat ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



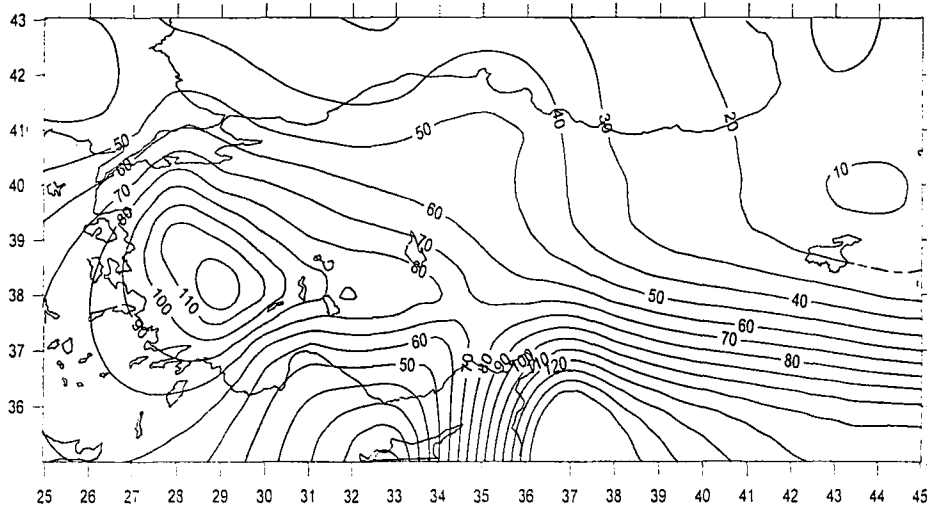
Şekil 3.21. 1988 yılı Mart ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



Şekil 3.22. 1988 yılı Nisan ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



Şekil 3.23. 1988 yılı Mayıs ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



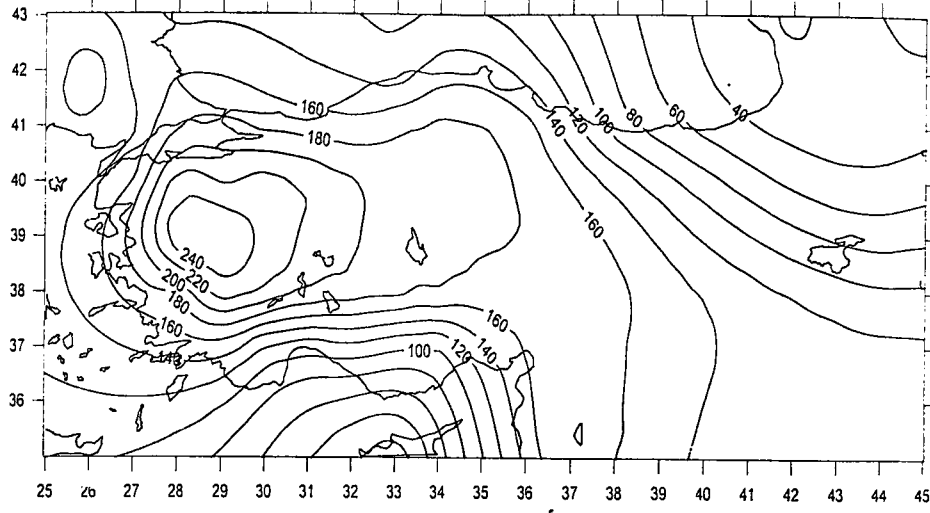
Şekil 3.24. 1988 yılı Haziran ayı ısı akısı değerlerinin değişimi

nazaran SH değerleri azalmıştır. Zonguldak'da ise Şubat, Mart, Nisan, Haziran ve Aralık ayları hariç 1988 yılında 1987 yılına nazaran ısı akısı değerleri daha yüksektir. 1988 yılında Samsun ve Sinop'da çok az bir düşüş, Zonguldak'da ise bir miktar artış olduğu gözlenmektedir.

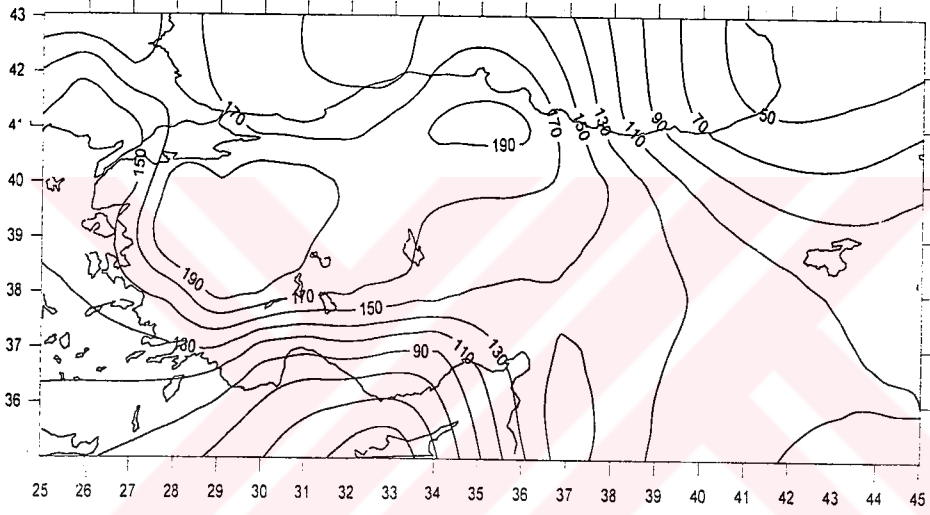
Ek Şekil B.9'da Kastamonu, Bolu ve Gümüşhane'de SH değerlerinin aylık değişimleri verilmektedir. Kastamonu'da maksimum SH değerinin 160 W/m^2 'den 192 W/m^2 'ye, Bolu'da 165 W/m^2 'den 185 W/m^2 'ye yükselmekte, Gümüşhane'de ise 108 W/m^2 'den 100 W/m^2 'ye düşmektedir. Minimum SH değerleri her üç ilde de yükselmiş olup, Kastamonu'da -19 W/m^2 'den -6 W/m^2 'ye, Bolu'da -15 W/m^2 'den 1 W/m^2 'ye, Gümüşhane'de -20 W/m^2 'den -13 W/m^2 'ye çıktığı görülmektedir. Kastamonu ve Bolu'da 1988 yılında SH değerlerinde artış, Gümüşhane'de ise Ocak, Mayıs ve Kasım ayları hariç 1988 yılında 1987 yılına nazaran azalma olmuştur. Kastamonu, Bolu ve Gümüşhane SH değerlerinde en fazla değişimin gözlemlendiği illerdir. Kastamonu ve Bolu 1988 yılında, 1987 yılına oranla en fazla pozitif değişimin gözlemlendiği iller arasındadır. Gümüşhane'de ise 1988 yılında önemli bir azalma gözlenmemiştir, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.10'da Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Urfa, Diyarbakır, Gaziantep ve Mardin için SH değerlerinin aylık değişimleri verilmektedir. Urfa'da maksimum SH değerinin 144 W/m^2 'den 150 W/m^2 'ye, Diyarbakır'da 131 W/m^2 'den 132 W/m^2 'ye, Gaziantep'de 155 W/m^2 'den 168 W/m^2 'ye, Mardin'de 130 W/m^2 'den 133 W/m^2 'ye yükselmiş, minimum SH değerleri ise Urfa'da -2 W/m^2 'den 5 W/m^2 'ye, Gaziantep'de -7 W/m^2 'den 6 W/m^2 'ye, Mardin'de 1 W/m^2 'den 2 W/m^2 'ye yükselmiş, Diyarbakır'da ise 1 W/m^2 'den -2 W/m^2 'ye düşmüştür. Urfa'da ısı akısı değerlerinde 1988 yılında 1987 yılına göre bir miktar azalma gözlenirken, Gaziantep'de SH değerlerinin değişmediği görülmektedir. Diyarbakır ve Mardin SH değerlerinin en fazla değişim gösterdiği iller arasındadır ve her iki ilde de 1988 yılı SH değerleri daha düşüktür, (Tablo 3.1).

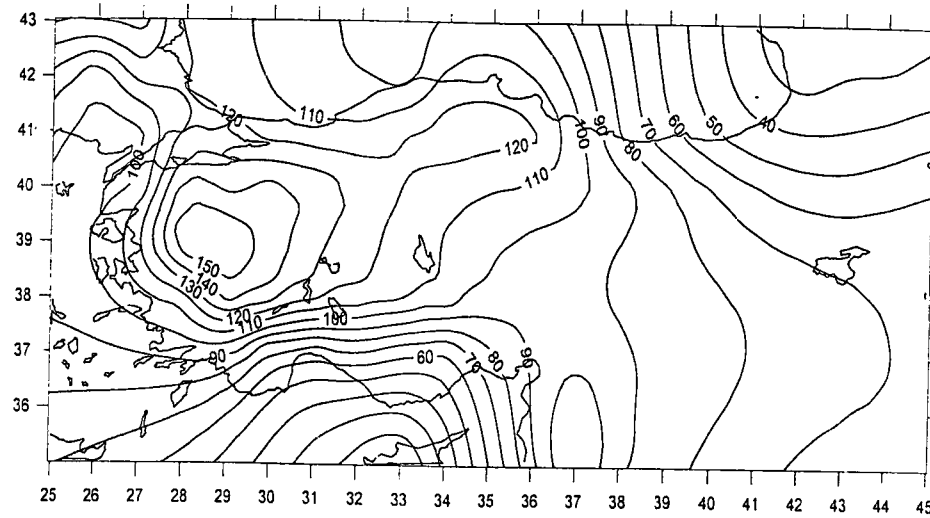
Ek Şekil B.11'de Marmara Bölgesi'nin kuzeyinde İstanbul, Edirne ve Tekirdağ'a ait SH değerlerinin aylık değişimleri sunulmaktadır. Maksimum ve minimum SH değerlerinin her üç ilde de artmış olduğu görülmektedir. İstanbul'da maksimum SH değeri 150 W/m^2 'den 170 W/m^2 'ye, minimum SH değeri -8 W/m^2 'den 0 W/m^2 'ye yükselmiştir. Edirne'de maksimum SH değeri 140 'dan 175 W/m^2 'ye, minimum SH değeri -8 W/m^2 'den



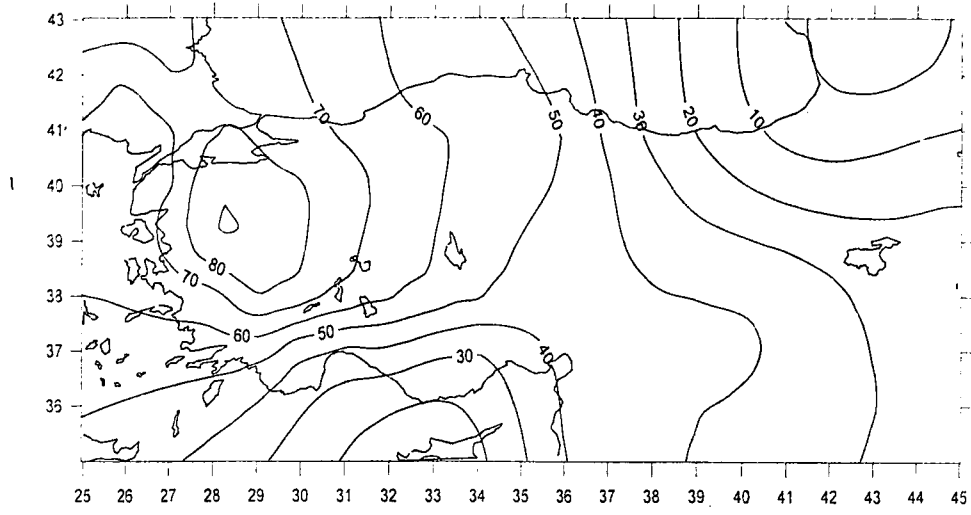
Şekil 3.25. 1988 yılı Temmuz ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



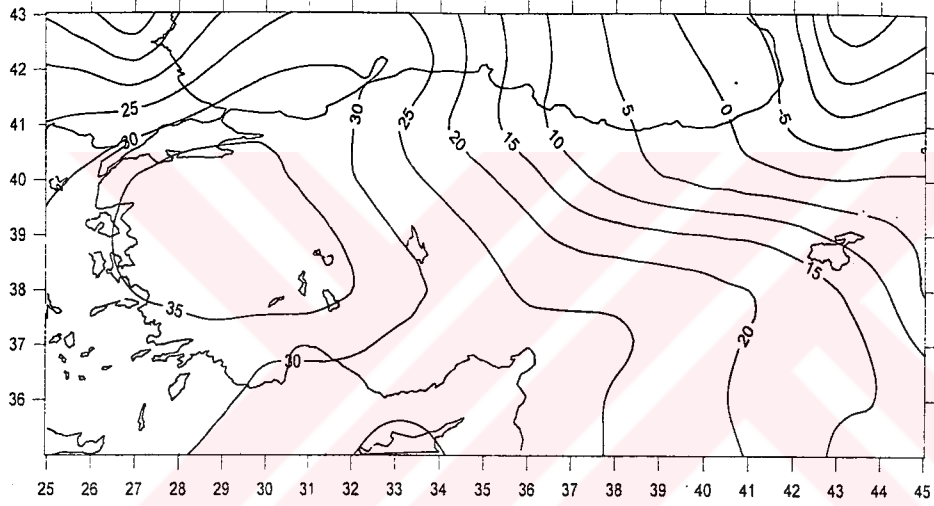
Şekil 3.26. 1988 yılı Ağustos ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



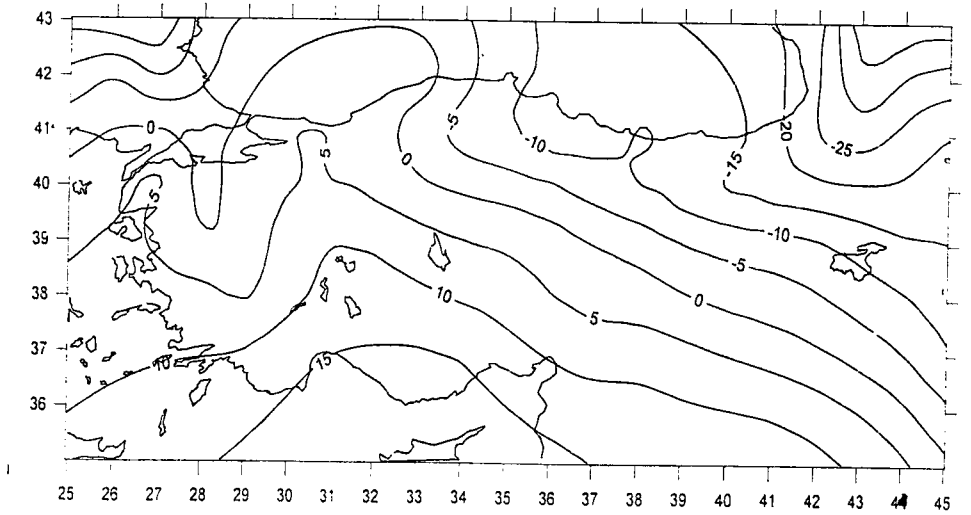
Şekil 3.27. 1988 yılı Eylül ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



Şekil 3.28. 1988 yılı Ekim ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



Şekil 3.29. 1988 yılı Kasım ayı ısı akısı değerlerinin değişimi



Şekil 3.30. 1988 yılı Aralık ayı ısı akısı değerlerinin değişimi

-7 W/m²'ye, Tekirdağ'da maksimum SH değeri 140 W/m²'den 175 W/m²'ye, minimum SH değeri -8 W/m²'den -2 W/m²'ye yükseldiği görülmektedir, (Tablo 3.1). İstanbul'a ait ısı akısı değerlerinde 1987 yılından 1988 yılına önemli bir değişim görülmemekle birlikte, Edirne ve Tekirdağ'a ait ısı akısı değerlerinde bir miktar artış olduğu gözlenmiştir, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.12'de Marmara Bölgesi'nin güneyinde Çanakkale, Balıkesir ve Bursa için SH değerlerinin aylık değişimleri sunulmaktadır. Maksimum SH değerleri, Bursa hariç diğer iki ilde de yükselmekte, Bursa'da değişim göstermemektedir. Minimum SH değerleri ise her üç ilde de yükselmektedir. Çanakkale'de maksimum SH değerinde 140 W/m²'den 150 W/m²'ye, minimum SH değerinde 2 W/m²'den 3 W/m²'ye artış olmuştur. Balıkesir'de maksimum SH değerinin her iki yıl için de 200 W/m²'dir, minimum SH değeri ise -13 W/m²'den -3 W/m²'ye yükselmiştir. Bursa'da maksimum SH değeri 188 W/m²'den 214 W/m²'ye, minimum SH değeri -11 W/m²'den -1 W/m²'ye yükselmektedir. Bursa ve Çanakkale'de ısı akısı değerlerinde 1988 yılında 1987 yılına nazaran önemli bir değişim gözlenmemiş olup, Balıkesir SH değerlerinin en fazla azalmış olduğu illerden biri olarak görülmektedir, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.13'de Kıyı Ege Bölgesi'nde İzmir, Manisa ve Muğla'da SH değerlerinin aylık değişimleri verilmektedir. İzmir'de maksimum SH değerinin 165 W/m²'den 175 W/m²'ye, Muğla'da 135 W/m²'den 160 W/m²'ye yükselmiş, Manisa'da ise 185 W/m²'den 180 W/m²'ye düşmüştür. Minimum SH değerleri ise İzmir'de -2 W/m²'den 1 W/m²'ye artış, Manisa'da 1 W/m²'den -1 W/m²'ye, Muğla'da 7 W/m²'den 1 W/m²'ye düşüş göstermektedir. İzmir ve Manisa, 1988 yılında SH değerlerinin en çok azaldığı iller arasında olup, Muğla'da ise bir değişimin olmadığı gözlenmektedir, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.14'de İç Ege Bölgesi'nde Afyon, Kütahya, Uşak için ısı akısı değerlerinin aylık değişimleri verilmektedir. Her üç ilde de maksimum ve minimum SH değerlerinin artmış olduğu saptanmıştır. Afyon'da maksimum SH değerinin 204 W/m²'den 210 W/m²'ye, minimum SH değerinin -6 W/m²'den -1 W/m²'ye, Kütahya'da maksimum SH değerinin 210 W/m²'den 230 W/m²'ye, minimum SH değerinin -10 W/m²'den -1 W/m²'ye, Uşak'da maksimum SH değerinin 222 W/m²'den 235 W/m²'ye,

minimum SH değerinin -6 W/m^2 'den -4 W/m^2 'ye yükseldiği gözlenmektedir. Afyon, Kütahya ve Uşak ısı akısı değerlerinde, 1988 yılında 1987 yılına nazaran biraz düşüş olduğu görülmektedir, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.15'de Batı Akdeniz Bölgesi'nde Isparta, Burdur ve Antalya'ya ait SH değerlerinin aylık değişimleri sunulmaktadır. Maksimum SH değerlerinin Isparta'da 157 W/m^2 'den 171 W/m^2 'ye, Burdur'da 155 W/m^2 'den 170 W/m^2 'ye Antalya'da 98 W/m^2 'den 100 W/m^2 'ye yükseldiği, minimum SH değerinin ise Isparta'da 1 W/m^2 'den -1 W/m^2 'ye, Burdur'da 1 W/m^2 'den 0 W/m^2 'ye, Antalya'da 8 W/m^2 'den 6 W/m^2 'ye düştüğü saptanmıştır. Antalya SH değerlerinde önemli bir değişim görülmemekte olup, Isparta ve Burdur'da, 1988 yılında SH değerlerinin daha düşük olduğu saptanmıştır, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.16'da Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Mersin, Adana ve Hatay için SH değerlerinin aylık değişimleri verilmektedir. Mersin'de maksimum SH değeri 86 W/m^2 'den 98 W/m^2 'ye, Adana'da 110 W/m^2 'den 130 W/m^2 'ye, Hatay'da 140 W/m^2 'den 170 W/m^2 'ye, minimum SH değerlerinin ise Mersin'de 8 W/m^2 'den 11 W/m^2 'ye, Adana'da 5 W/m^2 'den 10 W/m^2 'ye, Hatay'da 3 W/m^2 'den 13 W/m^2 'ye yükseldiği gözlenmektedir. Adana ve Mersin'de, SH değerlerinin 1988 yılında bir miktar arttığı gözlenmektedir. Hatay ise 1988 yılında 1987 yılına göre en fazla artış saptanan illerden biri olarak görülmektedir, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.17'de İç Anadolu'da Ankara, Eskişehir ve Konya için SH değerlerinin aylık değişimleri sunulmaktadır. Ankara'da maksimum SH değeri 179 W/m^2 'den 191 W/m^2 'ye, Eskişehir'de 200 W/m^2 'den 220 W/m^2 'ye, Konya'da 159 W/m^2 'den 180 W/m^2 'ye, minimum SH değerlerinin ise Ankara'da -15 W/m^2 'den 1 W/m^2 'ye, Eskişehir'de -14 W/m^2 'den 0 W/m^2 'ye, Konya'da -1 W/m^2 'den 2 W/m^2 'ye yükseldiği gözlenmektedir. Ankara, Konya ve Eskişehir'de SH değerinde bir miktar artış gözlenmiştir, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.18'de İç Anadolu'nun Doğusu'nda Kayseri ve Sivas için ısı akısı değerlerinin aylık değişimleri verilmektedir. Kayseri'de maksimum SH değerinin 160 W/m^2 'den 175 W/m^2 'ye, Sivas'da 150 W/m^2 'den 159 W/m^2 'ye, minimum SH değerlerinin Kayseri'de -9 W/m^2 'den 1 W/m^2 'ye, Sivas'da -15 W/m^2 'den -5 W/m^2 'ye yükseldiği görülmektedir. 1988 yılında her iki ilde de SH değerlerinde önemli bir artış gözlenmemektedir, (Tablo 3.1).

Ek Şekil B.19’da Doğu Anadolu’da Erzurum, Erzincan, Elazığ ve Malatya için SH değerlerinin aylık değişimleri verilmektedir. Erzurum’da maksimum SH değeri 87 W/m²’den 90 W/m²’ye, Erzincan’da 115 W/m²’den 120 W/m²’ye, Elazığ’da 123 W/m²’den 128 W/m²’ye, Malatya’da 145 W/m²’den 155 W/m²’ye yükseldiği, minimum SH değerlerinin ise Erzurum’da -25 W/m²’den -16 W/m²’ye, Erzincan’da -14 W/m²’den -10 W/m²’ye, Elazığ’da -5 W/m²’den -3 W/m²’ye, Malatya’da -6 W/m²’den 1 W/m²’ye yükseldiği gözlenmektedir. 1988 yılında 1987 yılına göre Erzincan ve Elazığ’da ısı akısı değerlerinde bir değişim görülmemiş olup, Erzurum ve Malatya’da çok az miktarda azalma olduğu saptanmıştır, (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Isı akısı değerlerinin farkı (1988-1987)

İLLER	Isı Akısı Farkı (W/m ²) (1988-1987)	İLLER	Isı Akısı Farkı (W/m ²) (1988-1987)
1. Artvin	0	23. Burdur	-4
2. Trabzon	-2	24. Antalya	-1
3. Giresun	-4	25. Mersin	+2
4. Samsun	-3	26. Adana	+4
5. Sinop	-1	27. Hatay	+7
6. Zonguldak	+4	28. Ankara	+2
7. Kastamonu	+7	29. Eskişehir	+2
8. Bolu	+6	30. Konya	+2
9. Gümüşhane	-5	31. Kayseri	+1
10. İstanbul	+1	32. Sivas	+3
11. Edirne	+3	33. Erzurum	-1
12. Tekirdağ	+3	34. Erzincan	0
13. Çanakkale	-2	35. Elazığ	0
14. Balıkesir	-5	36. Malatya	-2
15. Bursa	+1	37. Van	-3
16. İzmir	-5	38. Siirt	-6
17. Manisa	-6	39. Kars	-2
18. Muğla	0	40. Urfa	-4
19. Afyon	-3	41. Diyarbakır	-5
20. Kütahya	-1	42. Gaziantep	0
21. Uşak	-2	43. Mardin	-6
22. Isparta	-4		

Ek Şekil B.20’da Doğu Anadolu’da Van, Siirt ve Kars illeri için ısı akısı verilerinin aylık değişimleri sunulmaktadır. Van’da maksimum SH değerinin 98 W/m^2 ’den 100 W/m^2 ’ye, minimum SH değerinin -14 W/m^2 ’den -10 W/m^2 ’ye yükseldiği, Siirt’de maksimum SH değerinin 120 W/m^2 ’den 117 W/m^2 ’ye, minimum SH değerinin -1 W/m^2 ’den -4 W/m^2 ’ye düştüğü, Kars’da maksimum SH değerinin 56 W/m^2 ’den 55 W/m^2 ’ye düştüğü, minimum SH değerinin ise -37 W/m^2 ’den -27 W/m^2 ’ye yükseldiği saptanmıştır. Van ve Kars civarında 1988 yılında 1987 yılına nazaran SH değerlerinde bir miktar düşüş gözlenmektedir. Siirt ise 1988 yılında ısı akısı değerlerinde, 1987 yılına göre en fazla düşüşün gözlemlendiği illerden biri olarak saptanmıştır, (Tablo 3.1).

3.2.4. İstanbul (Kandilli) için Isı Akılarının Analizi

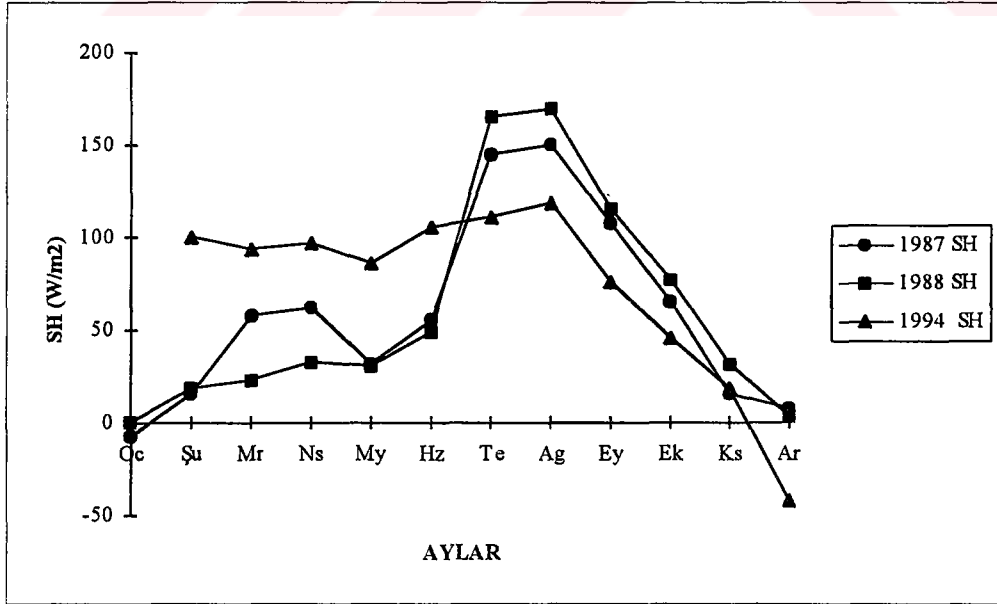
Bölüm 3.1.2’de ayrıntıları verilen yöntemle dayalı olarak, İstanbul (Kandilli) için 1994 yılına ait aylık ortalama türbülanslı ısı akısı değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.2’de 1987-1988 (İstanbul) ve 1994 (Kandilli) yılları için aylık ortalama SH değerleri verilmektedir. İlk iki kolon uydu verilerine dayalı olarak belirlenen SH değerlerinin aylık değişimlerini göstermektedir. 1988 yılında İstanbul için belirlenen akı değerleri, yılın ikinci yarısında 1987 yılına nazaran daha yüksek, ilk yarısında ise daha düşük değerler göstermektedir.

1994 yılı için Kandilli otomatik istasyon verilerine ve Monin-Obukhov benzerlik teorisine (Bölüm 3.2.2) dayalı olarak hesaplanan akı değerlerinin yıllık değişiminde, 1987 ve 1988 yıllarına benzer olarak Mayıs ve Aralık aylarında düşüş olduğu, yaz döneminde ise en yüksek olduğu görülmektedir. 1994 Ocak ayı verileri olmadığından bu aya ait akı değeri hesaplanamamıştır.

Şekil 3.31’de ise 1987-1988 yılları İstanbul için ve 1994 yılı İstanbul (Kandilli) için aylık ortalama SH değerlerinin değişim grafiği sunulmaktadır.

Tablo 3.2. İstanbul (1987-1988) ve Kandilli (1994) için aylık ortalama SH değerleri

AYLAR	1987	1988	1994
	SH (W/m ²)	SH (W/m ²)	SH (W/m ²)
OCAK	-8	0	-
ŞUBAT	15	18	100
MART	58	23	94
NİSAN	62	33	97
MAYIS	32	30	86
HAZİRAN	55	49	105
TEMMUZ	145	165	111
AĞUSTOS	150	170	118
EYLÜL	108	115	76
EKİM	65	77	46
KASIM	15	32	18
ARALIK	8	3	-42



Şekil 3.31. İstanbul (1987-1988) ve Kandilli (1994) aylık ortalama SH değerleri değişimi

3.3. SONUÇLAR

Bu bölümde Türkiye genelinde aylık ortalama yüzey sıcaklık değerlerinin değişimleri incelenmiş, İlkbahar, yaz ve sonbahar aylarına ait yüzey sıcaklık alanları belirlenmiştir. Bu bölümün ikinci yarısında ısı akısı değerlerinin yerel ve zamansal değişimleri incelenmiştir.

Yüzey özelliklerinden büyük ölçüde etkilenen yüzey sıcaklık değerleri aylık ortalama değerler olması nedeniyle deniz ve yükselti etkisi fazla görülmemekte olup, kuzeyden güneye doğru artmaktadır. Bu da enlemsel değişimin etkisini göstermektedir.

Kış aylarında özellikle kuzeydoğu, doğu ve kuzeybatı (Trakya) bölgelerinde genellikle yerin karla kaplı olması yüzeyin sıcaklığının daha düşük olmasına neden olmaktadır. SH değerlerine baktığımızda, en düşük değerlerin kış aylarında ve doğu, kuzeydoğu, trakya kesiminde olduğunu görmekteyiz. Haziran ayından itibaren Eylül'e kadar Türkiye'nin İç Batı'sında yüzey sıcaklıklarında kapalı bir yüksek sıcaklık alanı görülmektedir. Aynı yapıyı, aynı aylarda SH değişimi haritalarında da vardır. Fakat yüzey sıcaklık değerlerinde bu yapı biraz daha kuzeydedir. Batı Bölgeleri'ndeki SH ve yüzey sıcaklıkları Temmuz ayında maksimum değerdedir. Daha sonraki maksimum ayları ise her ikisinde de sırasıyla Ağustos ve Eylül aylarıdır. Bu bölgede Nisan ayından sonra düşen yağış son derece azdır. Temmuz ve Ağustos ayları bu bölgelerin yağış rejiminde en kurak dönemidir ve kuraklık, Ekim ayına kadar sürmektedir (Koçman, 1993). Bu yüzden en yüksek sıcaklıklar ve SH'lar bu aylardadır. Aynı dönemde Akdeniz Bölgesi'nde denizsel etkilerin nedeniyle SH değerleri İç Batı Bölgeler'den daha düşüktür. SH değerlerinin en düşük olduğu bölge Doğu Bölgeleri'dir. Yüksek ve dağlık bir bölge olan Doğu Anadolu kuvvetli karasal etkiler altındadır. Bu bölgede kış mevsimi hem soğuk hem uzundur. Bölgede soğukların şiddeti güneybatıdan kuzeydoğuya (Erzurum-Kars bölümüne) doğru artar (Koçman, 1993). Bu nedenle bu bölgelerde yıl boyunca her ay en düşük SH değerleri görülmektedir.

Tablo 3.1'de 1987-1988 yılları arasındaki SH değerlerinin değişiminde, en büyük artış 7W/m^2 ile Kastamonu ve Hatay'da, en büyük azalma ise -6W/m^2 ile Manisa, Siirt ve Mardin'de gözlenmektedir.

Bu bölümün son kısmında ise iki ayrı yöntemle belirlenen ısı akısı değerlerinin karşılaştırılması konusuna yer verilmiştir. Kuramsal M-O benzerlik modeline ve direk uydu analiz tekniklerine dayalı olarak belirlenen aylık ortalama SH değerlerinin yıllık değişiminin birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

Bu bölümün girişinde (sayfa 20) belirtildiği gibi bu çalışmadan elde edilen sonuçlar yeni verilerle yapılacak çalışmalarda şehirleşme ve bitki örtüsü değişimi konularının incelenmesinde baz alınabilir.



BÖLÜM 4

NORMALİZE BİTKİ ÖRTÜSÜ İNDEKSİ ANALİZİ

Yeryüzündeki bitki örtüsü dağılımının incelenmesi ile, atmosferik CO₂ konsantrasyonu, hidrolojik çevrim ve yüzey-atmosfer arasındaki enerji dengesi etkileri belirlenebilmektedir (Aslan ve diğ., 1994).

Bitki örtüsü, yer yüzeyinden atmosfere olan enerji taşınımında önemli rol oynamaktadır. Enerji taşınımında bitkilerde gözlenen evapotranspirasyon ve fotosentez etkin faktörlerdir. Bu konunun daha iyi anlaşılması amacı ile son yıllarda iklim ve biosfer arasındaki ilişkiler incelenmekte ve model çalışmalarına gidilmektedir, (Hendersan Sellers, 1990; Deblonde ve Cihlar, 1993). Bitki örtüsünün yerel olarak büyük değişim göstermesi nedeniyle, bu konu ile ilgili çalışmalarda uydu tekniklerinden yararlanılması yoluna gidilmektedir. Çeşitli araştırmalarda, bitki örtüsü indeksi ile atmosferik yüzey tabakaya ait meteorolojik parametreler arasında çok kuvvetli ilişkiler olduğu saptanmıştır (Tucker ve diğ., 1986; Aslan ve diğ., 1994).

Bitki örtüsü haritaları ve sınıflandırmaları ile ilgili çalışmaların önemi, pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır (Benedetti ve diğ., 1994). Bitki tipi ile ilgili bilgiler, kara yüzeyi sınıflandırmaları ve bitki topluluğu ekosisteminin zaman içindeki davranışının saptanması açısından önem taşımaktadır. Bu sonuçlar, çevre, ziraat ve ekoloji konuları açısından önemli bulgular sağlamaktadır. Yer gerçeklerinin saptanması ile ilgili çalışmalar, zaman gerektiren ve daha pahalı yöntemlerdir. Bitki ekosisteminin zaman içinde gösterdiği değişimin saptanabilmesi için, yer istasyon ağı içinde fenolojik verilerin toplanması gereklidir. Bu değişime neden olan faktörler arasında hava sıcaklığı, yağış ve güneş radyasyonu gibi farklı etkenler sayılabilir. Bu faktörler, bitki topluluklarının büyümelerini sağlayan çevre parametreleridir.

Fenoloji ile ilgili klasik yaklaşım, belirli bir bölgede, özverili alan çalışmalarıyla veri örneklerinin toplanmasına ve bitki büyümesi ile ilgili simülasyon yöntemlerine dayalıdır. Bitki örtüsü haritalarının oluşturulması ve kara yüzeyi sınıflandırma

çalışmaları için uydu verilerinin kullanılma sunulması, 1980'li yılların başlarına rastlamaktadır. Günümüzde, örneğin çevre çalışmalarında, NOAA-AVHRR verileri ile yüksek frekansda ve çözünürlükte (herbir bölgeden günde iki uydu geçişi) ve oldukça ucuz araştırma olanakları sunulmaktadır. NDVI analizlerinde, uyduların 1. ve 2. kanallarından sağlanan veriler kullanılmaktadır.

Benedetti ve grubu (1994) tarafından (Po Ovası için) yapılan bir çalışmada 1988 yılındaki NDVI değerlerindeki değişim, kış mevsiminin minimum sıcaklık koşullarının uzun yıllar ortalamalarından yüksek olmasıyla, diğer bir deyişle 1956 yılından beri gözlenen en sıcak kış mevsiminin 1988 yılında yaşanması ile ilişkilendirilmektedir. Termal emisivite (8-14 mikron dalga boyundaki elektro manyetik radyasyonun yer yüzeyinden yayılan miktarının, aynı sıcaklıktaki bir siyah cismin radyasyon yayma miktarına oranı) ve NDVI değerleri saptanmıştır. Bu çalışma, bitki örtüsü, atmosferik yüzey tabakada toprak ve film tabaka arasındaki enerji alışverişi, akı ve enerji bütçesi modellemeleri açısından önem taşımaktadır. Daha önceki çalışmalara dayanarak, farklı yüzeyler (kırak toprak ve diğer bitki örtüsü ve ağaç türlerine sahip bölgeler) için emisivite ve NDVI değerleri saptanabilir. Bu bölümde, yurtdışında yapılmış bu çalışmaların sonuçlarından yararlanılmış ve ilgili tablolar referans alınmıştır. Ayrıca toplam yağış miktarı ile NDVI değerleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Yağışın bitki örtüsü üzerindeki etkisi, özellikle toprak tipinin ve bitki türünün fonksiyonudur (Nicholson ve Farrar, 1994; Aslan ve diğ., 1994).

Tezin bu bölümde, Türkiye genelinde NOAA-AVHRR sayısal uydu verilerine dayalı NDVI değerlerinin yerel ve zamansal değişimleri saptanmıştır. Ayrıca NDVI ile yüzey gözlemlerine ve uzaktan algılama tekniklerine dayalı parametreler (T_a , R , SH) arasındaki lineer ilişkiler saptanmıştır.

4.1. VERİ KAYNAĞI

4.1.1. NOAA-AVHRR Uyduları ve NDVI Verileri

Dünyamızın etrafına yerleştirilen uydulardan veri elde edilmesi ve bunlardan yoğun bir biçimde yararlanılması, gelişen uzaktan algılama teknolojisine paralel olarak son yıllarda büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de de bu tür uydu verilerinden çeşitli amaçlarla yararlanılmaktadır.

Meteorolojik amaçlı uydulardan olan ve Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosferik Çalışmalar Dairesi tarafından fırlatılan NOAA uyduları kutupsal yörüngeli uydular olup, kuzey-güney doğrultusunda aynı bölgeyi günde iki kez taramaktadır. NOAA uyduları geliştirilmiş yüksek çözünürlü radyometre (AVHRR-Advanced Very High Resolution Radiometer) algılayıcıları ile donatılmıştır.

AVHRR verilerinden örneğin yüzey sınıf haritaları, bitki dinamiği ile ilgili çalışmalar, tropik orman örtüsünün incelenmesi, bitki ürün tahminleri, yangın riski değerlendirmeleri ve biyosferin fiziksel yapısı ile ilgili süreçlerin parametre tahminleri ile ilgilidir (Ehrlich ve diğ., 1994).

NOAA-AVHRR, elektromagnetik spektrumun 5 ayrı bant bölgesinde veri sağlar. AVHRR'ın teknik özellikleri Tablo 4.1'de kısaca özetlenmiştir. AVHRR verilerinin sağladığı bazı üstünlükler ise aşağıda verilmiştir (Ehrlich ve diğ., 1994) :

1- AVHRR verileri, yeryüzeyi analizlerinde kullanılan diğer tüm uyduların içerdiği ve bitki örtüsü çalışmalarında yaygın olarak kullanılan, spektrumun görünür (kırmızı) ve kızılötesi (infrared) bant bölgesindeki gözlemlerinden sağlanır.

2- Günlük AVHRR verileri, zamansal analizlere yönelik çalışmalar için daha kullanışlıdır. 7-14 gün aralıklarla gözönüne alınan bulutsuz dönemlere ait AVHRR verileri, küresel ölçekte daha geniş alanların incelenmesine olanak verir.

3- AVHRR verileri, çözünürlüğü daha yüksek olan diğer uydu görüntüleri ile karşılaştırıldığında, daha ekonomiktir.

AVHRR algılayıcılarının başlıca eksik yönleri ise, radyometrik kalibrasyon katsayılarına yer verilmemesi ve yüksek eğim açısının radyometrik okumaları bozmasıdır. Bu iki faktör, algılayıcıya ulaşan radyometrik sinyali değiştirmektedir.

AVHRR verilerinin dört sınıfı vardır (Hastings ve Emery, 1992) :

- i- HRPT (Heigh Resolution Picture Transmission: Yüksek çözünürlükte görüntü transferi),
- ii- GAC (Global Area Coverage: Küresel alan örtüsü),
- iii-LAC (Large Area Coverage: Geniş alan örtüsü),
- iv-APT (Automatic Picture Transmission: Otomatik görüntü transferi).

Tablo 4.1. NOAA - AVHRR Sistem Karakteristikleri (Ehrlich ve diğ., 1994).

Algılayıcı Sistemin Karakteristikleri :

Spektral bant genişliği	1 - 580 - 680 nm
	2 - 735 - 1100 nm
	3 - 3550 - 3930 nm, (1580-1450 nm)
	4 - 10300 - 11300 nm
	5 - 11500 - 12500 nm

Radyometrik çözünürlük	10 bit (1024 seviye)
------------------------	----------------------

IFOV (nadir)	1.1 km
--------------	--------

Görüş açısı	55.4 derece
-------------	-------------

Tarama genişliği	2700 km
------------------	---------

Platform Karakteristikleri

Yörünge	Kutupsal yörünge, Güneşle eş zamanlı
---------	--------------------------------------

Yükseklik	833 - 870 km
-----------	--------------

Eğim	98.7
------	------

Devir	102 dakika
-------	------------

Ekvatoru geçiş zamanı	07.30 ve 09.30 (tek sayılı uydular için)
	14.00 ve 02.00 (çift sayılı uydular için)

Yörüngeyi tamamlama süresi	12 saat
----------------------------	---------

[nm : nanometre (1 nm= 10^{-9} metre, 1mikrometre= 10^{-6} metre)]

HRPT verileri, 1 km çözünürlükte olup, uydu yer istasyonları üzerinden geçerken yer istasyonları tarafından anında alınır. GAC verileri, 4.4 km çözünürlükte. Hesaplanan bu günlük küresel alan verileri sistematik olarak toplanır ve CNES (Centre National d'Études Spatiales) tarafından NOAA yer istasyonlarına geri gönderilir. LAC verileri, uydu geçişi sırasında 1 km çözünürlükte kaydedilir ve uydu, alıcı istasyon üzerinden geçerken veriler transfer edilir. HRP ve LAC verilerinin her ikisi genelde AVHRR verileri olarak tanımlanır. Bu üç veri grubu sayısal verilerdir. APT verileri ise HRPT verilerinden elde edilen daha düşük çözünürlükte ve daha düşük maliyetli analog görüntü şeklinde VHF yer istasyonlarına iletilen verilerdir. AVHRR verileri birkaç kıtada bulunan veri işleme merkezlerinde rutin olarak toplanır. Bazı uzaktan algılama araştırma laboratuvarı, işlenmiş AVHRR verilerinin arşivi ile ilgili çalışmalar başlatmıştır. EROS data merkezi 1990'dan beri Amerika ve civarı için iki haftalık NDVI verilerini üretmektedir. Niamey'deki Niger alıcı istasyonu Sahel bölgesi için NDVI verilerini üretmektedir (Ehrlich ve diğ., 1994).

AVHRR'ın görünür bant bölgesindeki (1. bant) elektromanyetik radyasyon, bitkilerdeki klorofilin büyük bir kısmı tarafından absorblanır. Yakın kızılötesi bant bölgesinde (2. bant) ise bitkilerin emici yaprak yapısı nedeniyle, gönderilen elektromanyetik radyasyonun büyük bir kısmı yansıtılır. İki bant bölgesindeki farklı algılamalar bir oran şeklinde, örneğin bir bant bölgesindeki elektromanyetik radyasyonun diğerine bölümü ile gösterilebilir. Farklı arazi yüzeyleri ile ilgili çalışmalarda bu oran dönüşümleri kullanılmıştır (Tucker, 1985a). NDVI, toplam yeşil yaprak kütlesi ve yeşil yaprak alanı gibi bitki parametreleri ile yüksek korelasyonlu olan bu oranlardan biridir. Bundan dolayı bitki türlerinin birbirinden ayırtılmasında, toprak tipleri ve bitki yoğunluklarının saptanmasında yaygın olarak kullanılır (Justice ve diğ., 1985).

Bu çalışmada, 1987-1988 yıllarına ait NDVI verileri, NASA (National Aeronautics and Space Administration)/DAAC (Distributed Active Archive Center) veri arşiv merkezinden alınmıştır. NDVI veri dosyaları, tüm dünyayı kapsayan $1^0 \times 1^0$ 'lik gridlere ait aylık ortalamalarından oluşmaktadır. Veriler kutupsal yörüngeli NOAA-9 ve NOAA-11 / AVHRR (1 km) uydularına ait sayısal değerlerdir. 1987-88 NDVI global veri dosyalarından herbiri 180 satır, 360 sütun içermektedir. Aylık veri grupları, bir bilgisayar programı (Ek program C.2) ile Türkiye'de farklı bölgelerdeki 43 istasyon için incelenmiştir.

1994-1995-1996 yıllarına ait NDVI verileri, Türkiye'yi kapsayan NOAA-9, NOAA-12, NOAA-14 / AVHRR (1 km) görüntüleri olup, Erdemli ODTÜ. Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından 05:09-11:50 GMT arasında kaydedilmiş arşiv dosyalarıdır. Bu döneme ait veriler MapiX OCEAN (Bölüm 4.1.2) programı yardımı ile analiz edilmiş, farklı aylar için NDVI değerleri saptanmıştır. 1994 yılı için 15, 1995 yılı için 28, 1996 yılı için 13 olmak üzere 56 uydu görüntüsü yorumlanmıştır. Bulutlu görüntüler, yüzey gerçeklerini yansıtmadığından analiz dışı bırakılmış olup bulutsuz günlere ait ve Türkiye genelinde yaklaşık 50 istasyon (Tablo 4.2) için NDVI değerleri hesaplanarak analiz edilmiştir.

4.1.2. NDVI Değerlerinin Belirlenmesi ve Yorumlanması

Bitkilerin kıızılötesi bant bölgesinde verdiği yüksek yansımaya özelliklerini kullanarak geliştirilmiş olan normalize bitki örtüsü indeksi, yakın kıızılötesi bant ve görünür bant bölgesi değerleri arasındaki fark, bu değerlerin toplamına bölünmesiyle belirlenir. Spektrumun görünür bant bölgesinde, gönderilen elektromanyetik radyasyon miktarının yeşil bitkilerden olan yansımaya oranı %20'yi aşmamakta, fakat IR bant bölgesindeki yansımaya oranı %50-60 civarında değişmektedir. Buna karşın su yüzeyleri, bulutlar ve kıraç arazi yüzeyleri her iki bantta aynı yansıtma değerine sahip olmaktadır. Bu nedenle NOAA uydularının 1. ve 2. kanallarındaki elektromanyetik dalga yayılımına dayalı ölçüm değerleri arasındaki fark, bitki örtüsü ile kaplı bölgelerin belirlenmesinde bir gösterge olmaktadır. Uydu verilerinin bu özelliği, bitki örtüsü dağılımının incelenmesi ile ilgili çalışmalarda büyük önem taşımaktadır.

NDVI değerlerinin saptanmasında, AVHRR görünür bant (VIS, Bant 1) ve yakın kıızılötesi bant (NIR, Bant 2) kullanılmış ve aşağıdaki standart formül ile NDVI değerleri hesaplanmıştır (Tucker ve diğ., 1985a,b).

$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS) = (Ch_2 - Ch_1) / (Ch_2 + Ch_1) \quad (4.1)$$

Bitkilerin yakın kıızılötesi bant bölgesindeki elektromanyetik radyasyon miktarına bağlı parlaklık değerlerinin, görünür bant bölgesindeki parlaklık değerlerinden yüksek olması nedeniyle bitki örtüsü indeksi pozitif değerler alacaktır. Pozitif değerler, bitki ile kaplı alanları göstermektedir. Bitki örtüsü indeksinin negatif olduğu yerlerde (su yüzeyi) ise bitki bulunmamaktadır. Bitkinin yoğun olduğu yerlerde

Tablo 4.2 NDVI değerlerinin analiz edildiği meteoroloji istasyonları

İSTASYON ADI	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	YÜKSEKLİK (metre)
Artvin	41° 11'	41° 49'	628
Trabzon	41° 00'	39° 43'	30
Giresun	40° 55'	38° 23'	37
Ordu	40° 59'	37° 54'	4
Samsun	41° 17'	36° 18'	44
Sinop	42° 01'	35° 10'	32
Gümüşhane	40° 27'	39° 27'	1219
Tokat	40° 18'	36° 34'	608
Bayburt	40° 16'	40° 15'	1550
Zonguldak	41° 27'	31° 48'	137
Kastamonu	41° 22'	33° 47'	800
İstanbul/Yeşilköy	40° 58'	28° 49'	19
İstanbul/Göztepe	40° 58'	29° 05'	33
Edirne	41° 40'	26° 34'	51
Bursa	40° 11'	29° 04'	100
Bolu	40° 44'	31° 36'	743
Tekirdağ	40° 59'	27° 29'	3
Çanakkale	40° 08'	26° 24'	6
Balıkesir	39° 39'	27° 52'	146
İzmir	38° 26'	27° 10'	25
Manisa	38° 36'	27° 26'	71
Muğla	37° 12'	28° 21'	646
Afyon	38° 45'	30° 32'	1034
Kütahya	39° 25'	29° 58'	969
Uşak	38° 41'	29° 24'	919
Antalya	36° 42'	30° 44'	54
Mersin	36° 48'	34° 38'	3
Adana	36° 59'	35° 18'	20
Hatay	36° 15'	36° 07'	100
Isparta	37° 45'	30° 33'	997
Burdur	37° 40'	30° 20'	967
Konya	37° 58'	32° 33'	1031
Ankara	39° 57'	32° 53'	891
Sivas	39° 45'	37° 01'	1285
Kırşehir	39° 08'	34° 10'	985
Eskişehir	39° 46'	30° 31'	787
Kayseri	38° 43'	35° 29'	1093
Erzurum	39° 55'	41° 16'	1869
Erzincan	39° 45'	39° 30'	1218
Elazığ	38° 41'	39° 14'	990
Malatya	38° 21'	38° 19'	948
Van	38° 27'	43° 19'	1661
Kars	40° 37'	43° 06'	1775
Muş	38° 44'	41° 31'	1342
Bitlis	38° 22'	42° 06'	1559
Urfa	37° 08'	38° 46'	549
Diyarbakır	37° 54'	40° 14'	677
Gaziantep	37° 05'	37° 22'	840
Siirt	37° 55'	41° 57'	896
Mardin	37° 18'	40° 44'	1050

indeks 1 sayısına, bitki yoğunluğunun düşük olduğu yerlerde ise 0 sayısına yaklaşmaktadır (Yıldırım ve diğ., 1997). Tablo 4.3'de NDVI sınıf değerleri ve yüzey özellikleri ile ilgili ayrıntılar verilmektedir (Tucker ve diğ., 1985b; Benedetti ve diğ., 1994; Nicholson ve Farrar, 1994). Bu çalışmada tablo sınıf değerleri esas alınmış, yerel ölçekli sınıflandırmaya yönelik olarak yüzey özellikleri saptanmıştır. Ancak yüzey özelliklerinin belirlenmesinde zamansal kısıtlamalar nedeniyle, yer gerçekleri kullanılamamıştır.

Tablo 4.3. NDVI sınıf değerleri ve yüzey özellikleri (Tucker ve diğ., 1985b; Benedetti ve diğ., 1994; Nicholson ve Farrar, 1994).

Sınıf No	NDVI	Yüzey Özellikleri
1	0.01- 0.05	Yoğun şehirleşme bölgesi, yarı çöl yüzeyi
2	0.05 - 0.15	Şehirleşme bölgesi, kuru toprak, kil yüzeyleri
3	0.15 - 0.25	Nemli toprak, geçiş zonu, kıraç arazi, az bitki örtüsü
4	0.25 - 0.35	Orman / açık otlak mozayığı
5	0.35 - 0.45	Orman / yoğun ziraat arazisi
6	> 0.45	Yağmur ormanı, yüksek dağlık bölgelerdeki bitki örtüsü

Bu çalışmada, meteorolojik koşulların elverdiği oranda, Türkiye'de farklı istasyonlara ait 1987-1988 ve 1994-1995-1996 yıllarına ait aylık ortalama NDVI değerleri karşılaştırılmıştır. 1994-1996 dönemine ait verilerin analizi için MapiX Ocean paket programı kullanılmıştır (MapiX Ocean User's Manual, 1993).

MapiX Ocean Programı, polar yörüngeli NOAA Uydularının (9, 10, 11, 12 ve 14) AVHRR algılayıcıları ile algılanan, yer yüzeyine ait verilerin analizinde ve küçük ölçekli haritaların hazırlanmasında kullanılan bir veri işleme programıdır. MapiX Ocean Programının çalışma akışında, HRPT sistemiyle alınan ham AVHRR veri dosyalarının oluşturulması ile istenen çıktı dosyası, SST (Sea Surface Temperature), SST gradyanı, NDVI, B1, B2, B3, B4 veya B5 görüntü dosyaları şeklinde seçilebilir. MapiX Ocean Programında işlem limitlerini seçme olanağı vardır ve tüm görüntü veya

istenilen bölge koordinatları (enlem, boylam) verilerek sadece o bölgenin analiz edilmesi mümkündür. Analiz çalışmalarında, MapiX Ocean ile 10 bit olarak gelen görüntüler, 8 bit'e dönüştürülmektedir. Mercator Projeksiyonu kullanılarak, bu verilerin düzeltme işlemlerinden sonra (geometrik dönüşümler, yeniden formatlama, sıkıştırma ve görüntü iyileştirme gibi) çıktı veri tabanı dosyaları oluşturularak, istenilen görüntüler elde edilmektedir. Bu arada uydunun zenit açısı ve solar zenit açıları ile ilişkili radyometrik ve geometrik düzeltmeleri paket program içinde yapılmaktadır. Sonuçta, NDVI değerleri 0 ve 1 aralığında 8 bit'lik bir görüntü olarak CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) uygulamaları için uyumlu bir şekilde 0-255 değerleri arasında ölçeklendirilir.

MapiX Ocean Programında temel amaç, bir ya da daha çok katmandan oluşan bir coğrafi veri tabanı oluşturmaktadır. MapiX Ocean, çeşitli CBS uygulamalarına olanak sağlayan bir programdır. Bu sistemde, veriler aşağıdaki şekilde işlenmektedir:

1. Veriler MapiX Ocean formatındadır,
2. MapiX Ocean formatındaki tüm verilerin projeksiyonları aynıdır,
3. Eğer veriler, görüntü verileri (RASTER) ise bunların uzaysal boyutu aynıdır yani tüm piksellerin genişliği (X boyutu) ve yüksekliği (Y boyutu) aynıdır.

Bu program yardımı ile yapay renklendirme yapılabilir, haritalar oluşturulabilir. İstenilen bir bölge seçilerek, herhangi bir alanın belirlenmesi ve ayrıntılı olarak incelenmesi mümkündür. Ayrıca histogram oluşturulabilir. İstenilen bölge bir daire ile belirlenerek, o bölgeye ait ortalama değer saptanabilir. Tezde özellikle programın sunduğu bu olanakdan önemli ölçüde yararlanılmıştır.

4.2. NDVI DEĞERLERİNİN ANALİZİ

4.2.1. NDVI Değerlerinin Aylık Değişimi

Bu bölümde Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgeleri'nden seçilmiş illerle ilgili olarak yapılan analizler sonucunda NDVI değerlerinin üç ayrı yıl için (1994-1995-1996) aylık değişimleri belirlenmiştir.

1994 yılına ait analizler, Şekil 4.1-Şekil 4.4'de sunulmaktadır. Şekil 4.1'de Bursa için NDVI değerlerinin Mart-Aralık ayları arasındaki değişimi sunulmaktadır (*). Bursa için NDVI değerleri Mayıs ayında maksimum, Kasım ayında ise minimum

olmaktadır. Marmara bölgesi'nde genel olarak depresyonların geçiş sayısının azaldığı ilkbahar aylarında yağış da azalmakla birlikte oran itibarıyla sonbahar aylarında daha yüksektir (Koçman, 1993). Bursa'da 1994 yılı ilkbahar aylarında Nisan ayı en yüksek yağış olan aydır. Nisan ayındaki yağış artışı ile birlikte NDVI değerleri de artmakta ve Mayıs ayında maksimum değere ulaşmaktadır. Bu mevsimden sonra azalmaya başlayan yağışlarla birlikte NDVI değerleri de azalmaktadır. 1994 yılında Isparta'da bahar aylarından Mart ayı hariç, Mayıs ayında Nisan ayından daha fazla yağış düşmüştür. Maksimum NDVI değeri de Mayıs ayındadır. Bu aydan sonra azalmaya başlayan yağış Eylül ayında, yılın minimum değerine ulaşır. 1994 Eylül ayında normalden % 60 daha az yağış düşmüştür ve NDVI değerlerinin de minimum değerleri Eylül ayındadır. Burdur'da 1994 yılına ait yağış değerlerinin bahar aylarındaki maksimum miktarı Isparta'da olduğu gibi Mart ayına isabet etmektedir. Her iki ilde de NDVI değerlerinin maksimumları iki ay sonra, yani Mayıs ayındadır ve bu ayda Nisan ayına nazaran daha çok yağış düşmüştür. Burdur'da minimum yağış değerinin Eylül ayında gözlenmiş olmasına rağmen minimum NDVI değeri, bir ay sonra yani Ekim ayında görülmüştür. Bunun yanı sıra Ekim ayında normalden yaklaşık iki kat daha fazla yağış olmuştur. Kasım ayında normalden %39 daha fazla yağış düşmesi, NDVI değerlerinde ikinci bir artışa neden olmuştur (Şekil 4.2).

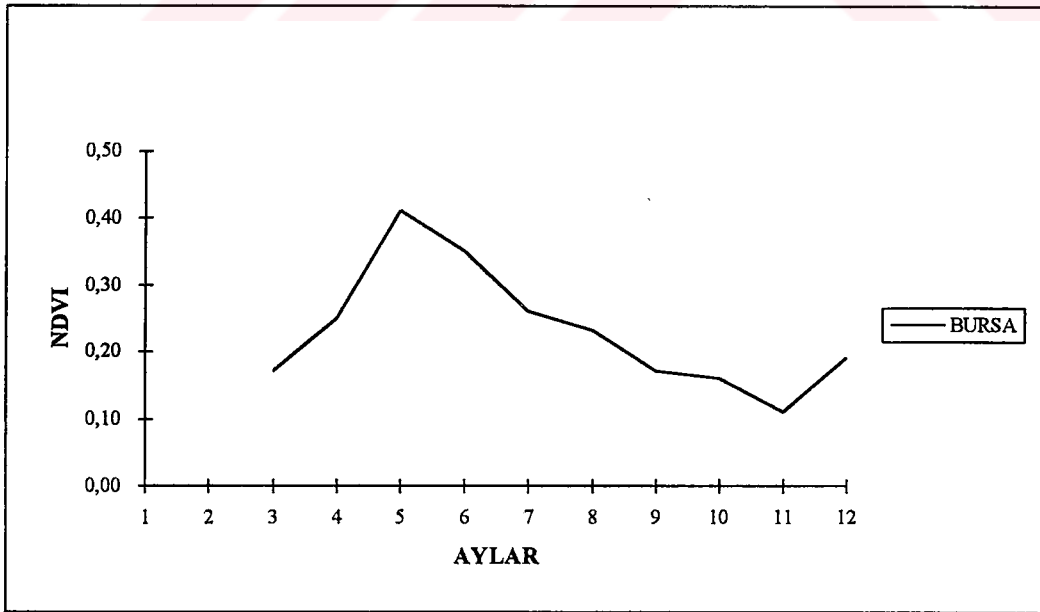
Ege Bölgesi'nde (İzmir ve Manisa'da) bahar ayı yağışlarıyla birlikte NDVI değerlerinde artış gözlenmekte olup, bu artışlar Nisan-Mayıs aylarında maksimuma ulaşmaktadır. Bu bölgelerde yaz aylarından Temmuz ve Ağustos ile Eylül ayında yağış düşmediği halde NDVI değerleri Ağustos ayında artmıştır. Buna karşılık sonbahar ortalarında yağış miktarlarında artış gözlenmekle birlikte NDVI değerlerinde azalma olması, NDVI -yağış ilişkisinin deniz etkisinin hüküm sürdüğü bu bölgelerde daha kompleks olduğunu ve bitki türüne bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Şekil 4.3). Şekil 4.4'de İç Ege Bölgesi'ndeki (Muğla ve Kütahya) NDVI değerlerinin aylık değişimleri sunulmaktadır. Bitki örtüsü indeksi sınıf değerleri Ocak-Ağustos döneminde benzer yapı göstermekte, Muğla indeks değerlerinin Kütahya'daki değerlerden daha yüksek olduğu kaydedilmektedir. Eylül ayı hariç yılın son yarısında

(*) ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nde NOAA-AVHRR kayıtları Mart (1994) ayından itibaren başlamıştır. Tez çalışmasında kullanılan veriler Mart 1994-Eylül 1996 dönemini kapsamaktadır. Ayrıca Ağustos 1996 verileri teknik imkansızlıklardan dolayı elde edilememiştir.

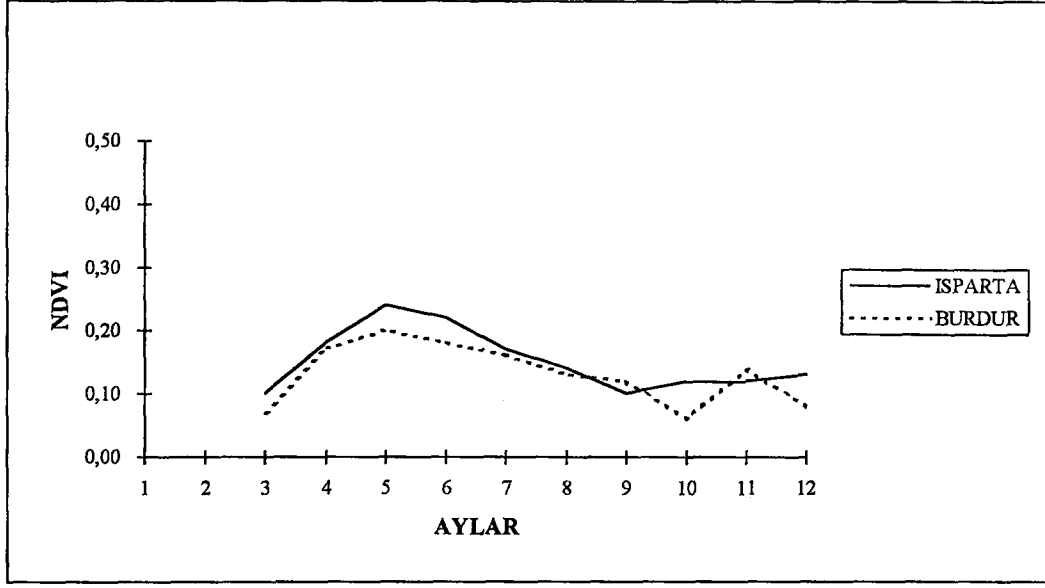
her iki ilin NDVI değerleri değişimi benzer olmakla beraber, indeks değerleri arasındaki fark artmaktadır. Kütahya’da bahar ayı yağışlarıyla birlikte NDVI değerleri Mayıs ayında maksimum olmaktadır. Mayıs ayından sonra yağışların azalmasıyla NDVI değerlerinde de azalma görölmektedir. 1994 yılı eylöl ayına kadar Kütahya’da her ay yağış düşmesi nedeniyle NDVI değerlerinde ani azalmalar görölmektedir. Eylül ayında yağış ve NDVI değerleri minimumdadir.

1995 yılına ait NDVI değerlerinin aylık değişimi ile ilgili bazı örnekler şekil 4.5 ve şekil 4.6’da sunulmaktadır. Bursa’da NDVI değerlerinin aylık değişimi, normal dağılıma uygun bir yapı göstermekte, maksimum değerler Mayıs-Ağustos ayları arasında gözlenmektedir. Bursa’da 1995 yılına ait toplam yağış miktarında 1994 yılına göre artış olmuştur. 1995 yılı ortalama NDVI değerleri de 1994 yılına göre yükselmiştir. 1995 yılı bahar aylarındaki toplam yağış Mayıs ayı hariç ortalamanın üzerindedir. 1994 yılı Temmuz ayının o yılın en az yağış alan ayı olmasına rağmen, 1995 yılı Temmuz ayı o yılın yaz mevsiminin en çok yağış alan ayı durumundadır. Bu yüzden 1994 yılındaki NDVI değerlerinin yaz aylarına doğru azalışı 1995 yılında görölmemektedir. Yaz aylarında NDVI değerlerinin yüksek olduğu görölmektedir. 1995 yılında bahar ve yaz ayları arasında normalden %27 daha fazla yağış düşmüştür. Özellikle Ağustos ve Temmuz ayı yağışları normalden daha fazladır. Bu yüzden NDVI değerlerinde yaz aylarında azalma görölmemiştir (şekil 4.5). İç Ege Bölgesi’nde Afyon’da bahar aylarının maksimum yağışı Mart ayındadır. Mart ayında başlayan NDVI değerleri artışı Mayıs ayında maksimuma ulaşmaktadır. Bahar aylarından sonra yağışlarda azalma görölmektedir. Temmuz ayında ise yılın Kasım ayından sonraki maksimum yağışı düşmüştür. Temmuz ayındaki yağış normalden yaklaşık 2.4 kat daha fazladır. Temmuz ayında görölen bu yağış artışından bir ay sonra yani Ağustos ayındaki NDVI değerlerinde artış gözlenmiştir. Minimum NDVI değerlerinin göröldüğü Eylül ayı yılın minimum yağışlarının olduğu ay olup, düşen yağış miktarı normalden %90 daha azdır. Kütahya’da yılın maksimum aylık yağış miktarı Nisan ayındadır. Bu ayda NDVI değerleri de yüksektir. Mayıs ayı yağışlarının normalden az, Nisan ayı yağışlarının normalden çok olmasına rağmen NDVI değerlerinde artış gözlenmiştir. Temmuz ayında ise normalden %2,4 kat daha fazla yağış düşmesinden dolayı Kütahya NDVI değerlerinde tekrar artış meydana gelmiştir. Temmuzdan sonra yağışların azalmaya başlamasıyla NDVI değerleri de azalmaktadır. Kasım ayında ise bu değer minimuma düşmektedir (şekil 4.6).

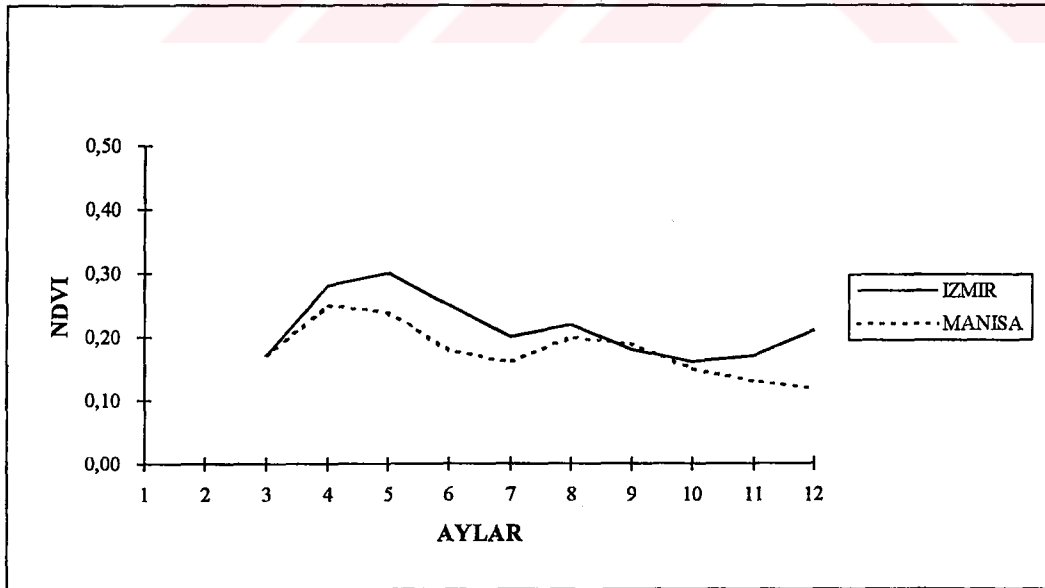
1996 yılı için İç Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nden seçilmiş bazı illere ait NDVI değerlerinin aylık değişimleri Şekil 4.7-4.10'da sunulmaktadır. Şekil 4.7'de, Manisa ve Muğla için NDVI değerleri görülmektedir. Manisa'da 1996 yılı bahar ayları maksimum yağış miktarı Nisan ayında kaydedilmiş olup maksimum NDVI değeri de aynı ayda gözlenmektedir. Bu aydaki yağış miktarı ortalamadan %62 daha fazladır. Bu aydan sonra yağış ve NDVI değerlerinde azalma görülmektedir. Mayıs ayında normalden %36 daha az yağış düşmüştür. Haziran ve Temmuz aylarında da normalden az yağış düşmesine rağmen NDVI değerlerinde herhangi bir düşüşe rastlanmamıştır. Bunun bölgenin bitki türüne bağlı olduğu söylenebilir. Şekil 4.8, Kütahya ve Uşak'da gözlenen değişimi göstermektedir. 1996 yılı Kütahya Mart ayı yağış değeri Aralık ayı hariç, o yılın maksimum yağış değeridir ve Mart ayı ortalama toplam yağış değerinden %41 daha fazladır. Nisan ve Mayıs aylarında normallerinden daha az yağış vardır. Mart ayı yüksek yağışlardan sonra Nisan ayında NDVI maksimum değerdedir. Normal yağış değerinden %26 daha az yağış olan Mayıs ayında NDVI değeride minimumdur. 1995 yılında da olduğu gibi Temmuz ayındaki yağışların normalden %95 daha fazla olması nedeniyle NDVI değerlerinde de artış görülmektedir. Uşak 1996 bahar ayları maksimum yağışı Mart ayında olup, Nisan ve Mayıs ayı yağışları aynıdır. Maksimum NDVI değerleride Nisan ve Mayıs aylarındadır.



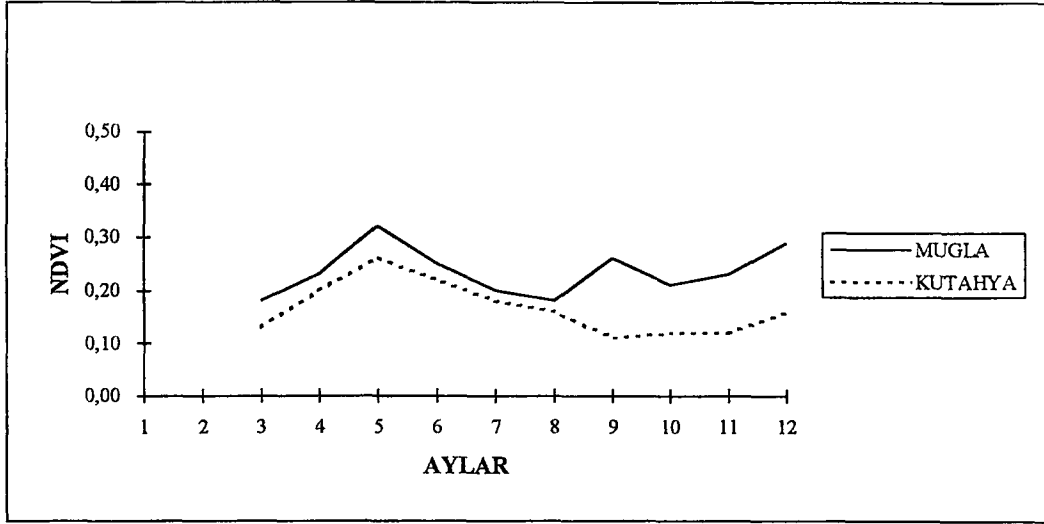
Şekil 4.1. Bursa için NDVI değerlerinin 1994 yılındaki aylık değişimi



Şekil 4.2. Isparta ve Burdur için NDVI değerlerinin 1994 yılındaki aylık değişimi



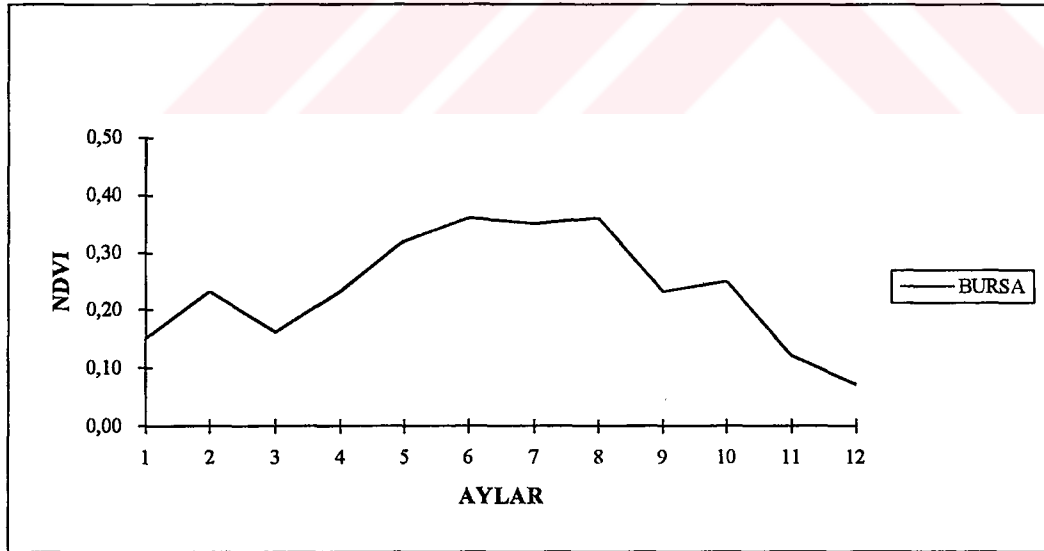
Şekil 4.3. İzmir ve Manisa için NDVI değerlerinin 1994 yılındaki aylık değişimi



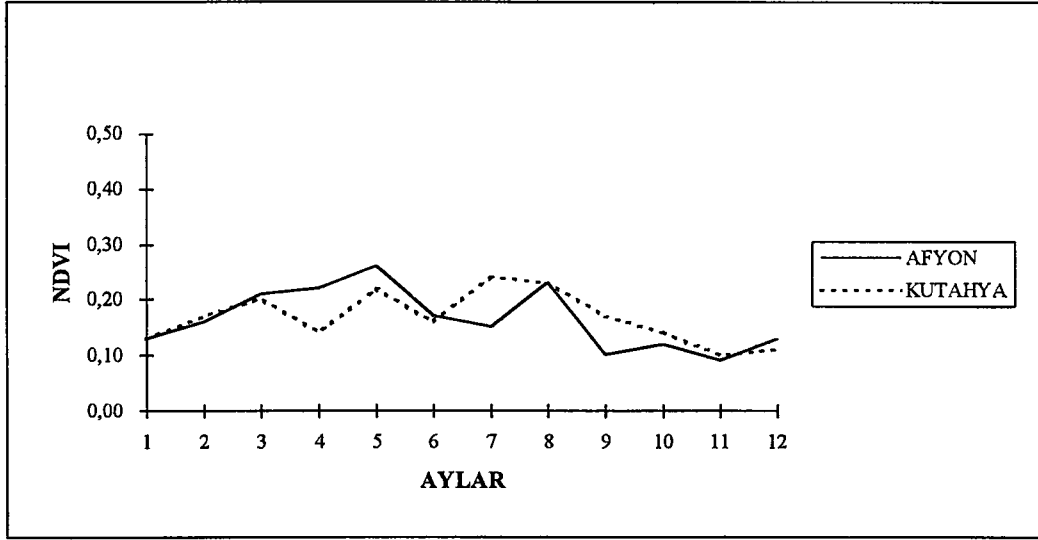
Şekil 4.4. Muğla ve Kütahya için NDVI değerlerinin 1994 yılındaki aylık değişimi

1996 yılının en düşük aylık toplam yağışının görüldüğü Haziran ayında, NDVI değeride en düşüktür. 1996 Haziran ayında normalinden %84 daha az yağış düşmüştür. Temmuz ayında ise yine normalden az yağış düştüğü halde NDVI değerlerinde bir artış görülmektedir. Bu artış bölgenin bitki türü ve tarımsal faaliyetleri ile ilişkilendirilebilir. Şekil 4.9'da, Antalya ve Isparta'daki (Akdeniz Bölgesi ve Göller yöresine örnek olarak) NDVI değerlerinin değişimi sunulmaktadır. 1996 yılı Antalya bahar aylarından Mart ve Nisan ayı yağışları yüksek olup, maksimum NDVI değerlerine de bu aylarda rastlanmaktadır. Mayıs ayı yağışları oldukça düşüktür, bu aya ait normalinden %95 daha azdır. Mayıs ayındaki bu düşük yağış değerine rağmen NDVI değerlerindeki düşüşün çok fazla olmayışı, Nisan ayı yağışlarının normalinden %72 daha fazla olmasındandır. Haziran-Eylül arası ise yağış düşmemiştir. Yaz aylarında Temmuz ayı hariç NDVI değerlerinde düşüş görülmektedir. Antalya'nın bitki örtüsü farklılığı nedeniyle bahar ve yaz aylarında maksimum ve minimum NDVI değerleri arasında çok fazla fark olmadığı görülmektedir. Temmuz ayındaki artışın ise bitki örtüsü ve tarımsal faaliyetlerle ilgili olduğu söylenebilir. 1996 Isparta bahar ayları yağış değerleri birbirine yakın olup, normalleri civarındadır. NDVI değerleri bölgenin bitki örtüsüne bağlı olarak fazla artış göstermemektedir. Temmuz ayında ise normalinden fazla yağış düşmesi NDVI değerinde artışa neden olmaktadır. Şekil 4.10 Akdeniz Bölgesi'nde iki ile ait (Adana ve Hatay) NDVI değerlerinin değişimini göstermektedir. Bitki örtüsüne bağlı olarak NDVI değerlerinin pek fazla değişim

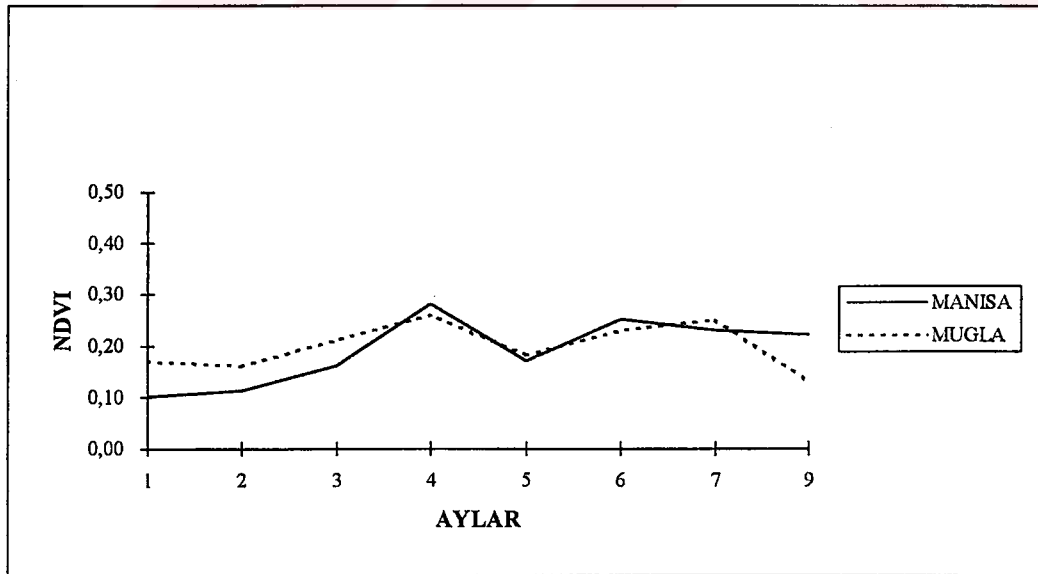
göstermediği Adana'da 1996 yılı Mart ayı yağışlarının normalinde %81 fazla olması nedeniyle, normal civarında yağış olmuş olan Nisan ayında, NDVI değerlerinde artış görülmektedir. Mayıs ayı yağışları ise normalinde %66 daha azdır ve NDVI değerlerinin minimumu bu aydır. Haziran ayında normalinde %68 fazla, Temmuz ayında normalinden 7 kat fazla yağış düşmesi nedeniyle NDVI değerleri bu yaz aylarında fazla bir düşüş göstermemektedir. Hatay'da NDVI değerlerinin değişimi Adana'ya benzer bir yapı göstermektedir. Mart ayında normalin yaklaşık 2 katı fazla yağış olan Hatay'da NDVI değerleri Nisan ayında maksimuma ulaşmıştır. Nisan ayında normalden %75 daha fazla yağış düşmesi nedeniyle, Hatay'ın bu aydaki maksimum NDVI değeri Adana'ya nazaran daha büyüktür. Mayıs ayında ise normalinde yaklaşık 18 kat az yağış düşmüştür ve NDVI minimum değeri de bu aydır. 1996 yılı Temmuz ayı yağışsız geçtiği halde NDVI değerindeki hafif artışın, bölgenin bitki örtüsü veya tarımsal faaliyetleri ile ilgili olduğu söylenebilir.



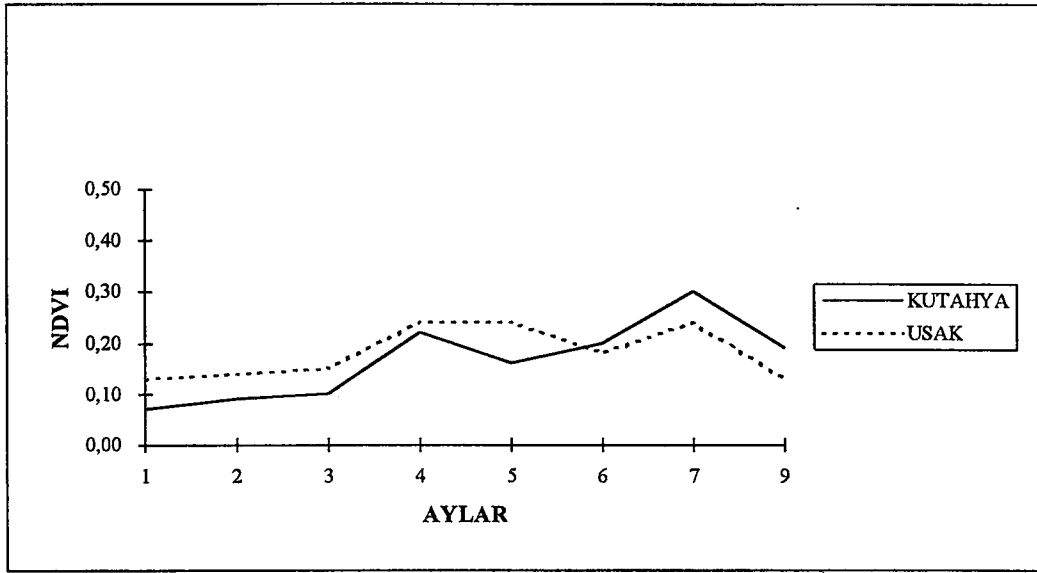
Şekil 4.5. Bursa için NDVI değerlerinin 1995 yılındaki aylık değişimi



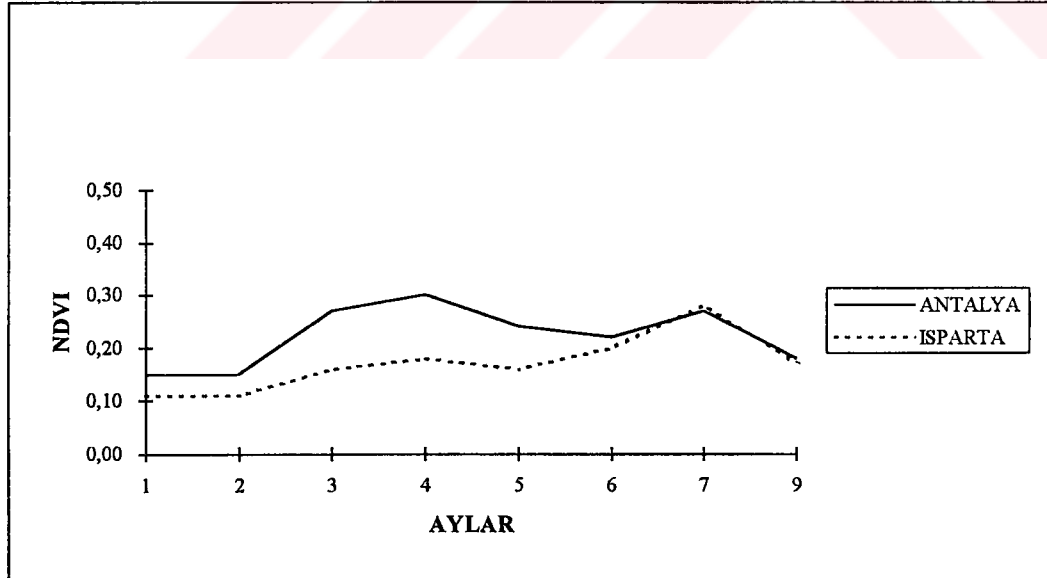
Şekil 4.6. Afyon ve Kütahya için NDVI değerlerinin 1995 yılındaki aylık değişimi



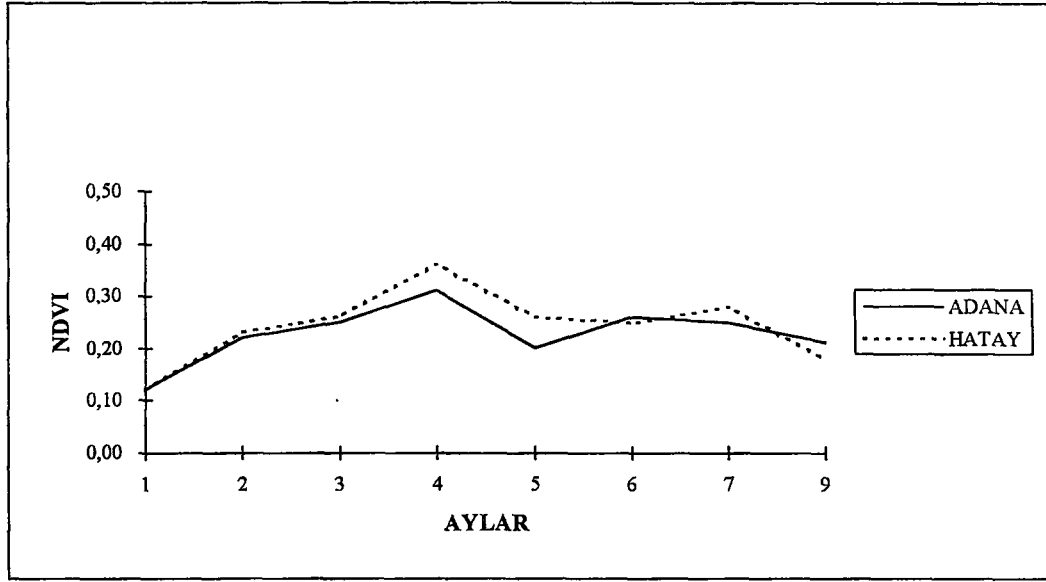
Şekil 4.7. Manisa ve Muğla için NDVI değerlerinin 1996 yılındaki aylık değişimi



Şekil 4.8. Kütahya ve Uşak için NDVI değerlerinin 1996 yılındaki aylık değişimi



Şekil 4.9. Antalya ve Isparta için NDVI değerlerinin 1996 yılındaki aylık değişimi



Şekil 4.10. Adana ve Hatay için NDVI değerlerinin 1996 yılındaki aylık değişimi

Bitkilerin yağış ve sıcaklığa bağlı olarak yeşillenmeye başladığı ilkbahar aylarında NDVI değerlerinde maksimumlar gözlenmektedir. Genellikle bahar ayları maksimum yağışının görüldüğü Mart ayından bir veya iki ay sonra NDVI değerleri maksimuma ulaşmaktadır. Mayıs ayından sonra yağışların azalması ile birlikte NDVI değerlerinde de azalma görülmektedir. Kış aylarında NDVI değerlerinde görülen minimumlar bitkilerin yeşillenme dönemlerinin bitmesiyle ilgilidir. Sonbahar aylarında, özellikle Eylül, Ekim ve ilbahar aylarında (Mayıs) görülen minimum NDVI değerleri ise o ayda veya bir ay öncesinde, normalinden daha az yağış düşmesiyle ilgilidir.

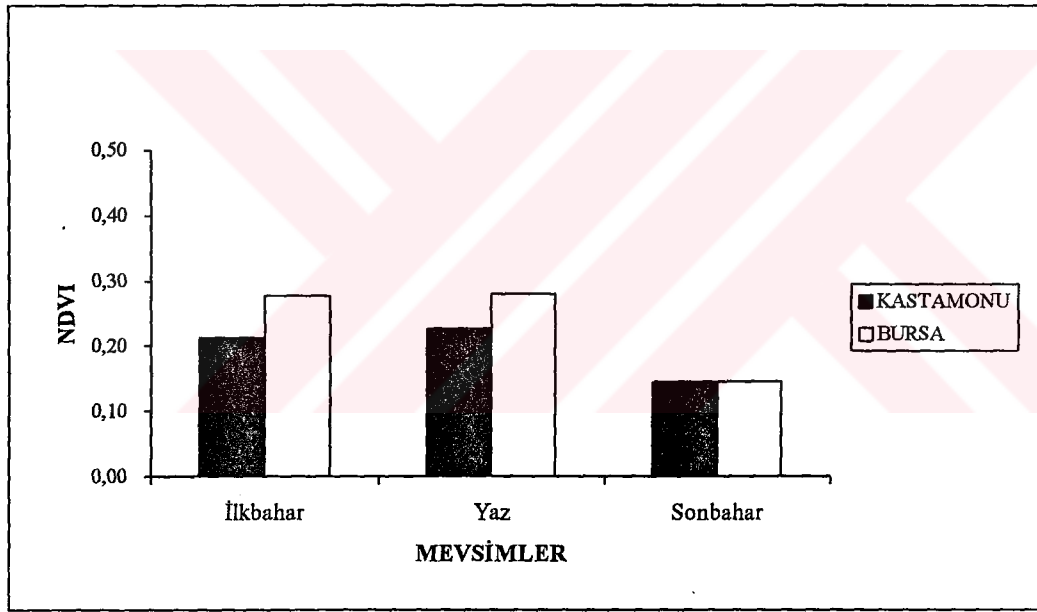
Analiz yapılan istasyonlar arasında genel olarak en yüksek NDVI değerlerinin Bursa, Antalya, Adana, Hatay, Isparta ve Muğla'da gözlemlendiği saptanmıştır. Bu bölgeler ikinci bölümde incelenen yağış harmonik analiz sonuçlarına göre yağışın en fazla görüldüğü kıyı bölgelerimizdendir. Şekil 4.38'deki yıllık toplam yağış miktarı haritasında da bu bölgelerin fazla yağış alan bölgelerimizden olduğu görülmektedir. Ege ve Akdeniz kıyılarında en yüksek NDVI değerleri yılın ilk yarısında (Nisan-Mayıs), İç Ege'de Mayıs-Temmuz döneminde gözlenmektedir. Ancak 1994 yılında Ege kıyıları'nda en yüksek NDVI değerlerinin gözlemlendiği dönemin (ilkbahar ayları), 1996 yılına doğru Haziran ve Temmuz aylarındaki normalinden daha fazla olan yağışlara bağlı olarak bu aylara (yaz

aylarına) kaydığı saptanmıştır. Bu aylarda NDVI değerlerinde görülen artış bir ay öncesinde veya o ay, normalinden çok fazla yağış düşmesiyle ilgilidir.

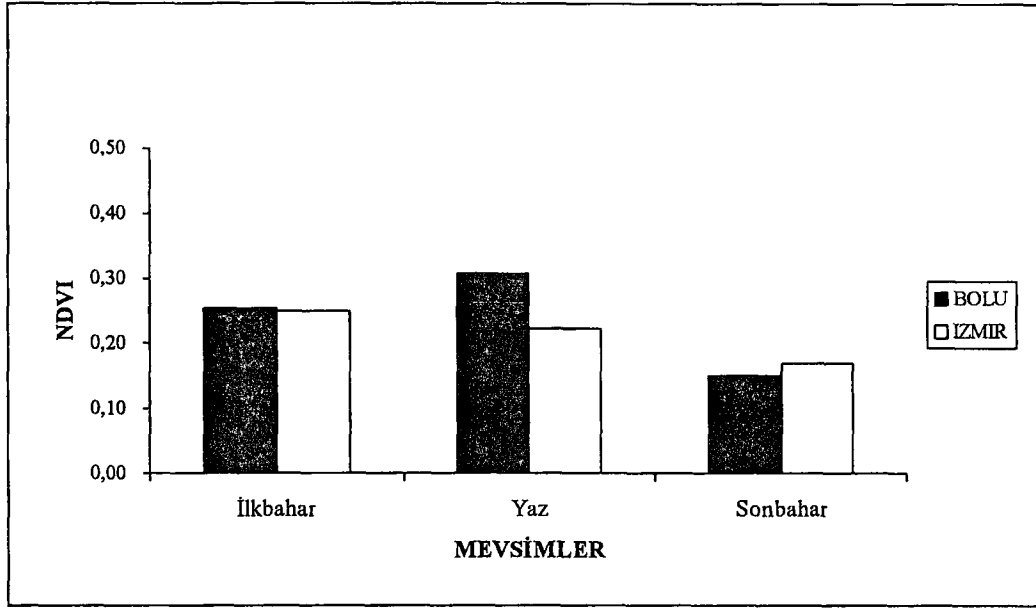
4.2.2. NDVI Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

1994 yılı Marmara, Batı Karadeniz, Ege, Göller Yöresi ve Akdeniz Bölgeleri'ndeki mevsimsel NDVI değerlerinin değişimi Şekil 4.11-4.24'de sunulmaktadır. Şekil 4.11'de Kastamonu ve Bursa için NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi görülmektedir. İlkbahar ve yaz mevsimlerinde yüksek değerler gözlenmekte olup, Kastamonu NDVI değerleri Bursa değerlerinden daha düşüktür. Kastamonu ilkbahar ve yaz mevsimi toplam yağış miktarları her iki mevsimde, Bursa ilkbahar ve yaz mevsimi toplam yağış miktarlarından azdır. Sonbaharda ise Bursa toplam yağış değerleri Kastamonu'nun sonbahar mevsimi toplam yağış değerlerinden fazla olmasına rağmen NDVI değerleri aynıdır. Sonbaharda bitkilerde yaprak dökümü ile birlikte, yeşillenme miktarı ve dolayısıyla NDVI değeride azalır. Kastamonu'nun bitki örtüsünün sarıçam ve karaçam türü yaprağını dökmeyen çam türü ağaçlardan meydana gelmesinden dolayıdır (Çağlar, 1995). Bursa'da ise bu tip yaprağını dökmeyen ağaç tipleri daha azdır. Bu yüzden Bursa'da yağış değerleri arttığı halde NDVI değerlerinde artış olmamıştır. İlkbaharda Bolu ve İzmir değerleri aynı olup, yaz mevsiminde Bolu'da sonbahar mevsiminde ise İzmir'de daha yüksek NDVI değerleri gözlenmektedir (Şekil 4.12). Bolu'nun yaz mevsimi toplam yağış değerleri İzmir'in yaz mevsimi toplam yağış değerlerinden büyük olması nedeniyle Bolu yaz mevsimi NDVI değerleri İzmir'in değerlerinde daha büyüktür. Sonbahar mevsiminde de Bolu toplam yağış değerleri İzmir'den küçük olduğundan Bolu NDVI değerleri İzmir NDVI değerlerinden daha küçüktür. Bitkilerin yeşillenme dönemi olan ilkbahar mevsiminde ise İzmir'in ilkbahar toplam yağış değerleri fazla olduğu halde, Bolu ile hemen hemen aynı NDVI değerlerine sahiptir. Bu İzmir'in bitki örtüsünde kızılçam türü yaprağını dökmeyen bitki türünün yaygın olmasından dolayıdır (Çağlar, 1995). Zaten İzmir NDVI değerlerinde fazla değişim olmadığı görülmektedir. Şekil 4.13, Manisa ve Muğla için mevsimsel NDVI değerlerinin değişimlerini göstermekte olup, her üç mevsimde de Muğla değerleri Manisa'dan daha yüksektir, aynı şekilde her üç mevsimdeki toplam yağış miktarları Muğla'dan daha

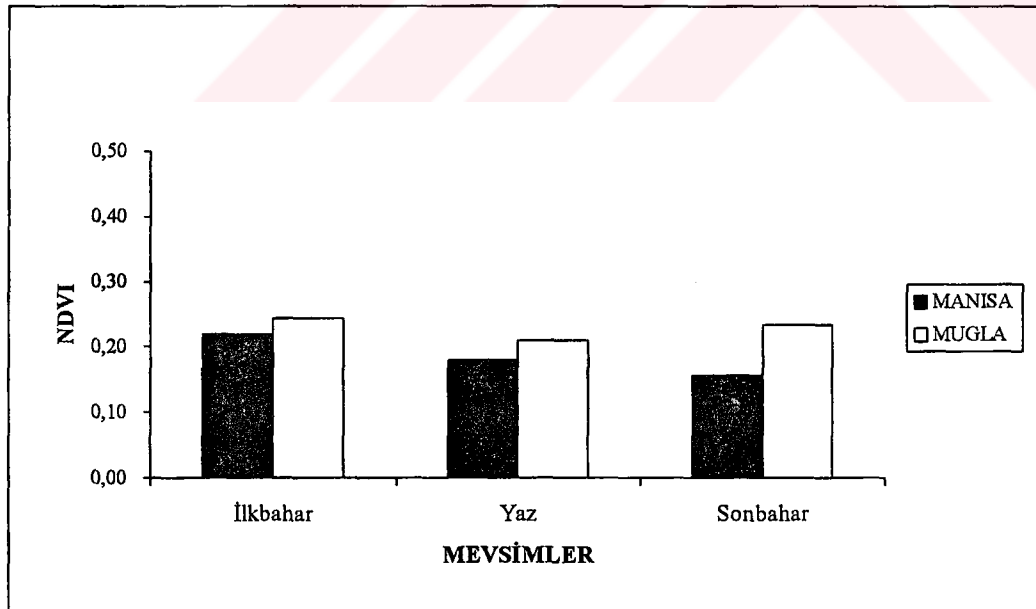
fazladır, (Muğla ve Mersin yağış değerleri elde edilemediğinden uzunyıl ortalama değerleri kullanılmıştır). Şekil 4.14’de Kütahya ve Mersin NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi görülmektedir. Yaz mevsiminde Kütahya NDVI değerleri Mersin NDVI değerlerinden yüksektir. Kütahya’nın yaz ayı toplam yağış değeri de Mersin’den daha fazladır. Sonbahar mevsiminde Kütahya ve Mersin’in NDVI değerleri hemen hemen aynı olup, sonbahar mevsimi toplam yağış miktarında aynıdır.



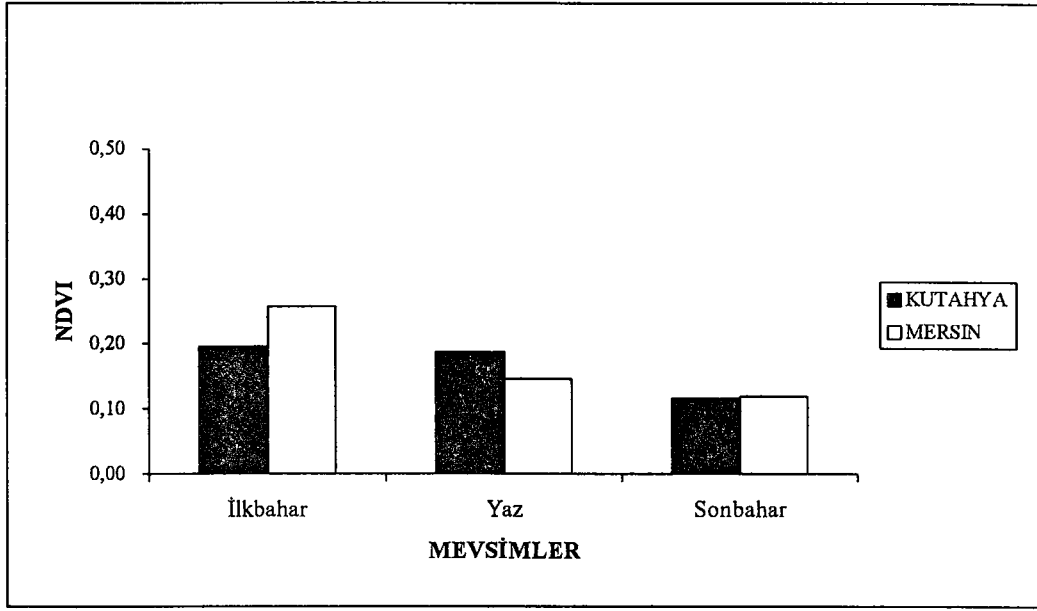
Şekil 4.11. Kastamonu ve Bursa için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi



Şekil 4.12. Bolu ve İzmir için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi

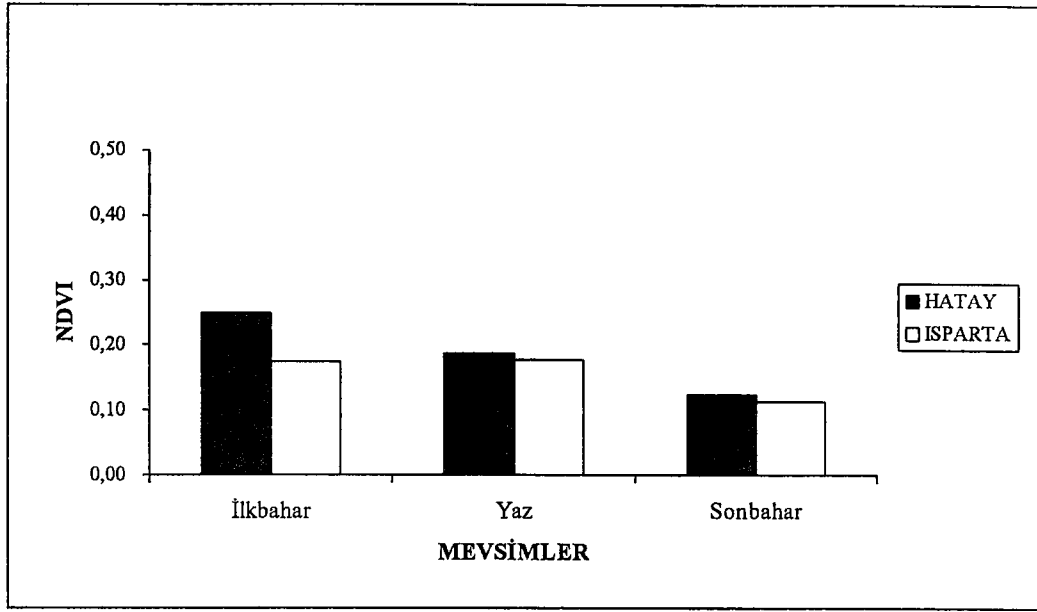


Şekil 4.13. Manisa ve Muğla için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi

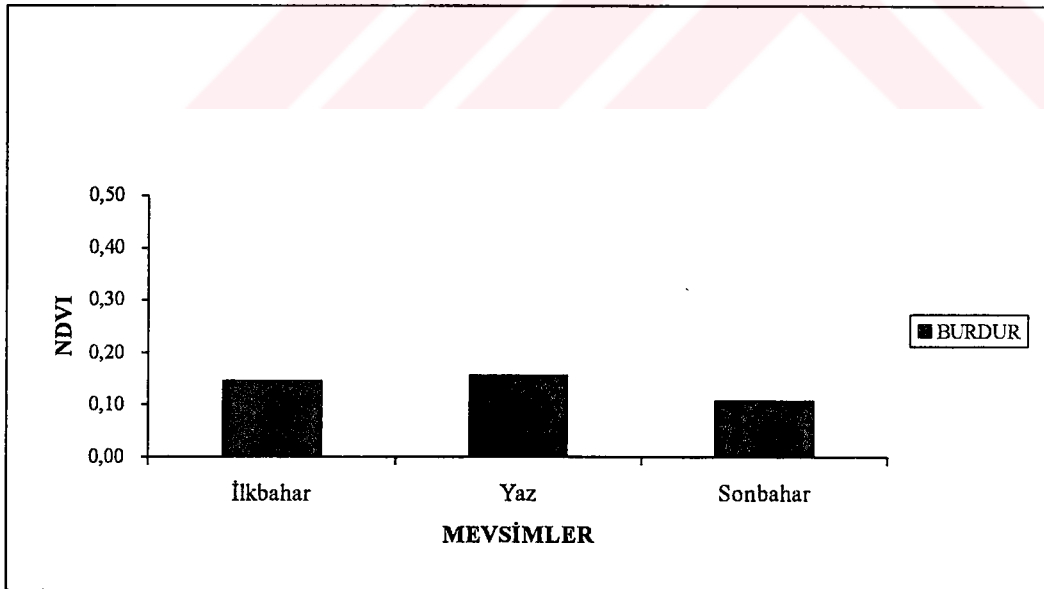


Şekil 4.14. Kütahya ve Mersin için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi

Şekil 4.15'de Hatay ve Isparta illerinde gözlenen bitki örtüsü değerleri karşılaştırılmaktadır. NDVI değerleri, ilkbahar mevsiminde daha belirgin olmak üzere Hatay'da her üç mevsim boyunca Isparta'dan daha yüksektir. Çünkü Hatay'ın ilkbahar ve sonbahar ayları toplam yağış miktarı Isparta'nın ilkbahar ve sonbahar toplam yağış miktarlarından fazladır. Yaz mevsiminde ise Isparta'nın toplam yağış miktarı Hatay'dan fazla olmasına rağmen NDVI değeri daha düşüktür. Bu da bu bölgenin bitki türüne bağlıdır (maki tipi). Burdur için NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 4.16'da sunulmaktadır. Bitki örtüsü indeksi değerlerinde, ilkbahar ve yaz mevsiminde önemli bir değişim kaydedilmemiştir. İlkbahar ayı toplam yağış miktarı, sonbahardan fazla olup NDVI değerleride de ilkbahar değerlerinin sonbahardan daha büyük olduğu görülmektedir. Yaz mevsimi NDVI değerlerinde, bu mevsimde toplam yağış miktarının normalinden %29 daha fazla olmasından azalma olmadığı görülmektedir.

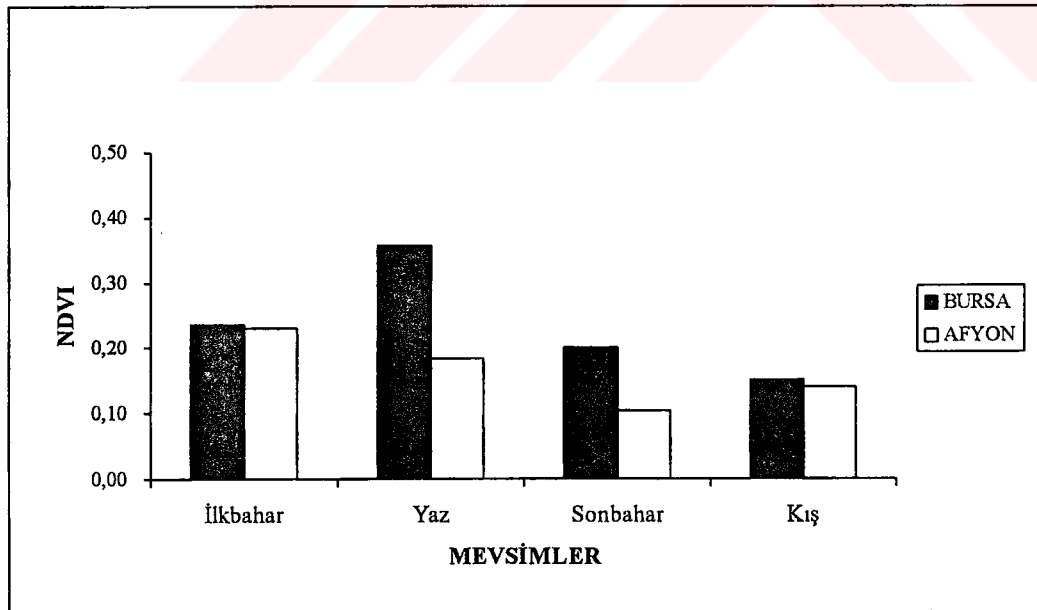


Şekil 4.15. Hatay ve Isparta için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi

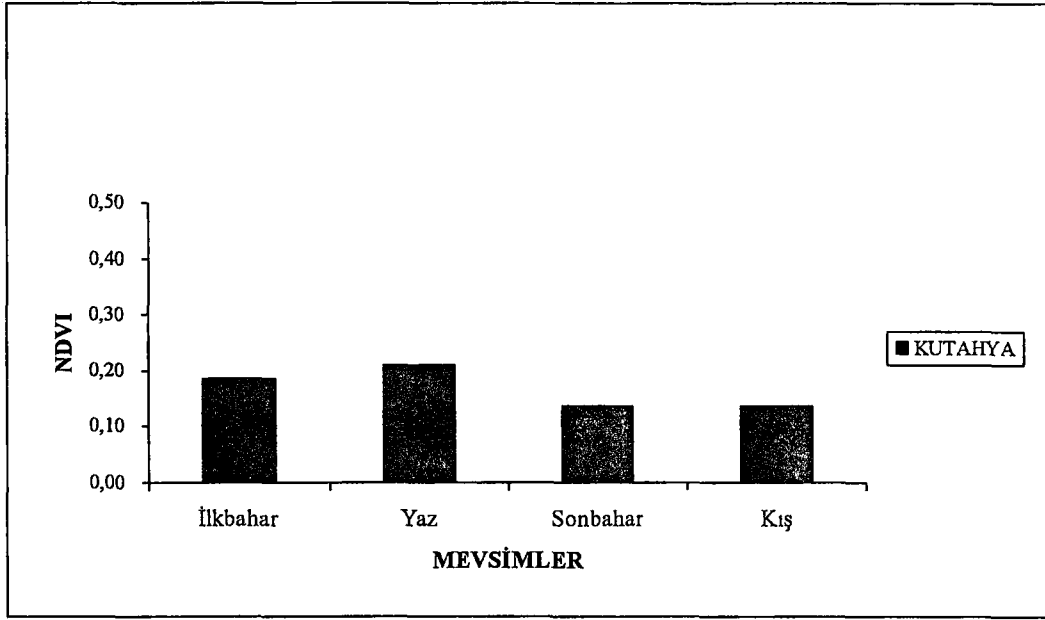


Şekil 4.16. Burdur için mevsimsel NDVI değerlerinin 1994 yılındaki değişimi

1995 yılı Marmara ve İç Ege Bölgeleri'ne ait mevsimsel NDVI değerlerinin değişimleri, Şekil 4.17 ve 4.18'de sunulmaktadır. Bursa ve Afyon için mevsimsel bitki örtüsü indeksi değerleri Şekil 4.17'de gösterilmektedir. Bursa'da en yüksek NDVI değerleri yaz mevsiminde görülmektedir. Bu mevsimde Bursa normalinden %13 daha fazla yağış almıştır ve özellikle temmuz ayı yağışı normalinin çok üstündedir. Afyon'da ise yaz mevsiminde normalinden %13 daha az yağış olmuştur. Bu yüzden Bursa ve Afyon yaz NDVI değerleri arasındaki fark fazladır. En düşük değerler, Bursa'da kış, Afyon'da ise sonbahar mevsiminde kaydedilmiştir. Eylül ayı Afyonda yılın en az yağış düştüğü aydır. Bu yüzden sonbahar NDVI değerleri bu mevsimde minimumdur. Bursa'ya ait NDVI gözlemlerinin, dört mevsim boyunca Afyon değerlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı şekilde Bursa'nın tüm mevsimlerdeki toplam yağış miktarları Afyondan fazladır. Şekil 4.18'de Kütahya için NDVI değerlerinin mevsimsel değişimleri sunulmaktadır. Yaz mevsimi değerleri, ilkbahar mevsimi değerlerinden, yaz mevsimi yağışlarını normalinin üzerinde düşmesinden dolayı biraz daha yüksektir. Sonbahar ve kış mevsimlerinde düşük değerler gözlenmektedir.



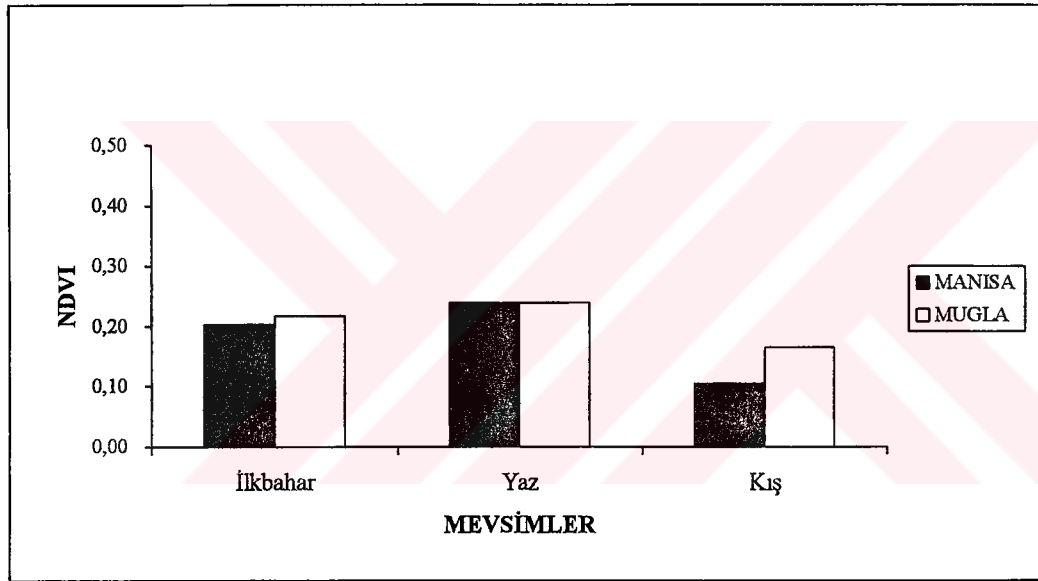
Şekil 4.17. Bursa ve Afyon için mevsimsel NDVI değerlerinin 1995 yılındaki değişimi



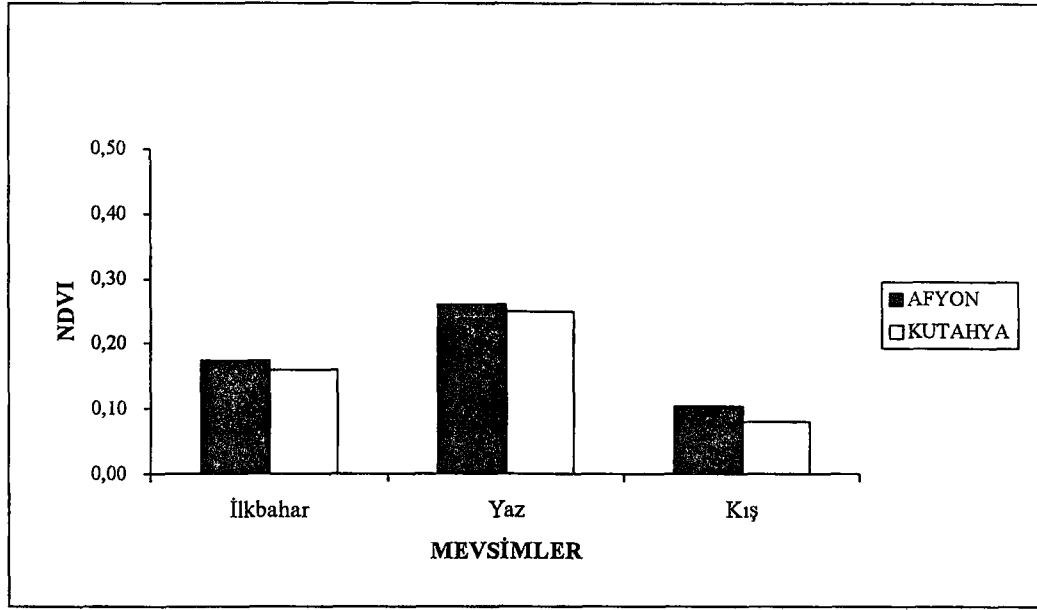
Şekil 4.18. Kütahya için mevsimsel NDVI değerlerinin 1995 yılındaki değişimi

1996 yılı İç Ege, Akdeniz, Batı Karadeniz Bölgeleri ile Göller Yöresine ait bazı iller için NDVI değerlerinin mevsimsel değişimleri, Şekil 4.19-4.24'de sunulmaktadır. Şekil 4.19'da Manisa ve Muğla için ilkbahar, yaz ve kış mevsimine ait değerler verilmektedir. En yüksek değerlerin gözlendiği yaz mevsiminde her iki ilin ortalama değerleri eşit olup, en düşük değerler kış mevsiminde kaydedilmiştir. Muğla'nın değerleri genelde Manisa'dan daha yüksektir, Muğla toplam mevsimsel değerleride Manisa'dan daha fazladır. Afyon ve Kütahya için NDVI değerleri Şekil 4.20'de sunulmaktadır. En yüksek değerler yaz mevsiminde, en düşük değerler ise kış mevsiminde gözlenmekte olup, Afyon NDVI değerleri, Kütahya'dan daha yüksektir. Uşak ve Antalya'daki mevsimsel değişimde, Uşak değerlerinin Antalya'da gözlenen değerlerden daha düşük olduğu ve ilkbahardan kış mevsimine doğru bir azalma eğilimi gösterdiği Şekil 4.21'de görülmektedir. Şekil 4.22'de Mersin ve Adana için NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi sunulmakta olup, en yüksek değerler ilkbaharda, en düşük değerler ise kış mevsiminde gözlenmektedir. İlkbahar mevsimi hariç yaz ve kış mevsimlerinde NDVI değerlerinin mevsimsel ortalamaları, Adana'da Mersin'e nazaran daha yüksektir. Hatay ve Isparta için NDVI değerlerinin mevsimsel değişimleri, Şekil 4.23'de sunulmaktadır. Her iki ilde de en düşük değerler kış mevsiminde gözlenmekte olup, en yüksek değerler, Hatay'da

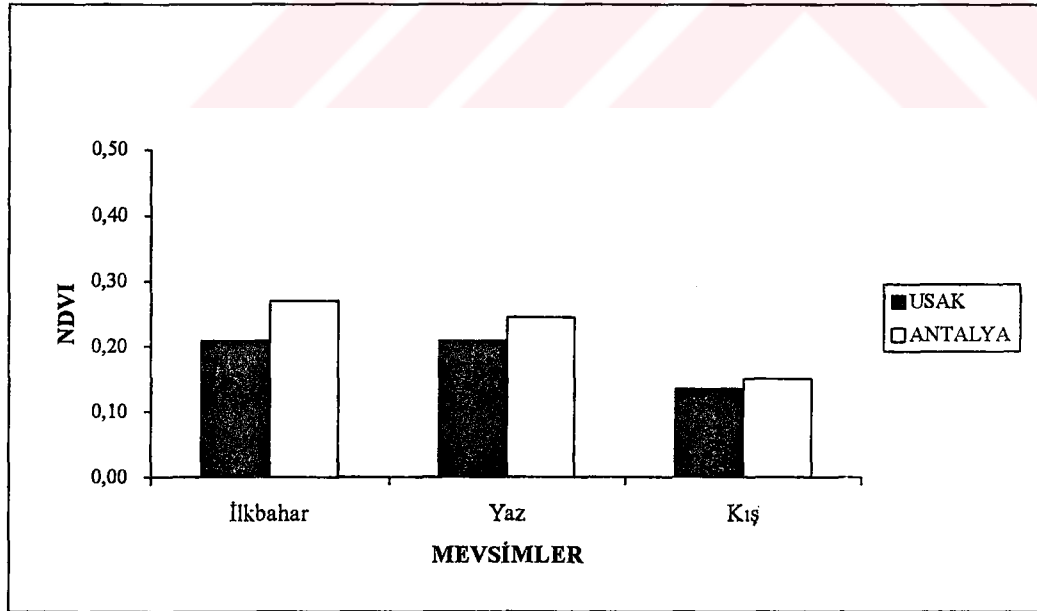
İlkbahar'da, Isparta'da ise yaz mevsiminde kaydedilmektedir. Hatay'a ait NDVI değerleri, Isparta'dan daha yüksektir. Şekil 4.24'de Zonguldak için NDVI değerlerinin mevsimsel değişimleri sunulmaktadır. Zonguldak'da en fazla değişim yaz mevsiminde gözlenmektedir.



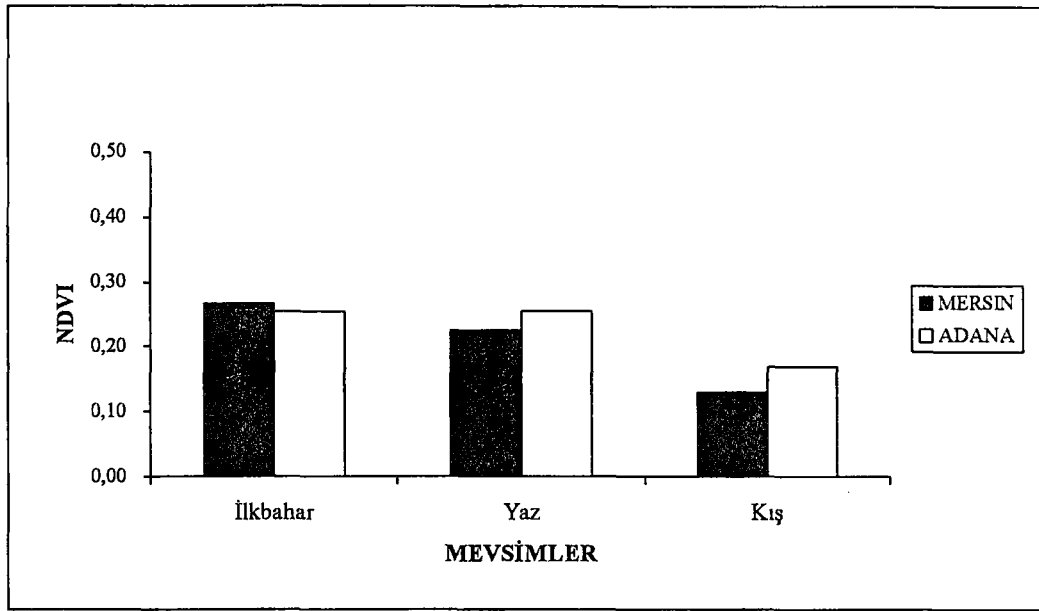
Şekil 4.19. Manisa ve Muğla için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi



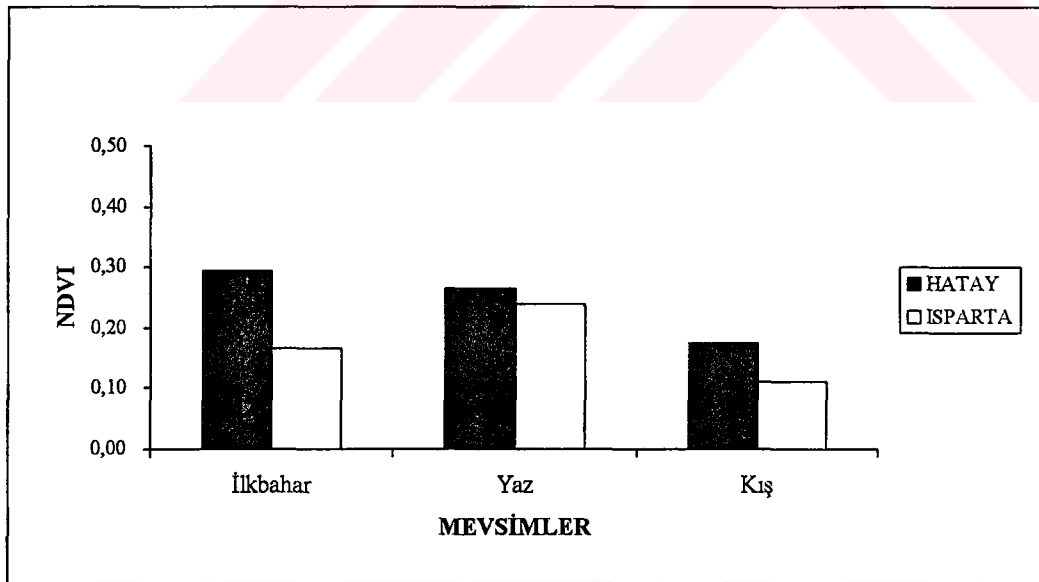
Şekil 4.20. Afyon ve Kütahya için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi



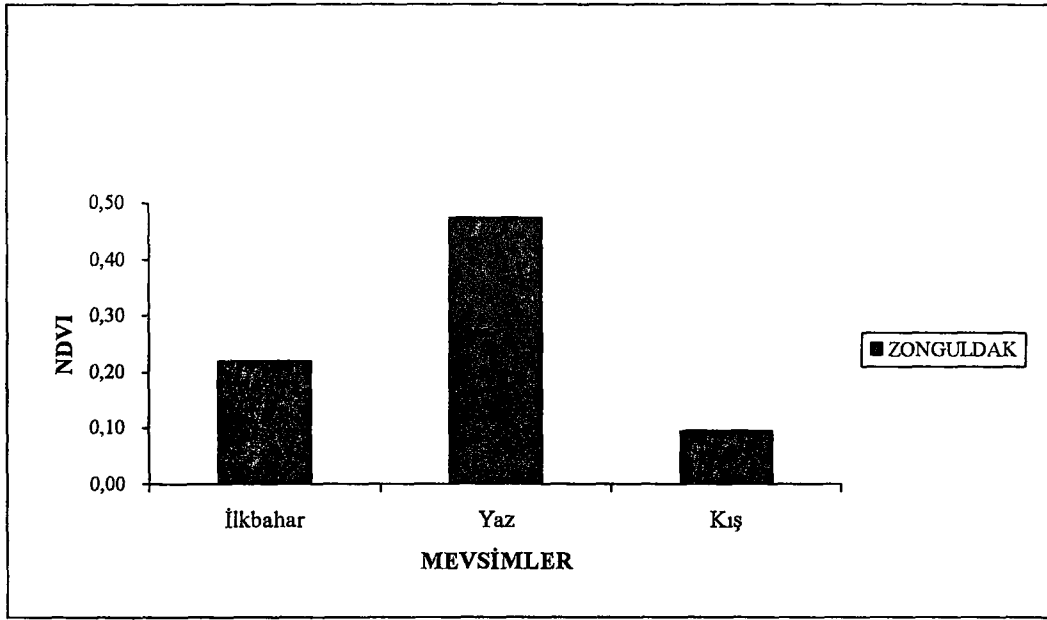
Şekil 4.21. Uşak ve Antalya için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi



Şekil 4.22. Mersin ve Adana için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi



Şekil 4.23. Hatay ve Isparta için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi



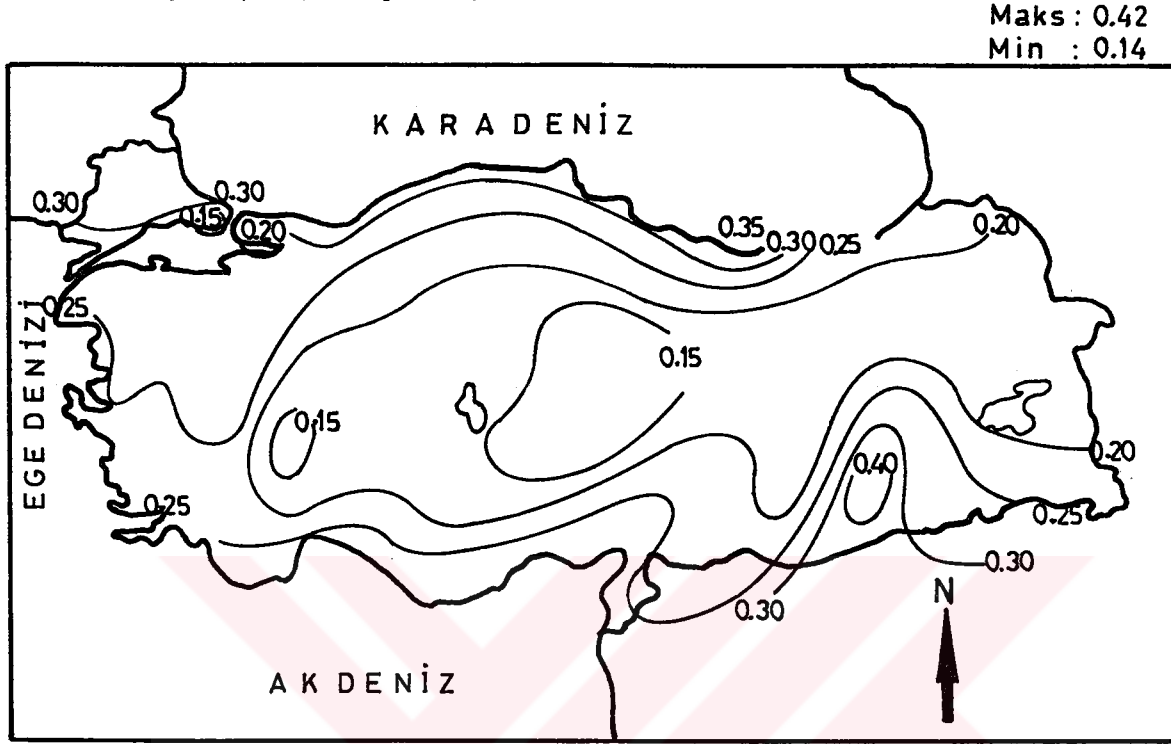
Şekil 4.24. Zonguldak için mevsimsel NDVI değerlerinin 1996 yılındaki değişimi

4.2.3. Türkiye Geneline Mevsimsel NDVI Sınıf Değerlerinin Yerel Değişimi (1994-1996)

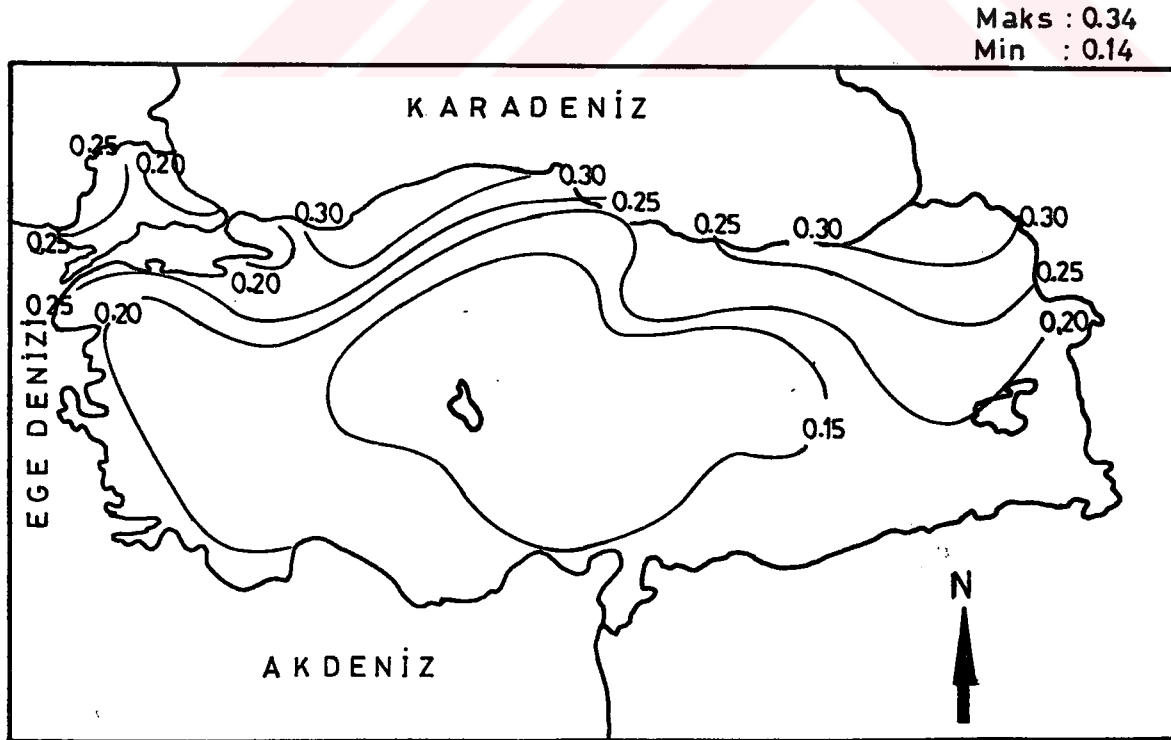
İlkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için 1994 yılına ait yerel NDVI değerlerinin değişimleri Şekil 4.25-4.27'de sunulmaktadır. Şekil 4.25'de 1994 yılı İlkbahar mevsimi için NDVI değerlerinin değişimi verilmektedir. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'nde İlkbaharda orman/otlak ve yoğun ekili ziraat arazisi sınıfları (sınıf 4 ve 5) görülmektedir (Tablo 4.3). Diyarbakır ve Mardin civarında 5 no'lu sınıf özellikleri (yoğun ziraat arazisi) gözlenmektedir. İç Anadolu Bölgesi, yarı şehirleşme, kuru toprak, kıraç arazi (sınıf 2-3) görünümündedir. Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde orman ve açık otlak mozaiği (sınıf 4) bulunmaktadır. İstanbul Avrupa yakası 2 no'lu sınıfa, Asya yakası ise 3 no'lu sınıfa girmektedir. Bu haritada en yüksek ve en düşük NDVI değerleri 0.42 (Diyarbakır) ve 0.14 (Kayseri) olarak saptanmıştır.

Şekil 4.26'da yaz mevsimindeki yapı görülmektedir. En yüksek NDVI değerleri Sinop'da (0.34), en düşük değerler ise İç Anadolu'da Sivas'da (0.14) kaydedilmiştir. Batı Karadeniz, Kuzey Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleri hariç diğer bölgelerde NDVI değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir.

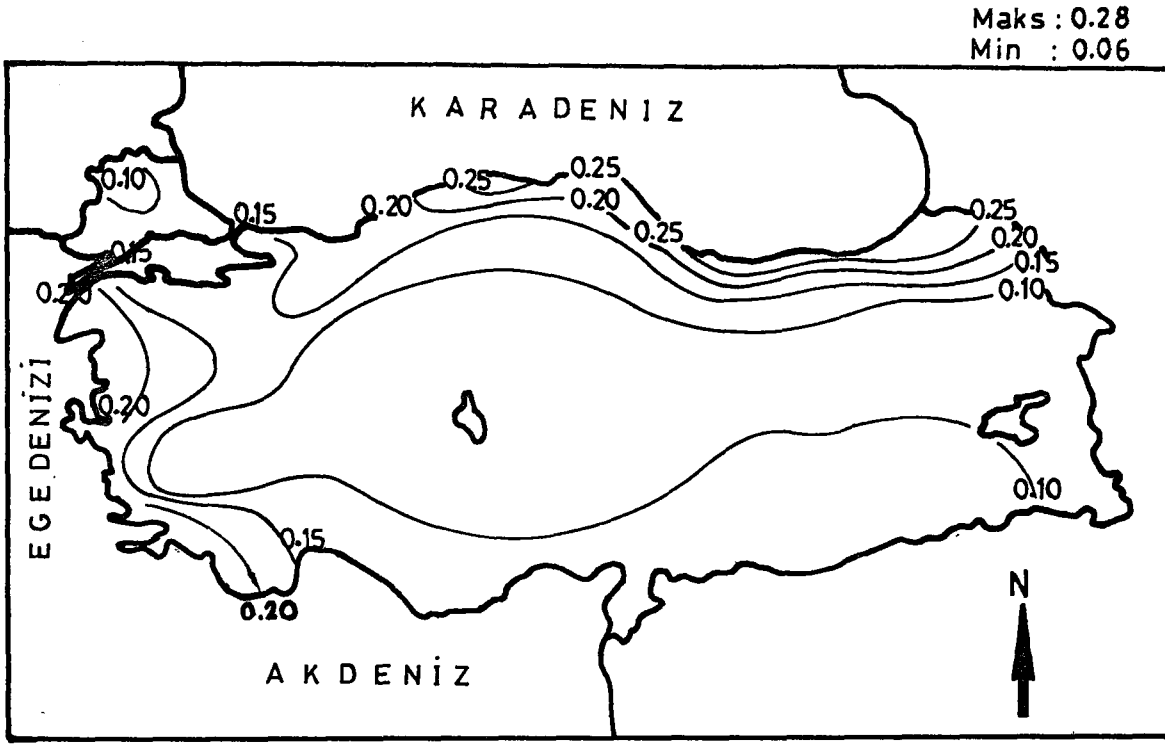
1994 yılı sonbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi Şekil 4.27'de sunulmaktadır. NDVI değerleri, ilkbahar ve yaz mevsimlerine nazaran Türkiye genelinde azalma göstermiştir. En yüksek ve en düşük değerler sırası ile Ordu (0.28) ve Eskişehir (0.06)'de saptanmıştır.



Şekil 4.25. 1994 yılı İlkbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi



Şekil 4.26. 1994 yılı yaz mevsimi NDVI değerlerinin değişimi



Şekil 4.27. 1994 yılı sonbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi

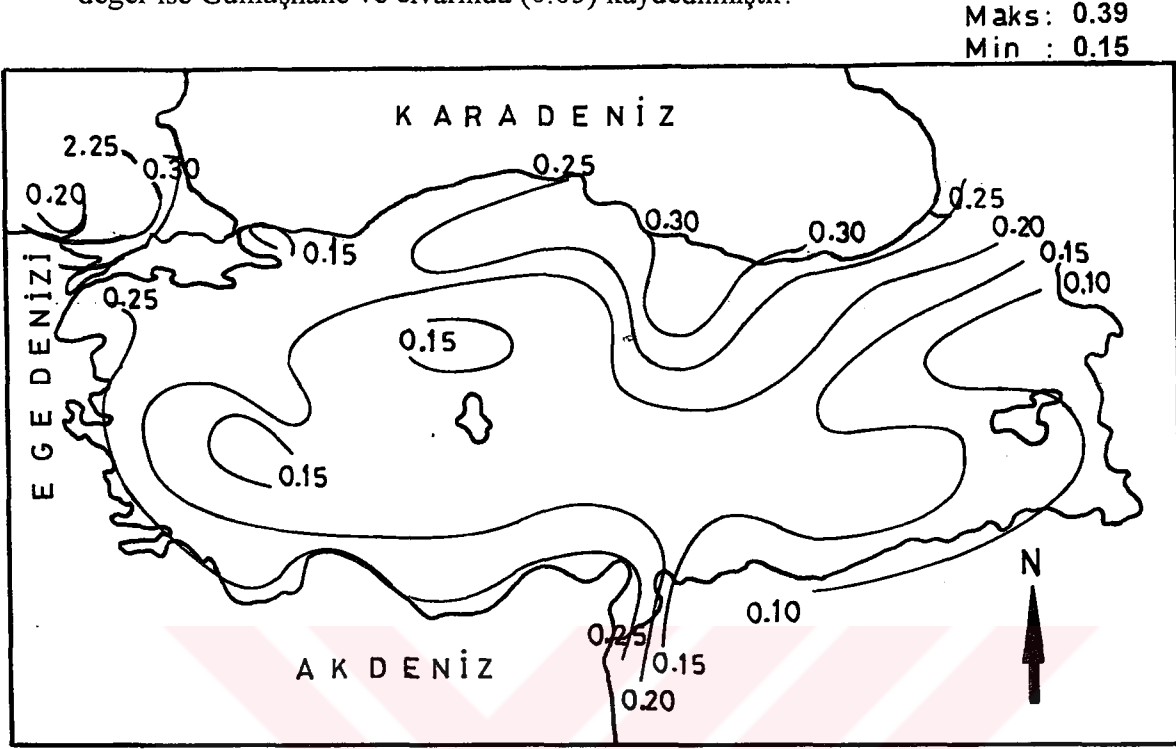
1995 yılı ilkbahar mevsimi NDVI değerleri, Doğu ve Orta Karadeniz, Ege, Akdeniz kıyı bölgeleri ve Batı Trakya'da 4 ve 5 no'lu sınıfa girmekte olup, en yüksek değer Giresun'da (0.39) görülmektedir (Şekil 4.28). Ege ve Akdeniz kıyı bölgelerinden iç kısımlara doğru, NDVI değerleri azalmaktadır. İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri 2 no'lu sınıfa girmektedir. Minimum NDVI değeri, Gaziantep'de (0.15) gözlenmiştir.

1995 yılı yaz mevsiminde Batı Karadeniz'de 5 no'lu sınıf değerleri görülmekte olup, en yüksek değer Zonguldak'da (0.42) gözlenmiştir (Şekil 4.29). Marmara'da, Trakyanın batı kesimlerinde, Ege Bölgesi'nde ve Hatay civarında 4 no'lu sınıf değerleri gözlenmektedir. Yaz mevsimi için minimum NDVI değerleri, İç Anadolu'da Konya ve civarında ve Burdur'da (0.17) kaydedilmiştir.

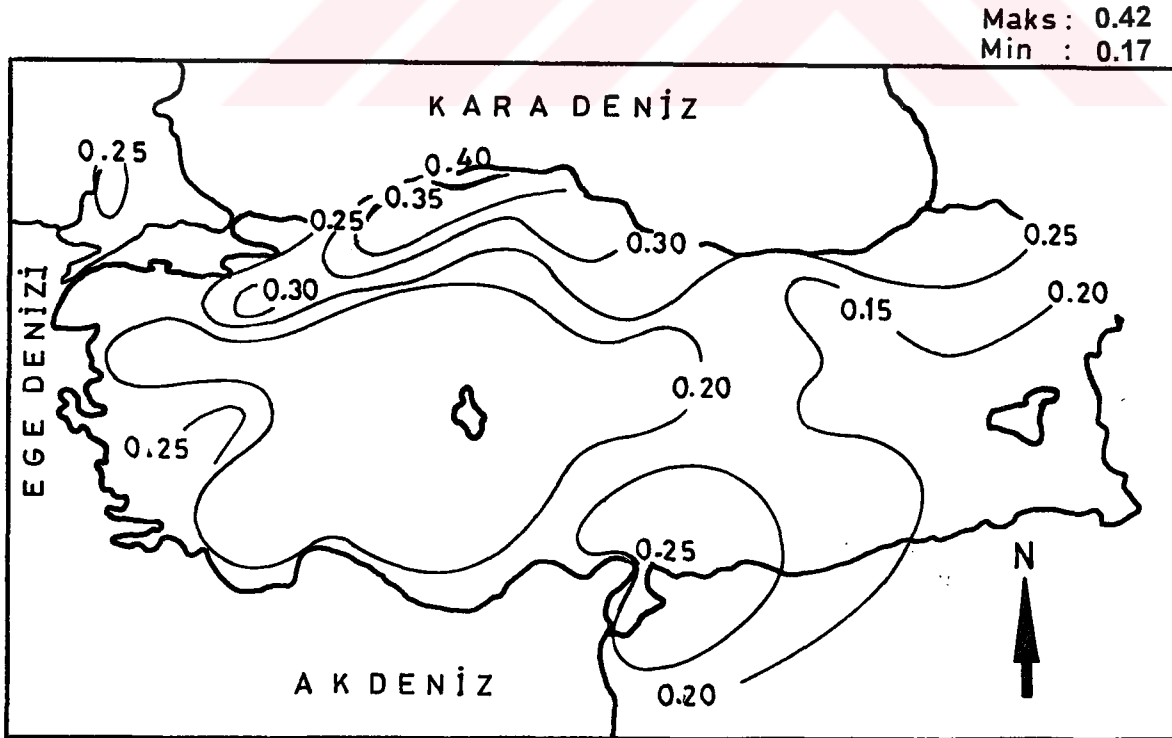
1995 yılı sonbahar mevsiminde Karadeniz Bölgesi 3 no'lu sınıfa girmekte ve NDVI sınıf değerlerinin, ilkbahar ve yaz mevsimine oranla daha düşük olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.30). Trakya, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri, 2 no'lu sınıf değerlerine sahiptir. Sonbahar mevsiminde maksimum NDVI değeri, Ordu'da (0.24), minimum NDVI değeri ise Uşak ve Konya'da (0.09) kaydedilmiştir.

1995 kış mevsiminde Karadeniz ve Ege Bölgeleri'nde, sonbahar mevsimine benzer bir yapı görülmekte ve 3 no'lu sınıf değerleri gözlenmektedir (Şekil 4.31). İç

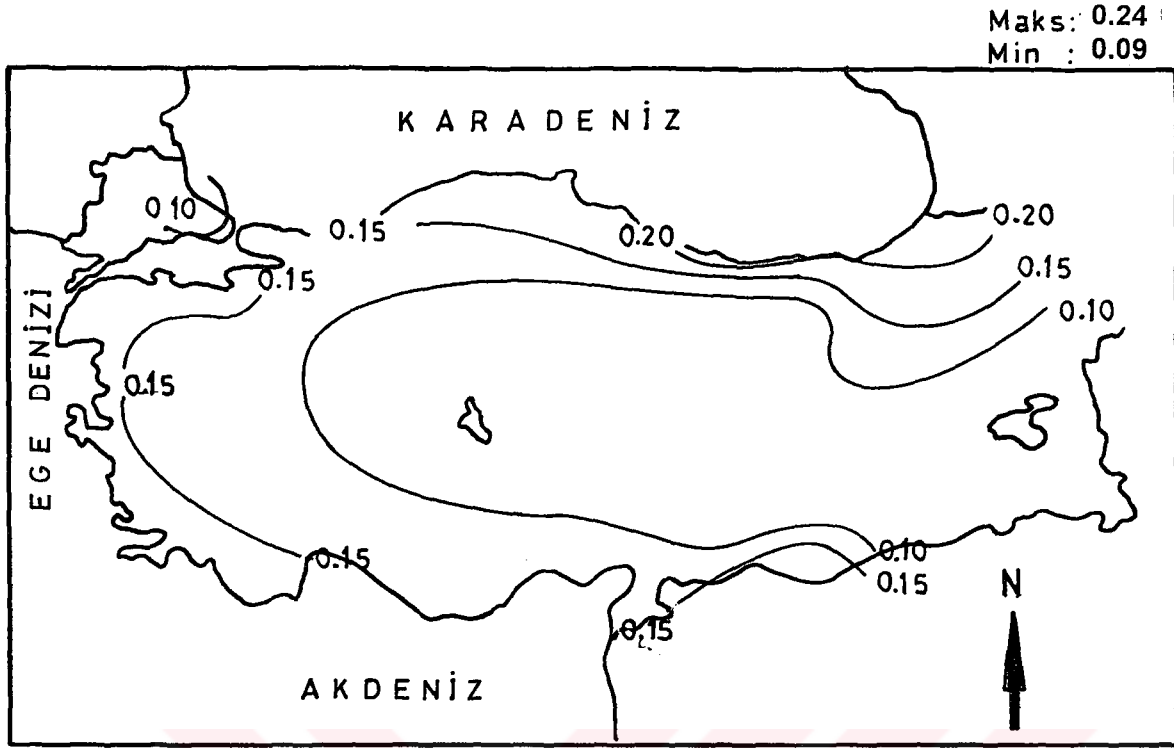
Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde NDVI değerleri daha düşük olup, 2 no'lu sınıfa girmektedir. Maksimum değer Ordu'da (0.24), minimum değer ise Gümüşhane ve civarında (0.05) kaydedilmiştir.



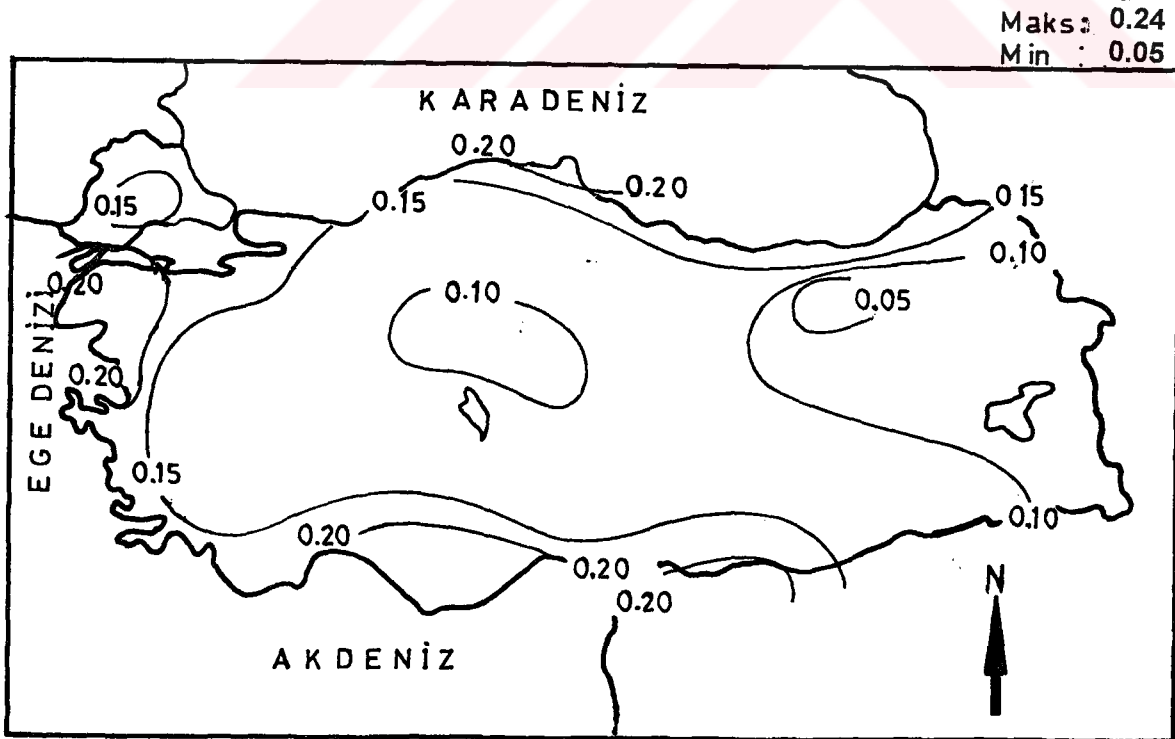
Şekil 4.28. 1995 yılı ilkbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi



Şekil 4.29. 1995 yılı yaz mevsimi NDVI değerlerinin değişimi



Şekil 4.30. 1995 yılı sonbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi



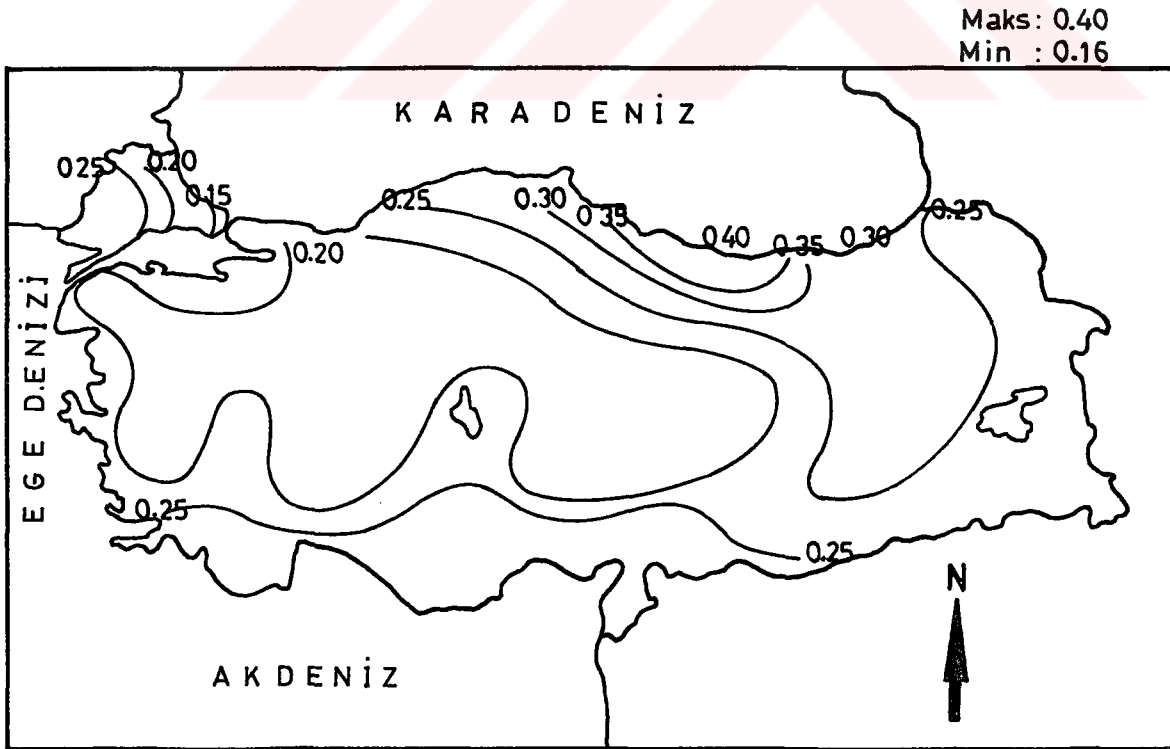
Şekil 4.31. 1995 yılı kış mevsimi NDVI değerlerinin değişimi

1996 yılı ilkbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi Şekil 4.32'de verilmektedir. En yüksek değer Ordu'da (0.40), en düşük değer ise Kütahya'da (0.16) gözlenmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi 5 no'lu sınıfa, Akdeniz Bölgesi ise 4 no'lu sınıfa girmektedir.

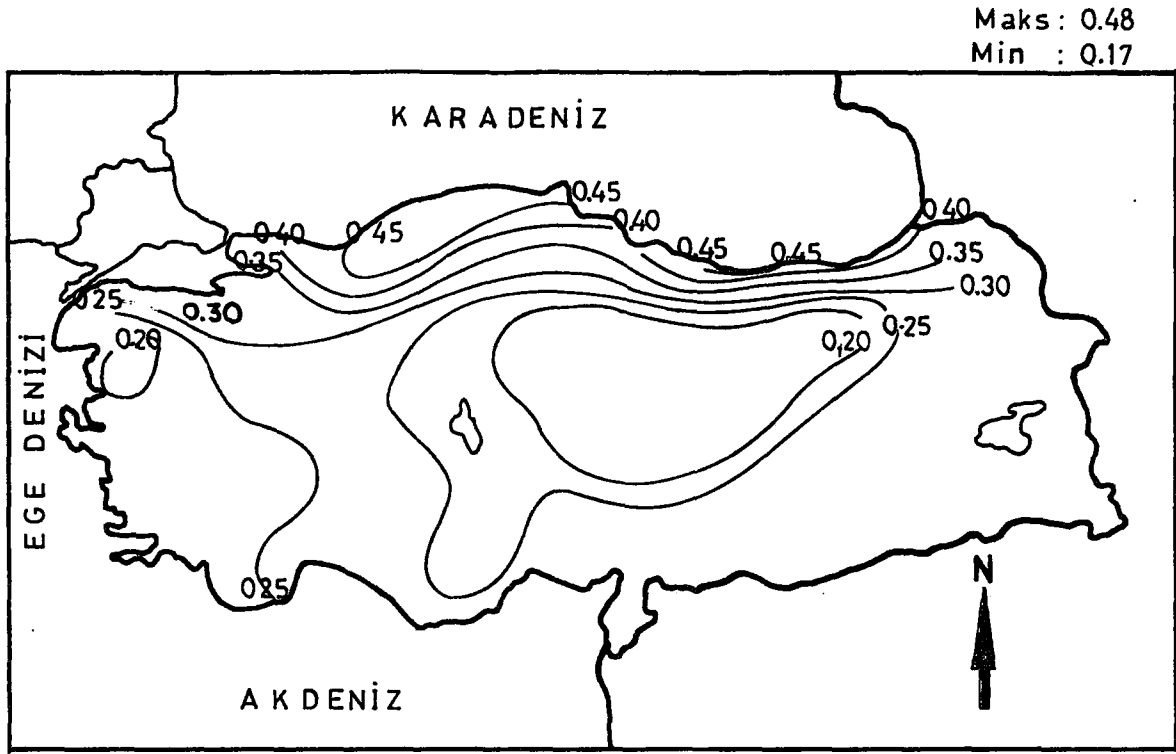
Şekil 4.33, 1996 yılı yaz mevsimi için NDVI değerlerinin değişimini göstermektedir. En yüksek değer Zonguldak (0.48) ve en düşük değer ise Sivas'da (0.17) gözlenmektedir. Batı ve Doğu Karadeniz Bölgeleri 6 no'lu sınıfa (yağmur ormanı, yüksek dağlık bölgelerdeki bitki örtüsü) girmektedir. Ege Bölgesi 3, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ise 4 no'lu sınıfa girmektedir.

Kış mevsimi, 1996 yılı analizlerinde bulut kapallılığı nedeni ile Doğu ve İç Anadolu Bölgeleri için NDVI analizleri yapılamamıştır (Şekil 4.34). Ege ve Akdeniz Bölgeleri 3 no'lu sınıfa girmektedir.

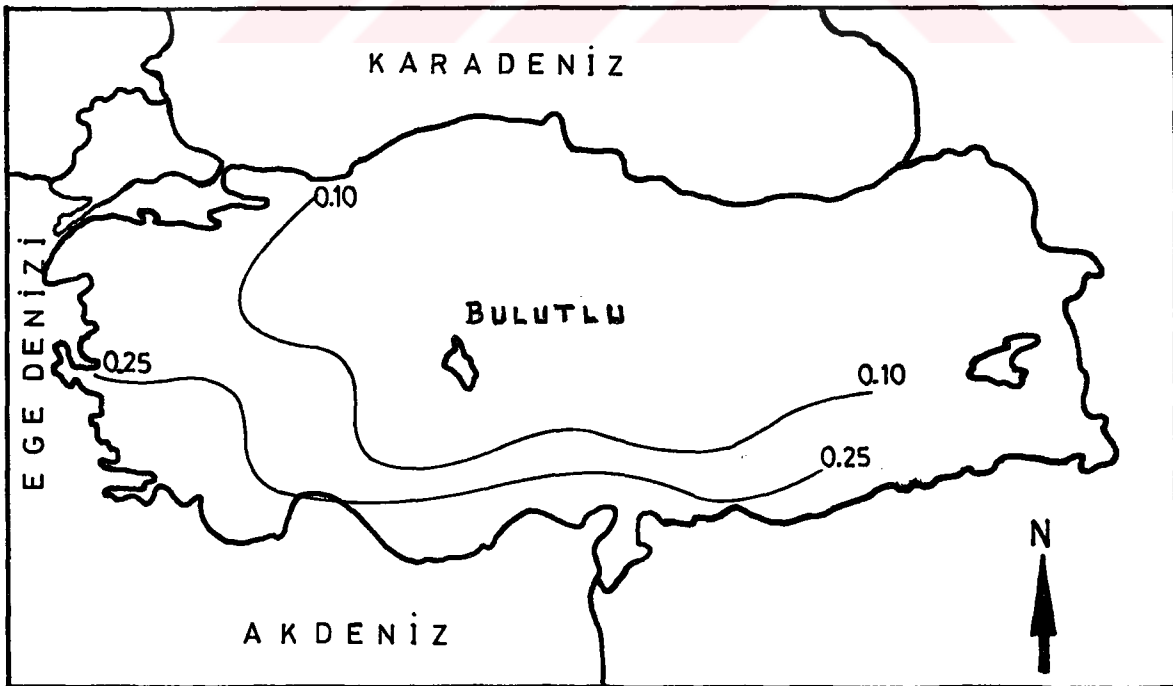
Şekil 4.35'de 1996 yılı Temmuz ayı için NDVI değerlerinin değişimi sunulmaktadır. En yüksek değer, Zonguldak (0.48), en düşük değer ise Sivas'da (0.18) gözlenmektedir. Batı ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'nde 6 no'lu sınıf özellikleri kaydedilmiştir.



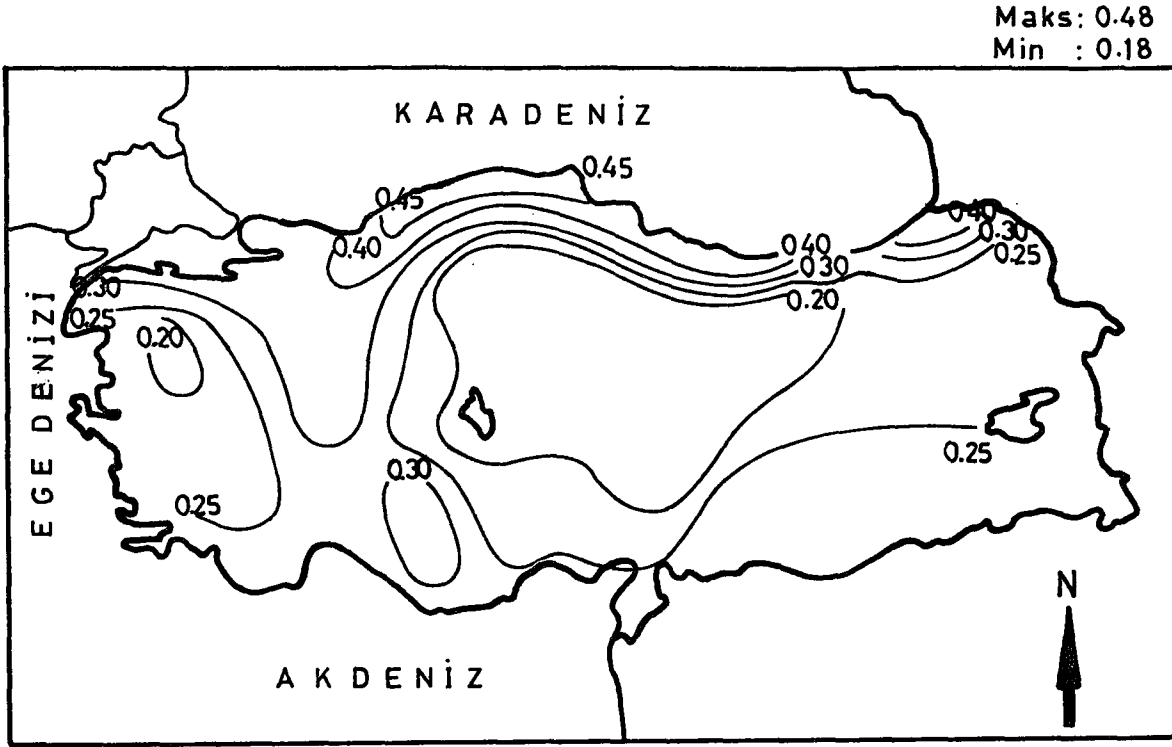
Şekil 4.32. 1996 yılı ilkbahar mevsimi NDVI değerlerinin değişimi



Şekil 4.33. 1996 yılı yaz mevsimi NDVI değerlerinin değişimi



Şekil 4.34. 1996 yılı kış mevsimi NDVI değerlerinin değişimi



Şekil 4.35. 1996 yılı Temmuz ayı NDVI değerlerinin değişimi

Ek Şekil B.21'de Orman Genel Müdürlüğü Fotogrametri Dairesi Başkanlığı'ndan sağlanan ve ARTEMİS Projesi çerçevesinde hazırlanmış NDVI haritası verilmiştir (OGM, 1996). Ağustos 1996 için hazırlanmış olan bu haritada, özellikle Karadeniz Bölgesi, Ege ve Akdeniz Bölgeleri'ndeki ormanlık alanlar (sınıf 5-6) ve ekili arazi (sınıf 3-4) dağılımı görülmektedir. Ek Şekil B.21'de 2. skalada NDVI sınıf numaraları, Tablo 4.3'e göre yerleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında, bulutsuz alanlara ait NDVI değerlerinin incelenmesi esas alınmış, bulutlu bölgelere ait NDVI analizi yapılamamıştır. Türkiye genelinde Ağustos ayına ait uydu verileri olmadığından, Ağustos ayına en yakın dönem olan Temmuz ayı haritası (Şekil 4.35), Ek Şekil B.21'de verilen Ağustos ayı haritası ile karşılaştırılmıştır. İki ayrı analiz sonucunda bir aylık fark olmasına karşın, NDVI sınıf değerlerinin yerel değişimlerinin uyumlu olduğu görülmektedir.

Ek Şekil B.22'de yer gözlemlerine dayalı olarak hazırlanmış Türkiye Ormanlarının yerel değişim haritası verilmiştir. Bu harita, Orman Genel Müdürlüğü Fotogrametri Dairesi Başkanlığı'ndan sağlanmıştır. Harita (1/1.200.000 ölçekli) üzerinde iyi koru, iyi bataklık ve bozuk koru-bataklık bölgelerinin, tezde sunulan NDVI sınıf değerlerinin analizleri ile uyum sağladığı görülmektedir.

4.2.4. NDVI Değerlerinin Yıllık Değişimleri

Yapılan analizler sonucunda 1987-1988 ve 1994-1996 yılları için Türkiye'de farklı coğrafi bölgelere ait aylık ortalama NDVI değerleri belirlenmiştir. Şekil 4.37 ve 4.38, bu yıllara ait her yıl için Türkiye'nin aylık ortalama NDVI değerlerinin değişimlerini göstermektedir (Ek Tablo A.1-A.5).

1987 ve 1988 yıllarına ait Türkiye genelindeki aylık ortalama NDVI değerlerinin değişimi, birbirine benzer ve normal dağılıma uygun bir yapı göstermektedir. 1987 yılının maksimum aylık ortalama NDVI değeri, Haziran ayında, minimum değeri ise Ocak ayında gözlenmiştir. 1988 yılının maksimum aylık ortalama NDVI değerinin Mayıs ayında, minimum değerinin ise Kasım ayında olduğu görülmektedir.

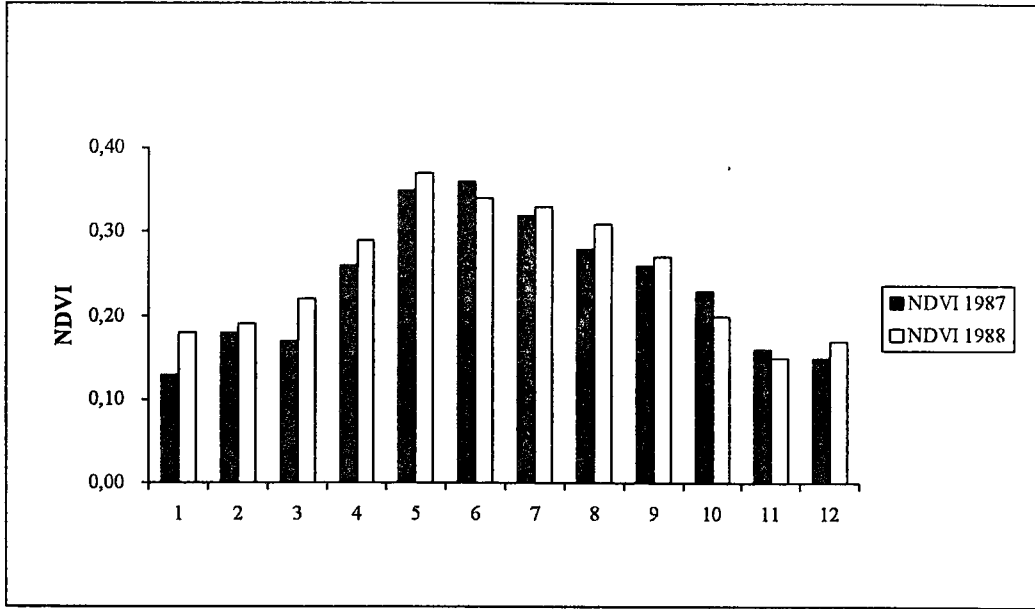
1994-1995-1996 yıllarındaki aylık ortalama NDVI değerlerinin, 1987 ve 1988 yıllarına göre genelde daha düşük olduğu saptanmıştır. Maksimum aylık ortalama NDVI değeri, 1994-1995 yılları için Mayıs ayında, 1996 yılı için ise Haziran ayında gözlenmiştir. 1995 yılı minimum NDVI değeri ise Kasım ve Aralık aylarında gözlenmiştir.

1987 ve 1988 yıllarında, Arc-Info paket programı ile hazırlanmış olan, yıllık ortalama NDVI değerlerinin farklı istasyonlardaki değişimlerini gösteren haritalar Ek Şekil B.3 ve B.4'de verilmiştir.

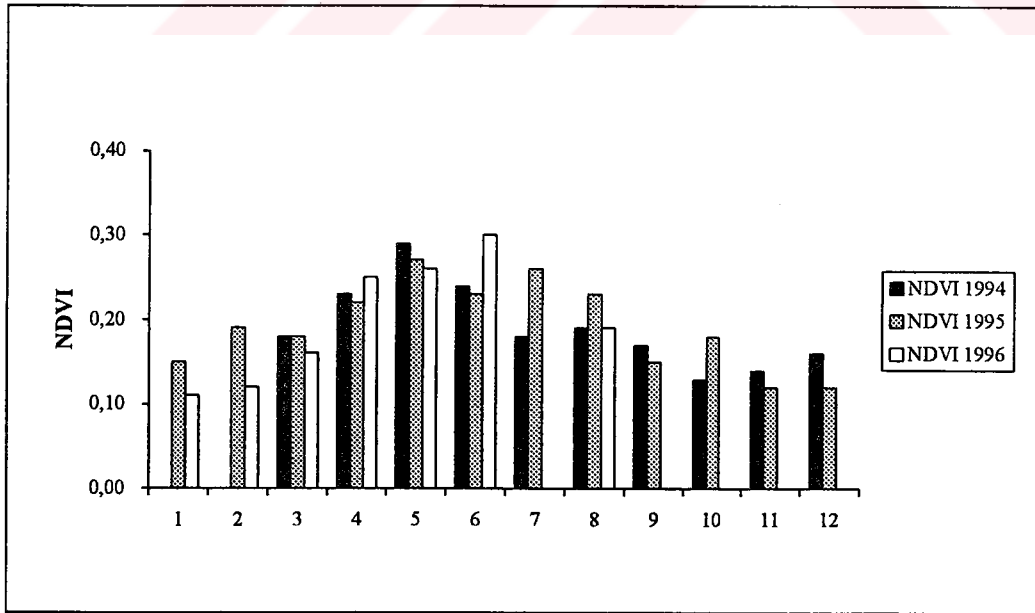
Ek Şekil B.23'de 1987 yılında en yüksek bitki örtüsü indeksi değerlerine sahip alanlar koyu yeşil renk ile (0.29-0.34) gösterilmiş olup, bu alanlar (Çanakkale, Balıkesir, Bursa ve Sinop) Tablo 4.3'e göre 4 no'lu sınıfa karşı gelmektedir.

1988 yılına ait değişimler Ek Şekil B.24'de sunulmakta olup, Çanakkale, Balıkesir, Bursa illerine ilaveten Manisa, İzmir ve Muğla illeri bitki örtüsü indeksi değerleri 4 no'lu sınıfa girmektedir. Sinop ve Trabzon NDVI değerlerinde 0.01 oranında azalma gözlenmiştir. Ankara, Eskişehir, Afyon Adana, Gaziantep ve Erzurum'da gözlenen değerlerde artış kaydedilmiştir.

1995 yılı yıllık ortalama NDVI değerlerinin farklı istasyonlardaki değişimi, Ek Şekil B.25'de verilmektedir. Şekilde en yüksek NDVI değerleri 0.24-0.29 arasında değişmekte olup, 4 no'lu sınıfın alt yarısına ait değerler gözlenmektedir. Kars, Erzurum, Gümüşhane, Kayseri, Adana, Hatay, Siirt, Göller Yöresi, Ege Bölgesi, Trakya ve İstanbul civarında önemli oranda azalma olduğu gözlenmiştir.



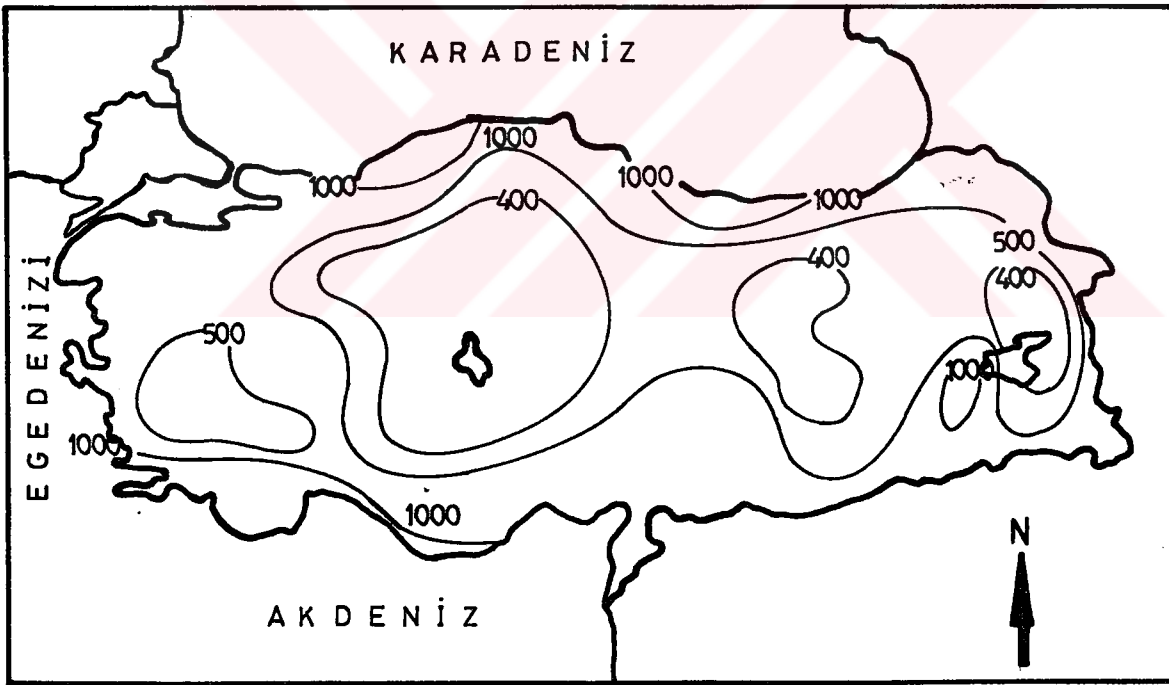
Şekil 4.36. Türkiye’de 1987-1988 yıllarına ait aylık ortalama NDVI değerleri



Şekil 4.37. Türkiye’de 1994-1995-1996 yıllarına ait aylık ortalama NDVI değerleri

4.2.5. Yağış Verilerinin Analizi ve NDVI Değerleri ile İlişkilendirilmesi

Şekil 4.38'de Türkiye genelinde yıllık ortalama toplam yağış miktarının yerel dağılımı sunulmaktadır. Yıllık ortalama toplam yağış değerlerinin 1000 mm'den büyük olduğu bölgeler, Doğu ve Batı Karadeniz ile Akdeniz Bölgeleri'dir. Bu alanlar, Tablo 4.3'e dayalı olarak saptanan NDVI değerlerinin, 4 ve 6 no'lu sınıflarına karşı gelmektedir. Yağış ve bitki örtüsü sınıf değerlerinin yerel değişimlerinde (Şekil 4.25-4.35), özellikle kıyı bölgelerinde büyük benzerlik gözlenmektedir.



Şekil 4.38. Türkiye’de ortalama yıllık toplam yağış miktarının yerel dağılımı (mm)

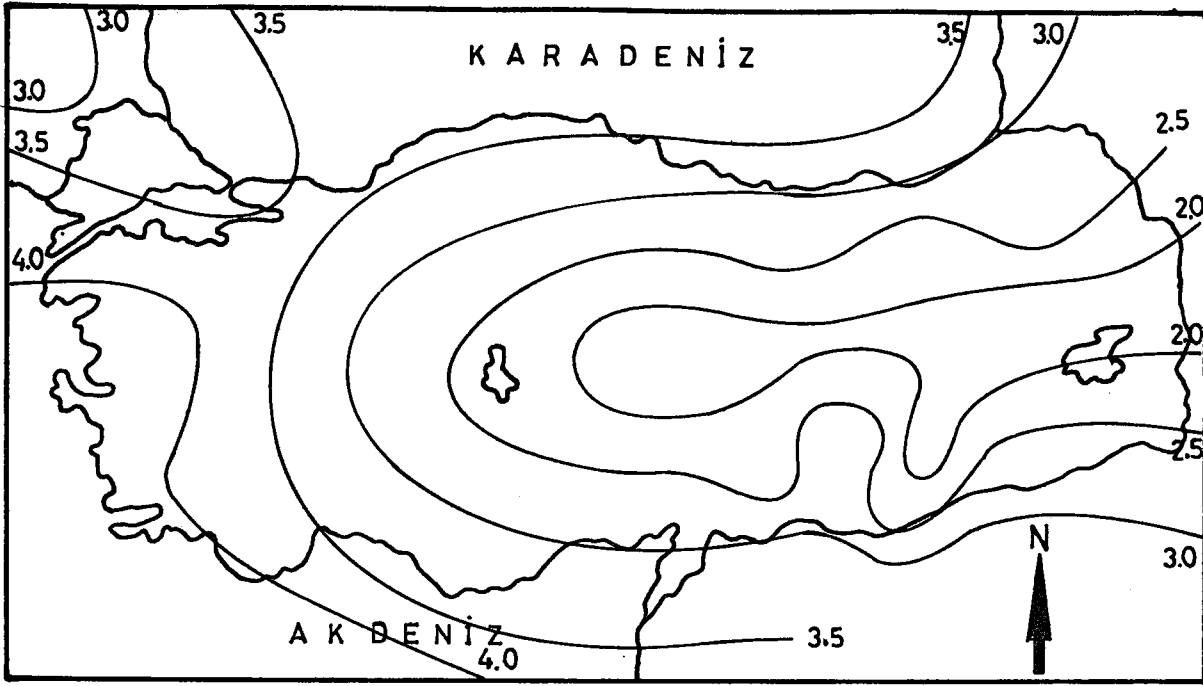
1987-1988 dönemine ait NDVI değerleri ile ortalama toplam yağış miktarları arasındaki ilişki aşağıda ayrıntıları sunulduğu gibi Nicholson ve Farrar (1994) tarafından yapılan analizlere benzer değişim göstermektedir.

Nicholson ve Farrar'a göre klimatolojik değişimlerin önemli etkilerinin göstergelerinden biri de yüzey bitki örtüsünde gözlenen değişimdir. NDVI ile yağış arasında lineer bir ilişkinin olduğu ve NDVI değerlerinin yağış ile arttığı, yapılan bir çok çalışmada görülmüştür. Bu kabul çeşitli erken uyarı sistemlerinde kullanılmaktadır. Ancak bu ilişki son derece karmaşıktır ve sadece yağış koşullarının belli aralıklarında geçerlidir. Bu belirli aralıkların dışında indeks değerleri doygunluğa ulaşır ve artan yağış ile NDVI değerlerinin artışı çok yavaş olur veya belli bir sabit değerde kalır. NDVI ile yağış arasındaki bu ilişki, bölgenin coğrafik yapısına ve bitki tipine bağlıdır.

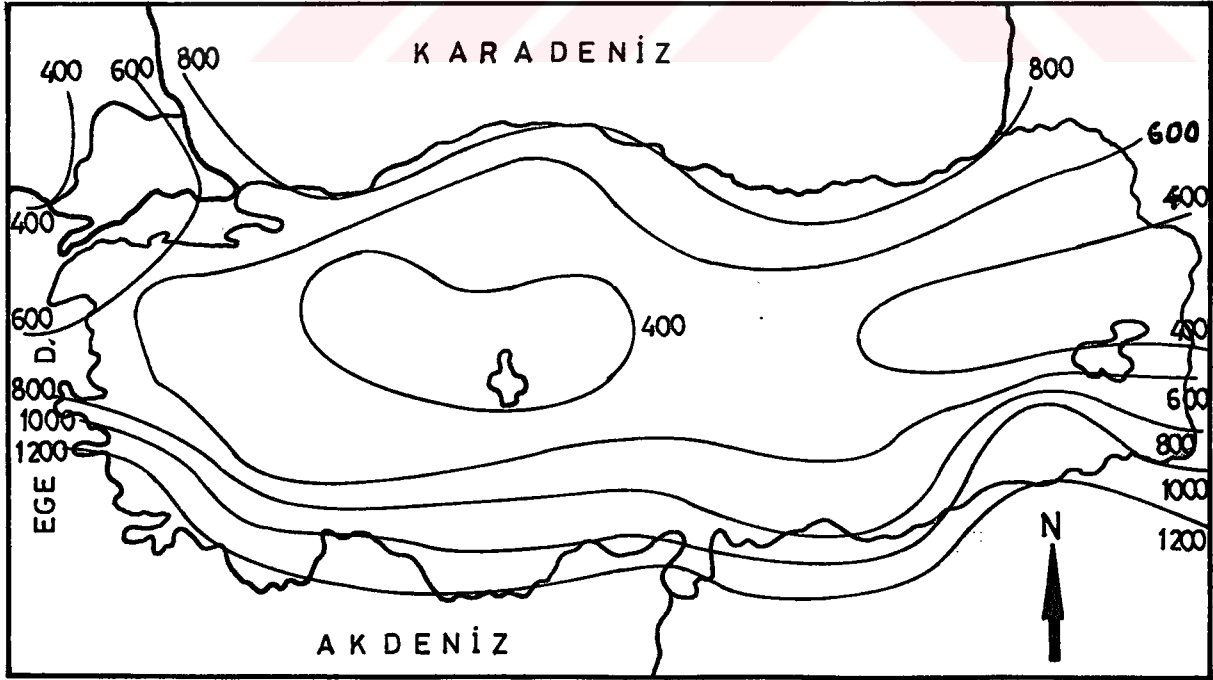
Şekil 4.39 ve 4.40'da (1987-1988) dönemine ait yıllık ortalama toplam NDVI ve yıllık ortalama toplam yağış değerlerinin karşılaştırılması verilmektedir. Yıllık toplam NDVI değerleri, aylık ortalama NDVI değerlerinin toplamıdır.

Şekil 4.39'da görüldüğü gibi en yüksek yıllık ortalama toplam NDVI değerleri (3.0-4.0), Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgeleri'mizde yani kıyı kesimlerinde gözlenmektedir. Türkiye'nin karasal iklim koşullarına sahip İç ve Doğu Bölgeleri'nde ise değerlerin daha düşük (2.0-2.5) olduğu görülmektedir.

Şekil 4.40'daki yıllık ortalama toplam yağış değerlerini gösteren harita, yıllık ortalama toplam NDVI haritası (Şekil 4.39) ile karşılaştırılmış ve her iki parametrenin yerel değişimlerinin büyük ölçüde benzer olduğu görülmüştür. En yüksek yıllık ortalama toplam yağış değerleri (800-1200 mm) yine Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz Kıyılarımızda gözlenmekte olup, İç Anadolu ve Doğu Bölgeleri'mizde düşük yıllık ortalama toplam yağış değerlerinin (400 mm) kaydedildiği görülmektedir.



Şekil 4.39. (1987-1988) yıllık ortalama toplam NDVI değerlerinin dağılımı



Şekil 4.40. (1987-1988) yıllık ortalama toplam yağış dağılımı

Şekil 4.41’de NDVI ve yağış değerleri arasındaki lineer ilişki grafiği verilmektedir. Bu bağıntıda NDVI normalize bitki örtüsü indeksini, R ise yağış miktarını göstermektedir. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı 350-700 mm aralığında olan toplam 29 istasyon için lineer ilişki denklemi :

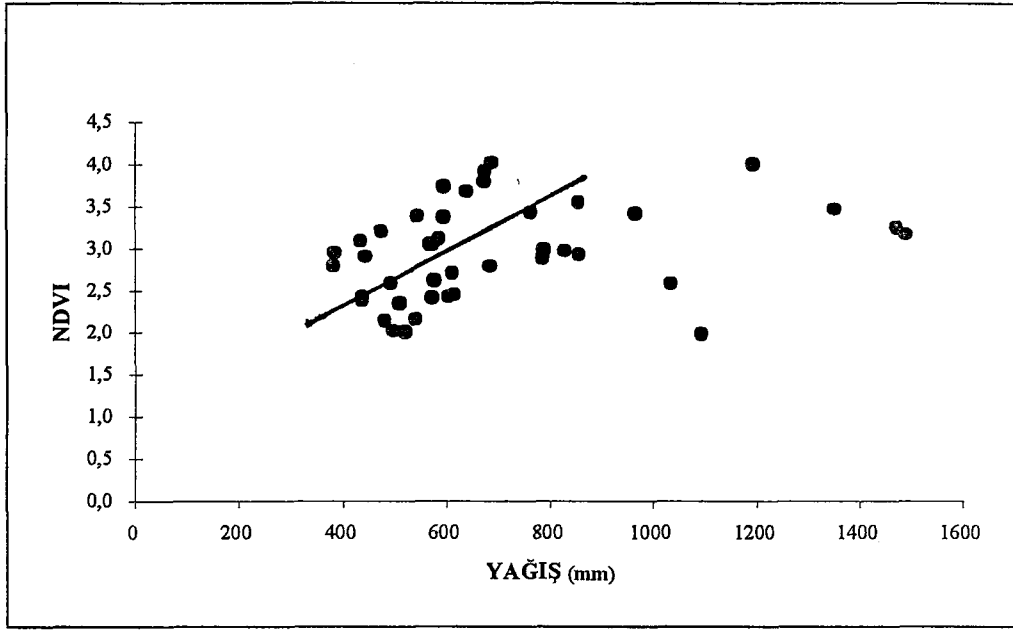
$$NDVI = 0.0031 \times R + 1.1964 \quad (4.3)$$

lineer ilişki katsayısı $r=0.47$, NDVI’nin tahminlerindeki hata 0.52 olarak hesaplanmıştır. (r) korelasyon katsayısının istatistiksel anlamlılığı %5 önem seviyesinde test edilmiştir.

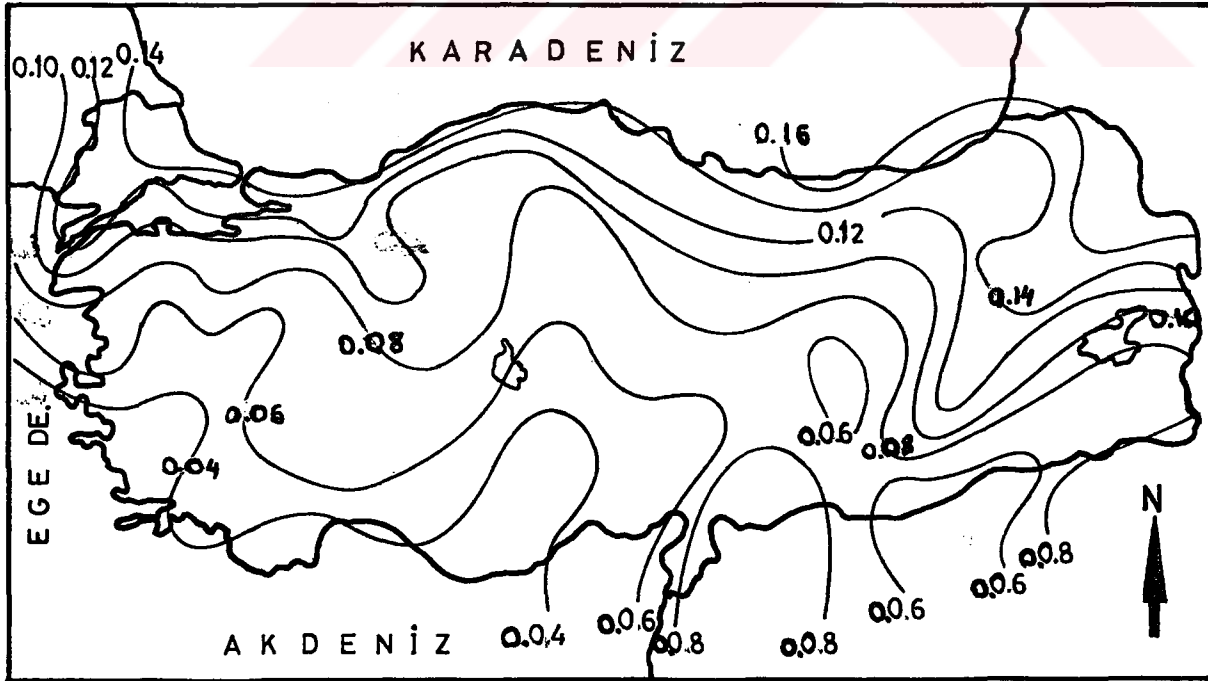
Yıllık ortalama toplam yağış miktarının 350-700 mm arasında gözleendiği istasyonlar: Kastamonu, Gümüşhane, Edirne, Bursa, Bolu, Tekirdağ, Çanakkale, Balıkesir, İzmir, Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak, Isparta, Burdur, Konya, Ankara, Sivas, Eskişehir, Kayseri, Erzurum, Erzincan, Elazığ, Malatya, Van, Urfa, Diyarbakır, Gaziantep ve Kars illeridir.

Sonuç olarak, NDVI üzerinde yağış dışında bölgenin coğrafik yapısı, toprak tipi ve nemi gibi diğer faktörlerin de etkin rolü bulunmakta olup diğer parametreler gözönüne alındığında ilişki katsayısının, değişimi daha iyi açıklayacağı söylenebilir.

Şekil 4.42’de Türkiye genelinde 1987 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişim haritası sunulmaktadır. Standart sapmaların en yüksek değerleri, Karadeniz Bölgesi’nde, Marmara Bölgesi’nde, Doğu Anadolu’da, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin doğusunda, Hatay ve civarında gözlenmektedir. Güneye doğru standart sapmalarda nispeten daha düşük değerler görülmekte olup, Ege Bölgesi’nin güneyinde, Akdeniz Bölgesi’nde, Malatya ve Elazığ civarında en düşük NDVI standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.43’de ise 1987 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişim haritası sunulmaktadır. NDVI standart sapmalarına benzer olarak, Karadeniz, Ege Bölgeleri’nin, Hatay ve civarının, Doğu Anadolu’nun güneyinin en yüksek değerlere, Akdeniz Bölgesi’nin nispeten daha düşük değerlere, İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri’nin ise en düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır.

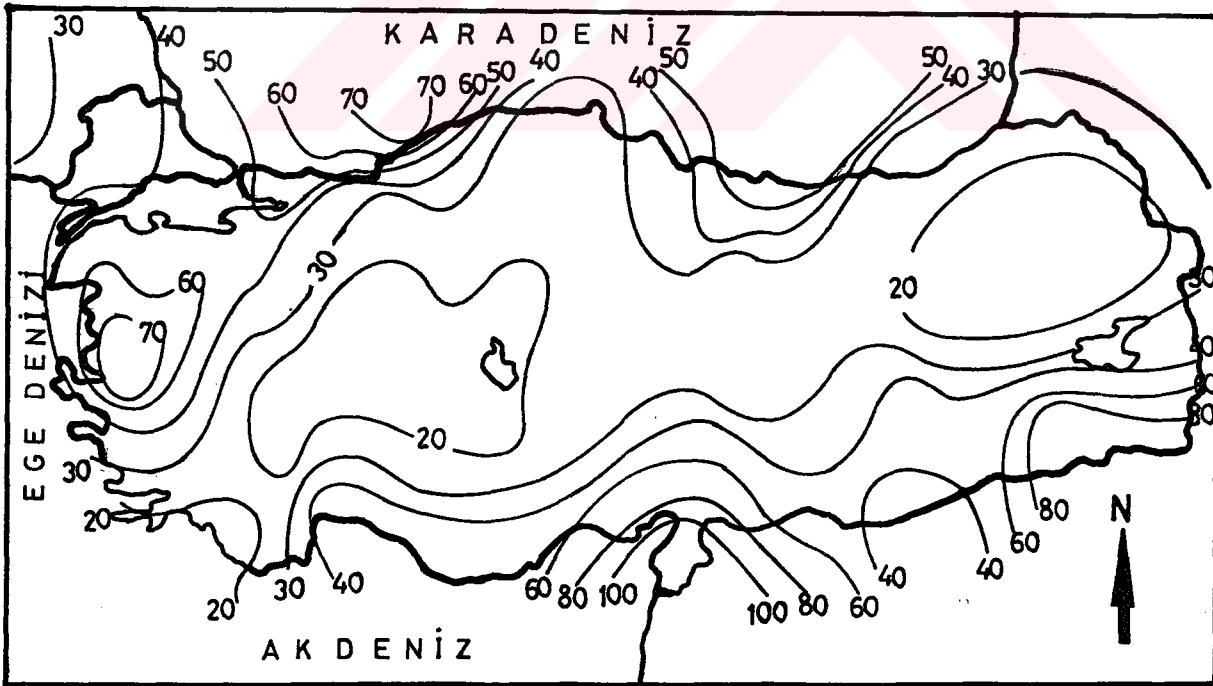


Şekil 4.41. (1987-1988) yıllık ortalama toplam NDVI ve yıllık ortalama toplam yağış grafiği

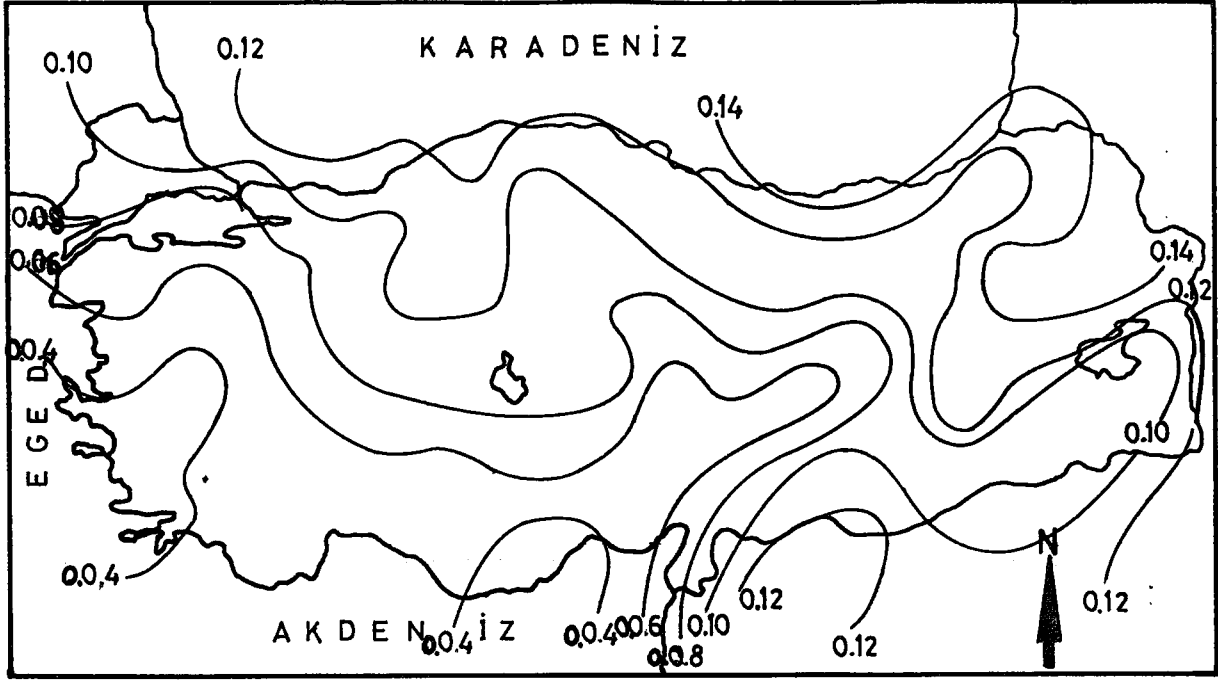


Şekil 4.42. 1987 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişimi

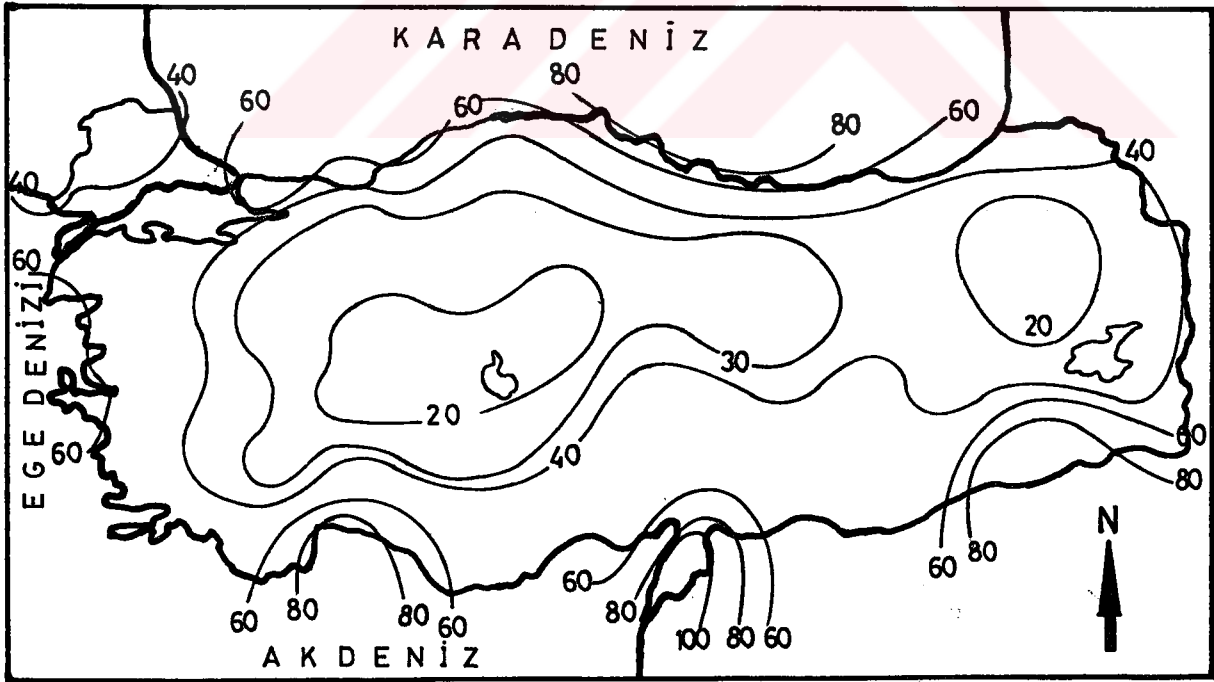
Şekil 4.44’de Türkiye genelinde 1988 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişim haritası sunulmaktadır. Standart sapmanın yüksek değerleri, Karadeniz, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile Marmara Bölgesi’nin kuzey kesimlerinde gözlenmektedir. Ege Bölgesi’nin kuzey ve iç kısımları ile İç Anadolu Bölgesi’nde nispeten daha düşük değerler görülmekte olup Ege Bölgesi’nin güneyinin ve Akdeniz Bölgesi’nin en düşük NDVI standart sapma değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Şekil 4.45’de ise 1988 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişim haritası sunulmaktadır. İç ve Doğu Anadolu Bölgeleri’nde ve Trakya’da en düşük değerler, Karadeniz Bölgesi, Hatay ve Antalya civarı ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin doğusunda en yüksek değerler görülmektedir. Ege Bölgesi’nde ise nispeten yüksek değerler hesaplanmıştır.



Şekil 4.43. 1987 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişimi



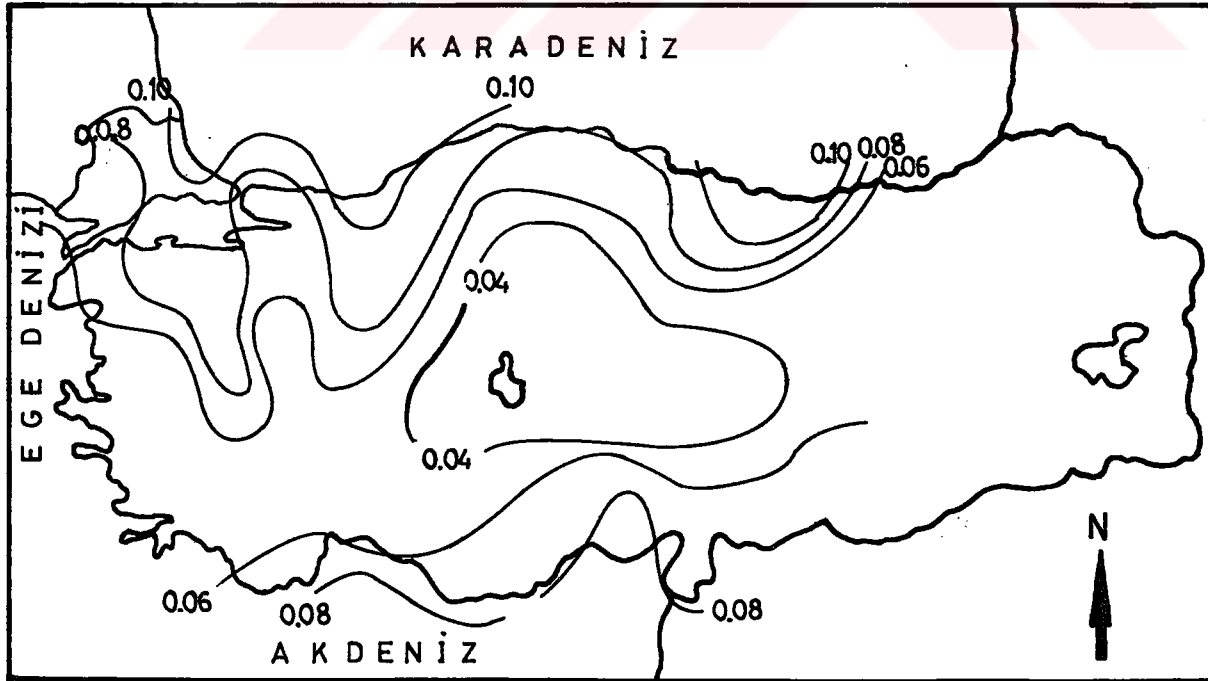
Şekil 4.44. 1988 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişimi



Şekil 4.45. 1988 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişimi

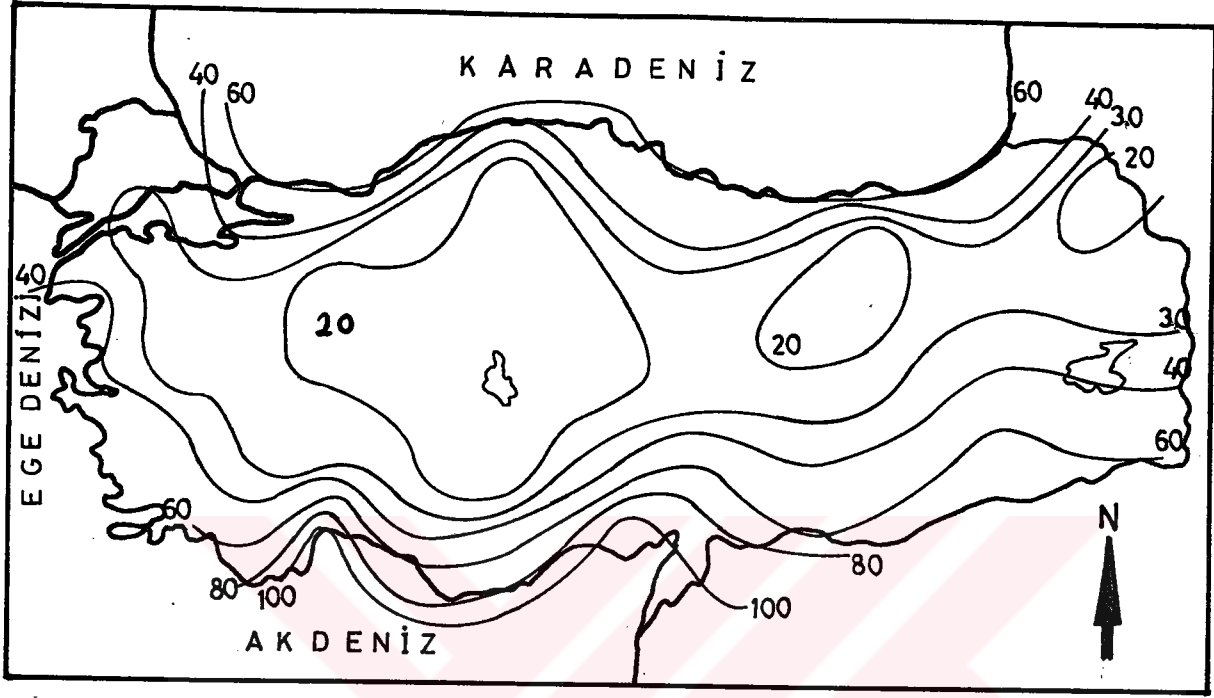
Şekil 4.46'da Türkiye genelinde 1994 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişim haritası verilmektedir. Standart sapmaların yüksek değerleri, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri ile Marmara Bölgesi'nin kuzey kısımlarında gözlenmektedir. Ege Bölgesi'nin kuzey ve iç kısımlarında nispeten daha düşük değerler görülmekte olup İç Anadolu Bölgesi'nin en düşük NDVI standart sapma değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nin bulutluluk nedeniyle NDVI analizleri yapılamamıştır. Şekil 4.47'de ise 1994 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişim haritası sunulmaktadır. Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri'nin yüksek değerlere İç ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nin düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Ege ve Marmara Bölgeleri'nde ise standart sapma değerlerinin 40 mm civarında olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.48'de Türkiye genelinde 1995 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişim haritası sunulmaktadır. Standart sapmanın en yüksek değerleri, Karadeniz, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde, en düşük değerleri Ege Bölgesi'nin iç kısımlarında ve İç Anadolu Bölgesi'nde görülmekte olup Doğu Anadolu Bölgesi'nin bulutluluk nedeniyle NDVI analizleri yapılamamıştır. Şekil 4.49'da ise 1995 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişim haritası verilmektedir. İç ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde düşük

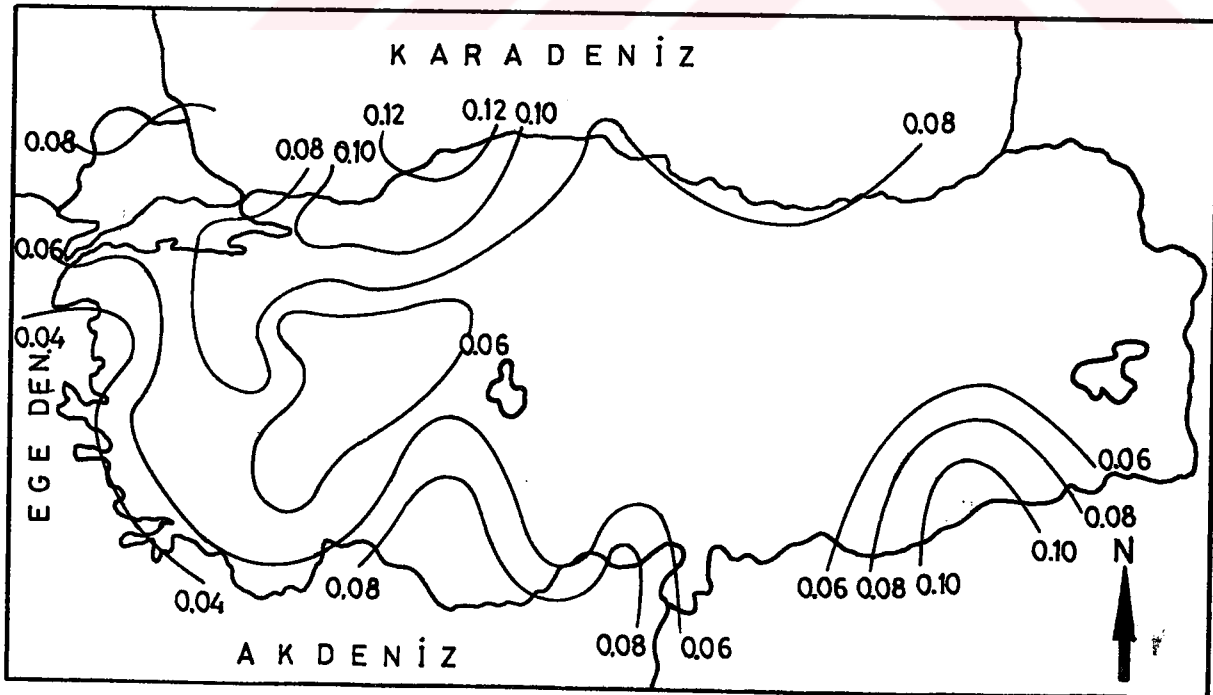


Şekil 4.46. 1994 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişimi

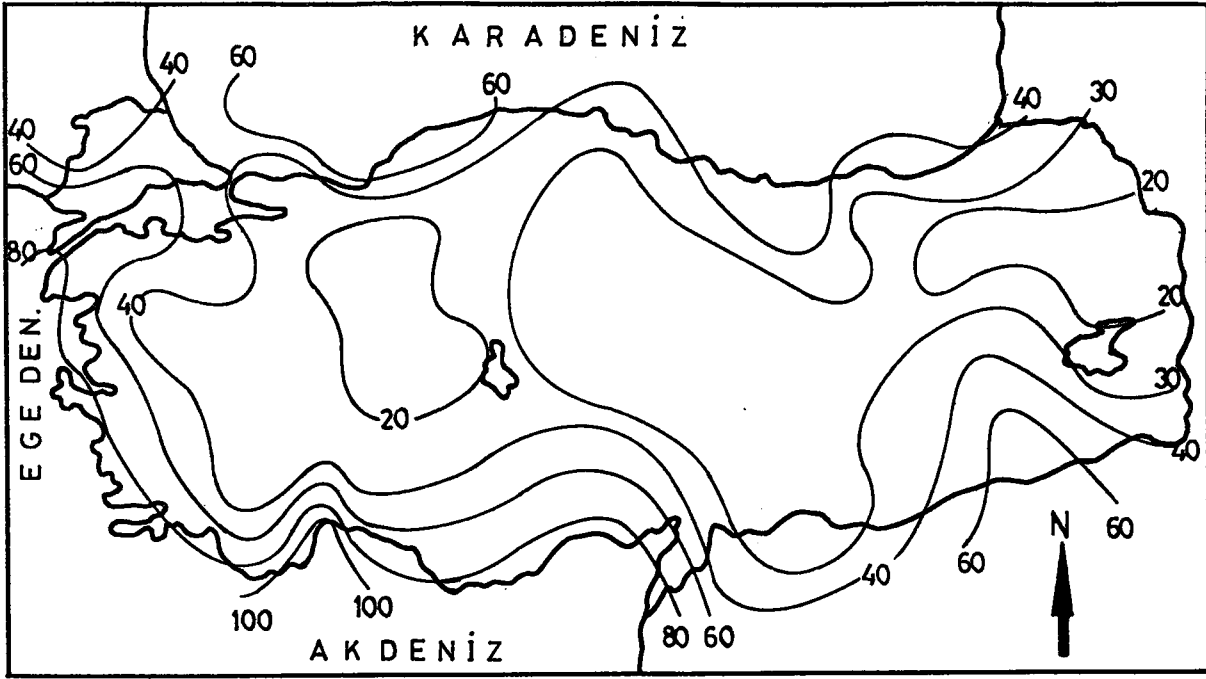
değerler, Batı Karadeniz, Akdeniz Bölgeleri ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin doğusunda en yüksek değerler görülmektedir. Doğu ve Orta Karadeniz, Trakya'da ise 40-50 mm civarında değerler gözlenmektedir.



Şekil 4.47. 1994 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişimi



Şekil 4.48. 1995 yılı aylık ortalama NDVI değerlerinin standart sapmalarının değişimi



Şekil 4.49. 1995 yılı aylık toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının değişimi

4.2.6. NDVI Değerlerinin Diğer Meteorolojik Parametrelerle İlişkisi

Bölüm 4.3.5’de yağış ve NDVI değerleri arasındaki lineer ilişki katsayısının 0.47 olması, NDVI değerlerinin değişiminde diğer parametrelerinde etkin rol oynayacağı şeklinde yorumlanmıştı (Nicholson ve Farrar, 1994). Bu nedenle yağış verilerine ek olarak bu bölümde, hava sıcaklığı ve türbülanslı gizli ısı akısı değerlerinin de gözönüne alınması ile NDVI değerlerinin tahmini için aşağıdaki çoklu ilişki bağıntılarına yer verilmektedir.

1987-1988 dönemine ait her coğrafi bölgeden birer il örnek olarak seçilmiş olup bu illerin bitki örtüsü indeksi (NDVI) değerleriyle, yağış (R), sıcaklık (T), ve türbülanslı ısı akısı (SH) değerleri arasındaki çoklu ilişkileri incelenmiştir. Tablo 4.4’de NDVI, SH ve R arasındaki lineer ilişki denklemleri ve ilişki katsayıları (r) verilmektedir. Tabloda görüldüğü gibi NDVI, SH ve R arasındaki en yüksek ilişki katsayıları İzmir ($r = 0.75$), İstanbul ($r = 0.69$) ve Samsun ($r = 0.68$) için hesaplanmıştır.

Tablo 4.4. NDVI, Isı Akısı ve Yağış arasındaki ilişki (1987-1988)

İLLER	Lineer İlişki Denklemi $NDVI = a SH + b R + c$	İlişki Katsayısı (*) (r)
ANKARA	$NDVI = 0.0006 SH + 0.0016 R + 0.1072$	$r = 0.25$
İSTANBUL	$NDVI = 0.0011 SH - 0.0007 R + 0.2532$	$r = 0.69$
İZMİR	$NDVI = -0.0001 SH - 0.0006 R + 0.3702$	$r = 0.75$
ANTALYA	$NDVI = 0.0001 SH - 0.0002 R + 0.3011$	$r = 0.45$
SAMSUN	$NDVI = 0.0012 SH - 0.0007 R + 0.2260$	$r = 0.68$
DİYARBAKIR	$NDVI = -0.0014 SH - 0.0005 R + 0.3072$	$r = 0.35$
VAN	$NDVI = 0.0009 SH - 0.0001 R + 0.1564$	$r = 0.35$

Tablo 4.5'de NDVI, Isı Akısı ve Sıcaklık arasındaki lineer ilişki denklemleri ve ilişki katsayıları verilmektedir. NDVI, SH ve T arasında en yüksek ilişki katsayılarının Samsun ($r = 0.84$), İstanbul ($r = 0.83$), Van ($r = 0.81$) ve Ankara ($r = 0.80$) illerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 4.5. NDVI, Isı Akısı ve Sıcaklık arasındaki ilişki (1987-1988)

İLLER	Lineer İlişki Denklemi $NDVI = a SH + b T + c$	İlişki Katsayısı (*) (r)
ANKARA	$NDVI = -0.0021 SH + 0.0216 T + 0.0739$	$r = 0.80 *$
İSTANBUL	$NDVI = -0.0002 SH + 0.0147 T + 0.0898$	$r = 0.83$
İZMİR	$NDVI = -0.0002 SH + 0.0047 T + 0.2624$	$r = 0.55$
ANTALYA	$NDVI = -0.0008 SH + 0.0062 T + 0.2033$	$r = 0.68$
SAMSUN	$NDVI = -0.0004 SH + 0.0201 T - 0.0077$	$r = 0.84$
DİYARBAKIR	$NDVI = -0.0024 SH - 0.0071 T + 0.2186$	$r = 0.44$
VAN	$NDVI = -0.0008 SH - 0.0095 T + 0.1161$	$r = 0.81$

Tablo 4.6'da NDVI, Yağış ve Sıcaklık arasındaki ilişki görülmektedir. NDVI, R ve T arasında en yüksek ilişki katsayıları Samsun ($r = 0.86$), İstanbul ($r = 0.84$) ve Van'da ($r = 0.78$) hesaplanmıştır.

Tablo 4.6. NDVI, Yağış ve Sıcaklık arasındaki ilişki (1987-1988)

İLLER	Lineer İlişki Denklemi $NDVI = a R + b T + c$	İlişki Katsayısı (*) (r)
ANKARA	$NDVI = 0.0019 R + 0.0091 T + 0.0265$	$r = 0.64$
İSTANBUL	$NDVI = -0.0003 R + 0.0125 T + 0.1272$	$r = 0.84$
İZMİR	$NDVI = -0.0005 R - 0.0002 T + 0.3689$	$r = 0.75$
ANTALYA	$NDVI = -0.00002 R + 0.0035 T + 0.2242$	$r = 0.60$
SAMSUN	$NDVI = -0.0006 R + 0.0156 T + 0.0699$	$r = 0.86$
DİYARBAKIR	-	$r = 0.0$
VAN	$NDVI = 0.0002 R + 0.0073 T + 0.1073$	$r = 0.78$

Tablo 4.7'de ise NDVI, Isı Akısı, Yağış ve Sıcaklık arasındaki ilişki sunulmaktadır. En yüksek ilişki katsayılarının, Diyarbakır ve Antalya dışındaki diğer illerde olduğu görülmektedir. Samsun için ($r = 0.86$), İstanbul için ($r = 0.83$), Ankara için ($r = 0.81$), Van için ($r = 0.80$) ve İzmir için ($r = 0.74$) olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.7. NDVI, Isı Akısı, Yağış ve Sıcaklık arasındaki ilişki (1987-1988)

İLLER	Lineer İlişki Denklemi $NDVI = a SH + b R + c T + d$	İlişki Katsayısı (*) (r)
ANKARA	$NDVI = -0.0018 SH + 0.0007 R + 0.0204 T + 0.0443$	$r = 0.81$
İSTANBUL	$NDVI = -0.0001 SH - 0.0003 R + 0.0134 T + 0.1222$	$r = 0.83$
İZMİR	$NDVI = -0.0001 SH - 0.0005 R + 0.0005 T + 0.3624$	$r = 0.74$
ANTALYA	$NDVI = -0.0008 SH - 0.00002 R + 0.0060 T + 0.2080$	$r = 0.67$
SAMSUN	$NDVI = -0.0005 SH - 0.0006 R + 0.0196 T + 0.0485$	$r = 0.86$
DİYARBAKIR	$NDVI = -0.0024 SH - 0.0002 R + 0.0064 T + 0.2357$	$r = 0.40$
VAN	$NDVI = -0.0008 SH + 0.0001 R + 0.0095 T + 0.1121$	$r = 0.80$

(*) r ilişki katsayılarının % 95 güven aralığında anlamlılıkları test edilmiştir.

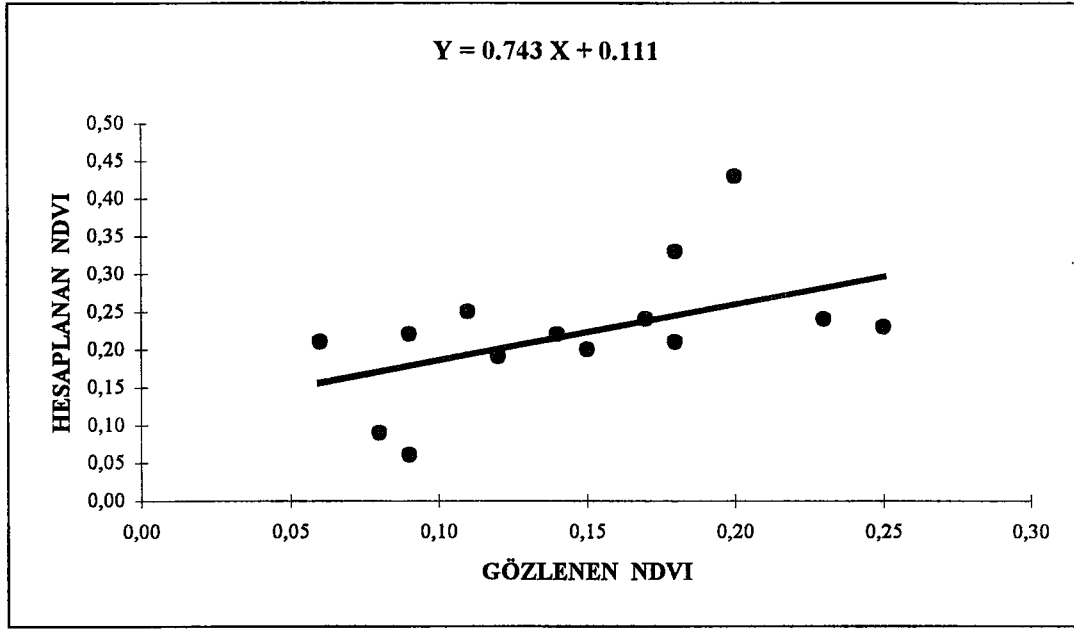
NDVI değerlerinin iki değişkene bağlı olarak hesaplanan çoklu ilişki bağıntılarında, en yüksek ilişki katsayıları, yağış ve sıcaklığın gözönüne alınması ile elde edilmektedir.

Tablo 4.6'daki çoklu lineer ilişki (yağış ve sıcaklığa bağlı) denklemleri kullanılarak, Ankara, İstanbul, İzmir, Antalya, Samsun, Diyarbakır ve Van illeri için hesaplanan NDVI değerleri ile 1994, 1995 ve 1996 yıllarına ait gözlenen NDVI değerleri karşılaştırılmıştır. Gözlenen ve hesaplanan NDVI değerleri Ek Tablo A 6'da verilmektedir.

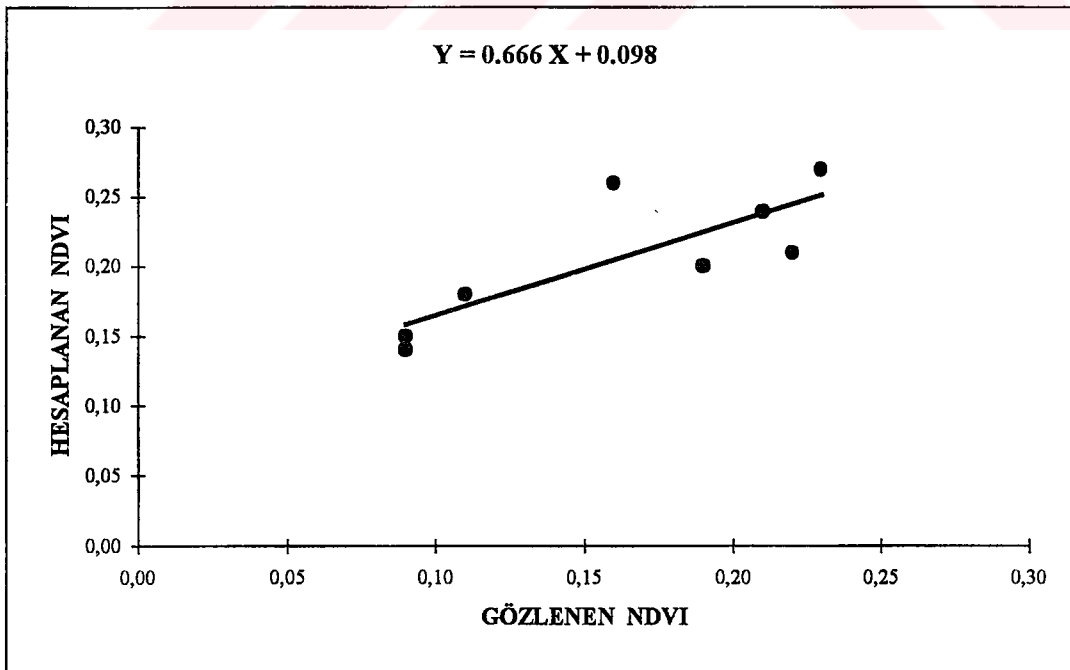
Tablo 4.6'da verilen bağıntılara dayalı olarak Türkiye'de farklı bölgelere ait yedi istasyon için hesaplanan kuramsal NDVI değerleri ile bu istasyonlarda 1994-96 döneminde kaydedilen uydu gözlemleri arasındaki lineer ilişki katsayıları Ankara için $r=0.52$, İstanbul için $r=0.33$, İzmir için $r=0.26$, Antalya için $r=0.09$, Samsun için $r=0.33$, Diyarbakır için $r=0.26$, Van için $r=0.81$ olarak hesaplanmıştır. NDVI değerlerinin hesaplanmasında kullanılan model denklemlerinde aktüel sıcaklık değerleri yerine, her ilin uzun dönem aylık ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır.

1987-1988 yılı verileri kullanılarak NDVI tahmin eşitliklerine dayalı olarak en yüksek ilişki katsayılarının hesaplandığı Ankara (0.52) ve Van (0.81) illeri için model ve gözlem sonuçları Şekil 4.50 ve 4.51'de sunulmaktadır.

NDVI'nin tahmini için önerilen model'de Ankara için modelin tahmin hatası 0.07, Van için 0.03 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.50. Ankara için gözlenen ve hesaplanan NDVI değerler



Şekil 4.51. Van için gözlenen ve hesaplanan NDVI değerler

4.2.7. NDVI Değerlerinin Harmonik Analizi

Tablo 4.8’de 1987 yılına ait NDVI değerlerinin 1., 2. ve 3. harmoniklerine ait genlik ve faz değerleri verilmektedir.

Tablo 4.8. 1987 yılı NDVI değerlerinin 1., 2. ve 3. harmoniklerine ait genlik ve fazları

İLLER	1. Harmonik		2. Harmonik		3. Harmonik		İlk üç harmonik katkısı
	Genlik	Faz	Genlik	Faz	Genlik	Faz	
Artvin	0.18	7.2	0.04	0.4	0.04	1.9	0.946
Trabzon	0.19	7.3	0.03	0.6	0.03	1.5	1
Giresun	0.22	7.3	0.03	0.6	0.03	1.6	1
Samsun	0.17	6.7	0.03	0.1	0.03	1.9	1
Sinop	0.18	7.0	0	11.9	0.03	1.9	1
Zonguldak	0.18	7.0	0.03	11.6	0	1.4	1
Bolu	0.12	6.8	0.03	11.9	0	1.7	1
Gümüşhane	0.16	7.3	0	0.3	0.03	1.7	1
İstanbul	0.18	6.7	0	0.3	0	1.2	0.886
Edirne	0.15	6.3	0	0.0	0.03	1.3	0.958
Tekirdağ	0.14	6.4	0	0.5	0.03	1.5	0.955
Çanakkale	0.09	6.7	0	10.2	0.03	1.6	0.818
Balıkesir	0.09	6.6	0	10.3	0	1.3	0.889
Bursa	0.11	6.9	0	10.2	0.03	1.6	0.875
İzmir	0.05	6.0	0	9.3	0	1.7	0.750
Muğla	0.04	5.6	0	9.4	0	1.9	1
Afyon	0.09	6.5	0.03	11.5	0	1.4	1
Kütahya	0.08	6.3	0	11.2	0	1.5	0.857
Uşak	0.07	6.1	0.03	11.2	0	1.4	0.857
Isparta	0.08	6.3	0.03	11.5	0.03	1.1	0.889
Burdur	0.08	6.4	0.03	11.4	0	1.2	1
Antalya	0.04	6.4	0	10.3	0	1.7	1
Mersin	0.05	5.6	0	10.7	0	1.9	1
Hatay	0.08	4.8	0.03	10.8	0.03	0.9	0.818
Ankara	0.10	5.8	0.05	11.6	0.03	1.5	1
Eskişehir	0.10	6.5	0	11.3	0.03	1.6	0.846
Konya	0.06	6.7	0	11.4	0.04	1.5	0.857
Kayseri	0.09	6.5	0	11.7	0	1.8	1
Erzurum	0.18	7.1	0.07	0.4	0.04	1.8	0.974
Erzincan	0.12	7.0	0.03	0.2	0.03	1.7	1
Elazığ	0.06	5.2	0.04	10.5	0.001	0.7	0.875
Malatya	0.07	5.3	0.04	10.5	0	0.3	1
Siirt	0.09	4.3	0.06	10.2	0	0.4	1
Kars	0.23	7.1	0.06	0.4	0.04	1.8	1
Urfa	0.08	4.2	0.05	9.9	0	11.9	1
Diyarbakır	0.11	3.7	0.08	10.2	0.04	0.2	0.833
Gaziantep	0.09	3.8	0.06	10.2	0	0.0	1
Mardin	0.05	3.9	0.04	9.8	0.03	11.9	1

Tablo 4.9’da 1988 yılına ait NDVI değerlerinin 1., 2. ve 3. harmoniklerine ait genlik ve faz değerleri verilmektedir.

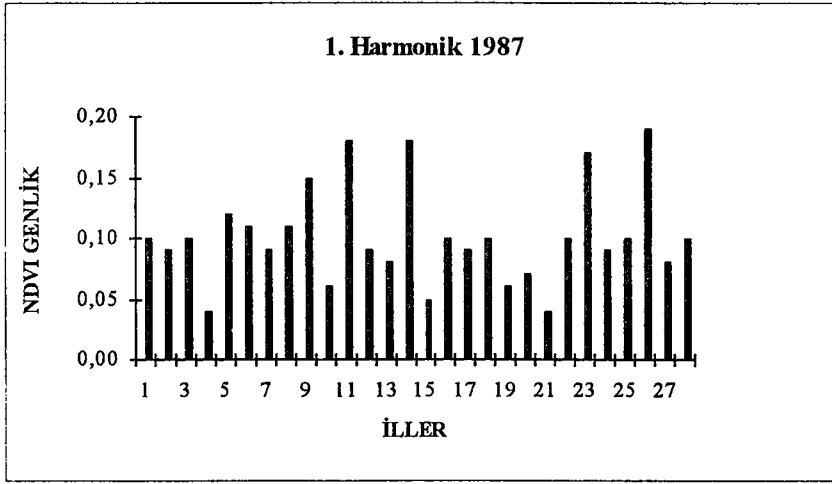
Tablo 4.9. 1988 yılı NDVI değerlerinin 1., 2. ve 3. harmoniklerine ait genlik ve fazları

İLLER	1. Harmonik		2.Harmonik		3. Harmonik		İlk üç harmonik katkısı
	Genlik	Faz	Genlik	Faz	Genlik	Faz	
Artvin	0.16	6.9	0.05	1.5	0.03	1.4	1
Trabzon	0.19	7.2	0.04	1.4	0.03	1.2	0.975
Giresun	0.20	7.0	0.06	1.0	0.03	0.3	0.978
Samsun	0.16	6.6	0	0.7	0	0.8	0.964
Sinop	0.17	6.5	0.03	1.0	0	0.9	1
Zonguldak	0.13	6.6	0.03	1.3	0.03	0.8	1
Kastamonu	0.14	6.4	0.03	0.1	0	1.8	1
Bolu	0.14	6.1	0	0.2	0.03	0.9	1
Gümüşhane	0.16	7.2	0	1.0	0.03	1.5	1
İstanbul	0.11	6.6	0	0.9	0.03	0.0	1
Edirne	0.14	5.5	0	2.7	0	1.4	0.950
Tekirdağ	0.11	5.5	0	0.0	0	0.3	0.923
Çanakkale	0.08	5.7	0	10.0	0.03	0.6	0.889
Balıkesir	0.08	5.8	0	11.6	0	0.4	1
Bursa	0.10	6.4	0.03	0.2	0.03	0.5	1
İzmir	0.04	5.8	0	2.4	0.03	0.6	1
Manisa	0.04	6.0	0	2.8	0.03	0.5	1
Muğla	0.04	5.7	0	2.3	0.03	0.4	1
Afyon	0.08	5.8	0.03	11.7	0.03	1.0	1
Kütahya	0.09	6.3	0.03	11.4	0.03	0.7	1
Uşak	0.06	5.8	0	11.0	0.03	0.6	1
Isparta	0.06	6.0	0	11.6	0.03	0.8	1
Burdur	0.05	6.3	0	11.9	0.03	0.9	1
Antalya	0.04	5.8	0	1.0	0	0.7	1
Mersin	0.04	5.3	0	1.0	0	1.8	1
Adana	0.06	5.3	0	3.0	0.03	0.1	1
Hatay	0.09	4.3	0	9.5	0.03	0.2	1
Ankara	0.14	5.2	0.05	11.4	0.03	1.3	1
Eskişehir	0.11	6.2	0.03	11.6	0.03	1.1	1
Konya	0.07	5.9	0	0.2	0	0.9	1
Kayseri	0.10	6.3	0	11.7	0	0.7	1
Sivas	0.14	6.9	0.03	0.1	0	1.2	1
Erzincan	0.15	6.8	0.03	11.5	0.04	1.7	1
Elazığ	0.09	5.6	0.03	10.6	0.03	0.7	1
Malatya	0.08	5.5	0	10.7	0.03	0.8	1
Siirt	0.10	4.6	0.04	10.3	0.04	1.0	0.938
Kars	0.23	7.2	0.04	1.2	0	1.7	1
Urfa	0.13	3.8	0.06	9.5	0.04	0.4	1
Diyarbakır	0.15	4.1	0.06	10.4	0.04	0.6	1
Gaziantep	0.13	4.0	0.05	9.8	0.03	0.3	1
Mardin	0.11	4.0	0.05	9.6	0.04	0.4	1

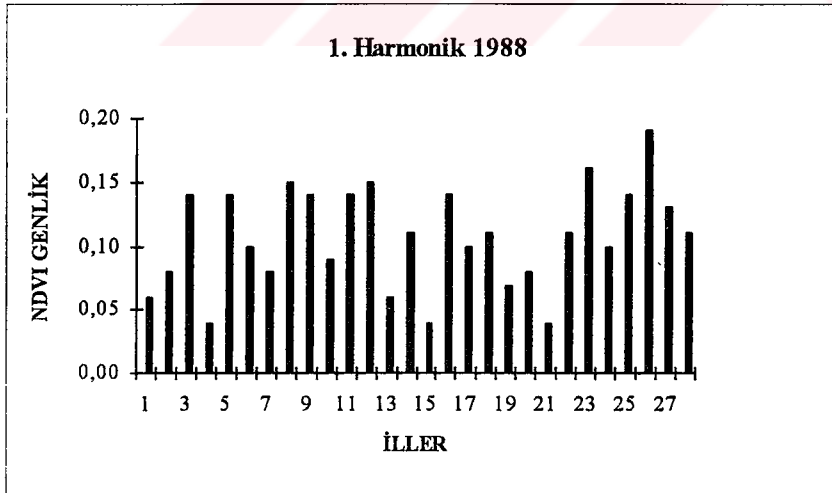
NDVI değerlerinin 1., 2 ve 3. harmoniklerine ait genlik değerleri ile faz açılarının analizinden Karadeniz Bölgesi'nde, büyük ölçekli olayların (yıllık salınımların) NDVI değerlerinin değişimi üzerindeki etkisinin önemli olduğu ve bu etkinin 1987 yılında en yüksek oranda, Haziran ayı sonları ve Temmuz ayı içinde, 1988 yılında Haziran ayında gözlemlendiği saptanmaktadır. Marmara Bölgesi'nde de NDVI değişimlerinde Karadeniz bölgesine benzer olarak, büyük ölçekli olaylar etkin rol oynamakta bu etkiler en fazla 1987 yılında Haziran ayı içinde, 1988 yılında Mayıs ayının ikinci yarısından Haziran ayının ilk yarısına kadar gözlenmektedir. Ege Bölgesi'nde her iki yıl içinde, yıllık etkiler en fazla Mayıs ve Haziran ayları içinde gözlenmektedir. Göller Yöresi'nde ve Akdeniz Bölgesi'nde 1987 yılında, Haziran ayı başında gözlenen bu etkiler Mersin ve Hatay'da daha erken (Nisan ve Mayıs) aylarda, 1988 yılında ise Mayıs ayında ve Haziran ayı başında gözlenmektedir. İç Anadolu'da 1987 yılında, Mayıs sonu ve Haziran ayı, 1988'de Mayıs, Haziran ayları NDVI değişimi üzerinde yıllık salınımların en fazla rol oynadığı dönemlerdir. Doğu Anadolu'da bu etkiler her iki yılda Nisan ve Temmuz ayları arasında gözlenmekte olup daha geniş bir zaman periyoduna yayılmıştır. Güneydoğu Anadolu'da ise Türkiye genelinde büyük ölçekli olayların NDVI değişimi üzerinde en etkin rol oynadığı dönemlerden çok daha erken bir periyodda (Mart ve Nisan aylarında) sözkonusu olayların etkin olduğu söylenebilir.

İkinci harmonikler (6 aylık salınımlar), 1987 yılında Diyarbakır, Gaziantep, Kars, Siirt ve Erzurum gibi illerde, 1988 yılında ise Giresun, Urfa, Diyarbakır illerinde NDVI değişiminde önem taşımaktadır. İlk üç harmoniğin diğer harmoniklere nazaran etkisini gösteren oransal değerlerde, 1988 yılında 1987 yılına nazaran ilk üç harmoniğin rolünün, daha fazla olduğu görülmektedir.

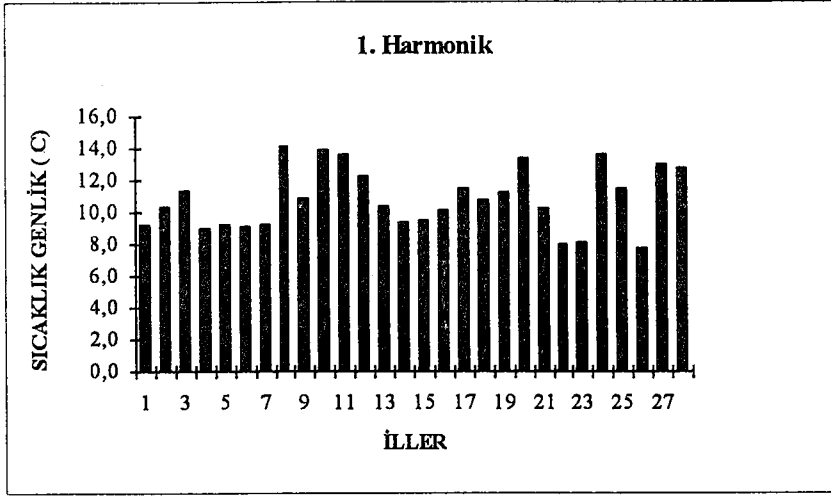
Bitki örtüsü indeksi, basınç ve sıcaklık verilerinin gözlenebildiği 28 il (1- Adana, 2- Afyon, 3- Ankara, 4- Antalya, 5- Bolu, 6- Bursa, 7- Çanakkale, 8- Diyarbakır, 9- Edirne, 10- Elazığ, 11- Erzurum, 12- Gaziantep, 13- Isparta, 14- İstanbul, 15- İzmir, 16- Kastamonu, 17- Kayseri, 18- Kırşehir, 19- Konya, 20- Malatya, 21- Muğla, 22- Rize, 23- Samsun, 24- Siirt, 25- Sivas, 26- Trabzon, 27- Urfa, 28- Van) için birinci harmoniklerin (yıllık salınımlar) genlik değişimleri Şekil 4.52-4.55'de verilmektedir



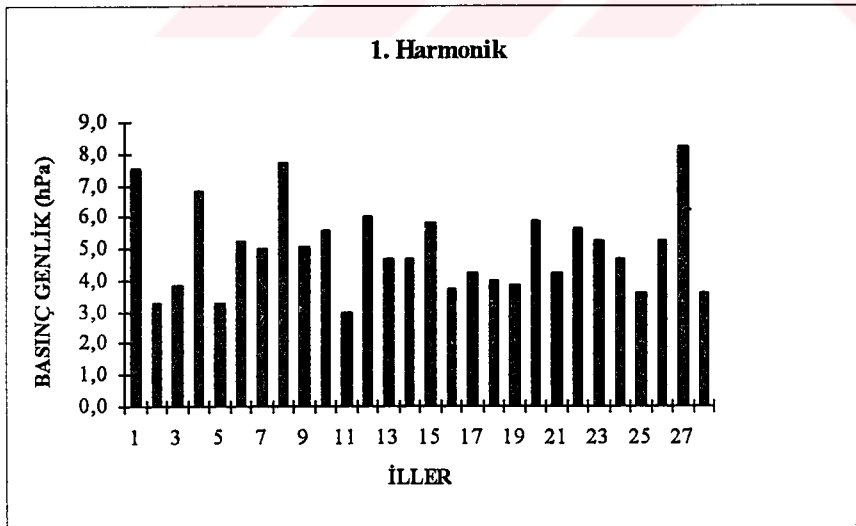
Şekil 4.52. 1987 yılı NDVI değerlerinin 1. genliğine ait değişim



Şekil 4.53. 1988 yılı NDVI değerlerinin 1. genliğine ait değişim



Şekil 4.54. Belli dönem sıcaklık değerlerinin 1. genliğine ait değişim



Şekil 4.55. Belli dönem basınç değerlerinin 1. genliğine ait değişim

Yukarıdaki şekillerden büyük ölçekli olayların NDVI, sıcaklık ve basınç değişimi üzerindeki etkin rolü görülmektedir. Bu etki, 1987-1988 NDVI değerlerinin değişimi için Nisan-Temmuz ayları arasında, basınç için kış ve sonbahar döneminde, sıcaklık için ise yaz döneminde görülmektedir.

4.2.8. Normalize Bitki Örtüsü Sınıf Değerlerinin Mevsimsel Özellikleri ve Yüzey Parametreleri ile İlişkilendirilmesi

Tablo 4.10 (a-d)'de kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için beş farklı normalize bitki örtüsü sınıf karakteristiklerine karşı gelen türbülanslı gizli ısı akısı (SH), hava sıcaklığı (T_a) ve yağış (R) değerlerine ait istatistiksel büyüklükler sunulmaktadır. Tablo değerleri incelendiğinde, düşük bitki örtüsü karakteristiğine sahip sınıf değerlerinden yoğun bitki örtüsü sınıflarına gidildikçe, yaz mevsimi hariç diğer mevsimlerde, ortalama değerlere nazaran standart sapma değerlerinin dört katı kadar artışlar gözlenmektedir. Türbülanslı gizli ısı akısı değerlerinin ortalama değerlerden sapmaları, kış ve sonbahar mevsimlerinde daha çok olmakta ve bu salınımların ilk üç bitki örtüsü sınıf karakteristiğine sahip bölgelerde gözlemlendiği belirlenmektedir. Hava sıcaklığı değerlerinde ortalamaya nazaran en yüksek salınımlar, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ve özellikle ilk dört bitki örtüsü sınıf karakteristiklerine sahip bölgelerde gözlenmektedir. Yağış değerlerinin ortalama değerlerden olan sapmalarının mevsimsel değişimi incelendiğinde özellikle 2, 3 ve 4 nolu bitki örtüsü sınıf özelliklerinin gözlemlendiği bölgelerde ve hemen her mevsim, ortalama yağış miktarının, standart sapma değerlerinin yaklaşık 4.5-5 katı kadar artış gösterdiği sonucuna varılmaktadır.

Sonuç olarak türbülanslı gizli ısı akısı değerlerinin negatif salınımları arttıkça, bitki örtüsü sınıf değerleri ve ortalamadan olan pozitif salınımlar da artmaktadır. Yağış değerlerinde ise artan bitki örtüsü sınıf değerleri ile birlikte, diğer parametrelere nazaran ortalamadan çok daha fazla pozitif artışlar gözlemlendiği belirlenmektedir.

Tablo 4.10 (a-d). NDVI sınıf aralıklarına göre türbülanslı ısı akısı (SH), hava sıcaklığı (T_a) ve yağış (R) aralıklarının mevsimsel ilişkilendirilmesi

(a). Kış

Sınıf No	NDVI	SH (W/m^2)	T_a ($^{\circ}C$)	R (mm)
1	Sınıf Aralığı (0.02 – 0.08) Ort:0.05, Ss:0.02 $-2Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (-37 – 15) Ort:-8, Ss:13 $-2Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (-12.2 – 1.5) Ort:-3.5, Ss:3.6 $-2.5Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (14.5 – 95.5) Ort:39.2, Ss:19.2 $-1.5Ss < NDVI < +3Ss$
2	Sınıf Aralığı (0.09 – 0.16) Ort:0.12, Ss:0.02 $-1.5Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (-38 – 23) Ort:-2, Ss:10 $-3.5Ss < NDVI < +2.5Ss$	Sınıf Aralığı (-6.8 – 8.9) Ort:3.2, Ss:3.1 $-3Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (4.3 – 329.2) Ort:79.1, Ss:56.3 $-1.5Ss < NDVI < +4.5Ss$
3	Sınıf Aralığı (0.17 – 0.23) Ort:0.20, Ss:0.02 $-1.5Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (-13 – 27) Ort:8, Ss:8 $-2.5Ss < NDVI < +2.5Ss$	Sınıf Aralığı (1.5 – 12.2) Ort:5.3, Ss:2.9 $-1.5Ss < NDVI < +2.5Ss$	Sınıf Aralığı (8.3 – 400.0) Ort:84.0, Ss:68.9 $-1Ss < NDVI < +4.5Ss$
4	Sınıf Aralığı (0.24 – 0.30) Ort:0.27, Ss:0.02 $-1.5Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (-3 – 28) Ort:10, Ss:8 $-1.5Ss < NDVI < +2.5Ss$	Sınıf Aralığı (3.9 – 13.4) Ort:8.0, Ss:2.6 $-1.5Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (8.6 – 267.3) Ort:106.6, Ss:73.9 $-1.5Ss < NDVI < +2Ss$
5	Sınıf Aralığı (0.31 – 0.37) Ort:0.32, Ss:0.02 $-1Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (1 – 22) Ort:14, Ss:7 $-2Ss < NDVI < +1Ss$	Sınıf Aralığı (5.5 – 12.6) Ort:8.6, Ss:2.4 $-1.5Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (55.4 – 374.0) Ort:143.5, Ss:105.4 $-1Ss < NDVI < +2Ss$

(b). İlkbahar

Sınıf No	NDVI	SH (W/m^2)	T_a ($^{\circ}C$)	R (mm)
1	Sınıf Aralığı (0.03 – 0.13) Ort:0.10, Ss:0.03 $-2Ss < NDVI < +1Ss$	Sınıf Aralığı (-15 – 50) Ort:-17, Ss:19 $-1.5Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (-6.4 – 10.0) Ort:-2.3, Ss:4.8 $-2Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (13.7 – 113.9) Ort:53.2, Ss:27.4 $-1.5Ss < NDVI < +2Ss$
2	Sınıf Aralığı (0.14 – 0.23) Ort:0.19, Ss:0.03 $-1.5Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (-15 – 91) Ort:39, Ss:23 $-2.5Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (0.0 – 21.2) Ort:5.7, Ss:4.0 $-1.5Ss < NDVI < +4Ss$	Sınıf Aralığı (0.9 – 255.4) Ort:72.4, Ss:44.0 $-1.5Ss < NDVI < +4Ss$
3	Sınıf Aralığı (0.24 – 0.33) Ort:0.29, Ss:0.03 $-2Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (-12 – 80) Ort:29, Ss:19 $-2Ss < NDVI < +2.5Ss$	Sınıf Aralığı (4.2 – 22.9) Ort:11.9, Ss:4.2 $-2Ss < NDVI < +2.5Ss$	Sınıf Aralığı (10.8 – 203.0) Ort:69.6, Ss:44.5 $-1Ss < NDVI < +3Ss$
4	Sınıf Aralığı (0.34 – 0.43) Ort:0.38, Ss:0.03 $-1.5Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (4 – 69) Ort:28, Ss:13 $-2Ss < NDVI < +3Ss$	Sınıf Aralığı (4.1 – 22.2) Ort:14.7, Ss:3.7 $-3Ss < NDVI < +2Ss$	Sınıf Aralığı (2.0 – 369.6) Ort:55.3, Ss:60.6 $-1Ss < NDVI < +5Ss$
5	Sınıf Aralığı (0.44 – 0.53) Ort:0.46, ss:0.02 $-1Ss < NDVI < +2.5Ss$	Sınıf Aralığı (7 – 38) Ort:19, Ss:12 $-1Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (12.6 – 20.6) Ort:16.6, Ss:2.5 $-1.5Ss < NDVI < +1.5Ss$	Sınıf Aralığı (1.4 – 129.1) Ort:58.4, Ss:43.9 $-1.5Ss < NDVI < +1.5Ss$

(c). Yaz

Sınıf No	NDVI	SH (W/m ²)	T _a (°C)	R (mm)
1	Sınıf Aralığı (0.10 – 0.18) Ort:0.15, Ss:0.02 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (45 – 17) Ort:119, Ss:31 -2.5Ss<NDVI<+2Ss	Sınıf Aralığı (20.9 – 32.6) Ort:28.0, Ss:2.9 -2.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (0.2 – 25.3) Ort:5.8, Ss:6.5 -1Ss<NDVI<+3Ss
2	Sınıf Aralığı (0.19 – 0.27) Ort:0.23, Ss:0.03 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (28 – 191) Ort:123, Ss:43 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (17.4 – 28.6) Ort:23.9, Ss:3.1 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (0.1 – 48.4) Ort:8.3, Ss:12.6 -0.5Ss<NDVI<+3Ss
3	Sınıf Aralığı (0.28 – 0.36) Ort:0.32, Ss:0.03 +1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (12 – 235) Ort:129, Ss:55 -2.5Ss<NDVI<+2Ss	Sınıf Aralığı (16.1 – 30.1) Ort:22.8, Ss:3.5 -2Ss<NDVI<+2Ss	Sınıf Aralığı (0.1 – 164.7) Ort:24.7, Ss:25.5 -1Ss<NDVI<+5Ss
4	Sınıf Aralığı (0.37 – 0.45) Ort:0.41, Ss:0.03 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (13 – 214) Ort:97, Ss:57 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Sınıf Aralığı (12.4 – 28.2) Ort:21.3, Ss:3.3 -2.5Ss<NDVI<+2Ss	Sınıf Aralığı (0.9 – 240.5) Ort:44.8, Ss:38.5 -1Ss<NDVI<+5Ss
5	Sınıf Aralığı (0.46 – 0.50) Ort:0.48, Ss:0.02 -1.5Ss<NDVI<+1Ss	Sınıf Aralığı (-6 – 150) Ort:72, Ss:46 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (14.8 – 23.7) Ort:20.0, Ss:2.7 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (9.1 – 190.9) Ort:66.2, Ss:39.2 -1.5Ss<NDVI<+3Ss

(d). Sonbahar

Sınıf No	NDVI	SH (W/m ²)	T _a (°C)	R (mm)
1	Sınıf Aralığı (0.05 – 0.12) Ort:0.10, Ss:0.02 -2Ss<NDVI<+1Ss	Sınıf Aralığı (-13 – 72) Ort:-18, Ss:18 -1.5Ss<NDVI<+3 Ss	Sınıf Aralığı (-5.2 – 25.8) Ort:6.7, Ss:6.9 -2Ss<NDVI<+3Ss	Sınıf Aralığı (17.3 – 342.3) Ort:92.7, Ss:69.5 -1Ss<NDVI<+3.5Ss
2	Sınıf Aralığı (0.13 – 0.20) Ort:0.17, Ss:0.02 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (-10 – 117) Ort:38, Ss:27 -1.5Ss<NDVI<+3Ss	Sınıf Aralığı (0.9 – 27.7) Ort:12.2, Ss:6.3 -2Ss<NDVI<+2.5Ss	Sınıf Aralığı (0.4 – 237.3) Ort:71.5, Ss:49.1 -1.5Ss<NDVI<+3.5Ss
3	Sınıf Aralığı (0.21 – 0.28) Ort:0.24, Ss:0.02 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (2 – 147) Ort:66, Ss:36 -2Ss<NDVI<+2.5Ss	Sınıf Aralığı (3.9 – 26.2) Ort:14.7, Ss:4.9 -2Ss<NDVI<+2.5Ss	Sınıf Aralığı (0.0 – 324.0) Ort:56.9, Ss:65.9 -1Ss<NDVI<+4Ss
4	Sınıf Aralığı (0.29 – 0.36) Ort:0.32, Ss:0.02 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (33 – 135) Ort:82, Ss:29 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Sınıf Aralığı (12.0 – 26.6) Ort:19.4, Ss:3.7 -2Ss<NDVI<+2Ss	Sınıf Aralığı (0.1 – 169.6) Ort:21.3, Ss:32.1 -0.5Ss<NDVI<+4.5Ss
5	Sınıf Aralığı (0.37 – 0.44) Ort:0.38, Ss:0.02 -1Ss<NDVI<+2Ss	Sınıf Aralığı (45 – 103) Ort:76, Ss:18 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (14.4 – 22.1) Ort:18.3, Ss:2.3 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Sınıf Aralığı (0.9 – 106.1) Ort:40.1, Ss:33.7 -1Ss<NDVI<+2Ss

4.2.9. Normalize Bitki Örtüsü Sınıf Değerleri ve Yüzey Parametrelerinin Bölgesel ve Mevsimsel Değişimlerinin İlişkilendirilmesi

Tablo 4.11 (a-d)'de Türkiye genelinde farklı bölgelerde ve farklı mevsimlerde normalize bitki örtüsü indeksi, türbülanslı gizli ısı akısı, hava sıcaklığı ve yağış miktarı değişimleri ile bu parametrelere ait bazı istatistiksel büyüklükler sunulmaktadır. Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri'nde ortalama değerlerden olan en büyük sapma miktarı, standart sapma değerinin 4.5 katı kadar olup bu sapma yağış miktarı değişimlerinde gözlenmektedir. Marmara Bölgesi'nde yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre ortalamalara nazaran en fazla sapma miktarının, gerek normalize bitki örtüsü indeksi ve gerekse yağış miktarı değerlerinde gözlemlendiği ve bu sapmaların, standart sapma değerlerinin 3 ile 3.5 katı kadar olduğu belirlenmektedir. En düşük salınımlar ise kış mevsiminde kaydedilmektedir. Ege Bölgesi'nde yağış ortalamalarına nazaran pozitif salınımlar kış ve yaz mevsiminde, ortalama normalize bitki örtüsü indeksi değerlerinde olan en yüksek pozitif salınımlar sonbahar ve kış mevsimlerinde kaydedilmektedir. İç Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde türbülanslı gizli ısı akısı, yağış ve normalize bitki örtüsü indeksi değerlerinde, ortalamalarına nazaran büyük pozitif salınımlar gözlenmektedir. Türbülanslı gizli ısı akısı değerlerinin ortalamalarından olan en yüksek pozitif salınımları, ilkbahar mevsiminde Marmara, Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde, sonbahar mevsiminde ise İç Anadolu Bölgesi'nde kaydedilmiştir. Sıcaklık değerlerinde ise ortalamaya nazaran büyük pozitif salınımlar, hemen her mevsim Ege Bölgesi'nde gözlenmektedir. Yağış değerlerinin Karadeniz Bölgesi'nden sonra yaz mevsimi ortalamalarına nazaran en fazla sapma gösterdiği bölgeler, Güneydoğu ve İç Anadolu Bölgeleri'dir.

Sonuç olarak, yağış ve normalize bitki örtüsü indeksi değerlerindeki pozitif salınımların büyüklüğü ile türbülanslı gizli ısı akısı ve sıcaklık değerlerindeki negatif salınımların büyüklüğünün ilkbahar ve sonbahar mevsimleri hariç bölgesel olarak benzer değişim gösterdiği söylenebilir. yağış ve normalize bitki örtüsü indeksi değerlerindeki pozitif salınımların büyüklüğü ile türbülanslı gizli ısı akısı ve sıcaklık değerlerindeki negatif salınımların büyüklüğünün ilkbahar ve sonbahar mevsimleri hariç bölgesel olarak benzer değişim gösterdiği söylenebilir. Özetle dördüncü bölümün bu alt iki bölümünde (4.2.7 ve 4.2.8) normalize bitki örtüsü değerleri ile karakteristiklerinin ve yüzey parametrelerinden türbülanslı gizli ısı akısı, hava

sıcaklığı ve yağış miktarının mevsimsel ve bölgesel değişimlerinin birbirleri ile ilişkilendirilmesine, aralarında bir algoritma oluşturulmasına çalışılmıştır.

Tablo 4.11 (a-d). NDVI, türbülanslı ısı akısı (SH), hava sıcaklığı (T_a) ve yağış (R) değerlerinin bölgesel değişim aralıkları

(a). Kış

Bölge No (*)	NDVI	SH (W/m ²)	T_a (°C)	R (mm)
1	Ort:0.13, Ss:0.04 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:-3, Ss:12 -3Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:4.4, Ss:3.2 -2.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:82.0, Ss:54.6 -1.5Ss<NDVI<+3Ss
2	Ort:0.22, Ss:0.05 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:7, Ss:10 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:6.1, Ss:1.4 -3.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:80.5, Ss:54,7 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss
3	Ort:0.25, Ss:0.06 -1.5Ss <NDVI<+2Ss	Ort:9, Ss:10 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:5.0, Ss:3.1 -2Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:78.0, Ss:57.1 -1Ss<NDVI<+3.5Ss
4	Ort:0.22, Ss:0.03 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:10, Ss:5 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:9.1, Ss:3.5 -2Ss<NDVI<+1Ss	Ort:121.1, Ss:91.4 -1Ss<NDVI<+3Ss
5	Ort:0.14, Ss:0.04 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:4, Ss:10 -2 Ss<NDVI<+2Ss	Ort:2.0, Ss:1.6 -3Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:40.1, Ss:23.8 -1.5Ss<NDVI<+2.5Ss
6	Ort:0.09, Ss:0.04 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:-6, Ss:11 -3Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:-2.0, Ss:4.0 -2.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:43.8, Ss:23,8 -1Ss<NDVI<+3Ss
7	Ort:0.17, Ss:0.05 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:4, Ss:5 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:4.8, Ss:1.7 -2Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:117.8, Ss:65.2 -1.5Ss<NDVI<+3Ss

(b). İlkbahar

Bölge No (*)	NDVI	SH (W/m ²)	T_a (°C)	R (mm)
1	Ort:0.24, Ss:0.10 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:25, Ss:16 -2.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:9.5, Ss:4.3 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:62.4, Ss:27.7 -1.5Ss<NDVI<+3Ss
2	Ort:0.33, Ss:0.08 -2.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:42, Ss:16 -1.5Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:11.3, Ss:4.5 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:49.8, Ss:26.8 -2Ss<NDVI<+2Ss
3	Ort:0.32, Ss:0.07 -2Ss <NDVI<+1.5Ss	Ort:41, Ss:20 -1Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:10.6, Ss:5.7 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:57.8, Ss:39.0 -1.5Ss<NDVI<+2.5Ss
4	Ort:0.30, Ss:0.06 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:31, Ss:18 -1Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:14.4, Ss:5.3 -2.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:91.9, Ss:83.4 -1Ss<NDVI<+3.5Ss
5	Ort:0.23, Ss:0.09 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:33, Ss:16 -1.5 Ss<NDVI<+2Ss	Ort:9.3, Ss:5.6 -1.5Ss<NDVI<+1Ss	Ort:49.3, Ss:16.8 -2.5Ss<NDVI<+2.5Ss
6	Ort:0.20, Ss:0.10 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:12, Ss:15 -2Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:7.3, Ss:7.2 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:49.2, Ss:27.4 -1.5Ss<NDVI<+3Ss
7	Ort:0.35, Ss:0.07 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:20, Ss:15 -1Ss<NDVI<+2Ss	Ort:13.1, Ss:5.9 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:91.8, Ss:72.1 -1Ss<NDVI<+2Ss

(c). Yaz

Bölge No (*)	NDVI	SH (W/m ²)	T _a (°C)	R (mm)
1	Ort:0.41, Ss:0.06 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:96, Ss:57 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:20.2, Ss:2.2 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:56.9, Ss:40.9 -1.5Ss<NDVI<+4.5Ss
2	Ort:0.39, Ss:0.04 -1.5Ss<NDVI<+3Ss	Ort:128, Ss:53 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:23.8, Ss:1.6 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:37.5, Ss:50.0 -0.5Ss<NDVI<+3.5Ss
3	Ort:0.33, Ss:0.04 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:152, Ss:49 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:23.6, Ss:3.1 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:30.8, Ss:44.6 -0.5Ss<NDVI<+3Ss
4	Ort:0.29, Ss:0.03 -2Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:109, Ss:36 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:25.9, Ss:2.9 -2.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:39.7, Ss:41.8 -1Ss<NDVI<+3.5Ss
5	Ort:0.29, Ss:0.06 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:132, Ss:55 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:21.2, Ss:1.9 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:31.9, Ss:35.2 -1Ss<NDVI<+4Ss
6	Ort:0.30, Ss:0.10 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:74, Ss:46 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:20.4, Ss:4.0 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:30.9, Ss:28.4 -1Ss<NDVI<+3.5Ss
7	Ort:0.16, Ss:0.04 -1.5Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:109, Ss:36 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:28.1, Ss:2.6 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:38.2, Ss:58.7 -1Ss<NDVI<+4Ss

(d). Sonbahar

Bölge No (*)	NDVI	SH (W/m ²)	T _a (°C)	R (mm)
1	Ort:0.42, Ss:0.23 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:45, Ss:39 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:12.6, Ss:4.8 -2.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:89.7, Ss:82.8 -1Ss<NDVI<+3Ss
2	Ort:0.25, Ss:0.07 -2Ss<NDVI<+2Ss	Ort:69, Ss:36 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:14.5, Ss:5.0 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:66.3, Ss:60.1 -1Ss<NDVI<+2.5Ss
3	Ort:0.27, Ss:0.06 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:70, Ss:37 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:13.6, Ss:6.2 -1.5Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:58.8, Ss:52.3 -1Ss<NDVI<+2Ss
4	Ort:0.23, Ss:0.04 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:48, Ss:26 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:17.8, Ss:6.1 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:69.8, Ss:64.3 -1Ss<NDVI<+3Ss
5	Ort:0.17, Ss:0.05 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:57, Ss:36 -1.5Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:10.4, Ss:5.9 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:42.9, Ss:28.3 -1.5Ss<NDVI<+2.5Ss
6	Ort:0.17, Ss:0.07 -2Ss<NDVI<+2.5Ss	Ort:33, Ss:29 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:9.3, Ss:7.4 -2Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:48.5, Ss:35.4 -1.5Ss<NDVI<+2.5Ss
7	Ort:0.14, Ss:0.03 -2.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:45, Ss:26 -1.5Ss<NDVI<+2Ss	Ort:16.5, Ss:6.9 -1.5Ss<NDVI<+1.5Ss	Ort:86.3, Ss:77.1 -1Ss<NDVI<+3Ss

(*) Bölge No: 1. Karadeniz Bölgesi, 2. Marmara Bölgesi, 3. Ege Bölgesi, 4. Akdeniz Bölgesi, 5. İç Anadolu Bölgesi, 6. Doğu Anadolu Bölgesi, 7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi.

4.3. SONUÇLAR

Bu bölümün ilk yarısında, Normalize Bitki Örtüsü İndeksi değerlerine dayalı bitki örtüsü sınıf değerlerinin yerel aylık ve mevsimlik değişimleri incelenmiştir. Yüksek NDVI değerleri, kıyı bölgelerimizde, düşük değerler ise iç kesimlerde gözlenmektedir. Yağış harmonikleri sonucunda da birinci harmoniklerinin genlikleri, denizsel etkilerin hüküm sürdüğü kıyı bölgelerinde en yüksek, karasal etkilerin görüldüğü ve batıdan doğuya doğru arttığı iç ve doğu bölgelerde daha düşüktür. En yüksek NDVI değerleri, 1987-1988 döneminde Mayıs-Haziran aylarında, minimum değerler ise Kasım ve Aralık aylarında gözlenmiştir.

1994-96 yıllarında ise ekstrem değerlerin gözleendiği dönemde bir değişiklik kaydedilmemiştir, yalnız bu değerler 1987-88 dönemine göre daha düşüktür.

Yıllık ortalama NDVI, toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının Türkiye genelinde 1987-88 ve 1994-95 döneminlerinde yerel değişimlerinin incelenmesi sonucu, yüksek ve düşük sapma bölgelerinin birbiriyle uyum göstermektedir.

NDVI değerleri ile meteorolojik parametreler arasındaki ikili ve çoklu ilişki bağıntılarının analizinden, NDVI değerleriyle, SH ve sıcaklık değerleri arasında daha yüksek ilişki bulunduğu görülmüştür. SH, yağış ve sıcaklık değerlerindeki değişimlerin NDVI üzerinde birlikte oluşturduğu etki incelendiğinde, çoklu lineer ilişkiye göre, ilişki katsayılarının daha yükseldiği belirlenmiştir. NDVI değerlerinin tahmini amacıyla bu parametrelere bağlı amprik eşitlikler öngörülmüş, Van ve Ankara değerleri için, test edilen iki modelin %10'dan daha az hata ile çalıştığı saptanmıştır.

Türkiye genelinde NDVI değerlerinin değişiminde büyük ölçekli olayların önemli rol oynadığı ve bu etkilerin en çok Nisan-Temmuz döneminde gözleendiği belirlenmiştir.

Yağış, sıcaklık değişimlerinde Türkiye genelinde birinci harmonikler (büyük ölçekli olaylar) önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle bu bölümde NDVI tahmini için önerilen bu değişkenlere bağlı tahmin bağıntılarının %10 hata ile kullanılabileceği söylenebilir.

NDVI mevsimsel sınıf aralıklarına göre, yüzey parametreleri (SH, T_a , R), sınıf aralıklarının mevsimsel ilişkisinde, genel olarak türbülanslı gizli ısı akısı değerlerinin negatif salınımları arttıkça, bitki örtüsü sınıf değerleri ve ortalamadan olan pozitif salınımlar da artmaktadır. Yağış değerlerinde ise artan bitki örtüsü sınıf

değerleri ile birlikte, diğer parametrelere nazaran ortalamadan çok daha fazla pozitif artışlar gözlenmektedir. NDVI bölgesel sınıf aralıklarına göre, yüzey parametreleri (SH , T_a , R), sınıf aralıklarının mevsimsel ilişkisinde ise yağış ve normalize bitki örtüsü indeksi değerlerindeki pozitif salınımların büyüklüğü ile türbülanslı gizli ısı akısı ve sıcaklık değerlerindeki negatif salınımların büyüklüğünün ilkbahar ve sonbahar mevsimleri hariç bölgesel olarak benzer değişim göstermektedir.



BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

NDVI, iklim değişimlerinin etkisini değerlendirme ya da belirlemede kullanılan parametrelerden biridir. İklim değişimi ekosistem üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. NDVI, bu etkinin saptanmasında kullanılan, belirleyici parametrelerden birisi olması açısından önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada, gelişen uydu teknolojisi ile daha geniş ölçekte alanların daha kısa sürede incelenmesine olanak veren, NOAA/AVHRR sayısai uydu verileri kullanılarak hesaplanmış NDVI ve sınıf değerleri ile (iklimsel elemanlardan) T_a , T_s , R , P ve SH değerlerinin yersel ve zamansal değişimleri incelenmiştir. NDVI ve T_a , R , SH arasındaki amprik lineer bağıntı denlemleri belirlenmiştir.

T_a , R , P verilerinin yerel ve zamansal değişimi için harmonik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu analizler farklı yağış, basınç ve sıcaklık rejimlerinin ve geçiş zonlarının ayırt edilmesine olanak verir. Yerel ve büyük ölçekli olaylar ve olağan dışı mevsimsel yapılar saptanabilir. Bölgesel karakterler, mevsimsel değişim analizleri ile belirlenebilir. Bölgeler, yıllık (12 aylık) ve yarı yıllık (6 aylık) salınımların etkin olup olmayışına göre birbirinden ayırdedilebilir.

Ortalama Aylık Toplam Yağış Verilerinin Analiz Sonuçları :

Yıllık salınımların, yağış değişimleri üzerindeki etkili olduğu bölgeler Doğu Karadeniz ve Batı Anadolu kıyı şeritidir. Doğu Karadeniz'deki yağış rejimi orografik yağışlarla, kıyı bölgelerimizde ise cephesel (siklonik) ve genel sirkülasyon ile ilişkilendirilebilir. Türkiye'nin Bölgeleri'nin doğusunda altı aylık salınımlar hakimdir. 6 aylık salınımlar Türkiye'nin doğusundan batısına doğru azalan bir bölgesel değişim göstermektedir. Bu yapı Türkiye'nin doğusundaki karasal konvektif yağış yapısı ile ilişkilendirilebilir. Diğer bir değişle yağış verilerinin birinci dereceden harmonikleri Doğu Karadeniz, Güney ve Batı Anadolu'da büyük değerler gösterirken, Türkiye'nin doğusunda ikinci dereceden harmoniklerin genlikleri daha yüksektir. Analizler, özellikle Türkiye'nin Batı ve Güney

Bölgeleri'ndeki yağış miktarı değişiminde büyük ölçekli olayların etkin rol oynadığını göstermektedir. Büyük ölçekli olayların önemli rol oynadığı dönemler, Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nde Ocak, Batı Karadeniz'de Nisan-Mayıs, Doğu Karadeniz'de ise Ekim ve Kasım aylarıdır.

Yağış verilerinin ikinci harmoniklerinin yani yarı yıllık salınımların yıllık salınımlardan daha etkili olduğu yerleri gösteren oran haritalarından, Doğu Anadolu'da ikinci harmoniğin (6 aylık sirkülasyonların) önemli rol oynadığı görülmektedir. En kuvvetli etkiler ($A2/A1 > 1$) Erzurum, Erzincan ve Van'da olup, Batı ve Güneydoğu Anadolu'da büyük ölçekli olayların etkili olduğu görülmektedir. Mevsimsel değişimlerin belirlendiği ilk üç harmoniğin hesaplanmasının sonucu, tüm Türkiye'de yağış değişiminin büyük ölçekli olaylardan etkilendiği, Orta Karadeniz ve Akdeniz Bölgesinin iç kısımlarında bu etkilerin zayıfladığı söylenebilir. İlk üç harmonik, İç Anadolu hariç tüm Türkiye'de, yağış verileri üzerinde önemli rol oynamaktadır.

Türkiye'yi Etkileyen Basınç Sistemlerine İlişkin Yağış Analizlerine Yönelik Olarak Basınç Değerlerinin Analiz Sonuçları :

Türkiye'nin kıyı bölgelerinde, basınç değişimlerinde çoğunlukla kuvvetli yıllık salınımlar söz konusudur. Büyük ölçekli olaylar, basınç değerlerinin değişimi üzerinde Güneydoğu Anadolu bölgesinde etkin rol oynamaktadır. Bu etkiler, İç Anadolu'da Kasım, Aralık, Doğu Anadolu'da Ekim, diğer bölgelerde ise Ocak, Şubat aylarında çok daha belirgin olmaktadır.

Basınç değerlerinin oran haritalarından, Türkiye genelinde ikinci harmoniğin basınç verileri üzerindeki etkisinin 1. harmoniğin etkilerine nazaran daha az olduğu görülmektedir. Kuvvetli büyük ölçekli olaylar (12 aylık sirkülasyonlar, $A2/A1 < 0.25$) daha çok kıyı bölgeleri ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndedir. Basıncın mevsimsel değişim analizlerinde, iç kısımlarda bu oran değerlerinin dolayısı ile ilk üç harmoniğin (büyük ölçekli olayların) etkilerinin azaldığı görülmektedir. En düşük etkiler, Bolu, Erzurum, Afyon, Kastamonu, Isparta ve Ankara'dadır. Bu bölgelerde yıllık basınç değişiminin daha karmaşık olduğu ve küçük ölçekli olaylardan etkilendiği söylenebilir. Büyük ölçekli olayların en fazla etkili olduğu bölgelerin başında Güneydoğu Anadolu Bölgesi gelmektedir. Burada oran değerleri 0.80-0.90 arasında değişmektedir. Doğu

Akdeniz Bölgesi'nde bu oran 0.85'den fazladır. Doğu Anadolu ve Batı Karadeniz Bölgeleri'nde oran değerleri düşerek, 0.40-0.50 arasında değişim göstermektedir.

Aylık Ortalama Sıcaklık Verilerinin Analiz Sonuçları:

Büyük ölçekli olaylar, Güneydoğu, Doğu, İç Anadolu Bölgeleri ve Trakya'da sıcaklık gözlemlerinin değişimi üzerinde kıyı bölgelerine nazaran daha önemli rol oynamaktadır. Bu etkiler, tüm Türkiye'de Temmuz ayında daha belirgin olmaktadır. Hızla gelişen büyük şehirlerde yerel ısınma etkileri, ısı adalarının oluşumuna (küçük ölçekli değişimlere) neden olmaktadır. Bu tür yerel etkiler ise Türkiye'nin batısında görülmektedir.

Sıcaklık verilerinin oran haritalarından, Türkiye genelinde sıcaklık genlik oranlarının değişiminde, büyük ölçekli olayların önemli olduğu ($A2/A1 < 0.015$) görülmektedir. Türkiye genelinde yıllık ortalama sıcaklık değişiminin %95'i ilk üç harmonik ile (büyük ve orta ölçekli olaylarla) açıklanabilmektedir.

Yüzey Sıcaklığı ve Türbülanslı Isı Akısı Analizlerinin Sonuçları:

Yüzey enerji bileşenleri ve enerji bütçesi T_a , T_s , NDVI, R, SH, buharlaşma ve bitki sınıf değerlerinin değişimi ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle, bu çalışmanın ana amacına yönelik olarak NDVI ile yağış, sıcaklık ve türbülanslı ısı akısı arasında amprik lineer bağıntı denklemlerini belirleyebilmek için, NOAA-AVHRR sayısal uydu verilerine dayalı olarak elde edilmiş olan, T_s ve SH değerlerinin aylık değişim haritaları oluşturulup yorumlanarak yerel ve zamansal değişimleri incelenmiştir. Sonuç olarak :

Yüzey özelliklerinden büyük ölçüde etkilenen yüzey sıcaklık değerleri aylık ortalama değerler olması nedeniyle deniz ve yükselti etkisini fazla göstermemekte olup, kuzeyden güneye doğru artmaktadır. Bu da enlemsel değişimin etkisini göstermektedir.

Kış aylarında özellikle kuzeydoğu, doğu ve kuzeybatı (Trakya) bölgelerinde genellikle yerin karla kaplı olması yüzey sıcaklığının daha düşük olmasına neden olmaktadır. SH değerleri incelendiğinde, en düşük değerlerin kış aylarında ve Doğu, Kuzeydoğu Anadolu ve Trakya bölgelerinde olduğu görülmektedir. Haziran ayından itibaren Eylül'e kadar Türkiye'nin İç Batı'sında yüzey sıcaklıklarında yüksek değerlere sahip bir merkez görülmektedir. Aynı yapı, aynı aylarda SH değişimi haritalarında da vardır. Fakat yüzey sıcaklık değerlerinde bu yapı biraz daha kuzeydedir. Batı

Bölgeleri'ndeki SH ve yüzey sıcaklıkları Temmuz ayında maksimum değerlere ulaşmaktadır. Daha sonraki maksimum değerlerin gözlemlendiği aylar ise her iki parametre için T_s ve SH ve için sırasıyla Ağustos ve Eylül aylarıdır. Bu bölgede Nisan ayından sonra düşen yağış son derece azdır. Temmuz ve Ağustos ayları bu bölgelerin yağış rejiminde en kurak dönemdir ve kuraklık, Ekim ayına kadar sürmektedir. Bu yüzden en yüksek sıcaklıklar ve SH'lar bu aylardadır. Aynı dönemde Akdeniz Bölgesi'nde denizsel etkilerin nedeniyle SH değerleri İç Batı Bölgeler'den daha düşüktür. SH değerlerinin en düşük olduğu bölge Doğu Bölgeleri'dir. Yüksek ve dağlık bir bölge olan Doğu Anadolu kuvvetli karasal etkiler altındadır. Bu bölgede kış mevsimi hem soğuk hem uzundur. Bölgede soğukların şiddeti güneybatıdan kuzeydoğuya (Erzurum-Kars bölümüne) doğru artmaktadır. Bu nedenle bu bölgelerde tüm yıl boyunca her ay en düşük SH değerleri görülmektedir. 1987-1988 yılları arasındaki SH değerlerinin değişiminde, en büyük artış 7W/m² ile Kastamonu ve Hatay'da, en büyük azalma ise -6 W/m² ile Manisa, Siirt ve Mardin'de gözlenmektedir.

Yağışın arttığı bölgelerde, SH değerlerinin azaldığı NDVI değerlerinin ise arttığı görülmektedir, (Siirt, Mardin, Urfa, Diyarbakır vb., özellikle Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde). Buna karşılık İç Ege ve güneyde bazı illerimiz ve civarında (Burdur, Uşak, Manisa, Hatay vb.) gerek tarım arazisi, gerekse genel bitki örtüsü çeşitliliği nedeniyle, yerel ölçekte NDVI, SH ve R dağılımları farklılıklar göstermektedir.

Normalize Bitki Örtüsü İndeksi Değerlerinin Analiz Sonuçları:

Bu tezin esas amacı, Türkiye genelinde bitki örtüsünü sentetik olarak sınıflandırılması olduğundan, bu parametrelerin yer gerçekleri ile ayrıntılı analizi bu araştırmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. NOAA-AVHRR sayısal verilerine dayalı olarak belirlenen, Türkiye genelindeki aylık ortalama NDVI değerlerinin, aylık, yıllık ve mevsimsel değişimlerinin incelenmesi sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir :

Türkiye'de en yüksek aylık ortalama NDVI sınıf değerleri, Doğu ve Batı Karadeniz Bölgeleri'nde ve ilkbahar ile yaz mevsimlerinde kaydedilmektedir. Yağış harmonikleri sonucuna göre birinci harmoniklerinin genlikleri, denizsel etkilerin hüküm sürdüğü kıyı bölgelerinde en yüksek, karasal etkilerin görüldüğü ve bu etkilerin batıdan doğuya doğru arttığı iç ve doğu bölgelerde daha düşüktür.

En yüksek NDVI değerlerinin, 1987-1988 döneminde Mayıs-Haziran aylarında, minimum değerlerin ise Kasım ve Aralık aylarında kaydedildiği saptanmıştır. 1994-96 yıllarında da ekstrem değerler aynı dönemlerde gözlenmektedir.

1987 ve 1988 yıllarına ait Türkiye yıllık ortalama NDVI sınıf değerleri sırası ile 0.24 ve 0.25 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, 1994-1996 dönemindeki NDVI değerlerine nazaran %4-%6 daha fazladır. Artan yapılaşma ve nüfus dağılımına bağlı olarak, bu azalma oranı en fazla %14 değeri ile İstanbul ve İzmir'de gözlenmiştir. Benzer şekilde azalma oranları, Manisa'da %13, Balıkesir'de %12, Çanakkale'de %10, Kütahya'da %9, Afyon ve Uşak'da %8, Antalya ve Eskişehir'de %7, Konya'da %6 ve Hatay'da %5, Ankara, Adana ve Mersin'de %4 olarak saptanmıştır. Yapılaşma hızının daha düşük olduğu ve göç olaylarının yaşandığı Doğu Anadolu, ve Karadeniz Bölgeleri ile, GAP projesine dayalı olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde NDVI sınıf değerlerinde, %2 ila %5 oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. 1992'de Ege Denizi, Batı Akdeniz kıyılarında, 1993'de ise Ege'nin iç kesimleri ve Akdeniz Bölgesi'nde %10 kuraklık saptanmıştır. Analizler, Türkiye'nin batı ve güney bölgelerindeki yağış miktarı değişiminde özellikle büyük ölçekli olayların etkin rolünü göstermektedir.

1987-88 ve 1994-95 döneminlerine ait yıllık ortalama NDVI değerleri, toplam yağış değerlerinin standart sapmalarının Türkiye genelinde yerel değişimlerinin incelenmesi sonucu, her iki parametreye ilişkin yüksek ve düşük sapma gözlenen bölgelerin birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

NDVI değerleri ile meteorolojik parametreler arasındaki ikili ve çoklu ilişki bağıntılarının analizinden, NDVI değerleriyle, türbülanslı gizli ısı akısı (SH) ve sıcaklık (T) değerleri arasında daha yüksek ilişki olduğu saptanmıştır. SH, yağış (R) ve sıcaklık değerlerindeki değişimlerin, NDVI değerlerinin değişimi üzerinde birlikte oluşturduğu etkiler incelendiğinde, çoklu lineer ilişki analizine göre ilişki katsayıları daha yükselmektedir. NDVI değerlerinin tahmini amacıyla, bu parametrelerin (SH, R, T) fonksiyonu olan amprik eşitlikler oluşturulmuş, Van ve Ankara değerleri ile, test edilen iki öngörü modelinin %10'dan daha az hata ile çalıştığı belirlenmiştir. NDVI değerlerinin harmonik analizi sonucu, Türkiye genelinde NDVI değerlerinin değişiminde büyük ölçekli

olaylar önemli rol oynamakta ve bu etkiler en çok Nisan-Temmuz döneminde gözlenmektedir.

NDVI değerleri ile karakteristiklerinin ve yüzey parametrelerinden türbülanslı gizli ısı akısı, hava sıcaklığı ve yağış miktarının mevsimsel ve bölgesel değişimleri birbirleri ile ilişkilendirilerek aralarında bir algoritma oluşturulmuştur. NDVI mevsimsel sınıf aralıklarına göre, yüzey parametreleri (SH, T_a , R), sınıf aralıklarının mevsimsel ilişkisinde, genel olarak türbülanslı gizli ısı akısı değerlerinin negatif salınımları arttıkça, bitki örtüsü sınıf değerleri ve ortalamadan olan pozitif salınımlar da artmaktadır. Yağış değerlerinde ise artan bitki örtüsü sınıf değerleri ile birlikte, diğer parametrelere nazaran ortalamadan çok daha fazla pozitif artışlar gözlenmektedir. NDVI bölgesel sınıf aralıklarına göre, yüzey parametreleri (SH, T_a , R), sınıf aralıklarının mevsimsel ilişkisinde ise yağış ve normalize bitki örtüsü indeksi değerlerindeki pozitif salınımların büyüklüğü ile türbülanslı gizli ısı akısı ve sıcaklık değerlerindeki negatif salınımların büyüklüğünün ilkbahar ve sonbahar mevsimleri hariç bölgesel olarak benzer değişim göstermektedir.

Burada genel sonuçları sunulan tezde, NOAA-AVHRR uydu verilerinin bölgesel ölçekte kullanılmış, Türkiye için bitki örtüsü sınıf haritaları oluşturulmuş, mevsimsel değişimler incelenmiştir. Diğer bir ifade ile, uydu verileri ilk kez, yüzey gözlemleri ve biosfer-atmosfer arakesitindeki model sonuçları ile birlikte yorumlanmıştır. Bu yönü ile bu araştırmanın, bu konuda Türkiye'de yapılacak yeni çalışmalara katkı sağlaması beklenmektedir.

Bu çalışma ışığında yapılabilecek, uygulamaya yönelik ve çok disiplinli araştırma konuları aşağıdaki gibi sıralanabilir :

1. NDVI değerlerinin yorumlanmasında Türkiye genelinde sentetik bir yüzey sınıflandırmasının yapılması amaçlanmıştır. Bu özelliğiyle, tez sonuçları arazi kullanımı planlamaları açısından önem taşımaktadır.
2. Türkiye genelinde gerçekleştirilen bu çalışmanın bölgesel baza indirgenmesi ile, bitki örtüsünün, güneş radyasyonunun, rüzgar şiddetinin, şehir ısı adaları ve günlük sıcaklık salınıminin oluşumu üzerindeki etkilerinin araştırılması, hava kirliliği başta olmak üzere klimatoloji ve tarım alanlarındaki çalışmalar için önem taşıyacaktır.

3. Sayısal uydu verilerine dayalı olarak tarım ve orman alanlarındaki ürün rekoltesi değerleri saptanabilmekte, öngörü modelleri ile ürün rekoltesi tahminleri yapılabilmektedir. Böyle bir uygulamanın, tarım alanında sağlayacağı ekonomik katkı yanında, yeni enerji kaynaklarından olan bio-enerji (orman ve tarım ürünü atıklarının yeni ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılması) planlamaları için de büyük önem taşıyacağı açıktır.



KAYNAKLAR

- Aslan, Z., Natarajan, K. and Tankut, M., 1994. Vegetation Pattern of Istanbul From the Landsat Data and the Relationship with Meteorological Parameters, *Ann. Geophysicae*, **12**, 574-584.
- Aslan, Z., Okçu, D. and Kartal, S., 1997. Harmonic Analysis of Precipitation, Pressure and Temperature over Turkey, *Il Nuovo Cimento*, **20**, p. 595-605.
- Benedetti, R., Rossini, P. and Taddei R., 1994. Vegetation Classification in the Middle Mediterranean Area by Satellite Data, *Int. J. Remote Sensing*, **15**, 583-596
- Bonifacio, R., Dugdale, G. and Milford, J. R., 1993. Sahelian Rangeland Production in Relation to Rainfall Estimates from Meteosat, *Int. J. Remote Sensing*, **14**, 2695-2711
- Carlson, T. N., Dodd, J. K., Benjamin, S. G. and Cooper, J. N., 1981. Satellite Estimation of the Surface Energy Balance, Moisture Availability and Thermal Inertia, *Journal of Applied Meteorology*, **20**, 67-87.
- Csiszar, I., Fejes, E., Kereny, J. and Rimoezi-Paal, A., 1993. Application of Satellite Digital Images in the Investigation of the Daily Temperature Amplitude of the Surface, *Idojaras, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, **97**, Oct.-Dec.
- Currie, R. G. and Hameed, S., 1990. Atmospheric Signals at High Latitudes in a Coupled Ocean-Atmosphere General Circulation Model, *Geophysical Research Letter*, **17**, 945-948.
- Davenport, M. L. and Nicholson, S. E., 1993. On the Relation between Rainfall and the Normalized Difference Vegetation Index for Diverse Vegetation Types in East Africa, *Remote Sensing*, **14**, 2369-2389.
- Deblonbe, G. and Cihlar, J., 1993. A Multiyear Analysis of the Relationship Between Surface Environmental Variables and NDVI over the Canadian Landmass, *Remote Sensing Reviews*, **7**, 151-177.
- DMİ, 1984. Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni, Ankara.
- Dyer, A., 1974. A Review of Flux-Profile Relationship, *Bound. Layer Meteor.*, pp. 363-372.

- Ehrlich, D., Estes, J. E. and Singh, A., 1994.** Applications of NOAA-AVHRR 1km Data for Environmental Monitoring, *Int. J. Remote Sensing*, **15**, 145-161.
- Gallo, K. P., McNab, A. L., Brown, J. P., Hood, J. J. and Tarpley, J. D., 1993.** The Use of Vegetation Index for the Assesment of the Urban Heat Island Effect, *J. Remote Sensing*, **14**, 2223-2230.
- Gupta, R. K., 1993.** Comparative Study of AVHRR Ratio Vegetation Index in District Level Agricultural Monitoring, *Int. J. Remote Sensing*, **14**, 53-73.
- Hastings, A. and Emergy, J., 1992.** The Advanced Very Hight Resolution Radiometer (AVHRR): A Brief Reference Guide, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, **58**, 1183-1188.
- Hendersen Sellers, A., 1990.** Evulation for the Continent of Australia of the Simulation of the Surface Climate Using the Biosfere/Atmosphere Transfer scheme (BATS) coupled into a Global Climate Model, *Climate Research*, 43-62.
- Holtstag, A. A. M. and De Bruin, H. A. R., 1988.** Applied Modeling of the Night.time Surface Energy balance over Land, *J. Appl. Meteor.*, **27**.
- Holtstag, A. A. M., and Van Ulden, A. P., 1983.** Asmple-scheme for daytime estimates of the surface fluxes from routine weather data, *J. of Climate and Applied Met.*, **22**, 517-529.
- ICTP, 1994.** Remote Sensing Workshop Veri ve Kaynakları, *ICTP Trieste, İtalya*.
- Justice, C. O., Townshend, J. R. G., Holben, B. N. and Tucker, C. J., 1985.** Analysis of the phenology of global vegetation using meteorological satellite data, *International Journal of Remote Sensing*, **6**, 1271-1318.
- Kadioğlu, M., Öztürk, N., Erduran, H. and Şen, Z., 1999.** On the Precipitation Climatology of Turkey by Harmonic Analysis, *International Journal of Climatology*, **19**, 1717-1728
- Kandilli Isı Akısı Projesi, 1993.** *İstanbul için Yüzey Tabaka Rüzgar, Nem ve Momentum Etkilerinin Etüdü*, B.Ü., İstanbul.
- Kerenyi, J., 1993.** Surface Temperature Derived from METEOSAT Infrared Data Using Atmospheric Correction, *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, **97**, Oct.-Dec.
- Kındap, T., 1996.** İstanbul için Enerji Dengesi Eşitliği kullanılarak Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kirkyla, K. and Hameed S.**, 1989. Harmonic Analysis of the Seasonal Cycle in Precipitation over the United States: A Comparison between Observations and a General Circulation Model, *American Meteorology Society*, **12**, p. 1463-1475.
- Koçman, A.**, 1993. Türkiye İklimi, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını, İzmir.
- Kustas, W. P., Daughtry, C. S. T. and Van Oevelen, J.**, 1993. Analytical Treatment of the Relationship Between Soil Heat Flux Net Radiation Ratio and Vegetation Indices, *Remote Sens. Environ.*, **46**, 319-330.
- Latif, Abdüllatif M.**, 1993. Gökçeada Momentum, Heat and Moisture Fluxes Analysis, *M.Sc. Thesis*, I.T.U. Institute of Science and Technology, İstanbul.
- Maktav, D. ve Sunar, F.**, 1991. Uzaktan Algılama Kantitatif Yaklaşım, Hürriyet Ofset A.Ş., İstanbul.
- MapiX Ocean, Users's Manual**, 1993. *Delta Data Systems, Inc*, USA.
- Maselli, F., Conese, C. and Petkov, L.**, 1992. Use of NOAA-AVHRR NDVI Data for Environmental Monitoring and Crop Forecasting in the Sahel, Preliminary Results, *Int. J. Remote Sensing*, **13**, 2743-2749.
- Natarajan, K., Aslan, Z. and Kurar, H.**, 1994. Optimization of Vegetation Index in the Central Anatolian Region Using Landsat and NOAA Images, *The International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory*, Kharkov, Ukraine, September 7-10.
- Nicholson, S. E. and Farrar, T. J.**, 1994. The Influence of Soil Type on the Relationships between NDVI, Rainfall, and Soil Moisture in Semi-arid Botswana. I. NDVI Response to Rainfall, *Remote Sens. Environ.*, **50**, 107-120.
- OGM.**, 1996. *Artemis Projesi*, Ankara.
- Paulson, C. A.**, 1970. The Mathematical Representation of Wind Speed and Temperature Profiles in the Unstable Atmospheric Surface Layer, *J. Appl. Meteor.*, **9**, 857-861.
- Seguin, B.**, 1988. Determination of Surface Parameters and Fluxes from Satellite Observations, *ICTP Course on Physical Climatology and Meteorology for Environmental Applications*, SMR/293, Trieste, ITALY, 23 May-17 June.
- Soydan, M. N., Altan, M., Uyguçgil, H. ve Ayday, C.**, 1997. Uzaktan Algılama Uydularının Kullanım Politikaları, *III. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri*, Uludağ-Bursa, 16-18 Mayıs, s. III-1-III-5.
- Tarleton, L. F. and Katz, R. W.**, 1994. Statistical Explanation of Trends in Extreme Summer Temperatures at Phoenix Arizona, *Journal of Climate*, **8**, 1704-1708.

- Tucker, C. J., Townshend, J. R. G. and Goff, T. E., 1985a.** African Land-Cover Classification Using Satellite Data, *Science*, **227**, 369-375.
- Tucker, C. J., Vanpraet, C. L., Sharman, M. J. and Van Ittersum, G., 1985b.** Satellite Remote Sensing of Total Herbaceous Biomass Production in the Senegalese Sahel: 1980-1984, *Remote Sensing Environment*, **17**, 233-249.
- Tucker, C. J., Fung, I. Y., Keeling, C. D. and Gammon, R. H., 1986.** Relationships Between Atmospheric CO₂ Variation and Satellite-Derived Vegetation Index, *Nature*, **319**, 195-199.
- Van De Griend, A. A. and Owe, M., 1993.** On the Relationship Between Thermal Emissivity and the Normalized Difference Vegetation Index for Natural Surfaces, *Int. J. Remote Sensing*, **14**, 1119-1131.
- Vuran, A., 1981.** İstatistik III, *Zaman Serilerinin Analizi*, pp. 244-249, İstanbul.
- Wieringa, J., 1981.** Estimation of Mesoscale and Local Scale Roughness for Atmospheric Transport Modeling, *Air Pollution Modeling and its Applications*, pp: 279-295.
- Yaglom, A. M., 1977.** Comments on Wind and Temperature Flux-Profile Relationships, *Bound. Layer Meteor.*, **11**, pp. 89-102.
- Yeğingil, İ., Peştemalcı, V., Ögelman, H. ve Dinç, U., 1987.** Yer Ölçümlerinin Uydu Verileri ile İlişkileri, *E. Ü. Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, **10**, 298-311.
- Yıldırım, H., Alparslan, E., Aydöner C. ve Elitaş, S., 1997.** Bitki Örtüsü ve Yoğunluğunun Uzaktan Algılama ile Bulunması, *III. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri*, Bursa, 16-18 Mayıs. s. X-22 - X-26.

EK A
(TABLOLAR)

Tablo A.1. 1987 yılı aylık ortalama NDVI değerleri

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1 ARTVIN	0,13	0,09	0,12	0,13	0,30	0,50	0,45	0,32	0,37	0,23	0,18	0,11
2 TRABZON	0,10	0,10	0,10	0,16	0,35	0,45	0,44	0,42	0,38	0,26	0,17	0,10
3 GİRESUN	0,09	0,09	0,10	0,17	0,37	0,49	0,47	0,46	0,42	0,29	0,19	0,09
4 SAMSUN	0,09	0,14	0,16	0,21	0,40	0,45	0,44	0,33	0,30	0,22	0,15	0,09
5 SİNOP	0,10	0,17	0,19	0,25	0,43	0,50	0,48	0,43	0,38	0,31	0,21	0,16
6 ZONGULDAK	0,12	0,13	0,15	0,29	0,41	0,50	0,46	0,40	0,37	0,32	0,19	0,18
7 KASTAMON	-	0,14	0,13	0,20	0,30	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,13	0,14
8 BOLU	0,14	0,17	0,14	0,26	0,34	0,39	0,40	0,30	0,28	0,27	0,16	0,17
9 GÜMÜŞHANE	0,05	0,08	0,07	0,13	0,28	0,37	0,36	0,32	0,30	0,22	0,13	0,08
10 İSTANBUL	0,11	0,21	0,15	0,35	0,40	0,50	0,45	0,45	0,31	0,28	0,15	0,17
11 EDİRNE	0,14	0,23	0,18	0,30	0,47	0,43	0,41	0,35	0,30	0,23	0,13	0,16
12 TEKİRDAĞ	0,14	0,23	0,18	0,31	0,40	0,42	0,40	0,36	0,28	0,27	0,12	0,14
13 ÇANAKKALE	0,18	0,30	0,22	0,30	0,41	0,38	0,37	0,35	0,32	0,36	0,19	0,22
14 BALIKESİR	0,21	0,27	0,25	0,35	0,40	0,40	0,36	0,38	0,32	0,35	0,22	0,23
15 BURSA	0,21	0,26	0,23	0,33	0,40	0,45	0,40	0,40	0,36	0,40	0,20	0,21
16 İZMİR	0,25	0,36	0,32	0,37	0,39	0,37	0,36	0,38	0,33	0,35	0,27	0,28
17 MANİSA	0,23	0,33	0,30	0,34	0,39		0,35	0,35	0,36	0,35	0,23	0,25
18 MUĞLA	0,27	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,33	0,35	0,32	0,35	0,27	0,26
19 AFYON	0,16	0,17	0,17	0,26	0,33	0,37	0,29	0,27	0,25	0,23	0,17	0,17
20 KÜTAHYA	0,17	0,23	0,19	0,29	0,34	0,36	0,30	0,28	0,25	0,27	0,18	0,20
21 UŞAK	0,18	0,25	0,20	0,30	0,36	0,36	0,3	0,27	0,25	0,27	0,20	0,22
22 İSPARTA	0,20	0,20	0,20	0,29	0,36	0,39	0,29	0,31	0,25	0,25	0,19	0,21
23 BURDUR	0,19	0,19	0,21	0,28	0,36	0,39	0,29	0,31	0,25	0,25	0,20	0,20
24 ANTALYA	0,22	0,30	0,24	0,31	0,34	0,34	0,31	0,31	0,29	0,3	0,26	0,22
25 MERSİN	0,18	0,25	0,21	0,30	0,32	0,28	0,30	0,22	0,22	0,25	0,20	0,18
26 ADANA	0,18	0,25	0,17	0,32	0,31		0,30	0,27	0,29	0,26	0,20	0,21

Tablo A.1. Devamı

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
29 ESKİŞEHİR	0,12	0,20	0,16	0,26	0,33	0,39	0,29	0,30	0,25	0,26	0,14	0,16
30 KONYA	0,20	0,20	0,15	0,24	0,28	0,34	0,25	0,26	0,25	0,27	0,16	0,14
31 KAYSERİ	0,10	0,16	0,13	0,21	0,28	0,31	0,29	0,23	0,20	0,20	0,13	0,12
32 SİVAS		0,08	0,05	0,15	0,24	0,33	0,31	0,23	0,21	0,17	0,11	0,10
33 ERZURUM	0,05	0,06	0,04	0,06	0,31	0,42	0,43	0,27	0,25	0,19	0,08	0,10
34 ERZİNCAN	0,07	0,10	0,08	0,12	0,27	0,31	0,31	0,22	0,25	0,17	0,11	0,09
35 ELAZIĞ	0,09	0,15	0,16	0,26	0,34	0,19	0,17	0,16	0,17	0,13	0,14	0,13
36 MALATYA	0,10	0,16	0,20	0,29	0,33	0,23	0,20	0,20	0,17	0,17	0,15	0,16
37 VAN	0,05	0,12		0,14	0,29	0,29	0,26	0,17	0,16	0,15	0,14	0,10
38 SİİRT	0,13	0,22	0,26	0,38	0,37	0,21	0,18	0,15	0,17	0,16	0,17	0,15
39 KARS	0,02	0,02	0,03	0,10	0,33	0,49	0,50	0,35	0,30	0,23	0,05	0,06
40 URFA	0,10	0,18	0,28	0,32	0,26	0,18	0,12	0,14	0,16	0,13	0,14	0,12
41 DİYARBAKIR	0,13	0,23	0,30	0,40	0,45	0,10	0,14	0,13	0,14	0,11	0,20	0,17
42 GAZİANTEP	0,15	0,22	0,32	0,40	0,34	0,20	0,16	0,13	0,14	0,20	0,15	0,19
43 MARDİN	0,10	0,14	0,22	0,28	0,20	0,11	0,10	0,12	0,12	0,10	0,12	0,10

Tablo A.2. 1988 yılı aylık ortalama NDVI değerleri

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1 ARTVİN	0,14	0,14	0,16	0,17	0,29	0,39	0,43	0,40	0,32	0,22	0,05	0,10
2 TRABZON	0,13	0,10	0,09	0,20	0,29	0,41	0,46	0,43	0,37	0,27	0,06	0,10
3 GİRESUN	0,12	0,11	0,10	0,25	0,33	0,45	0,50	0,47	0,39	0,12	0,13	0,15
4 SAMSUN	0,10	0,13	0,17	0,28	0,37	0,42	0,40	0,38	0,29	0,22	0,07	0,14
5 SİNOP	0,16	0,18	0,21	0,31	0,40	0,47	0,47	0,41	0,35	0,23	0,10	0,18
6 ZONGULDAK	0,21	0,20	0,21	0,30	0,38	0,40	0,45	0,40	0,33	0,25	0,10	0,19
7 KASTAMON	0,12	0,13	0,14	0,26	0,35	0,38	0,39	0,30	0,21	0,18	0,14	0,10
8 BOLU	0,17	0,17	0,20	0,30	0,42	0,40	0,36	0,34	0,26	0,20	0,10	0,15
9 GÜMÜŞHANE	0,05	0,08	0,09	0,15	0,28	0,36	0,36	0,35	0,30	0,25	0,09	0,09
10 İSTANBUL	0,19	0,18	0,23	0,30	0,36	0,34	0,42	0,38	0,30	0,20	0,20	0,20
11 EDİRNE	0,20	0,29	0,30	0,36	0,47	0,39	0,37	0,34	0,25	0,20	0,15	0,11
12 TEKİRDAĞ	0,20	0,27	0,29	0,35	0,45	0,37	0,36	0,35	0,25	0,18	0,20	0,21
13 CANAKKALE	0,24	0,27	0,32	0,36	0,45	0,35	0,36	0,35	0,32	0,25	0,20	0,26
14 BALIKESİR	0,25	0,27	0,30	0,36	0,42	0,35	0,38	0,34	0,31	0,25	0,23	0,26
15 BURSA	0,25	0,22	0,25	0,34	0,42	0,40	0,42	0,37	0,33	0,24	0,23	0,25
16 İZMİR	0,31	0,31	0,33	0,37	0,41	0,35	0,36	0,38	0,35	0,30	0,26	0,31
17 MANİSA	0,30	0,30	0,32	0,37	0,40	0,32	0,36	0,38	0,36	0,30	0,25	0,30
18 MUĞLA	0,30	0,31	0,35	0,36	0,40	0,35	0,35	0,39	0,37	0,26	0,26	0,31
19 AFYON	0,20	0,21	0,20	0,27	0,40	0,34	0,28	0,27	0,25	0,18	0,17	0,18
20 KÜTAHYA	0,18	0,16	0,19	0,29	0,40	0,35	0,30	0,30	0,26	0,21	0,18	0,21
21 UŞAK	0,21	0,22	0,25	0,31	0,39	0,31	0,29	0,29	0,27	0,23	0,20	0,25
22 İSPARTA	0,23	0,21	0,21	0,29	0,36	0,32	0,29	0,28	0,27	0,21	0,21	0,21
23 BURDUR	0,24	0,20	0,20	0,27	0,34	0,32	0,29	0,29	0,27	0,21	0,21	0,20
24 ANTALYA	0,26	0,27	0,26	0,30	0,34	0,32	0,31	0,31	0,30	0,22	0,22	0,26
25 MERSİN	0,22	0,25	0,24	0,26	0,30	0,27	0,29	0,24	0,22	0,20	0,20	0,18
26 ADANA	0,22	0,24	0,27	0,35	0,32	0,27	0,30	0,29	0,25	0,18	0,20	0,20

Tablo A.2. Devamı

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
27 HATAY	0,26	0,30	0,35	0,43	0,41	0,26	0,31	0,27	0,25	0,18	0,18	0,25
28 ANKARA	0,15	0,16	0,21	0,31	0,43	0,42	0,24	0,18	0,15	0,11	0,09	0,12
29 ESKİŞEHİR	0,17	0,17	0,18	0,28	0,42	0,40	0,32	0,30	0,25	0,21	0,15	0,18
30 KONYA	0,16	0,21	0,22	0,25	0,33	0,32	0,30	0,26	0,24	0,18	0,15	0,21
31 KAYSERİ	0,10	0,12	0,17	0,23	0,32	0,32	0,30	0,25	0,23	0,15	0,11	0,15
32 SİVAS	0,04	0,05	0,06	0,16	0,25	0,33	0,33	0,25	0,22	0,14	0,09	0,10
33 ERZURUM	0,07		0,12	0,08	0,38	0,42	0,43	0,33	0,28	0,21	0,12	0,05
34 ERZİNCAN	0,05	0,07	0,10	0,13	0,34	0,37	0,30	0,25	0,24	0,19	0,10	0,04
35 ELAZIĞ	0,11	0,10	0,20	0,25	0,35	0,25	0,21	0,20	0,19	0,13	0,09	0,12
36 MALATYA	0,15	0,14	0,20	0,25	0,34	0,24	0,23	0,20	0,20	0,14	0,11	0,13
37 VAN	0,13	0,12	0,14		0,28	0,32	0,28	0,25	0,22	0,19	0,11	0,11
38 SİİRT	0,19	0,18	0,28	0,33	0,44	0,25	0,19	0,15	0,20	0,16	0,11	0,12
39 KARS	0,06	0,04	0,08	0,13	0,29	0,44	0,51	0,44	0,35	0,24	0,06	0,04
40 URFA	0,23	0,26	0,38	0,47	0,37	0,16	0,16	0,17	0,19	0,12	0,09	0,15
41 DİYARBAKIR	0,21	0,24	0,35	0,45	0,50	0,27	0,15	0,16	0,15	0,13	0,12	0,19
42 GAZİANTEP	0,22	0,26	0,39	0,44	0,40	0,25	0,20	0,18	0,18	0,14	0,15	0,15
43 MARDİN	0,17	0,21	0,29	0,40	0,30	0,14	0,14	0,15	0,15	0,12	0,06	0,12

Tablo A.3. 1994 yılı aylık ortalama NDVI değerleri

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1 ARTVİN			0,20	0,21	0,24	0,32		0,33	0,22		0,30	
2 TRABZON			0,19	0,29	0,20	0,14	0,19		0,24		0,27	
3 GİRESUN			0,15	0,33	0,53		0,18	0,33	0,22		0,30	
4 ORDU			0,17	0,34	0,56	0,23	0,13	0,32	0,24		0,33	
5 SAMSUN				0,22	0,40	0,22	0,18	0,15	0,15		0,16	
6 SİNOP				0,26	0,49	0,43	0,26	0,33	0,31		0,24	
7 ZONGULDAK			0,14	0,28	0,44	0,32	0,34	0,33	0,28	0,15	0,11	0,19
8 KASTAMONU			0,16	0,16	0,32	0,30	0,16	0,22	0,16		0,13	
9 İSTANBULY.			0,14	0,17	0,13							
10 İSTANBULG.			0,15	0,20	0,25	0,20	0,11	0,15		0,17		0,08
11 EDİRNE				0,30	0,36	0,21	0,12		0,11	0,08		0,11
12 BURSA			0,17	0,25	0,41	0,35	0,26	0,23	0,17	0,16	0,11	0,19
13 BOLU			0,16	0,25	0,35	0,39	0,28	0,25	0,16	0,21	0,08	
14 TEKİRDAĞ			0,19	0,36	0,34	0,30	0,17			0,28		0,12
15 ÇANAKKALE			0,17	0,30	0,35	0,32	0,26	0,20	0,21	0,22		0,26
16 BALIKESİR			0,21	0,33	0,33	0,12	0,14	0,18		0,12	0,08	0,18
17 İZMİR			0,17	0,28	0,30	0,25	0,20	0,22	0,18	0,16	0,17	0,21
18 MANİSA			0,17	0,25	0,24	0,18	0,16	0,20	0,19	0,15	0,13	0,12
19 MUĞLA			0,18	0,23	0,32	0,25	0,20	0,18	0,26	0,21	0,23	0,29
20 AFYON			0,15	0,23	0,25	0,16	0,19	0,13		0,07	0,08	0,13
21 KÜTAHYA			0,13	0,20	0,26	0,22	0,18	0,16	0,11	0,12	0,12	0,16
22 UŞAK			0,18	0,30	0,36	0,20	0,19	0,14		0,07	0,14	0,20
23 ANTALYA			0,32	0,31	0,25	0,16	0,20	0,17		0,12	0,17	0,19
24 MERSİN			0,25	0,30	0,22	0,14	0,15	0,15	0,13	0,07	0,16	
25 ADANA			0,30	0,35	0,22			0,17	0,18	0,06	0,11	
26 HATAY			0,28	0,31	0,16	0,17	0,19	0,20	0,16	0,11	0,10	

Tablo A.3. Devamı

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
27 İSPARTA			0,10	0,18	0,24	0,22	0,17	0,14	0,10	0,12	0,12	0,13
28 BURDUR			0,07	0,17	0,20	0,18	0,16	0,13	0,12	0,06	0,14	0,08
29 KONYA			0,11	0,17	0,19	0,16	0,16				0,09	0,09
30 ANKARA				0,12	0,23	0,14					0,09	
31 SİVAS				0,12	0,19	0,16	0,13	0,12			0,10	
32 KIRŞEHİR			0,11	0,18	0,23	0,15					0,09	0,10
33 ESKİŞEHİR			0,14	0,22	0,30	0,20	0,12			0,06	0,07	0,13
34 KAYSERİ			0,07	0,15	0,20	0,16				0,05		
35 ERZURUM				0,12	0,27	0,36	0,21	0,16	0,12			
36 ERZİNCAN				0,14	0,25	0,22	0,19	0,16				
37 ELAZIĞ			0,10	0,15	0,24	0,13					0,09	
38 MALATYA				0,15	0,25	0,14	0,17	0,12	0,12		0,08	
39 VAN				0,11	0,22	0,21		0,16			0,09	
40 URFA			0,20	0,30	0,27						0,10	
41 DİYARBAKIR			0,36	0,40	0,49						0,12	
42 GAZİANTEP			0,18	0,19	0,23						0,12	
43 SİİRT			0,18	0,23	0,34				0,10		0,14	
44 BİTLİS				0,19		0,33	0,16	0,12	0,14			
45 MUŞ				0,15			0,19	0,12	0,15	0,08		
46 KARS					0,16	0,41	0,16	0,22	0,13		0,06	
47 BAYBURT				0,11	0,18	0,27	0,22	0,17	0,11		0,09	
48 GÜMÜŞHANE					0,25	0,28	0,18	0,17	0,15		0,15	
49 MARDİN			0,27	0,33	0,29						0,10	
50 TOKAT					0,32	0,35	0,17	0,19	0,14	0,13		

Tablo A.4. 1995 yılı aylık ortalama NDVI değerleri

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1 ARTVİN				0,14	0,40							
2 TRABZON	0,20	0,19	0,23	0,29	0,41				0,18		0,21	0,18
3 GİRESUN	0,21	0,24		0,33	0,44				0,20		0,22	0,20
4 ORDU	0,24	0,29		0,35	0,16	0,21		0,26	0,24		0,23	0,20
5 SAMSUN	0,14	0,23		0,26	0,39	0,32	0,30	0,24	0,11	0,17	0,22	0,14
6 SİNOP	0,21	0,29	0,21	0,29	0,37	0,33	0,45	0,36	0,20		0,21	0,18
7 ZONGULDAK	0,14	0,22		0,19		0,34	0,48	0,44	0,17	0,35	0,17	0,11
8 KASTAMONU	0,15	0,17		0,16	0,37	0,28	0,38		0,14		0,18	0,12
9 İSTANBUL		0,17	0,17	0,22		0,27	0,24	0,23			0,07	
10 İSTANBUL	0,17	0,19	0,26	0,17		0,27			0,13		0,10	0,06
11 EDİRNE		0,17	0,20	0,34	0,37		0,20	0,27				
12 BURSA	0,15	0,23	0,16	0,23	0,32	0,36	0,35	0,36	0,23	0,25	0,12	0,07
13 BOLU		0,19		0,19	0,37	0,36	0,36	0,34			0,17	0,08
14 TEKİRDAĞ	0,12	0,20		0,33	0,29		0,25	0,24				
15 ÇANAKKALE	0,14	0,26	0,19	0,33	0,29	0,23	0,23	0,19	0,16	0,21	0,13	
16 BALIKESİR	0,16	0,26		0,32	0,26	0,20	0,23		0,12	0,16		
17 İZMİR	0,17	0,25		0,28	0,24		0,27	0,13	0,21	0,17		0,13
18 MANİSA	0,17	0,23		0,24	0,20	0,25	0,29	0,27	0,23	0,20	0,12	
19 MUĞLA	0,13	0,23		0,20	0,23	0,24	0,26	0,26	0,09	0,22	0,12	0,11
20 AFYON	0,13	0,16	0,21	0,22	0,26	0,17	0,15	0,23	0,10	0,12	0,09	0,13
21 KÜTAHYA	0,13	0,17	0,20	0,14	0,22	0,16	0,24	0,23	0,17	0,14	0,10	0,11
22 UŞAK	0,14	0,20	0,16	0,19	0,22		0,36	0,26	0,08	0,12	0,07	0,11
23 ANTALYA	0,17	0,31	0,26	0,28	0,22		0,21	0,22	0,15	0,17	0,11	
24 MERSİN	0,21	0,27	0,24	0,24	0,28	0,23	0,23	0,21	0,10		0,17	
25 ADANA	0,17	0,31	0,22	0,26			0,34	0,26	0,25	0,18	0,12	0,14
26 HATAY	0,13	0,28	0,24	0,25	0,23	0,26	0,29	0,27			0,16	

Tablo A.4. Devamı

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
27 İSPARTA	0,13	0,13	0,17	0,14	0,25	0,13	0,21	0,21	0,10	0,15	0,07	
28 BURDUR		0,12			0,18	0,14	0,20	0,17		0,15	0,10	
29 KONYA		0,11	0,12	0,12	0,31	0,13	0,21	0,16	0,07		0,11	
30 ANKARA	0,08	0,09	0,11	0,17	0,25		0,20	0,17			0,06	
31 SİVAS					0,26	0,17	0,19				0,06	
32 KIRŞEHİR	0,07	0,13	0,12	0,14	0,24		0,20	0,18			0,08	0,12
33 EŞKİŞEHİR	0,15	0,12		0,18	0,32	0,12	0,22	0,21			0,11	0,12
34 KAYSERİ		0,11	0,09	0,17	0,25	0,19	0,20	0,23				
35 ERZURUM					0,12		0,26	0,18				
36 ERZİNCAN		0,08			0,20	0,20	0,27	0,21	0,16	0,07		
37 ELAZIĞ				0,16	0,18	0,18	0,18					
38 MALATYA		0,12	0,11		0,22	0,20	0,27	0,20	0,07			
39 VAN							0,23				0,09	
40 URFA		0,16	0,20	0,16			0,29	0,27		0,15		
41 DİYARBAKIR		0,22	0,22	0,22	0,32		0,23	0,22			0,06	0,05
42 GAZİANTEP		0,16	0,13	0,15	0,18						0,15	0,08
43 SİİRT		0,13	0,11	0,16	0,21		0,18				0,06	
44 BİTLİS								0,20				
45 MUŞ								0,24			0,07	
46 KARS					0,12		0,24		0,10			
47 BAYBURT								0,17				
48 GÜMÜŞHANE								0,14			0,08	0,05
49 MARDİN		0,15	0,20	0,16	0,28						0,06	0,05
50 TOKAT		0,13						0,23			0,09	

Tablo A.5. 1996 yılı aylık ortalama NDVI değerleri

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL
1	ARTVIN	0,12	0,13		0,29		0,44	Data Yok	0,22
2	TRABZON	0,09	0,19	0,26	0,36				
3	GİRESUN	0,08		0,24	0,48	0,46	0,47		
4	ORDU	0,08		0,30	0,49	0,44	0,45		
5	SAMSUN	0,14			0,36	0,32	0,43		0,18
6	SİNOP	0,15			0,39	0,45	0,47		0,32
7	ZONGULDAK	0,11	0,10	0,25	0,30	0,47	0,48		0,18
8	KASTAMONU	0,11		0,25	0,28	0,34	0,37		0,21
9	İSTANBUL		0,13	0,16					
10	İSTANBUL	0,12	0,14	0,21	0,15	0,18	0,17		
11	EDİRNE			0,32	0,25	0,22			
12	BURSA	0,13	0,17	0,21	0,23	0,32	0,33		0,22
13	BOLU	0,16	0,13	0,23	0,21	0,45	0,47		0,22
14	TEKİRDAĞ	0,07		0,27	0,22	0,22			
15	ÇANAKKALE	0,12		0,26	0,14	0,23	0,30		0,20
16	BALIKESİR	0,09	0,18	0,20	0,22	0,20	0,19		0,15
17	İZMİR	0,15	0,13	0,25		0,22	0,23		0,20
18	MANİSA	0,10	0,16	0,28	0,17	0,25	0,23		0,22
19	MUĞLA	0,17	0,21	0,26	0,18	0,23	0,25		0,13
20	AFYON	0,11	0,11	0,24	0,17	0,20	0,32		
21	KÜTAHYA	0,07	0,10	0,22	0,16	0,20	0,3		0,19
22	UŞAK	0,13	0,15	0,24	0,24	0,18	0,24		0,13
23	ANTALYA	0,15	0,15	0,30	0,24	0,22	0,27		0,18
24	MERSİN	0,12	0,14	0,23	0,24	0,20	0,25		
25	ADANA	0,12	0,22	0,25	0,20	0,26	0,25		0,21
26	HATAY	0,12	0,23	0,26	0,26	0,25	0,28		0,18

Tablo A.5. Devamı

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL
27	ISPARTA	0,11	0,11	0,16	0,18	0,16	0,20	0,28	0,17
28	BURDUR		0,08		0,22	0,15	0,18		
29	KONYA			0,19	0,22	0,23	0,21	0,30	0,18
30	ANKARA				0,15	0,18	0,18	0,23	
31	SİVAS					0,19	0,16	0,18	0,14
32	KIRŞEHİR			0,16	0,24	0,25			
33	EŞKİŞEHİR				0,22	0,19	0,18		
34	KAYSERİ			0,15		0,20	0,23	0,26	0,18
35	ERZURUM					0,24	0,24		0,15
36	ERZİNCAN					0,24	0,28		0,16
37	ELAZIĞ					0,24	0,29	0,21	0,18
38	MALATYA			0,13	0,20	0,26	0,18		0,16
39	VAN					0,19			
40	URFA	0,09	0,09	0,10	0,34	0,36			
41	DIYARBAKIR	0,11	0,12	0,16	0,3	0,37			
42	GAZİANTEP	0,10	0,11	0,16	0,24	0,27			0,15
43	SİİRT			0,10	0,22	0,30			
44	BİTLİS						0,30	0,25	0,22
45	MUŞ						0,27	0,25	0,15
46	KARS						0,21		
47	BAYBURT						0,16	0,21	0,15
48	GÜMÜŞHANE						0,18	0,18	0,19
49	MARDİN			0,13	0,33		0,29		
50	TOKAT						0,26		0,23

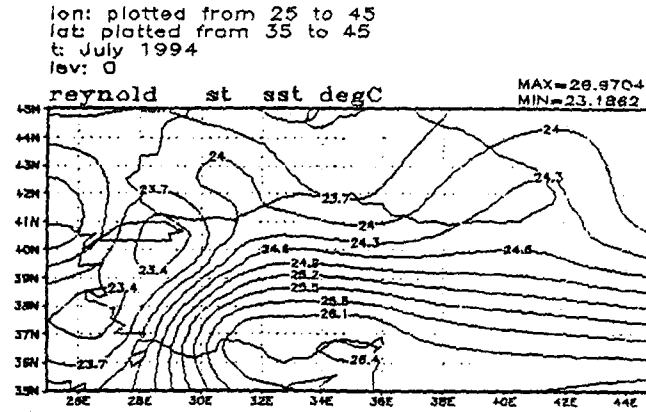
Tablo A.6. Gözlenen ve Hesaplanan NDVI değerleri

<u>ANKARA</u>			<u>İZMİR</u>		
	GÖZLENEN NDVI DEĞERİ	HESAPLANAN NDVI DEĞERİ		GÖZLENEN NDVI DEĞERİ	HESAPLANAN NDVI DEĞERİ
1994 NİSAN	0,12	0,19	1994 MART	0,17	0,32
MAYIS	0,23	0,24	NİSAN	0,28	0,34
HAZİRAN	0,14	0,22	MAYIS	0,30	0,35
KASIM	0,09	0,22	HAZİRAN	0,25	0,36
1995 OCAK	0,08	0,09	TEMMUZ	0,20	0,36
ŞUBAT	0,09	0,06	AĞUSTOS	0,22	0,36
MART	0,11	0,25	EYLÜL	0,18	0,36
NİSAN	0,17	0,24	EKİM	0,16	0,33
MAYIS	0,25	0,23	KASIM	0,17	0,32
TEMMUZ	0,20	0,43	ARALIK	0,21	0,28
AĞUSTOS	0,17	0,24	1995 OCAK	0,17	0,25
KASIM	0,06	0,21	ŞUBAT	0,25	0,35
1996 NİSAN	0,15	0,20	NİSAN	0,28	0,34
MAYIS	0,18	0,33	MAYIS	0,24	0,34
HAZİRAN	0,18	0,21	TEMMUZ	0,27	0,36
TEMMUZ	0,23	0,24	AĞUSTOS	0,13	0,36
			EYLÜL	0,21	0,35
			EKİM	0,17	0,36
			ARALIK	0,13	0,32
<u>İSTANBUL</u>	GÖZLENEN NDVI DEĞERİ	HESAPLANAN NDVI DEĞERİ	1996 OCAK	0,13	0,35
			ŞUBAT	0,15	0,25
1994 MART	0,15	0,21	MART	0,13	0,35
NİSAN	0,20	0,26	NİSAN	0,25	0,32
MAYIS	0,25	0,33	HAZİRAN	0,22	0,36
HAZİRAN	0,20	0,37	TEMMUZ	0,23	0,36
TEMMUZ	0,11	0,42	EYLÜL	0,20	0,30
EYLÜL	0,15	0,41			
EKİM	0,17	0,29	<u>DİYARBAKIR</u>	GÖZLENEN NDVI DEĞERİ	HESAPLANAN NDVI DEĞERİ
ARALIK	0,11	0,19			
1995 OCAK	0,17	0,17	1994 MART	0,36	0,24
ŞUBAT	0,19	0,19	NİSAN	0,40	0,23
MART	0,26	0,19	MAYIS	0,49	0,22
NİSAN	0,17	0,26	KASIM	0,12	0,22
HAZİRAN	0,27	0,38	1995 ŞUBAT	0,22	0,25
TEMMUZ	0,24	0,39	MART	0,22	0,24
EYLÜL	0,13	0,36	NİSAN	0,22	0,21
KASIM	0,10	0,24	MAYIS	0,32	0,22
1996 ARALIK	0,06	0,21	TEMMUZ	0,23	0,19
ŞUBAT	0,12	0,18	AĞUSTOS	0,22	0,19
MART	0,14	0,19	KASIM	0,06	0,24
NİSAN	0,21	0,25	ARALIK	0,05	0,27
MAYIS	0,15	0,32	1996 OCAK	0,11	0,23
HAZİRAN	0,18	0,39	ŞUBAT	0,12	0,25
TEMMUZ	0,17	0,42	MART	0,16	0,20
			NİSAN	0,30	0,22
			MAYIS	0,37	0,22

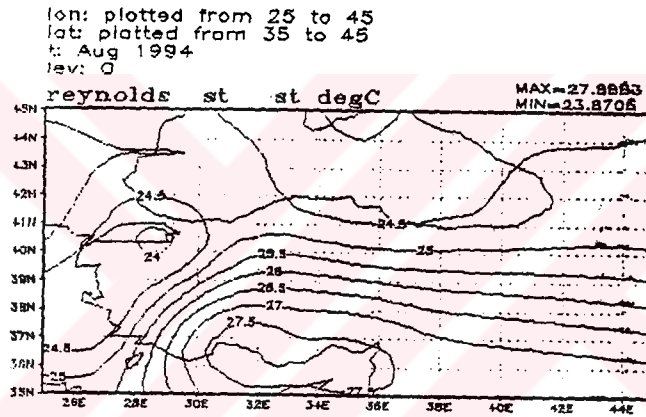
Tablo A.6. Devamı

<u>ANTALYA</u>			<u>SAMSUN</u>		
	GÖZLENEN NDVI DEĞERİ	HESAPLANAN NDVI DEĞERİ		GÖZLENEN NDVI DEĞERİ	HESAPLANAN NDVI DEĞERİ
1994 MART	0,32	0,27	1994 MART	0,17	0,15
NİSAN	0,31	0,28	NİSAN	0,22	0,23
MAYIS	0,25	0,29	MAYIS	0,40	0,28
HAZİRAN	0,16	0,31	HAZİRAN	0,22	0,38
TEMMUZ	0,20	0,32	TEMMUZ	0,18	0,41
AĞUSTOS	0,17	0,32	AĞUSTOS	0,15	0,41
EKİM	0,12	0,29	EYLÜL	0,15	0,37
KASIM	0,17	0,27	KASIM	0,16	0,17
ARALIK	0,19	0,26	1995 OCAK	0,14	0,15
1995 OCAK	0,17	0,26	ŞUBAT	0,23	0,16
ŞUBAT	0,31	0,26	NİSAN	0,26	0,16
MART	0,26	0,26	MAYIS	0,39	0,29
NİSAN	0,28	0,28	HAZİRAN	0,32	0,37
MAYIS	0,22	0,29	TEMMUZ	0,30	0,40
TEMMUZ	0,21	0,32	AĞUSTOS	0,24	0,40
AĞUSTOS	0,22	0,32	EYLÜL	0,11	0,32
EYLÜL	0,15	0,31	EKİM	0,17	0,28
EKİM	0,17	0,29	KASIM	0,22	0,21
KASIM	0,11	0,27	ARALIK	0,14	0,19
1996 OCAK	0,15	0,25	1996 ŞUBAT	0,14	0,15
ŞUBAT	0,15	0,26	MAYIS	0,36	0,30
MART	0,27	0,27	HAZİRAN	0,32	0,37
NİSAN	0,30	0,28	TEMMUZ	0,43	0,42
MAYIS	0,24	0,29	EYLÜL	0,18	0,30
HAZİRAN	0,22	0,31			
TEMMUZ	0,27	0,32			
EYLÜL	0,18	0,31			
<u>VAN</u>					
	GÖZLENEN NDVI DEĞERİ	HESAPLANAN NDVI DEĞERİ			
1994 NİSAN	0,11	0,18			
MAYIS	0,22	0,21			
HAZİRAN	0,21	0,24			
AĞUSTOS	0,16	0,26			
KASIM	0,09	0,15			
1995 TEMMUZ	0,23	0,27			
KASIM	0,09	0,14			
1996 MAYIS	0,19	0,20			

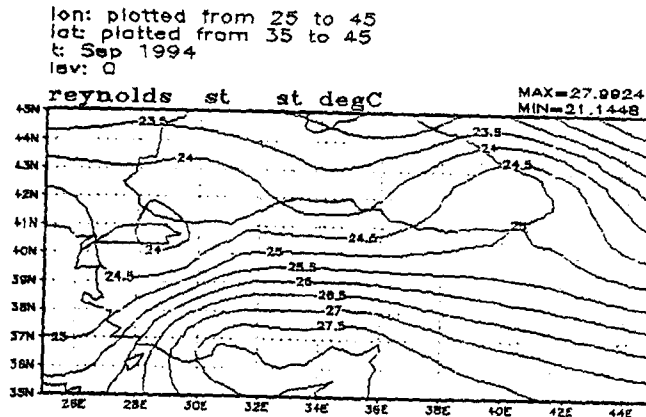
EK B
(ŞEKİLLER)



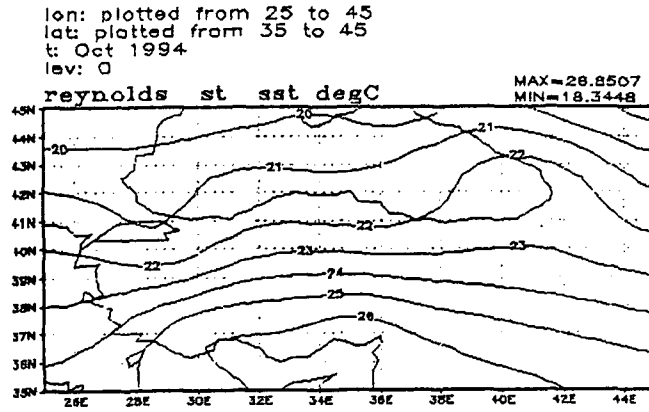
Şekil B.1. 1994 yılı Temmuz ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



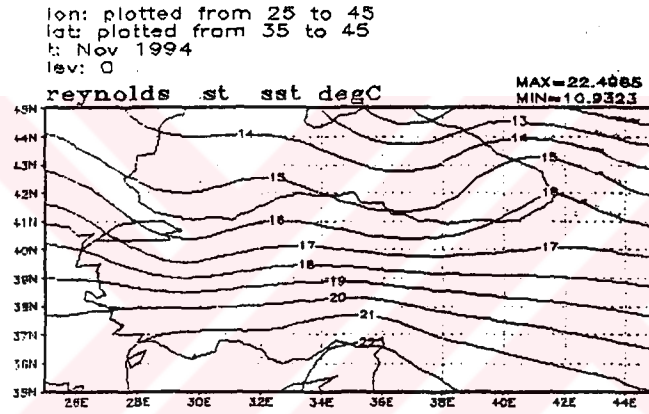
Şekil B.2. 1994 yılı Ağustos ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



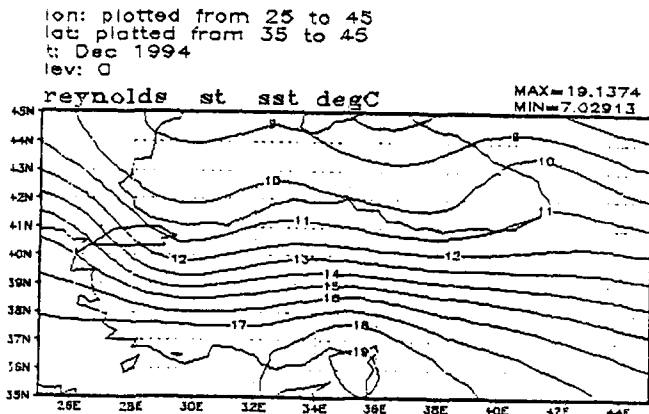
Şekil B.3. 1994 yılı Eylül ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



Şekil B.4. 1994 yılı Ekim ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri

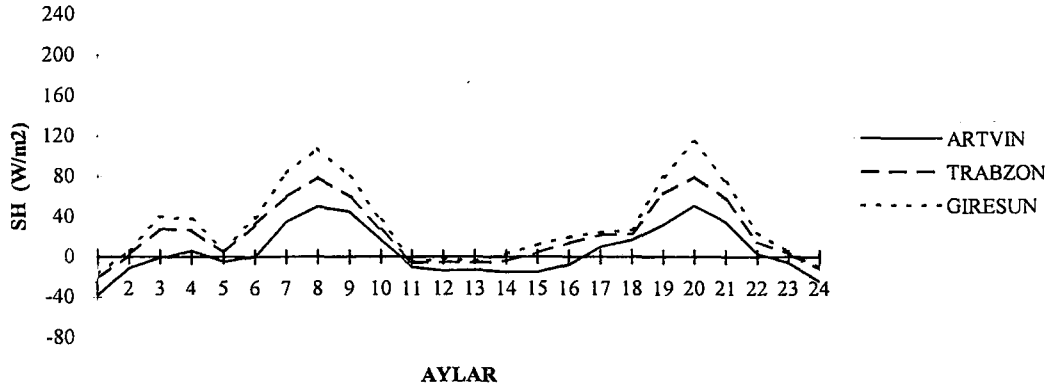


Şekil B.5. 1994 yılı Kasım ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri



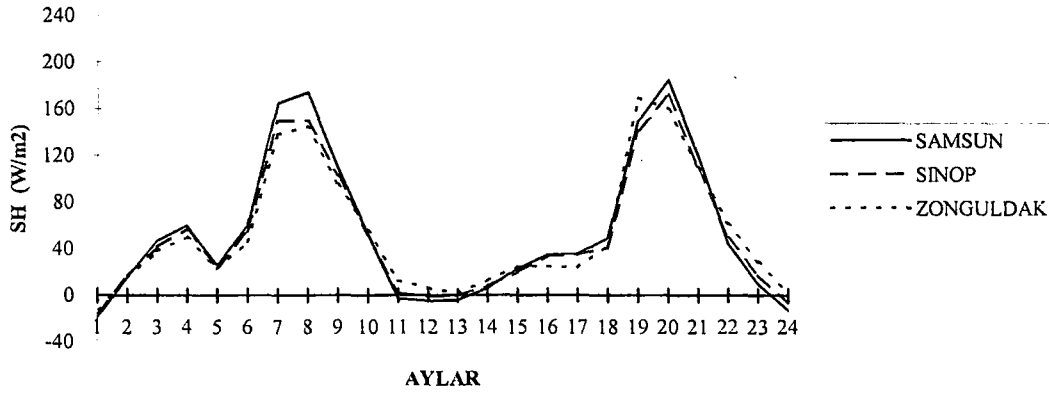
Şekil B.6. 1994 yılı Aralık ayı eş yüzey sıcaklığı eğrileri

KARADENİZ BÖLGESİ



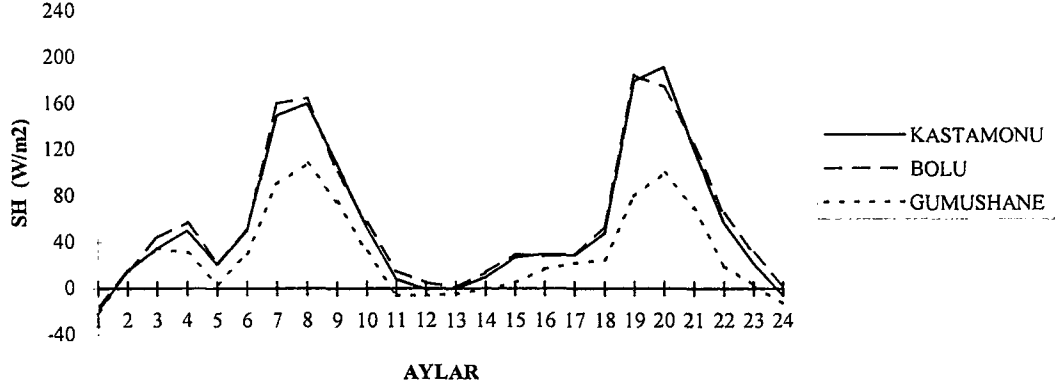
Şekil B.7. (1987-1988) Artvin, Trabzon ve Giresun ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

KARADENİZ BÖLGESİ



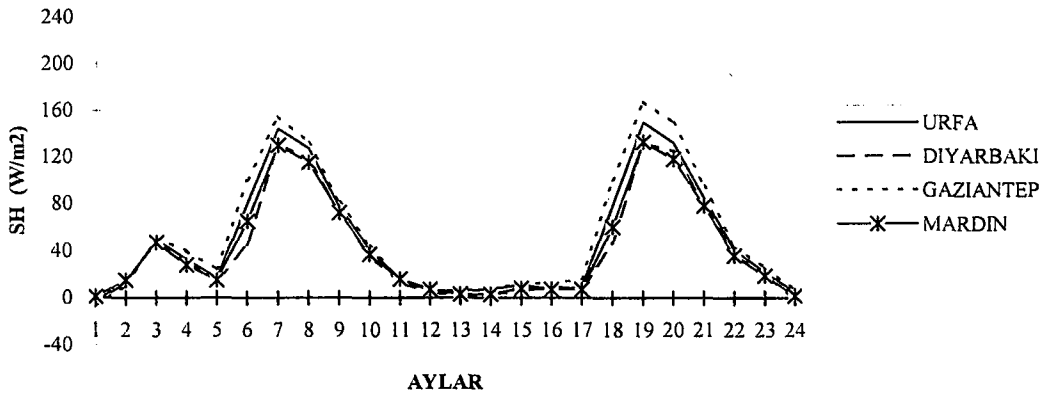
Şekil B.8. (1987-1988) Samsun, Sinop ve Zonguldak ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

KARADENİZ BÖLGESİ



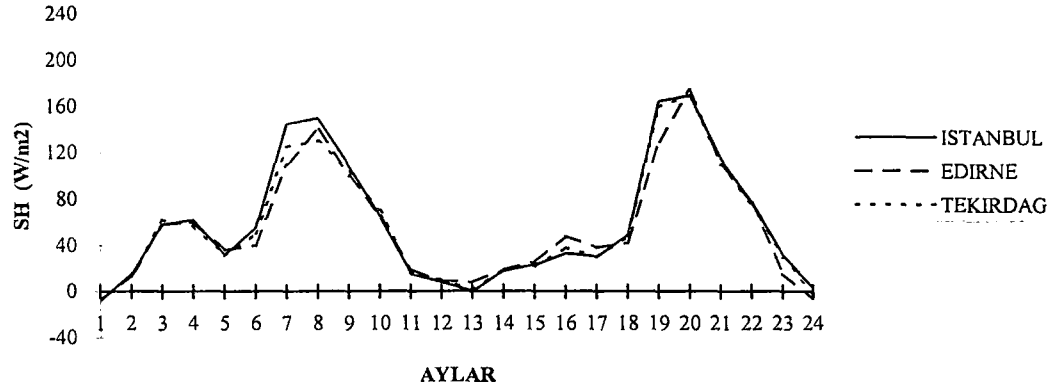
Şekil B.9. (1987-1988) Kastamonu, Bolu ve Gümüşhane ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ



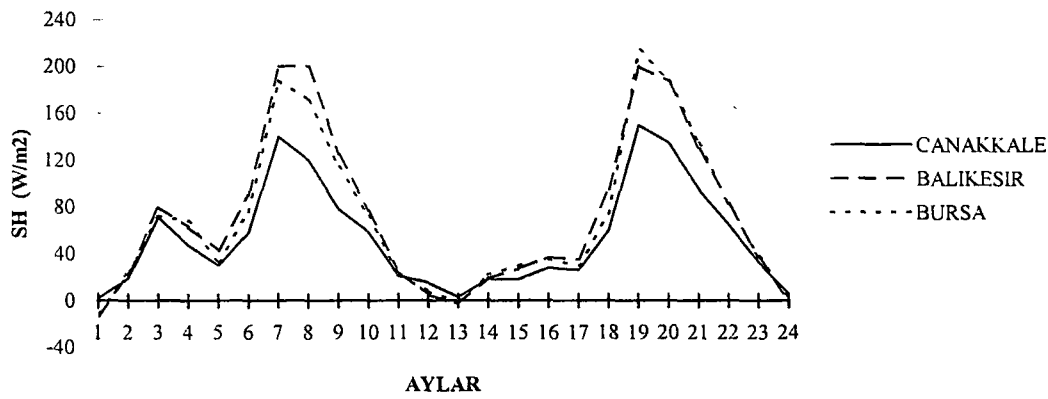
Şekil B.10. 1987-1988 yılları Urfa, Diyarbakır, Gaziantep ve Mardin ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

MARMARA BÖLGESİ



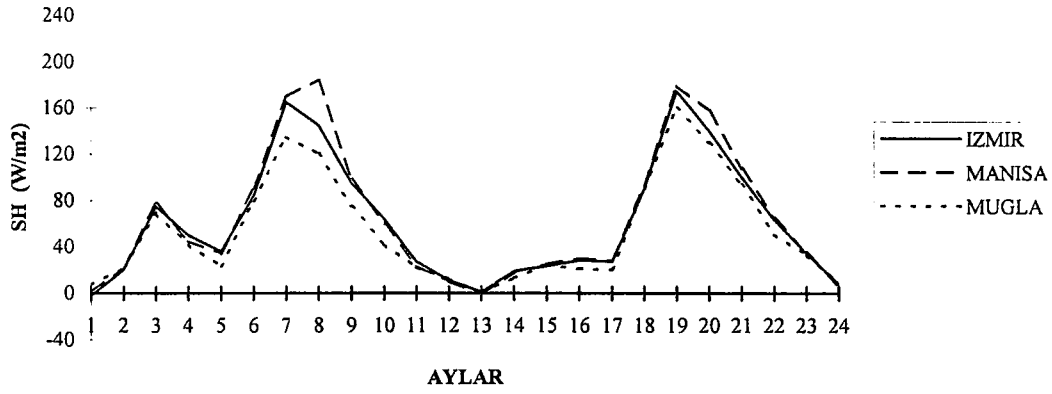
Şekil B.11. (1987-1988) İstanbul, Edirne ve Tekirdağ ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

MARMARA BÖLGESİ



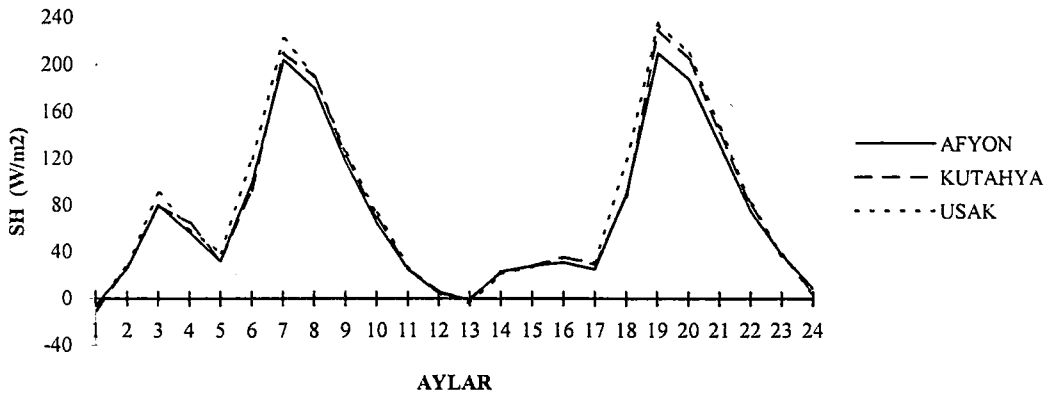
Şekil B.12. (1987-1988) Çanakkale, Balıkesir ve Bursa ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

EGE BÖLGESİ



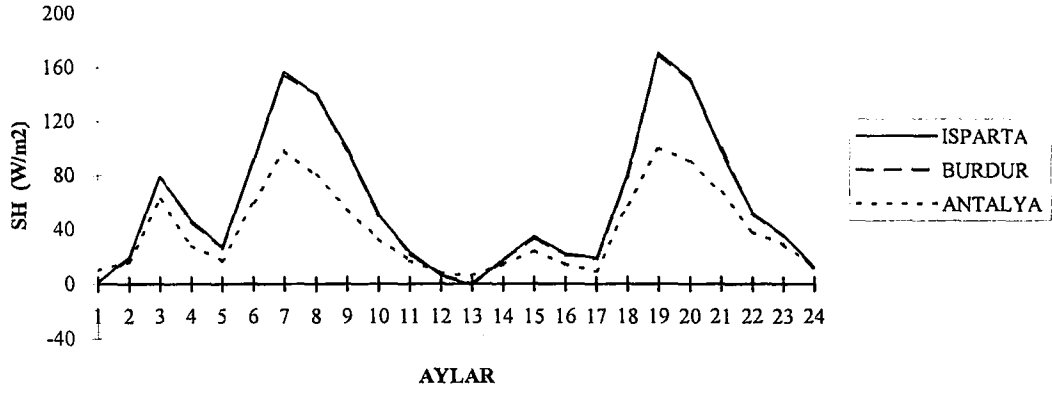
Şekil B.13. (1987-1988) İzmir, Manisa ve Muğla ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

EGE BÖLGESİ



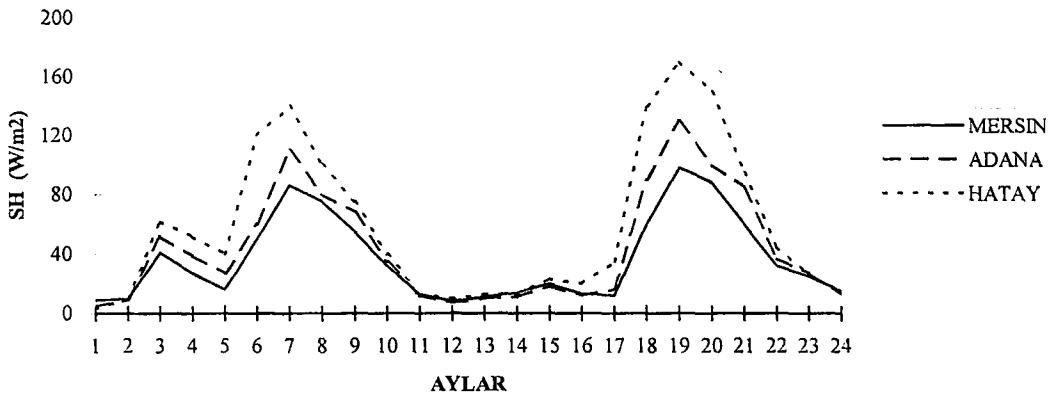
Şekil B.14. 1987-1988 yılları Afyon, Kütahya ve Uşak ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

AKDENİZ BÖLGESİ



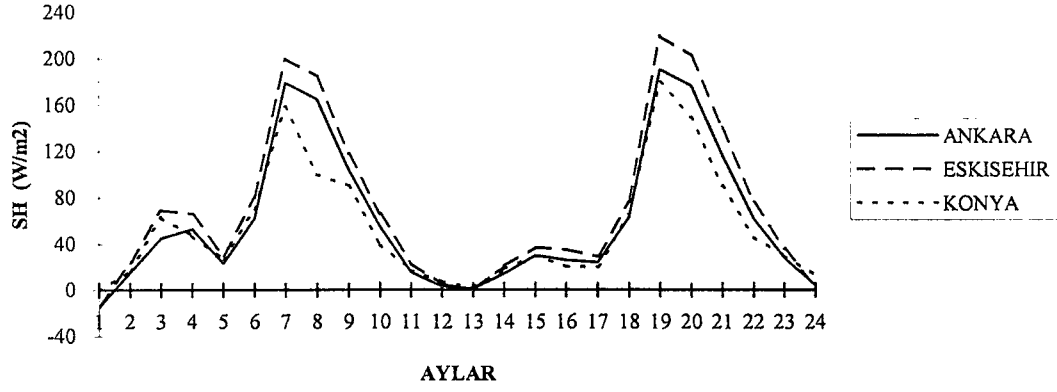
Şekil B.15. (1987-1988) Isparta, Burdur ve Antalya ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

AKDENİZ BÖLGESİ



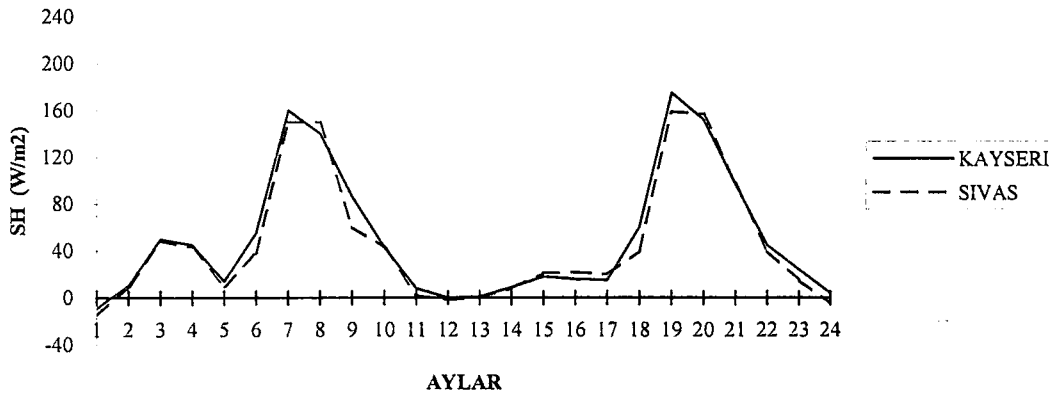
Şekil B.16. (1987-1988) Mersin, Adana ve Hatay ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

İÇ ANADOLU BÖLGESİ



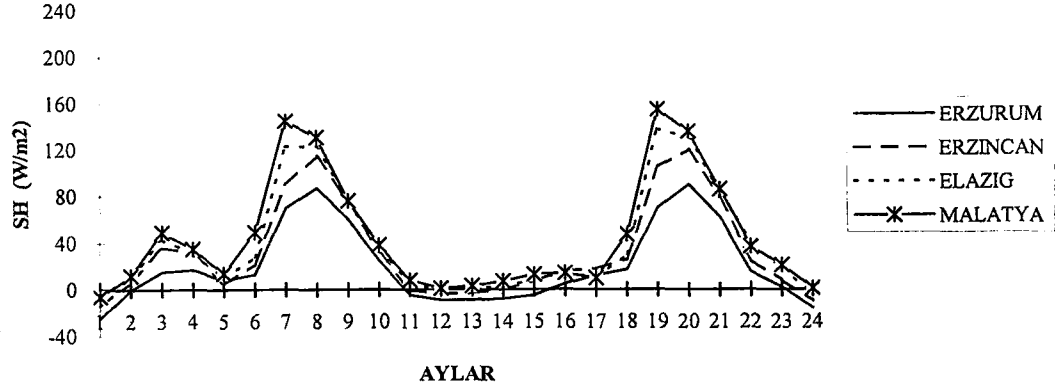
Şekil B.17. (1987-1988) Ankara, Eskişehir ve Konya ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

İÇ ANADOLU BÖLGESİ



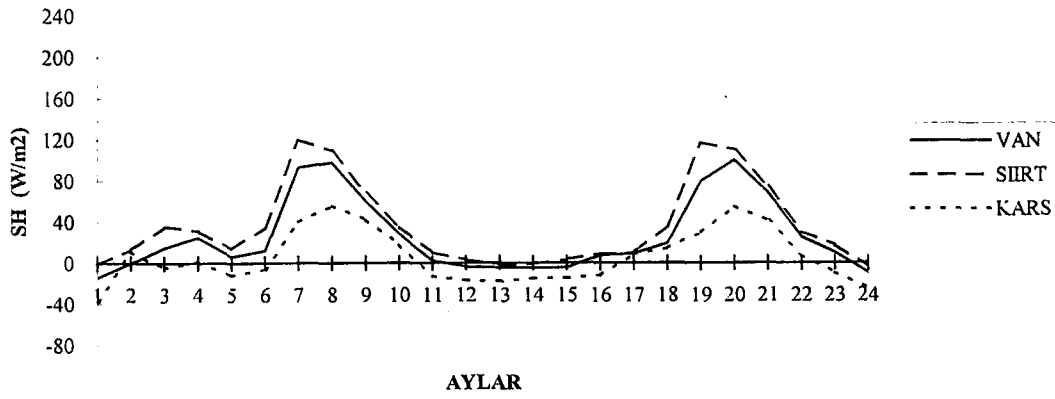
Şekil B.18. (1987-1988) Kayseri ve Sivas ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

DOĞU ANADOLU BÖLGESİ

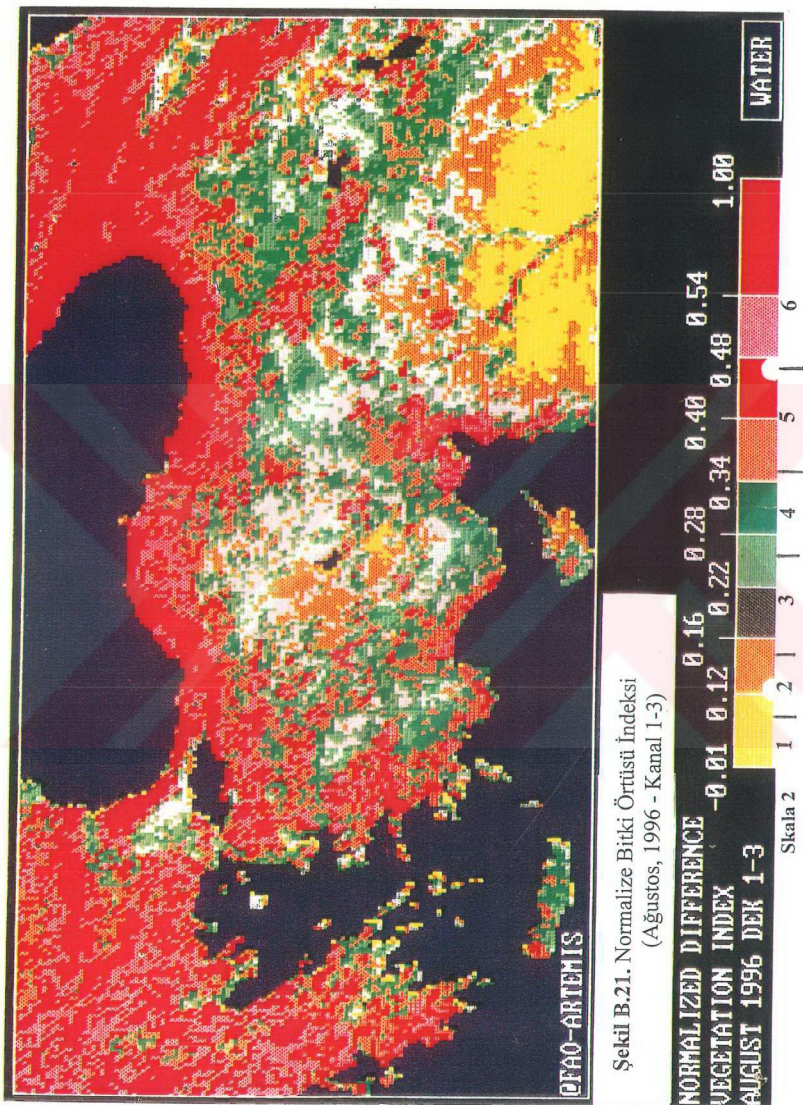


Şekil B.19. 1987-1988 yılları Erzurum, Erzincan, Elazığ ve Malatya ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

DOĞU ANADOLU BÖLGESİ



Şekil B.20. (1987-1988) Van, Siirt ve Kars ısı akısı değerlerinin aylık değişimi

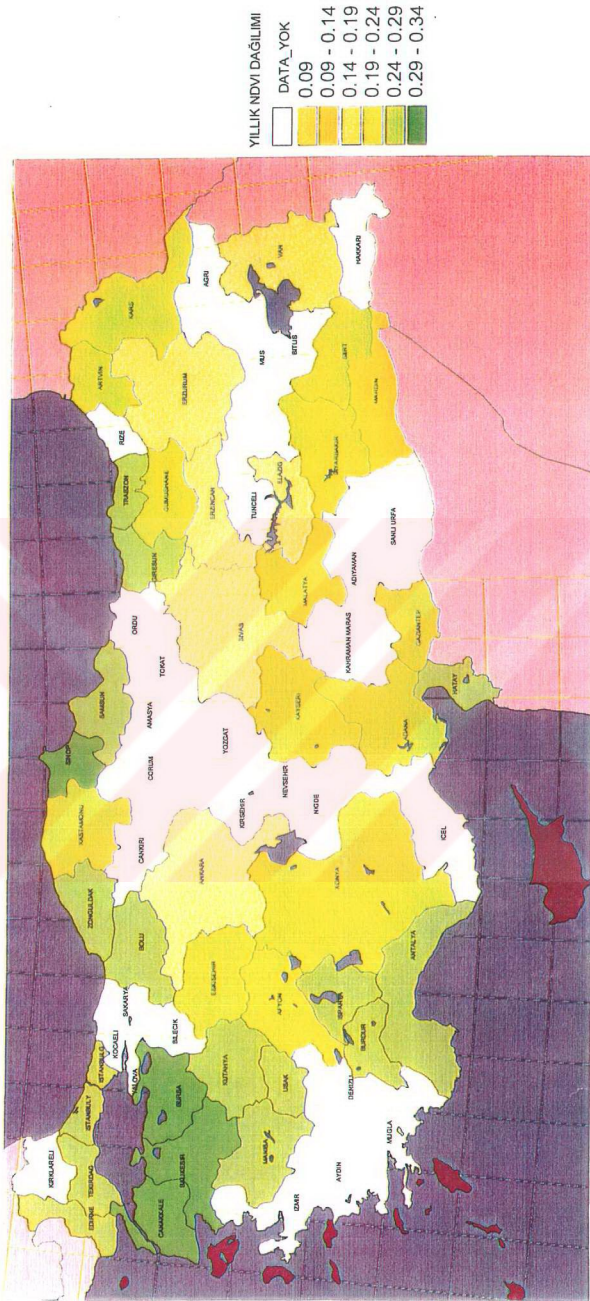


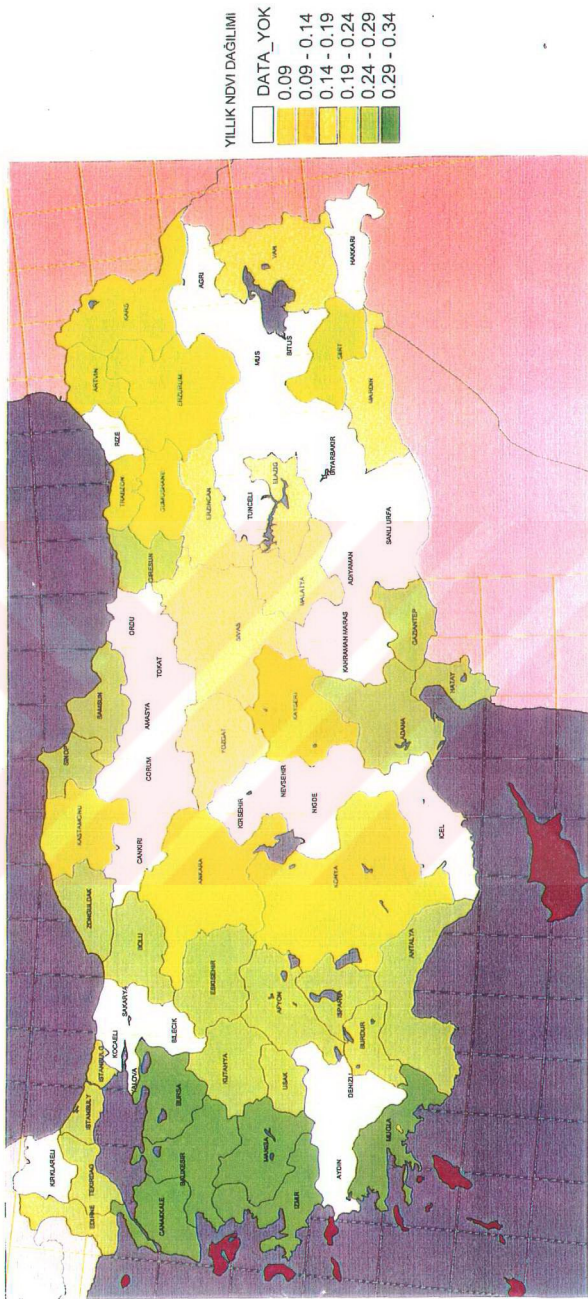


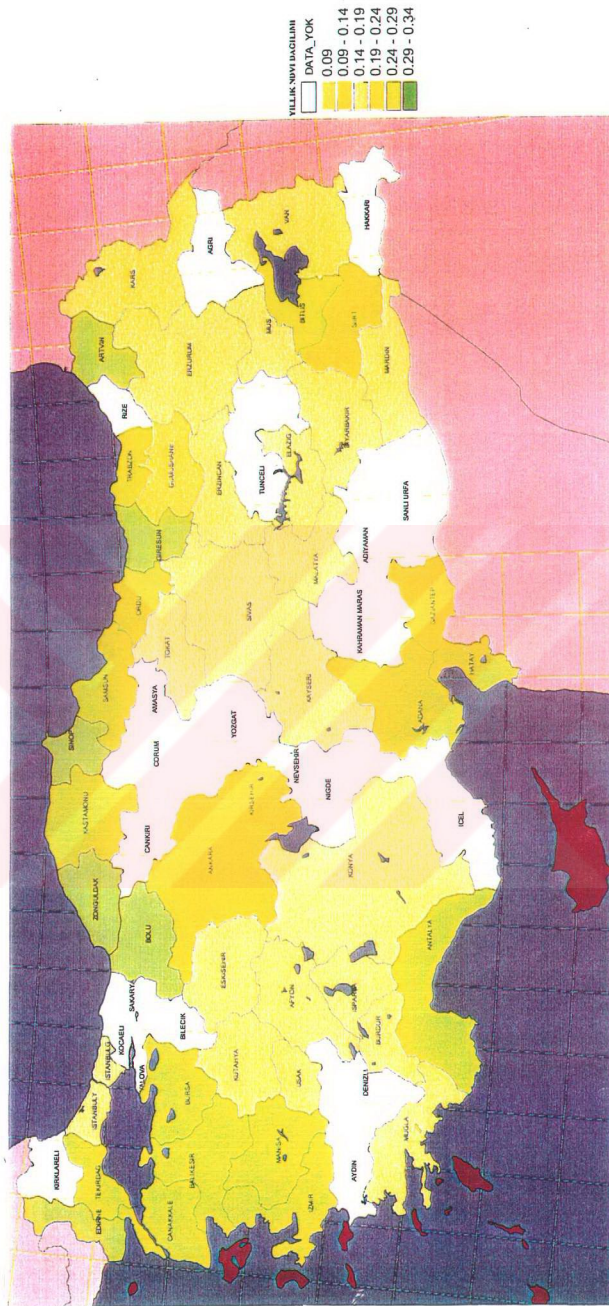
İlî koru
İyi baltalık
Bozukkoru ve baltalık
Ölçek: 3:600,000

- İl Hudutları — Bölge Müd. Hududu
- İlçe Hududu --- İşletme Müd. Hududu
- Ø İl Merkezi • Bölge Md. Merk.
- İlçe Merkezi • İşletme Md. Merkezi

Şekil B.22. Türkiye ormanları yerel değişim haritası







EK C
(BİLGİSAYAR PROGRAMLARI)

Program C.1. Harmonik Analiz Programı (HARM.FOR)

```
C PROGRAM FOR HARMONIC ANALYSIS OF SEASONAL CYCLE
C R IS THE AMPLITUDE, PH IS THE PHASE
  DIMENSION X(12), A(6), B(6), P(6), R(6), PH(6), F(6)
  OPEN(UNIT=5, FILE='yizmir.prn')
  OPEN(UNIT=6, FILE='yizmir.out')
  READ(5, *) (X(K), K=1,12)
  AV=0.0
  DO 30 K=1,12
    AV=AV+X(K)
30 CONTINUE
C AV GIVES AO
  AV=AV/12.0
  WRITE(6,35)AV
35 FORMAT(F15.4)
  DO 40 K=1,12
C COEFFICIENT OF SIXTH HARMONIC
  A(6)=A(6)+(-1.0)**K*X(K)
40 CONTINUE
  A(6)=A(6)/12.0
  DO 50 J=1,6
    F(J)=2.0*3.145*(J/12.0)
    A(J)=0.0
    B(J)=0.0
    DO 45 K=1,12
      A(J)=A(J)+X(K)*COS(K*F(J))
      B(J)=B(J)+X(K)*SIN(K*F(J))
45 CONTINUE
    A(J)=2.0*A(J)/12.0
    B(J)=2.0*B(J)/12.0
    R(J)=SQRT((A(J)*A(J)+(B(J)*B(J)))
C COMPUTE PHASE ANGLE
    PH(J)=ATAN2(-B(J),A(J))
C TIME OF MAXIMUM VALUE
    PH(J)=-PH(J)/F(J)
    IF (PH(J).LT.0.0) THEN
      PH(J)=PH(J)+12
    END IF
    TJ=12.0/J
    write(*,60)j,tj,r(j),ph(j)
    WRITE(6,60) J,TJ,R(J),PH(J)
50 CONTINUE
60 FORMAT(I6,3F10.3)
  STOP
END
```

Program C.2. Data Seçme Programı (DAT.FOR)

```
dimension deger(360)
integer satmin, satmax, sutmin, sutmax, sutara
CHARACTER*12 FILE1,FILE2
WRITE (*,*)'I/P file name : '
READ (*, '(A)')file1
WRITE (*,*)'o/P file name : '
READ (*, '(A)')file2
open (unit=1,file=FILE1,status='old')
open (unit=2,file=FILE2,status='UNKNOWN')
isatmin=48.
isatmax=56.
isutmin=206.
isutmax=225.
isutara=isutmax-isutmin+1
DO 100 i=1,181
  READ(1,99)deger
99  format(360f8.3)
  if(i.lt.isatmin) goto 100
  if(i.gt.isatmax) goto 100
  write(2,98)(deger(j), j=isutmin,isutmax)
100 CONTINUE
  close (1)
98  format(20f8.3)
  close (2)
  STOP
  END
```

Program C.3. Momentum, Isı ve Nem Akılarını Hesaplama Programı (AKI.BAS)

```

DECLARE SUB RDFILE (N!, T1!(), RH1!(), U2!(), T2!(), RH2!())
DECLARE FUNCTION SPQ! (T!, RH!)
DECLARE SUB CON (NO!, Z1!, Z2!, Z0!, K!, RO!, CP!, G!, LD!)
DECLARE SUB FLUXES (RO!, CP!, LD!, USR!, TSR!, QSR!, MHF!, SHF!, LHF!)
DECLARE FUNCTION PSIM! (ETA!)
DECLARE FUNCTION PSIH! (ETA!)
DECLARE FUNCTION PSIQ! (ETA!)
DECLARE FUNCTION OBUKHOV! (G!, K!, T!, USR!, TSR!)

```

```

-----
REM   INPOUT CONSTANTS:

```

```

REM   N       DATA SIZE.
REM   Z0      ROUGHNESS LENGTH.                (m)
REM   Z1      FIREST MEASURING HEIGTH.         (m)
REM   Z2      SCAND MEASURING HEIGTH.          (m)
REM   RO      DENSITY OF AIR.                  (kg/m3)
REM   CP      SPECIFIC HEAT AT CONSTANT PRESSURE. (J/kg c)
REM   LD      LATENT HEAT OF VAPORIZATION.      (J/g)
REM   G       ACCELERATION OF GRAVITY.         (m/s2)
REM   K       VON KARMAN CONSTANT.

```

```

REM   INPOUT VARIABLE:

```

```

REM   T1      TEMPERATURE AT HEIGTH Z1.        (c)
REM   T2      TEMPERATURE AT HEIGTH Z2.        (c)
REM   U       WIND SPEED AT HEIGTH Z2.         (m/s)
REM   RH1     RELATIVE HUMIDITY AT HEIGTH Z1.   (%)
REM   RH2     RELATIVE HUMIDITY AT HEIGTH Z2.   (%)

```

```

REM   OUTPUT VARIABLE:

```

```

REM   PSIH    M-O SIMILARITY FOR NORMALIZED
REM            POTENTIAL TEMPERATURE.
REM   PSIM    M-O SIMILARITY FOR NORMALIZED
REM            VELOCITY.
REM   PSIQ    M-O SIMILARITY FOR NORMALIZED
REM            SPECIFIC HUMIDITY.
REM   USR     FRICTION VELOCITY.               (m/s)
REM   TSR     TEMPERATURE SCALE.               (K)
REM   QSR     HUMIDITY SCALE.                  (g/kg)
REM   MHF     MOMENTUM HEAT FLUX.              (N/m2)
REM   SHF     SENSEBLE HEAT FLUX.              (W/m2)
REM   LHF     LATENT HEAT FLUX.                (W/m2)
REM   L       OBUKHOV LENGTH                  (m)

```

```

-----
CLS

```

```

-----
DIM T1(500): DIM RH1(500): DIM U2(500): DIM T2(500): DIM RH2(500)
CALL CON(NO, Z1, Z2, Z0, K, RO, CP, G, LD)
CALL RDFILE(NO, T1(), RH1(), U2(), T2(), RH2())
INPUT "WHAT DO YOU WANT TO CALL THE OUTPUT FILE ? ", OUTF$
OPEN OUTF$ FOR OUTPUT AS #2
Z$ = "### ##.### ##.### ##.### ##.### ##.### ##.### ##.### ##.###"

```

```

FOR I = 1 TO NO
T1 = T1(I) + 273
T2 = T2(I) + 273
Q1 = SPQ(T1, RH1(I))
Q2 = SPQ(T2, RH2(I))
U2 = U2(I)
DD = (T2 - T1) + .01 * (Z2 - Z1)
IF DD < 0 THEN
L = -36
ELSE
L = 36
END IF
FOR N = 1 TO 10
USR = U2 * K / (LOG(Z2 / Z0) - PSIM(Z2 / L) + PSIM(Z0 / L))
TSR = (T2 - T1) * K / (LOG(Z2 / Z1) - PSIH(Z2 / L) + PSIH(Z1 / L))
QSR = (Q2 - Q1) * K / (LOG(Z2 / Z1) - PSIQ(Z2 / L) + PSIQ(Z1 / L))
NEWL = L
L = OBUKHOV(K, G, T1, USR, TSR)
IF ABS(L) < .5 THEN
GOTO 20
END IF
IF ABS((L - NEWL) / NEWL) < .05 GOTO 20
NEXT N
20 CALL FLUXES(RO, CP, LD, USR, TSR, QSR, MHF, SHF, LHF)
RN = (Z2 / L) * (LOG(Z2 / Z0) - PSIH(Z2 / L)) * (LOG(Z2 / Z0) - PSIM(Z2 / L)) ^ -2
PRINT , I, LHF
PRINT #2, USING z$; I; USR; TSR; QSR; MHF; SHF; LHF; L; RN
NEXT I
CLOSE #2

SUB CON (NO, Z1, Z2, Z0, K, RO, CP, G, LD)
INPUT "WHAT IS THE DATA SIZE N ? ", NO: PRINT
INPUT "WHAT IS THE VALUE OF Z0 ?", Z0: PRINT
Z1 = 2
Z2 = 10
RO = 1.23
CP = 1005
LD = 2450
K = .4
G = 9.8
END SUB

SUB FLUXES (RO, CP, LD, USR, TSR, QSR, MHF, SHF, LHF)
MHF = RO * USR ^ 2
SHF = -RO * CP * USR * TSR
LHF = -RO * LD * USR * QSR
END SUB

FUNCTION OBUKHOV (G, K, T, USR, TSR)
OBUKHOV = (T * USR ^ 2) / (TSR * G * K)
END FUNCTION

FUNCTION PSIH (ETA)
IF ETA < 0 THEN
X = (1 - 15 * ETA) ^ .25
PSIH = 2 * LOG((1 + X ^ 2) / 2)
ELSE
PSIH = 0
END IF
END FUNCTION

```

```

PSIH = -5 * ETA
ELSE
PSIH = -.7 * ETA - (.75 * ETA - 10.72) * EXP(-.35 * ETA) - 10.72
END IF
END IF
END FUNCTION

FUNCTION PSIM (ETA)
PI = 3.1415927#
IF ETA < 0 THEN
X = (1 - 15 * ETA) ^ .25
PSIM = LOG((1 + X ^ 2) / 2 * ((1 + X) / 2) ^ 2) - 2 * ATN(X) * (180 / PI) + (PI / 2)
ELSE
IF ETA < .5 THEN
PSIM = -5 * ETA
ELSE
END IF
PSIM = -.7 * ETA - (.75 * ETA - 10.72) * EXP(-.35 * ETA) - 10.72
END IF
END FUNCTION

FUNCTION PSIQ (ETA)
IF ETA < 0 THEN
X = (1 - 15 * ETA) ^ .25
PSIQ = 2 * LOG((1 + X ^ 2) / 2)
ELSE
IF ETA < .5 THEN
PSIQ = -5 * ETA
ELSE
END IF
PSIQ = -.7 * ETA - (.75 * ETA - 10.72) * EXP(-.35 * ETA) - 10.72
END IF
END FUNCTION

SUB RDFILE (N, T1(), RH1(), U2(), T2(), RH2())
INPUT "WHAT IS THE NAME OF THE DATA FILE ? ", INPUTF$: PRINT
OPEN INPUTF$ FOR INPUT AS #1
FOR I = 1 TO N
IF EOF(1) THEN 10
INPUT #1, T1(I), RH1(I), U2(I), T2(I), RH2(I)
NEXT I
10 CLOSE
END SUB

FUNCTION SPQ (T, RH)
A = 17.26
B = 35.36
P = 1020
IF T <= 263 THEN A = 21.87
IF T <= 263 THEN B = 7.66
E = 6.11 * EXP(A * (T - 273.16) / (T - B))
QS = .622 * E / (P - .378 * E)
SPQ = QS * RH * 10
END FUNCTION

```

ÖZGEÇMİŞ

Deniz Okçu 27 Aralık 1959'da Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Sarıkamış, Urfa, Aşkale ve İstanbul'da tamamlayarak, İstanbul Küçükalyalı 50. Yıl Lisesi'nden mezun oldu. İstanbul Teknik Üniversitesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü'nü 1982 yılında bitirdi. Aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Meteoroloji Anabilim Dalı Meteoroloji Programını "850-1000 hPa Kalınlık Değerlerini Kullanarak Günlük Maksimum Yüzey Sıcaklığı Tahmini" konulu tezi hazırlayarak, 1987 yılında tamamladı. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Meteoroloji Laboratuvarı'nda 1984 yılında Meteoroloji Mühendisi olarak başladığı görevine halen devam etmektedir.

