

T.C.  
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
COĞRAFYA BİLİM DALI

TÜRKİYE'DEKİ KURAKLIĞIN STANDART YAĞIŞ İNDEKSİ (SPI) İLE  
İNCELENMESİ


YÜKSEK LİSANS TEZİ


Tez Danışmanı  
**Doç. Dr. Hasan TATLI**


Hazırlayan  
**Deniz DENİZ**

Çanakkale - 2009

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne  
Deniz DENİZ'e ait "**Türkiye'deki Kuraklığın Standart Yağış İndeksi (SPI) ile  
İncelenmesi**" adlı çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalı'nda YÜKSEK  
LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

(İmza)   
Başkan ..... Doç. Dr. Hasan TATLI  
Akademik Ünvanı, Adı Soyadı

(İmza)   
Üye ..... Prof. Dr. Hasan ÖZCAN  
Akademik Ünvanı, Adı Soyadı

(İmza)   
Üye ..... Prof. Dr. Tevfik TOĞ  
Akademik Ünvanı, Adı Soyadı

## ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye üzerindeki meteorolojik kuraklığın belirlenmesi ve izlenmesi amacıyla geliştirilmiş olan Standartlaştırılmış Yağış İndisi (Standardized Precipitation Index: SPI) uygulamaları yer almaktadır. Konuya ilişkin çalışmalar, SPI yönteminin meteorolojik ve klimatolojik anlamda daha doğru ve anlamlı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu anlamda, 1970, 1974, 1983, 1984-1989 ve 2001 yıllarındaki kuraklık olayları detaylı olarak incelenmiştir. SPI yerel olarak tanımlanmaktadır. Örneğin aylık ya da kayan ortalama-ölçeklerde, SPI komşu zamandaki noktaları dikkate almamaktadır. Bu nedenle, kuraklık, uzun süreli ortalama ve standart sapmaya göre normalleştirilen yağışın sıfırdan küçük olduğu durumda başlar ve son kullanıcının isteğine göre kayan ortalama zaman ölçekli (3, 6, 12, 48-aylık vb.) yağış verilerinden elde edilir. Yapılan çalışmada, yağışın klimatolojik/meteorolojik özellikleri ve Türkiye'deki iklimi kontrol eden fiziki coğrafya denetleyicileri dikkate alınarak, çeşitli kayan-ortalama zaman ölçeklerinde hesaplanan kuraklık olasılıklarının, SPI yöntemine göre tutarlı sonuçlar ortaya çıkardığı görülmüştür. SPI yöntemi, özellikle ekstrem (aşırı) ve nemli kuraklık sınıflarını tam yakalayamamasına karşın, Türkiye'nin birçok kurak, nemli, yarı-kurak mevsimsel etkileri temsil ettiği görülmüş ve sonuçları haritalanarak, iklimsel değişkenlik ve fiziki coğrafya denetleyicileri dikkate alınarak yorumlanmıştır. Sonuçta, SPI yaklaşımının; kuraklık izleme, planlama ve etki değerlendirme amaçları için kullanılması, Türkiye örneğinden hareketle, uygulanabilir olduğu görülmüştür.

## ABSTRACT

In this study, the standardized precipitation index (SPI) is proposed for determining and monitoring drought events over Turkey. According to the preliminary application in the thesis, the proposed SPI approach offers more precise results with respect to the meteorological and climatologic sensibility according to the studies of drought events had been occurred during 1970s, 1974s, 1983s, 1984-1989s and 2001s. The SPI is locally defined; *eg.*, for monthly- or running means-scale, because the SPI computation does not account the adjacent months or the running-means of precipitation totals, a drought event would begin when the standardized precipitation is below zero. That is, based on the end users; the SPI values are obtained by running means of 1, 3, 6, 12, and 48-months precipitation totals over the interesting place. In the study, it has been taken into the impacts of climatic and meteorological features of the precipitation and physical geographic controls, the SPI approach is very likely more capable of estimating the probabilities for various time-slices of the precipitation series. As it can be understood from the primarily application, the SPI approach could not fully capture extreme drought events truly (particularly for wet and dry extremes), but it clearly represents many drought events seen over Turkey. Thus, *1,3, 6, 12 and 48-months* SPI values were also calculated, and the results were interpreted by mapping the results in accordance with climatic variability and physical geographic controls of the climate. Consequently, yet this study is applied to the drought events in Turkey, the method presents significant results to the policy-makers for determining and/or monitoring drought conditions.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	v
<b>SEMBOLLER LİSTESİ</b> .....	vi
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	vii
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	viii
<b>EKLER LİSTESİ</b> .....	ix
<b>ÖNSÖZ</b> .....	x
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Çalışmamın Amacı.....	7
<b>1. TÜRKİYE’NİN İKLİMİ VE KURAKLIK</b> .....	8
2.1. Kuraklık ve İklim İlişkisi.....	8
2.2. Kuraklık Çeşitleri.....	11
2.3. Türkiye’nin İklimi.....	15
2.3.1. Türkiye’de Görülen İklim Tipleri.....	19
2.4. Türkiye’de Sıcaklık Koşulları.....	23
2.5. Türkiye’de Yağışlar.....	24
2.5.1. Yağış Oluşum Şekillerinin Sınıflandırılması.....	24
2.6. Türkiye’de Kuraklık.....	28
<b>2. VERİ VE YÖNTEM</b> .....	31
<b>3. BULGULAR</b> .....	35
4.1. 1970 yılı şubat SYİ haritaları .....	35
4.1.1. 1970 yılı ağustos SYİ haritaları .....	38
4.2. 1971 yılı şubat SYİ haritaları .....	40
4.2.1. 1971 yılı ağustos SYİ haritaları .....	42
4.3. 1974 yılı şubat SYİ haritaları .....	45
4.3.1. 1974 yılı ağustos SYİ haritaları .....	47
4.4. 1983 yılı şubat SYİ haritaları .....	49
4.4.1. 1983 yılı ağustos SYİ haritaları .....	51
4.5. 1984 yılı şubat SYİ haritaları .....	53
4.5.1. 1984 yılı ağustos SYİ haritaları .....	55
4.6. 1989 yılı şubat SYİ haritaları .....	57
4.6.1. 1989 yılı ağustos SYİ haritaları .....	59
4.7. 1990 yılı şubat SYİ haritaları .....	61
4.7.1. 1990 yılı ağustos SYİ haritaları .....	63
4.8. 1996 yılı şubat SYİ haritaları .....	65
4.8.1. 1996 yılı ağustos SYİ haritaları .....	67

4.9.	2001 yılı şubat SYİ haritaları .....	69
4.9.1.	2001 yılı ağustos SYİ haritaları .....	71
<b>5.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>73</b>
	<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>76</b>
	<b>EKLER.....</b>	<b>79</b>

**KISALTMALAR**

DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
SYİ	: Standart Yağış İndisi
mP	: Maritim (Denizsel) polar
cP	: Kontinental (Karasal) polar
mT	: Maritim tropikal (Denizsel Tropikal)
cT	: Kontinental tropikal (Karasal Tropikal)
BMCMS	: Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi
NAO	: North Atlantic Oscillation (Kuzey Atlantik Salınımı)
NDCM	:National Drought Mitigation Center (Ulusal Kuraklık Azaltma Merkezi)

**SEMBOLLER**

$f(y)$	: Gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu
$\alpha$	: Gamma olasılık fonksiyonun şekil parametresi
$\beta$	: Gamma olasılık fonksiyonun ölçek parametresi
$\Gamma(\cdot)$	: Gamma fonksiyonu

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Gama Kümülatif Dağılım Fonksiyonundan Elde Edilen Yağış Olasılıklarının ters- standart Normal Dağılım Fonksiyonu Kullanılarak SYİ'ye Dönüştürülmesi.....	33
Şekil 2: 1970 yılı Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	37
Şekil 3: 1970 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	39
Şekil 4: 1971 yılı, Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları .....	41
Şekil 5: 1971 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları. ....	43
Şekil 6: 1974 yılı, Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	46
Şekil 7: 1974 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	48
Şekil 8: 1983 yılı, Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	50
Şekil 9: 1983 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	52
Şekil 10: 1984 yılı, Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	54
Şekil 11: 1984 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ Haritaları.....	56
Şekil 12: 1989 yılı Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	58
Şekil 13: 1989 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	60
Şekil 14: 1990 yılı Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	62
Şekil 15: 1990 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	64
Şekil 16: 1996 yılı Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	66
Şekil 17: 1996 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	68
Şekil 18: 2001 yılı Şubat ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	70
Şekil 19: 2001 yılı Ağustos ayına ait 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 48 aylık SYİ haritaları.....	72

**TABLO LİSTESİ**

Tablo 1: Kuraklık tiplerinin sınıflandırılması (Smith 1998'den).....	11
Tablo 2:Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) değer aralıkları ve Sınıflandırılması	34

## EKLER LİSTESİ

<b>EK – 1:</b> 1 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar.....	80
<b>EK-1.1:</b> Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 1 aylık SYİ değerlerinin <i>aşırı kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli</i> olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri .....	82
<b>EK – 2:</b> 3 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar.....	83
<b>EK-2.1:</b> Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 3 aylık SYİ değerlerinin <i>aşırı kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli</i> olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri.....	85
<b>EK – 3:</b> 6 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar.....	86
<b>EK-3.1:</b> Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 6 aylık SYİ değerlerinin <i>aşırı kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli</i> olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri .....	88
<b>EK – 4:</b> 12 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar.....	89
<b>EK-4.1:</b> Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 12 aylık SYİ değerlerinin <i>aşırı kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli</i> olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri .....	91
<b>EK – 5:</b> 48 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar.....	92
<b>EK-5.1:</b> Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 48 aylık SYİ değerlerinin <i>aşırı kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli</i> olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri .....	94

## ÖNSÖZ

Kuraklık, doğal afetler arasında ilk sıralarda yer almaktadır ve son zamanlarda gerek Türkiye’de gerekse diğer ülkelerin önemli gündemlerinden biridir. Kuraklığın olumsuz etkileri, günümüzde ekonomiden sosyal yaşama kadar birçok alanda hissedilebilmektedir. Öyle ki, sonuçları itibarıyla göz ardı edilemeyecek derecede güçlü bir doğal affettir. Bu tez çalışması, Türkiye’deki kurak devrelerin Standartlaştırılmış Yağış İndis (SYİ) yöntemiyle incelenmesine dayanmaktadır.

Yüksek lisans öğrenciliğine başladığım günden beri, bana devamlı destek olan, bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren danışman sayın Doç. Dr. Hasan TATLI’ya, tezin her aşamasında yardım ve desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen, sayın Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ’e ve arkadaşım Arş. Gör. Muhammed ÖZTÜRK’e teşekkürlerimi ve saygılarımı borç biliyorum.

Sevgili annem-babam Gülsen ve Osman DENİZ’e, ayrıca ablam Filiz DENİZ ile kız arkadaşım Gülcan SAĞ’a gösterdikleri sabır ve destekleri için çok teşekkür ediyorum.

Deniz DENİZ

## 1. GİRİŞ

Tanoğlu (1943) tarafından yapılan çalışma, kuraklık konusunda ülkemizde yapılan ilk çalışmalardandır. Tanoğlu (1943) istasyonların sıcaklık ve yağış değerleri ile De Martonne yöntemini kullanmış ve Türkiye'ye ait bir kuraklık haritası çıkarmıştır (Tümertekin 1957).

Erinç, 1949-1950 yıllarında, aylık yağış, sıcaklık ve buharlaşma değerlerini kullanarak Thorntwaite yöntemi ile Türkiye'nin kuraklık durumunun saptanması konusunda araştırma yapmıştır (Tümertekin 1957).

Tümertekin (1955) "Türkiye'de kuraklık indisleri, 1930–1951" başlıklı incelemesinde, De Martonne indisini kullanarak, yıllık ortalama indislerin dağılışını gösteren bir harita ile 1930-1951 periyodundaki her yıl için 22 harita elde etmiştir. Bu haritalarda kurak alanların yıllık ortalama dağılışı ve yıllar arası alansal değişimleri, De Mortenne'ye göre kurak ve nemli bölgelerin sınırını oluşturan 20 indisine göre gösterilmiştir. Bu alışma sonucunda, İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, kısmen Ege, Çukurova ve Silifke evreleri, Doğu Anadolu'daki havza ve ovalar Türkiye'nin başlıca kurak bölgelerini oluşturduğu saptanmıştır (Türkeş 1990).

Tümertekin (1956) "Türkiye'de kuraklık sresinin coğrafi dağılışı" başlıklı çalışmasında, De Martonne ve Thornwaite formüllerine göre hesapladığu indislerle, Türkiye'de kurak aylar sayısını incelemiştir. De Martonne indisinin 20'den aşağı olduğu aylar sayısı haritasına göre, Istrancalar'ın Karadeniz'e bakan yamaçları, Ereğli'den Zonguldak'ın doğusuna kadar kıyı kuşağı ve nye'nin doğusunda kalan kıyı dağ kuşağı ve Kuzeydoğu Anadolu'nun kuzeyi dışında, Türkiye'nin büyük bir bölümünde 3–6 ay süren kurak bir devre vardır. En uzun kurak devreler Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu, Bodrum ve Marmaris çevreleri ile Çukurova'da görülmektedir.

Kuraklık indisi 10'nun altında olan aylar sayısı haritasına göre, Güneydoğudan sonra Türkiye'nin kurak ay sayısı en fazla olan yerleri 5–6 ayla Akdeniz ve Ege'nin kıyı kuşağıdır. İç Anadolu'da bu süre Tuz gölünün kuzey ve güneyinde yayılan bir alanda 4–5 aydır. Karadeniz kıyı-dağ kuşağı boyunca ise, yıl içinde kuraklığın şiddetli olduğu bir ay hiç yoktur. Tümertekin'nin haritalarından elde ettiği sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Türkeş 1990)

1. Türkiye'nin büyük bir bölümünde kurak koşullar, yılın önemli bir kısmını kaplamaktadır.

2. Kuraklığın şiddeti ve süresi yönünden Türkiye'de kurak bölgeler:

- i. Güneydoğu Anadolu.
- ii. Akdeniz ve kıyı Ege kuşağı.
- iii. İç Anadolu.
- iv. Trakya.
- v. Doğu Anadolu'daki bazı depresyonlar.

olmak üzere 5 bölgeye ayrılabilir.

Diğer taraftan Erinç ( 1965) yaptığı bir başka çalışmada; *Erinç İndisi* diye adlandırılan indisi önermiştir. Erinç, yağış ve buharlaşma miktarını oranlayarak bulunduğu indisi Türkiye'nin 80 adet meteoroloji istasyonuna uygulamış ve kuraklık sınıflandırması yapmıştır. Çalışmada, yıllık ortalama yağış etkinliği indislerinin dağılışını gösteren bir harita ve Nisan-Ekim arasındaki 7 ay için aylık ortalama dağılış haritaları hazırlanmıştır. Ayrıca kurak ve yarı kurak koşulların süresini saptamak için kurak ve yarı kurak ayların sayısını gösteren haritalar hazırlamıştır. Bu indis, uzun yıllar birçok yerde kullanılmış ve daha sonra geliştirilen yağış indisleri için önemli bir kaynak olmuştur (Türkeş 1990).

Nişancı (1977) tarafından yapılan araştırmada, yıllık ve aylık ortalama yağışlarla, yıllık ve aylık buharlaşma değerleri karşılaştırılarak kurak ve nemli bölgelerin, dağılışı ile kurak aylar sayısına göre Türkiye'nin kurak, yarı nemli ve nemli bölgeleri saptanmış, ayrıca kuraklığın ve yağışlı dönemlerin oluşumu genel atmosfer dolaşımıyla ve hava durumu tipleriyle olan bağlantısı ortaya konmaya çalışılmıştır. Nişancı (1977) ayrıca bu çalışmada, kurak ay sayısına göre belirlenmiş iklim bölgeleri ile doğal bitki örtüsü arasındaki ilişkileri inceleyerek, Türkiye'nin özellikle step formasyon alanları ile kurak ve nemli orman alanlarını belirlemiştir. Nişancı'ya göre, yağışlar yönünden elverişli hava durumu tiplerinin sık görüldüğü 1963, 1965 ve 1969 yıllarında kuraklığın süre ve şiddeti azalmış, buna karşılık elverişli olmayan hava tiplerinin sık görüldüğü 1964 ve 1970 yıllarında kuraklık etkili olmuştur (Türkeş 1990).

Çelenk (1973) tarafından hazırlanan DMI' ye ait "Türkiye'nin Kuraklık Etüdü" isimli çalışmada; Erinç ve Crowe formüllerini; mukayese edebilmek amacıyla da De Martonne ve Thorntwaite formüllerini kullanmıştır.

Kuraklık konusunda birçok çalışması olan Türkeş (1990) "Türkiye'de kurak bölgeler ve Önemli kurak yıllar" başlıklı Doktora Tezi çalışmasında, *Erinç indisi*'ni kullanarak Türkiye'nin yıllık ve aylık ortalama özellikleri ve yıllık indis değerlerine göre yıllar arası değişimleri araştırmış ve normal frekans dağılımı yöntemiyle kurak ve nemli yılların ve kuraklığın ya da nemliliğin ölçüsünün saptanması amaçlamıştır. Yıllık yağışları normal ya da normale yakın dağılım gösteren 27 istasyonun 1956–1987 arası yıllık yağış değerlerini kullanarak yaptığı sınıflandırma sonucunda, Türkiye'nin kurak ve nemli yılları ile bu yıllar için kuraklığın ve nemliliğin ölçüsünü (şiddetini) saptamıştır.

Yıllık kuraklık üzerinde yapılan bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- i. Türkiye'de tam kurak alan bulunmamaktadır. Tuz Gölü'nün güneyinde genişçe bir alanda, Güneydoğu Anadolu'da ve Iğdır çevresinde küçük alanlarda kuraklık görülmektedir.
- ii. Türkiye'nin büyük bir kısmını yarı nemli alanlar oluşturmaktadır
- iii. Türkiye'nin büyük bölümünde, yağışın normallerden çok olduğu ve nemli alanların genişlediği yıllar, 1963, 1967/68/69, 1975/76, 1979/80/81 ve 1987 yıllarıdır. Bu yıllar içinde, 1963, 1967/68/69, 1976 ve 1981 yılları, yağış açığının hemen hemen hiç olmadığı çok ve tam nemli yıllardır.
- iv. Türkiye'nin büyük bölümünde, yağışın normallerin altında olduğu ve kurak alanların genişlediği ya da yayılma gösterdiği yıllar, 1956/57/58/59, 1961/62, 1964, 1970, 1972/73/74, 1977, 1982, 1984/1985 yıllarıdır. Bu yıllar içinde, yağış açığının tehlikeli boyutlara ulaştığı çok ve tam kurak yıllar, 1956/57, 1959, 1970, 1972/73 (1972 yılı Akdeniz ve Ege'de), 1977, 1982 ve 1984 yıllarıdır.

Altıparmak (1999) yılında yaptığı Yüksek Lisans Tezi çalışmasında, Ege Bölgesi sınırları içinde yer alan Büyük Menderes havzasındaki 7 istasyonun verilerini kullanarak, Thorntwaite yöntemini ile bölgenin kuraklık durumu analiz etmiştir.

Gündüz (2000) yaptığı çalışmada, Türkiye genelinde seçilen 150 istasyonun, 1963–1990 yılları arasındaki yağış, sıcaklık ve nem verileri, istatistiksel açıdan incelemiş ve çalışmanın sonucunda uzun yıllar ortalama sıcaklık değerlerinde değişkenlik katsayılarının dağılımını gösteren haritasını oluşturmuştur. Hazırlanan haritaya göre, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğu bölümü yani, Ardahan, Kars, Sarıkamış ve civarı sıcaklık değişkenliğinin en yüksek olduğu yerlerdir. Diğer

taraftan en düşük sıcaklıkların görüldüğü yerler ise Ege ve Akdeniz Bölgelerinin kıyı kuşaklarıdır. Araştırma sonuçlarına göre, Yıllık ortalama nem dağılışı genel olarak kuzeyden güneye doğru belirgin bir şekilde azaldığı görülmüştür. Çalışmanın yağışlarla ilgili sonuçlarına göre:

- i. Kış mevsiminde maksimum yağışın, Marmaris'ten Anamur'a kadar olan Akdeniz Bölgesi kıyı kuşağında, Bitlis civarında ve Karadeniz Bölgesi'nin Rize – Hopa bölümünde olduğu görülmüştür. İç Anadolu Bölgesi'nde, Karapınar, Ulukışla, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Erzincan, Erzurum, Ardahan, Kars, Doğu Beyazıt, 50–100 mm İle en az kış yağışı alan yerlerdir. Iğdır ise 50 mm'den az kış yağışı ile daha ekstrem bir durum gösterir.
- ii. Yaz mevsiminin yağış analizlerine göre ise, yurdumuzun güney kısımları geniş bir kuşak halinde (Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgelerinin güneyi, Ege Bölgesi kıyıları ve Simav, Dinar, Burdur sınırına uzanan iç kısımları ) 50 mm'den az yağış alır. Bu alanlarda belirgin yaz kuraklığı görülür. Iğdır ise bu mevsimde 50 ila 100 mm arasında yağış alır
- iii. İlkbahar döneminde; Bitlis ve Bingöl çevreleri ile Karadeniz Bölgesi'nde Rize, Hopa ve Akdeniz Bölgesi'nde maksimum yağışı alan bölgelerdir. Bu mevsimde, Karapınar yıllık toplam yağışın %38'ini, Ulukışla ise % 44'ünü alır.
- iv. Sonbahar mevsiminde, 50 mm' den az yağış alan bölge yoktur. 100 mm' den az yağış alan İç Anadolu Bölgesi'nde Yozgat, 112,5 mm ile belirgin bir alan oluşturur.

Erkuş (2001) tarafından yapılan Yüksek Lisans Tezi çalışmasında, İstanbul'da bulunan 5 meteoroloji istasyonuna ait yıllık toplam yağış verilerinin

stokastik modellenmesiyle elde edilen sentetik değerler kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. Kuraklık için referans seviyesi olarak yağışların uzun yıllar ortalaması alınmıştır. Böylece bir kurak sürenin, yıllık yağışın uzun yıllar ortalamasının altına dūřmesiyle başlayıp yıllık yağışın uzun yıllar ortalamasının üzerine çıkmasıyla son bulduğu kabul edilmiştir. Eęer yıllık yağış iki kurak süre arasında tek bir yıl için dahi uzun yıllar ortalamasının üzerinde ise bu iki ayrı kurak süre iki ayrı kurak periyot olarak alınmıştır. Çalışmada bu tanımlara göre; kurak süre, toplam yağış eksikliği ve yıllık en büyük yağış eksikliği olmak üzere üç farklı kuraklık büyüklüğü belirlenmiştir. Çalışmada daha sonra, istasyonlara ait verilerin istatistiksel parametreleri elde edilmiş, elde edilen bu parametrelere göre istasyonların yıllık toplam yağışları çok istasyonlu Otoresiv modelle modellenmiş ve bu model ile her bir istasyona ait sentetik yıllık toplam yağış değerleri üretilmiştir. Bu sentetik veriler 20, 50, 100 ve 500 yıllık standart dönemlere ayrılmış, verilerin ortalamaları kuraklık için sınır kabul edilerek kuraklık analizleri yapılmıştır. Bu standart dönemlerde oluşması muhtemel en uzun kurak süre, en kurak yıldaki ortalamadan olan yağış eksikliği ve bir kurak süredeki toplam en büyük yağış eksikliği değerleri ihtimalleri ve riskleriyle birlikte belirlenmiştir (Yeęnidemir 2005).

Sırdaş (2002) Doktora Tezi çalışmasında, kuraklıkların hem alansal hem de zamansal incelemesini yapmıştır. İlgili bu çalışmada, Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) (Mckee 1995) yaklaşımını kullanılmış ve ülke geneli için haritalar ve tablolar elde edilmiştir. Çalışmada üçlü değişken kuraklık ilişki yaklaşımı uygulamaları, Türkiye'nin farklı iklim bölgelerindeki 60 istasyon için yapılmış, aylık yağış, sıcaklık ve nemin 1930 ve 1990 yılları arasındaki kayıtları uygulamada kullanılmıştır. Çalışmada, SYİ' ile birlikte yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Kuraklık indisi olarak adlandırılan bu yaklaşımda, bir yağış zaman serisinin en küçük değeri, standart sapmaya bölünerek kuraklık oranı elde edilmiştir. Türkiye'nin farklı klimatolojik bölgeleri için kuraklık oranı eklenmesiyle SYİ haritaları Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim ayları için elde edilmiştir. Çalışmanın sonuçları arasında yağış miktarlarıyla ilgili temel olarak; ülkemizin kuzey kesiminde yağışların güneye göre daha yüksek olduğu, Doğu Karadeniz'de ve Batı Akdeniz'de yağış miktarının

artarken İç Anadolu ve Ege bölgesinin doğusunda düşük yağış miktarlarına rastlandığı belirtilmiştir. Ancak bu çalışmadaki izlenen yolun, teknik anlamda doğru olmadığı söylenebilir. Çünkü yağışlar normal dağılıma uymaz

### **1.1 Çalışmanın amacı**

Kuraklık izlenmesi ve tespiti oldukça zor olan, diğer doğal afetler arasında canlı yaşamı ve ekonomisi için en büyük etkiye sahip olan doğal bir olaydır. Bu çalışmada; standartlaştırılmış yağış indisi yöntemiyle Türkiye’de kuraklıkla ilgili genel bir değerlendirmenin yapılması amaçlanmaktadır..

Çalışmada yöntem olarak, hem alansal hem de zamansal sonuçlar elde edilebilen standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ) metodu kullanılmıştır. Standartlaştırılış Yağış İndisi (SYİ), kuraklığın izlenmesi amacıyla, McKee vd. (1993) tarafından geliştirilmiş önemli bir kuraklık göstergesidir. SYİ kuraklık sınıfları, standart normal (Gaussian) dağılımlı yağış verilerinden elde edilir.

Bu metod sayesinde; 1, 3, 6 aylık kısa dönemden, 12, 24 ya da 48 aylık uzun döneme kadar farklı zaman dilimlerinde analiz yapılabilmektedir.

## 2. TÜRKİYE’NİN İKLİMİ VE KURAKLIK

### 2.1 Kuraklık Ve İklim İlişkisi

Kuraklığın çeşitli çevrelerce kabul edilmiş tek bir tanımı bulunmamaktadır; bu durumun ortaya çıkmasında en büyük etken kuraklığın zaman ve alana göre değişmesidir. Dolayısıyla, farklı kuraklık tanımlarına ve kuraklık tiplerinin oluşmasına neden olmuştur. Örneğin, tarımsal kuraklıktan bahsederken, kuraklık tanımı her bölge için farklılık gösterebilir.

Kuraklığın tanımı yapılırken kullanılan ortak terim genellikle yağış eksikliğidir, fakat yağış eksikliği tek başına kuraklığı açıklamada yetersizdir. Türkeş (1990)’e göre kuraklığın saptanmasında, sadece normalin altındaki yağışlardan yararlanmak tarımsal kuraklık hakkında yanlış bilgi verir. Kısacası sadece yağış eksikliği tanımının, kuraklığı ve türlerini açıklamada yetersiz kaldığı görülmektedir.

Kuraklık, meteorolojik olarak yağışların "normal" seviyesinin altına düşmesi olarak tanımlanır. Daha geniş bir ifadeyle “yağışların kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynaklarını olumsuz etkilenmesi ve hidrolojik dengede bozulmalara sebep olan doğal olay” olarak tanımlanabilir (BMÇMS 1997). Şaylan vd. (1997) kuraklığı, etkisi uzun zamanda ve yavaş hissedilen, geniş bölgeleri kapsayan yağış noksanlığı olarak tanımlamaktadır.

Kuraklık temel olarak büyüklük, süre ve coğrafi yayılım bileşenleri ile nitelendirilebilen çok karmaşık bir doğa olayıdır. İklimsel değişimlerin neden olduğu geçici bir olay olan kuraklık, kurak ve yarı kurak bölgelerin yanı sıra, orta enlemlerin nemli denizel iklimleri gibi öteki iklim bölgelerinde de oluşabilir. Uzun süreli kuraklık olayları tarım, orman ve hayvancılığı, yeraltı ve yer üstü kaynaklarını, yeterli ve nitelikli içme suyuna erişimi, enerji üretimini, özellikle dağ ve karasal sucül ekosistemleri çok olumsuz etkiler. Kuraklık olaylarının sonuçları, özellikle

geleneksel üretim sistemleri doğrudan yağışlarla ya da yeraltı sularına bağlı olan az gelişmiş toplumlarda, çok şiddetli olumsuzluklara yol açmaktadır (Türkeş 2007). Kuraklığı ortaya çıkaran doğal etmenler kolayca belirlenemeyeceği gibi, etkilerini ortaya koymak da kolay değildir. Kuraklığın birçok alanda etkili olması kuraklığın tanımını da genişletir.

Meteorologlar kuraklığı, yıllık yağışın mevsimlere dağılışındaki azalma olarak tanımlamışlardır. Tarım için yapılan tanımda ise bitkinin solma noktasına yaklaşması ve topraktaki nemin azalması olarak tanımlanmıştır. Hidrologlar için kuraklık yer üstü ve yeraltı su seviyesinin azalması, ekonomistlere göre ekonomiyi etkileyebilecek kadar su miktarındaki azalma olarak tanımlarlar (Çelenk 1973).

Kuraklıkta normal koşullar, iklim elemanlarının karşılıklı etkileşiminin bir sonucudur. Kendisi iklimin elemanı değildir. İklim kuşakları, dünya üzerinde farklılık gösterdiğinden, kuraklığın ortaya çıkışı da farklılıklar gösterir. Örneğin Karadeniz ile Akdeniz iklimleri için kuraklık koşulları birbirinden farklıdır. Türkeş (1998 ve 1999)'e göre kuraklık, iklimsel değişimlerin neden olduğu geçici bir özelliktir; kurak ve yarı kurak bölgelerin yanı sıra, orta enlemlerin nemli-denizel iklimleri vb. öteki iklim bölgelerinde de oluşabilmektedir.

Taylan *vd.* (2007)'ne göre kuraklık su havzası için, hidrolojinin temel denklemlerinden olan süreklilik denklemindeki girdi parametrelerinin (yağış, kar, v.b.) depolanan ve ihtiyaç duyulandan azsa kuraklık meydana gelir. Buna göre kuraklık talep edilen suyun karşılanamamasıdır.

Türkiye'nin yıllık ortalama akarsu potansiyeline 10 milyar m<sup>3</sup> yeraltı suyu da eklendiğinde ülkenin su potansiyeli 110 milyar m<sup>3</sup>'e ulaştığını ifade etmiştir. Yine Türkeş (2007)'e göre Türkiye'nin nüfusu dikkate alındığında kişi başına yıllık 1600

m<sup>3</sup> civarında su düşmektedir. Bu durum Türkiye'nin kuraklık dönemleri için ciddi bir problemdir. Kısacası talep edilen su karşılanmadığı için kuraklık ortaya çıkacaktır.

Kömüşcü *vd.* (2003) ve Türkeş ve Tatlı (2008, 2009) yaptıkları çalışmalara göre, kuraklığı diğer doğal afetlerden ayıran en önemli özelliğinin, kuraklığın başlangıç ve bitişinin belirsiz oluşu, kümülatif olarak artması ve aynı anda birden fazla kaynağa etkisi ile ekonomik boyutunun büyük olmasıdır. Diğer taraftan, doğasının karmaşık olması yüzünden, kuraklık olaylarını belirlemek ve izlemek kolay değildir (Türkeş ve Tatlı 2008).

Kuraklık, su kaynaklarını, tarımı ve tüm canlıları etkileyebilen doğal bir olaydır. Aynı zamanda kuraklık, en kapsamlı sosyo-ekonomik zararlara neden olan yavaş gelişen, en sinsi, en tehlikeli doğal afettir. Kuraklık bir doğal olaydır. Deprem gibi kuraklık da çeşitli büyüklüklerde oluşabilen bir doğal afettir. Her kuraklık olayını, küresel iklim değişikliğine bağlamak doğru değildir. Aslında sürekli olarak “iklim” ile “hava şartları” arasında bağlantı kurmak bu tür meteorolojik afetlerin, sanki sadece “iklim değişince” olmuş gibi yanlış bir kanı uyandırmakta ve gerçek çözümleri de geciktirmektedir (Kadioğlu 2008).

## 2.2. Kuraklık Çeşitleri

Kuraklığın literatürde tanımlanan birçok çeşidi olmasına karşın, dört belirgin kuraklık türü vardır (Wilhite ve Glantz 1987). Tablo 1’de kısaca özetlenen kuraklık türleri sırasıyla, meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık, hidrolojik kuraklık ve sosyo-ekonomik kuraklıktır. Smith (1998) ‘e göre uyarlanarak elde edilen Tablo 1 kuraklığı belirleyen faktörleri özetlemektedir. Bu faktörler sırasıyla; yağışta azalma, akarsulardaki su miktarında azalma, toprak neminde azalma, gıda ve beslenme yetersizliği şeklinde sıralanabilir.

Tablo 1: Kuraklık tiplerinin sınıflandırılması (Smith 1998’den uyarlanmıştır)

<b>KURAKLIK TİPLERİ</b>			
METEOROLOJİK	HİDROLOJİK	TARIMSAL	KITLIK (sosyo-ekonomik)
<b>KURAKLIĞI BELİRLEYEN UNSURLAR</b>			
YAĞIŞTA AZALMA	AKARSULARDAKİ SU MİKTARINDA AZALMA	TOPRAK NEMİNDE AZALMA	GIDA VE BESLENME YETERSİZLİĞİ

Biraz önce özetlenen kuraklık türlerini kısaca tanımlayacak olursak; Meteorolojik kuraklık en basit anlamda, suya ihtiyaç duyulduğunda, su eksikliğine neden olan yağış miktarındaki yetersizlik olarak tanımlanabilir (Türkeş ve Tatlı 2008). Şen (1990)’e göre nem azlığının derecesi ve uzunluğu meteorolojik kuraklığı belirler ve bölgeden bölgeye değişiminde farklılıklar gözlenir. Meteorolojik kuraklık, diğer kuraklık türlerini de tetikler. Yağış, sıcaklık ve nem gibi meteorolojik faktörlerdeki düşüş zamanla diğer kaynakları da etkileyerek diğer kuraklık türleri ortaya çıkabilir (Sırdaş 2002).

Meteorolojik kuraklığın belirlenmesinde, her bölgeye göre değişik istatistiksel (veya fiziksel) yöntemler ve yağış için farklı sınır değerleri kullanılmaktadır. Örneğin, bazı yerlerde 21 günlük yağış toplamı, normalin 1/3'ünden daha az ise, ya da orada 15 gün yağış olmamışsa, bu durum meteorolojik kuraklık olarak değerlendirilmektedir (Türkeş 1990).

Meteorolojik kuraklığın izlenmesi açısından yağıştaki eksikliğin farklı zaman dilimleri içindeki değişim sayısal olarak ifade edilmesi gerekir. Yağış eksikliğinin farklı su kaynaklarına olan etkisinin ne kadar sürede hissedilebileceği hesabına göre, analizde 1, 3, 6, 9, 12 ve 24-aylık zaman dilimleri seçilebilir. Örneğin 1 aylık veya 3 aylık toplam yağışta meydana gelebilecek eksilme, toprak nem düzeyine hemen etki ettiği halde; yeraltı sularına, nehirlere, göllerle daha geç etki eder. 6, 9 ve 12 aylık zaman dilimlerindeki bir kuraklık durumu akarsu ve göllere, 24 aylık kuraklık ise yeraltı sularına etkisini izlemek bakımından tercih edilir (Kadioğlu 2008).

Buradan, kuraklığın etkisinin tahminin kolay olmadığı görülmektedir. Çünkü zaman kayması olduğu görülür. Örneğin, meteorolojik kuraklığın görüldüğü bir bölgede tarımsal veya hidrolojik kuraklığın ne zaman ve ne şiddette görüleceği tam doğrulukla öngörülmeyebilir. Çünkü olay çok fazla sayıda faktörün etkisinde olan karmaşık bir süreçtir.

Diğer taraftan, hidrolojik kuraklık yeraltı su kaynakları, yüzey suları veya yağış periyotlarının etkisi ile ilişkilidir. Meteorolojik kuraklığın uzaması durumunda hidrolojik kuraklıktan söz edilebilir. Uzun süreli yağış azlığının kaynak seviyeleri, yüzey akışı ve toprak nemi gibi hidrolojik sistemin bileşenlerinde kendisini göstermesidir. Yeraltı suları, nehirlere ve göllerin seviyesinde keskin bir düşüşe sebep olur. Kömüşçü ve Erkan (2006)'a göre kuraklık, insan bitki ve hayvan yaşamı için büyük tehlike yaratabilir. Bir dönemde yaşanan yağış miktarındaki azalma toprak neminde hızlı azalmaya neden olacağından hidrolojik kuraklık meydana geldiğinde, tarımla uğraşan kesim tarafından hemen hissedilir. Buna karşın hidrolik santrallerde

hemen etkili olmayabilir. Hidrolojik kuraklık genellikle meteorolojik ve tarımsal kuraklığın birleşiminden oluşur ve hidrolojik kuraklığın sonuçları zamanla sosyo-ekonomik kuraklık olarak kendini gösterebilir (Şaylan vd, 1994).

Bir üçüncü kuraklık türü ise tarımsal kuraklıktır. Bu tür kuraklığı anlayabilmek için tarla kapasitesi, soğurma noktası ve toprak nem miktarı gibi kavramları açıklamak gerekir.

Tarla kapasitesi, toprak suyla doymun hale geldikten sonra toprak zerrelerinin yerçekimine karşı tuttuğu su miktarıdır. Aynı zamanda  $1/3$  atm basınç altında tutulabilen toprak suyu şeklinde de ifade edilebilir. Toprak nemini ifade eden kavramlardan birisidir. Tarımda sulama zamanının ve miktarının tespitinde gereklidir.

*Soğurma noktası* ise Teorik olarak, toprak gözeneklerinin tamamen su ile dolu olduğu koşulda toprakta bulunan nem miktarına doyma noktası denir. Doyma noktasında; toprağın rutubet gerilimi sıfır (0) atmosferdir. *Solma noktası* ise bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan su alamadıkları ve solmaya başladıkları, toprağa su verilse bile eski durumuna dönemedikleri koşulda toprakta bulunan nem miktarına solma noktası denir. Solma noktası ağır bünyeli topraklarda yüksek, hafif bünyeli topraklarda düşük değerlerdedir. Solma noktasındaki toprak rutubet tansiyonu  $7-40$  atm arasında değişir. Bu değer hafif bünyeli topraklarda  $7$  atm, ağır bünyeli topraklarda  $40$  atm kadar olabilmektedir. Solma noktası, toprak taneleri tarafından  $15$  atm de tutulan nem miktarı biçiminde de tanımlanmaktadır (Harpal ve Mavi 1984)

Diğer bir tanımda toprak nem miktarıyla ilgilidir. *Toprak nem miktarı*, serbest drenaj koşullarında, tarla kapasitesinin üzerindeki nemin yerçekiminin etkisi ile kök bölgesinin altında sızması ve bitkilerin bu nemden yararlanamamasıdır. Bitkiler, solma noktasının altındaki nemi de teorik olarak kökleri aracılığıyla alamamaktadır. Bu nedenle, bitkiler ancak tarla kapasitesi ile solma noktası arasındaki nemden

yararlanabilir. Solma noktasının üzerinde tarla kapasitesine kadar her düzeydeki nem miktarı ile solma noktası farkına kullanılabilir su, tarla kapasitesi ile solma noktası farkına ise bitkiye yararlı su denir

Sırdaş (2002)'e göre, tarımsal kuraklık, zamanın bir kısmında belirli bir bitkinin ihtiyacı olan toprak neminin yetersiz kalmasıdır. Tarımsal kuraklık meteorolojik kuraklık sonrasında, fakat hidrolojik kuraklık öncesinde meydana gelir. Tarımsal kuraklık öncelikle ekonomi sektöründe etkilidir

Bitki kök bölgesinde, bitkinin büyüüp gelişmesi için yeterli nem bulunmaması durumu olarak ifade edilir. Büyüme periyodu boyunca, belirli bir bitkinin suya ihtiyaç duyduğu belirli bir kritik dönemde yeterli toprak nemi olmadığı zaman tarımsal kuraklık meydana gelir. Tarımsal kuraklık, toprağın derinlikleri doymuş halde olsa bile ürün verimlerini ciddi oranda düşürebilir. Yüksek sıcaklıklar, düşük nispi nem ve kurutucu rüzgârlar yağış azlığının etkilerinin katlanmasına sebep olur

Thornthwaite'e göre yağışın buharlaşmadan fazla olduğu yerlerde toprak nemlidir ve bu yerlerde su fazlalığı vardır, yağışların buharlaşmadan az olduğu yerlerde toprakta su birikmemekte ve bu toprak bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyu verememektedir. Böylece tarımsal kuraklık ortaya çıkmaktadır.

Sonuncu kuraklık türü ise gerçek anlamda fiziksel olmayan, sosyal kuraklıktır. Sürekli artan nüfus beraberinde su ihtiyacında artış getirmektedir. Özellikle, tarımsal üretimde su yetersizliği ve yetişen ürün azlığı ciddi boyutlarda ekonomik sorunlara neden olarak, politik gerimler ortaya çıkabilir. Kuraklığın sosyo-ekonomik tanımı meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklıkla bağlantılı, bazı ekonomik ürünlerin arz ve talepleriyle ilgilidir (NDMC 1995). Sosyo-ekonomik kuraklık yağışlardaki azalmanın sonucu olarak gelişen ve üretimin ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda ortaya çıkar (Kömüşçü vd., 2006).

### 2.3. Türkiye'nin İklimi

Türkiye'deki kuraklık eğilimlerini anlayabilmek için öncelikle Türkiye'nin iklimini ve yağışlarını anlamamız gerekir. Türkiye iklimini etkileyen en önemli etmen coğrafi konumdur. Türkiye 36-42 paralelleri arasında yer alır ve yüzölçümü 779,452 km<sup>2</sup>. Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasında yer alır. Daha çok, makro ölçekte yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin özelliklerine sahiptir. Bu özelliğiyle dünyanın yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Fakat yerel fizikî coğrafya özellikleri nedeniyle de çok değişik iklim tiplerinin görüldüğü bir ülkedir.

Türkiye'nin ortalama yükseltisi 1132 m kadardır. Ülkenin deniz seviyesine göre yüksek olması, kıyıya paralel dağ sıralarının varlığı, denize yakınlık ve uzaklık gibi coğrafi faktörlerin etkisiyle iklim özellikleri de çeşitlenir. Türkiye kuzeyde batı rüzgârları sisteminin etkisinde bulunan Orta ve Batı Avrupa'nın her mevsim yağışlı ılıman iklimi ile Doğu Avrupa'nın karasal iklimi ve güneyde Subtropikal yüksek basınç rejiminin etkisinde bulunan her mevsim kurak tropikal bölge arasında, bir geçiş kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Türkiye konumu itibariyle, yıl içinde farklı kökenli hava kütlelerinin etkisi altında kalır. Tüm iklim olaylarını bu hava kütlelerinin mevsimlik değişimleri düzenler.

Türkiye üzerindeki yere yakın hava akımları, kış aylarında doğu Avrupa'ya kadar yayılan geniş alanlı Sibiryâ antisiklonu (yüksekliği) ve Polar cephe depresyonları ile Akdeniz depresyonları tarafından kontrol edilir. Batı ve kuzeybatı yönlü akımlar Polar cephe depresyonundan, doğu ve kuzeydoğu yönlü akımlarda Sibiryâ antisiklonundan kaynaklanmaktadır (Türkeş 1990).

Türkiye kışın, Orta ve Doğu Avrupa'dan soğuk havanın (mP ve cP) Doğu Akdeniz'e geçişi ile oluşan cephe sistemlerine bağlı alçak basınç merkezlerinin Kuzey Ege üzerinden Karadeniz'e doğru ya da ülkenin güneyinden doğuya doğru hareket eğilim gösterirler. Kuzey Ege ve Kuzey Adriyatik üzerinden zaman zaman Akdeniz'e doğru akan bu hava kütlelerinin, güneyden gelen daha sıcak tropikal hava kütleleri (mT ve cT) ile birleşmesiyle batıdan doğuya doğru depresyonların geçişi başlar ve böylece Doğu Akdeniz'de baskın bir dolaşım tipi meydana gelir. Bu dolaşım koşullarına göre, Türkiye'nin batısında ve kıyı bölgelerinde genel olarak yağışlı, rüzgarlı ve ılık dönemlerde aralanan serin-soğuk ve yağışsız dönemler birbirini izler. Buna karşılık, yüksek platolardan oluşan Doğu ve İç Anadolu bölgeleri, kışın uzun süre ülkenin kuzey doğusundan (Hazar Havzası) kaynaklanan soğuk bir hava kütlelerinin (cP) etkisi altında kalır, buna bağlı olarak kışın iç bölgelerde çoğu zaman yüksek basınç oluşur ve batıdan gelen alçak basınç merkezlerinin iç bölgelere sokulmasına çoğu kez izin vermez. Bu koşullar iç bölgelerimizde kış yağışlarının azlığına neden olur (Koçman 1993).

Soğuk mevsimde, Türkiye'yi etkileyen kontinental polar (cP) hava kütlesi, Sibirya ve Aral-Hazar (havzası) olmak üzere ikiye ayrılır. Sibirya doğuşlu cP hava, Doğu Avrupa düzlük ve platoları üzerinden kuzey ve kuzey doğulu akımlarla gelir. Karadeniz havzasına ulaşıncaya kadar uğradıkları değişim sonucunda, genellikle Doğu Avrupa'ya yerleşen bir yüksek basınç sırtı ya da merkezleriyle ilişkili kuzeyli ve kuzeydoğulu akımlarla taşınan Arktik ve Polar hava kütleleri arasında büyük farklıklar gözlenmez. Böylece, Sibirya doğuşlu polar hava herhangi bir ayırım yapılmaksızın her ikisi içinde kullanılabilir (Türkeş 1990).

Kontinental polar (cP) Doğu Avrupa üzerinden yayılan bir yüksek basınç sırtı ile ilişkili olarak, kuzeydoğu ve doğudan gelen hava akımları halinde Akdeniz havzasına girer. Kuzeyden başlayarak, Karadeniz, Anadolu, Balkanlar ve Ege denizi üzerinden güneybatı yönünden ilerleyen cP hava kütlesi, Orta ve Doğu Akdeniz'de etkili olur. Bu hava kütlesi ile Akdeniz hava kütlesi arasındaki cephe boyunca,

Anadolu'nun güneyinde sağanak yağışlar ve orajlar oluşurken, Türkiye'nin kuzey ve doğu bölgelerinde sürekli kar yağışları meydana gelir. Türkiye çok soğuk olan cP hava kütlesinin etkisi altındayken, Akdeniz kıyıları dışında kalan bölgelerde hava sıcaklıkları 0°C'nin altında gerçekleşir. Hazar Havzasındaki yüksek basınçtan, Türkiye'ye doğudan giren kontinental polar (cP) hava ise i ve doğu bölgeleri etkisi altına alır; yüksek dağları aşarak kıyı bölgelerine ulaşır. Kıyılarda nispeten düşük sıcaklıklara ve açık havaya neden olur (Koçman 1993).

Soğuk mevsimde, kontinental tropikal (cT) hava kütlesi Akdeniz üzerinden kuzeye doğu yavaş bir Şekilde ilerler ve alt katmanlarında nem toplayarak, depresyonlarla bağlantılı konverjans alanlarında ve orografik yükselme bölgelerinde bol yağışlara yol açar (Türkeş 1990).

Akdeniz havzasında kış boyunca etkisini sürdüren polar cephe (Akdeniz cephesi), batı rüzgarları sistemine bağlı olarak, mayıs aynından başlayarak kuzey enlemlere doğu çekilmeye başlar. Doğu Avrupa'nın ısınmaya başlaması ve Azor antisiklonunun kuzeye doğu yer değiştirerek, Avrupa üzerinden yayılması ile birlikte Akdeniz havzası dolayısıyla, Türkiye tropikal hava kütlelerinin etkisi altına girer. Böylece havza üzerinde cephe oluşum Şartları da ortadan kalkar. Ancak, Karadeniz bölgesi ve Kuzeydoğu Anadolu, kuzey ya da kuzeybatıdan gelerek Karadeniz üzerinden geçen depresyonlar etkisiyle, yaz yağışları alabilmektedir. Bununla birlikte, yine aynı mevsimde Güney Asya alçak basıncı ve Arap alçak basıncının genişlemesine paralel olarak, antisiklon dönüş nedeniyle alt hava katmanlarında kuzeybatıdan güneydoğuya doğu bir sirkülasyon sistemi doğmuş olur. Yaz mevsimi süresince Türkiye ve yakın çevresinin, ilgilendiren hava akımları kuzey ve kuzeybatı yolu ile Doğu Avrupa ve Balkanlar üzerinden geçerek, Doğu Akdeniz havzasına ulaşır. Bu mevsimde kuzey ve kuzeybatıdan gelen hava kütleleri, güneye doğu hareketlerinde alttan ısınır, bağlı nemliliği giderek azalır ve dolayısıyla yaz yağışlarına imkan vermez (Erinç 1969).

Yine bu dönemde, Basra körfezi ve Hazar denizi çevresinde oluşan sıcak kontinental tropikal (cT) hava, doğu Akdeniz havzasına ve Anadolu platosuna sokulur; Kuzey Ege ve Balkanlardan Türkiye'ye ulaşan kuzey sektörlü hava akımları ile karşılaşır ve sıcaklık yükselir fakat yağış pek oluşmaz. Yaz mevsimini niteleyen bu koşullar ortalama olarak ekim ayına kadar sürer (Koçman 1993).

Yazın Türkiye genelinde, polar cephe kuşağının daha kuzey enlemlere çekilmesiyle, cephesel yağışlar Karadeniz bölgesi dışında hemen hemen hiç oluşmazken, karasal iç bölgelerle, yüksek alanlarda konveksiyonel yağışlar oluşabilir. Konveksiyonel yağışlar için orta troposferde nemli, serin/soğuk ve kararsız maritim polar (mP) hava kütlelerinin ve siklonik aktivitelerinin varlığı gerekir (Türkeş 1990).

Azor yüksek basıncının, Akdeniz havzası üzerine yayılması ile birlikte maritim tropikal (mT) hava Türkiye'ye batı ve kuzey batılı akımlarla ulaşmaya başlar. Ancak bu hava kütlelerinin, Orta Avrupa ve Balkanlar üzerinden geçerek geldiği yol uzun ve karasal olduğundan, değişime uğrar ve Türkiye üzerine sıcak ve kuru bir hava olarak ulaşır. Güney İran ve Basra körfezi çevresinden kaynaklanan cT hava siklonik dönüşü bağlı olarak, nem bakımından fakirdir. Ancak Akdeniz'e veya Karadeniz'e ulaştığında alt katmanların nem içeriği nispeten artar, fakat kararlı bir yapıya sahip olduğu için yağış sağlamaz (Koçman 1993).

Kısaca özetlememiz gerekirse; Türkiye yıl boyunca aşağıdaki hava kütlelerinin etkisi altında kalır (Şensoy 2006):

1. Sibiryaya üzerinden gelen cP hava kütlesi karasal karakterli soğuk ve kurudur. Kış aylarında sis ve ayaza neden olur, bazen Karadeniz'i geçerken nem kazanarak orografik yağışlar yapabilir.

2. Atlas Okyanusundan gelen mP hava kütlesi ise Avrupa ülkeleri ve Balkanları geçerek ülkemizi etkiler. Yerde belirgin olmayan alçak basınç sistemleri ile gelmedikleri için kararsızlık yağışları yapar. Yağış olarak Karadeniz sahilinde yağmur iç kesimlerde kar bırakabilir. Akdeniz üzerinden geldiğinde ise daha fazla etkili olur ve her türlü yağışı bırakır.
3. mT hava kütlesi sıcak ve nemli karakterli olduğu için batı bölgelerimizde oldukça fazla yağış bırakır.
4. cT hava kütlesi ise K. Afrika üzerinden gelir karasal sıcak ve kurudur. Kuzey sistemlerle karşılaşırsa Akdeniz cephesini oluşturup yağış bırakabilir. Diğer taraftan Akdeniz'den geçerken yeterli ölçüde nem kazandığı takdirde yine yağış yapması söz konusudur. Zaman zaman gördüğümüz çamur yağışları da bu hava kütesinin ülkemizi etkilemesinin bir sonucudur.

### 2.3.1. Türkiye’de Görülen İklim Tipleri

Türkiye ılıman kuşak ile subtropikal kuşak arasında yer alır. Türkiye’nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağların uzanışı ve yeryüzü şekillerinin çeşitlilik göstermesi, farklı özellikte iklim tiplerinin doğmasına yol açmıştır. Yurdumuzun kıyı bölgelerinde denizlerin etkisiyle, daha ılıman iklim özellikleri görülür. Kuzey Anadolu dağları ile Toros sıradağları, deniz etkilerinin iç kesimlere girmesini engeller. Bu yüzden, iç kesimlerinde karasal iklim özellikleri oluşur. Ülkemizde 4 farklı iklim tipi görülmektedir.

- i. Karasal iklim (a, b, c, d)
- ii. Karadeniz iklimi
- iii. Akdeniz iklimi
- iv. Marmara (geçiş) iklimi

**Karasal İklim:** Yaz ile kış arasında sıcaklık farkı fazla, yağışlar genellikle ilkbahar ve kış mevsiminde gerçekleşmekte, yazın kuraklık egemen olmaktadır. Bu iklim; İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ile Trakya'nın iç kısmında hüküm sürmektedir. Yağış ve sıcaklık özelliklerine bağlı olarak karasal iklim dört alt tipe ayrılabilir.

#### a. İç Anadolu Karasal İklimi

Yazları biraz sıcak, kışları soğuktur ve soğğun şiddeti Orta Anadolu'nun doğu kısmına doğru artmaktadır. Doğal bitki örtüsü, yaz kuraklığından dolayı alçak kısımlarda bozkırlardan, yüksek kesimlerde ise kuru ormanlardan oluşur. Soğuk ay olan ocak ayı ortalama sıcaklığı  $-0.7^{\circ}\text{C}$ , sıcak ay olan temmuz ayı ortalama sıcaklığı  $22^{\circ}\text{C}$ , yıllık ortalama sıcaklık  $11^{\circ}\text{C}$ 'dir. Ortalama yıllık toplam yağış  $414$  mm ve yağışların çoğu kış ve ilkbahar mevsimindedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı  $\%15$ 'dir. Yıllık ortalama nispi nem  $\%64$  civarındadır.

#### b. Doğu Anadolu Karasal İklimi

Kış mevsimi oldukça soğuk ve uzun, yazı serin geçer. Ancak düşük rakımlı sahalarda yazın sıcaklık yüksektir. Soğuk periyot boyunca, bu bölge kar altındadır ve don olayı sıkça görülür. Doğal bitki örtüsü, yüksek rakımlı yerlerde çayırlardan, düşük rakımlı yerlerde ise bozkırlardan ve bunların çevresindeki yüksek kesimlerde kuru ormanlardan oluşur. Soğuk ay olan ocak ayı ortalama sıcaklığı  $-4.{}^{\circ}\text{C}$ , sıcak ay olan temmuz ayı ortalama sıcaklığı  $24^{\circ}\text{C}$ , yıllık ortalama sıcaklık  $10.{}^{\circ}\text{C}$ 'dir. Ortalama yıllık toplam yağış  $578$  mm'dir ve yağışların çoğu kış ve ilkbahar mevsimindedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı  $\%10$  civarındadır. Yıllık ortalama nispi nem  $\%60$ ' dir.

### c. Güneydoğu Anadolu Karasal İklimi

Yazları çok sıcak, kışları ise nadiren soğuk geçer. Doğal bitki örtüsü, düşük rakımlı düzlüklerde cılız bozkırlar ve kuraklığa dayanıklı çalılardan oluşur. Soğuk ay olan ocak ayı ortalama sıcaklığı  $4^{\circ}\text{C}$ , sıcak ay olan temmuz ayı ortalama sıcaklığı  $30^{\circ}\text{C}$ , yıllık ortalama sıcaklık  $16.^{\circ}\text{C}$  dir. Ortalama yıllık toplam yağış  $566\text{ mm}$ ' dir ve yağışların çoğu kış ve ilkbahar mevsimindedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı %3'tür. Yıllık ortalama nispi nem %54 tür. Bölgede nispi nem oranının düşük olması buharlaşma miktarını artırmakta ve yaz yağışları zaten az olan bölgede, yaz kuraklığı oldukça yoğun ve uzun sürmektedir.

### d. Trakya Karasal İklimi

Yazı sıcak ve kışı nispeten soğuk geçer. Doğal bitki örtüsü kuru ormanlardan oluşur. Soğuk ay olan ocak ayı ortalama sıcaklığı  $3^{\circ}\text{C}$ , sıcak ay olan temmuz ayı ortalama sıcaklığı  $24^{\circ}\text{C}$ , yıllık ortalama sıcaklık  $13.^{\circ}\text{C}$ 'dir. Ortalama yıllık toplam yağış  $560\text{ mm}$ 'dir ve yağışların çoğu kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimindedir. Bölgede az da olsa yazın da yağış olur. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı %18'dir. Yıllık ortalama nispi nem %70'tir.

**Karadeniz İklimi:** Bu iklim tipi Karadeniz Bölgesi'nin kıyı ve dağların kuzeye bakan kesimleri ile Marmara Bölgesi'nin Karadeniz kıyı kuşağında etkilidir. Yaz ile kış arasındaki sıcaklık farkı fazla değildir. Yazlar nispeten serin, kışlar ise kıyı kesiminde ılık, yüksek kesimlerde karlı ve soğuk geçer. Her mevsimi yağışlı olup su sıkıntısı görülmez. Doğal bitki örtüsünü, kıyı bölümünde geniş yapraklı nemli ormanlar ve yüksek kesimlerde ise soğuk ve nemli şartlarda yetişen iğne yapraklı ormanlar oluşturur. Soğuk ay olan ocak ayı ortalama sıcaklığı  $4.^{\circ}\text{C}$ , sıcak ay olan temmuz ayı ortalama sıcaklığı  $22.^{\circ}\text{C}$ , yıllık ortalama sıcaklık  $13.0^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Ortalama yıllık toplam yağış 843 mm'dir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı %19.'dur. Yıllık ortalama nispi nem %71'dir.

**Akdeniz İklimi:** Bu iklim, Ege Bölgesi'nin büyük bir bölümü ile İç Anadolu'nun batı kesiminde ve Akdeniz Bölgesi'nde torosların güneye bakan kesimlerinde etkilidir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Kıyı kuşağında kar yağışı ve don olayları nadir olarak görülür. Yüksek kesimlerde kışlar karlı ve soğuk geçer. Kıyı kuşağının doğal bitkisini, sıcaklık ve ışık isteği yüksek ve kuraklığa dayanıklı olan kızıl çam ve bunların tahrip edildiği yerlerde her zaman yeşil olan makiler oluşturur. Yüksek yerlerde ise iğne yapraklı karaçam, sedir ve köknar ormanları hakimdir. Soğuk ay olan ocak ayı ortalama sıcaklığı 6.°C, sıcak ay olan temmuz ayı ortalama sıcaklığı 27°C, yıllık ortalama sıcaklık 16.°C civarındadır. Ortalama yıllık toplam yağış 726 mm'dir ve yağışların çoğu kış mevsimindedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı %6'dır. Bu yüzden bölgede yaz kuraklığı hakimdir. Yıllık ortalama nispi nem % 63'dir.

**Marmara İklimi:** Marmara Bölgesi'nin kuzey Ege'yi de içine alacak şekilde güney kesiminde görülür. Kışları Akdeniz iklimi kadar ılık, yazları Karadeniz iklimi kadar yağışlı değildir. Karasal iklim kadar kışı soğuk, yazı da kurak geçmemektedir. Bu özelliklerden dolayı Marmara iklimi; karasal, Karadeniz ve Akdeniz iklimleri arasında bir geçiş özelliği göstermektedir. Buna bağlı olarak doğal bitki örtüsünü alçak kesimlerde Akdeniz kökenli bitkiler, yüksek kesimlerde kuzeye bakan yamaçlarda Karadeniz bitki topluluğu özelliğindeki nemli ormanlar oluşturmaktadır. Soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı 5°C, sıcak ay olan Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 24 °C, yıllık ortalama sıcaklık 14. °C'dir. Ortalama yıllık toplam yağış 595 mm'dir ve yağışların çoğu kış mevsimindedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı %12'dir. Yıllık ortalama nispi nem %73'tür (DMİ 2008).

#### 2.4. Türkiye’de Sıcaklık Koşulları

Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklık değerleri coğrafi enleme, yükseltiye ve denizden uzaklık koşullarına göre güneyden kuzeye ve batıdan doğuya doğru azalmaktadır. Sıcaklık değerleri, tüm kıyı bölgelerinde yüksek dağ sıralarının çevrelediği iç kısımlardan yüksektir. En yüksek sıcaklık değerleri, Akdeniz kıyılarında görülür; onu Ege, Doğu Karadeniz ve Marmara kıyıları izler. İç Anadolu’ya geçilince, sıcaklık değerleri hızla düşer ve bu düşüş daha karasal ve yüksek olan Doğu Anadolu’da daha kuvvetli olur.

Türkiye’de sıcaklığın dağılışını ve bölgesel farklılıklarını ortaya koyan faktörler, aynı zamanda sıcaklığın yıl içindeki değişimlerini de belirlerler. Sıcaklık değerleri üzerinde denizel etkinin hissedildiği kıyı bölgelerle ile yükselti ve karasallığın etkili olduğu iç bölgeler arasında mevsimlik büyük sıcaklık farklarının bulunduğu ve sıcaklık değerlerinin yıl içinde bu etkenlere bağlı olarak değiştiği görülür. Ancak ülkede egemen olan sıcaklık koşullarının belirlenmesinde esas faktör, hava kütlelerinin yıl içinde değişen etkileridir. Kış aylarında sıcaklık koşullarını, genel olarak Türkiye üzerinde egemen olan soğuk polar hava kütleleri (mP ve cP) ile Akdeniz üzerinden gelen hava kütlelerinin belirlediği görülür.

Ülkenin batı ve güney kıyılarında batıdan ve güneyden sokulan hava kütleleri ılık sıcaklık koşullarını, Akdeniz termik rejimi doğrultusunda yönlendirirken; kuzey ve kuzeybatıdan veya iç bölgelerde olduğu gibi, doğudan sokulan hava kütleleri sıcaklığın çok düşmesine yol açarlar. Buna karşılık, yazın daha çok kuzeyden sokulan hava kütleleri Türkiye’yi etkisi altına alırlar. Bu hava tabakaları giderek ısınır. Öte yandan, yine bu mevsimde Arap alçak basıncının güneyde varlığı dolayısıyla, Türkiye’ye ulaşan tropikal hava kütleleri, sıcaklığın aşırı derecede yükselmesine sebep olur ve başta güneydoğu olmak üzere, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde çöl sıcaklarına ulaşacak değerler ortaya çıkabilir. Özetle, Türkiye’nin sıcaklık şartlarındaki değişimleri, açık olarak sıcaklık özellikleri çok farklı olan hava

kütlelerinin yıl içindeki etkileri ile ülkenin konumu ve fiziki coğrafya özelliklerindeki değişimler (yükselti ve karasallık) belirlemektedir (Koçman 1993; Türkeş 1990; Tatlı vd. 2005).

## **2.5.Türkiye'de Yağışlar**

Yağış, yağmur, kar, çisenti, dolu, buz parçacıkları ile bunların değişik şekillerini de içeren ve nemin yere doğru düşen tüm şekilleri için genelde yağış terimi kullanılır. Diğer bir ifadeyle; bulutlardan düşen ve yere kadar ulaşan suyun sıvı veya katı her haline yağış adı verilir. Ülkemizde belirli bir zaman dilimi içinde düşen yağış miktarı, mm olarak ölçülür ve metrekarede kilogram olarak da ifade edilir.

### **2.5.1 Yağış Oluşum Şekillerinin Sınıflandırılması**

Orografik yağışlar, sıcak ve nemli bir hava kütlesi bir dağ dizisini aşmak için yükseldikçe soğur ve orografik yağışlara neden olur. Bu durum dağların hakim rüzgara karşı olan yüzeylerinde fazla yağış almasına sebep olur. Türkiye'de denize paralel dağ sıralarının (Kuzey Anadolu dağları, Toroslar) denize bakan yamaçlarında bu şekilde yağış bırakır.

Konvektif yağışlar, sıcak bir günde yeryüzü ısınır, bu özellikle etrafı dağlarla çevrili bölgelerde yaz aylarında görülür. Bu durum kara parçası ile atmosferin üst kademeleri arasındaki belirli sıcaklık farkından meydana gelir. Yerin sıcak, üst seviyelerin serin veya soğuk olması sonucu bu tip yağışlar meydana gelir. İç Anadolu Bölgesinde ilkbahar ve yazın görülen sağanak yağışların nedeni budur. Isınma dolayısıyla yükselen hava dikine gelişen Cumulonimbus bulutlarının oluşumuna neden olur. Bu bulutlardan sağanak şeklinde yağışlar düşer ve genellikle gök gürültülü sağanak yağışlarla birlikte meydana gelir.

Konvektif yağışların özelliklerine değinmek gerekirse, kısa mesafelerde miktar farklılığı vardır. Kısa zamanda fazla miktar bıraktığı için ani bir yüzey akışına, dolayısıyla sel ve taşkınlara sebep olur. Genellikle yaz, ilkbahar, sonbahar mevsiminde, çok nadir olarak kışın meydana gelir ve hidrolojik çalışmalarda önemli yeri vardır.

Cephesel (Depresyonik) yağışlar, kış aylarının önemli yağışlarıdır. Bir sıcak hava kütlesi ile soğuk hava kütlesi düşey bir cephe boyunca karşılaştıklarında sıcak hava yükselir ve soğuk hava aşağıya iner. Orta enlemlerde ve yurdumuzda görülen yağışların başlıca sebebi buralarda bulunan gezici alçak basınçlardır. Bunlar, aylara ve mevsimlere göre batıdan doğuya doğru hareket eder ve yağış getirirler. Cephelerin hareketlerine bağlı olarak; hareket, yön ve gidiş yolları belli olduğu için kararsız yağışlara göre bunların tahmini daha isabetli olur. Bu tip yağışın şiddeti orta, süresi uzundur ve geniş bir alanı kaplar. İklim elemanlarından en fazla değişkenliğe sahip olan yağıştır. “Yağış, yıllar arası değişkenliği (interannual variability) en yüksek ve bu özelliğine bağlı sonuçları açısından da önemli iklim elemanlarından birisidir” (Türkeş 1990; Tatlı vd. 2004).

Türkiye’de en fazla yağışın kuzey ve güneydeki dağ sıralarının denizlere bakan yamaçları ile bu sıraların önündeki kıyı kuşağına düştüğü görülür. Buna karşılık iç bölgelerde ve dağlarla çevrili çukur havzalarda yağışlar azalmaktadır. Türkiye’yi kuzey, güney ve batıdan çevreleyen ılık denizlerin, buharlaşma kaynakları olarak, yağış koşulları üzerindeki etkisi önemlidir. Kıyı bölgelere ulaşan nem yüklü hava kütleleri, kuzey Anadolu dağları ve torosların dış yamaçlarında yükselir ve kıyı kuşağı ile bu dağlara bol yağış bırakır. Buna karşılık, iç kısımlara ulaşan hava kütleleri taşıdıkları nemin önemli bir kısmını kıyı kesimlerde bırakmış olduklarından ve dağları aşarak alçaldıkları sırada adiyabatik olarak ısındıkları için daha az nem içerirler. Bu nedenle iç bölgelerde yağış, kıyı bölgelere göre daima azdır. Öte yandan, iç bölgelerde kış mevsiminde yüksek basınç koşullarının egemen olması,

yazın da yüksek sıcaklığın yoğunlaşmayı zorlaştırması yağışların bu alanlarda az olmasında ayrıca etkilidir. Bilindiği gibi, Türkiye'nin kıyı bölgelerinde kış mevsimi fazla yağışlı geçmektedir. Çünkü bu mevsimde Türkiye'yi çevreleyen denizler üzerinde frontal faaliyetler etkindir. Batıdan doğuya doğru yer değiştiren cephesel depresyonlar batı ve kuzeybatıya bakan yamaçlar üzerine daha fazla yağış bırakmaktadırlar. Bakının bu etkisi Doğu ve Batı Karadeniz dağlarında ve Toroslar'da, özellikle Batı Toroslar ile Amanos dağlarında açık bir şekilde görülür, cephesel depresyonlarla taşınan nem yüklü hava kütlelerinin yamaçlarda yükselmeye zorlanması çok kuvvetli orografik yağışlara neden olur. Buna karşılık, hava kütlelerinin dağ sınırlarına paralel veya geldikleri alanlarda orografik yükselmemin yavaşlaması veya sınırlı kalması yüzünden yağış miktarı da azalır (Koçman 1993).

Türkiye'de yağışın dağılışına esas olarak fiziki coğrafya etmenleri etkili olmaktadır. Bunlar arasında en önemli olanları, yer şekilleri ile cephesel depresyonların yörüngesine ve yağış getiren nemli hava akımlarına göre istasyonun yeridir (Ardel 1973). Türkiye iklimini özellikle yağış açısından etkileyen ana fiziki coğrafya etmenleri (Türkeş 1990):

- i. Karadeniz ve Akdeniz havzaları
- ii. Kuzey ve güneydeki batı-doğu uzanımlı sıra dağları
- iii. Ortalama yüksekliği 1100 m'yi aşan yüksek Anadolu platosu
- iv. Atlas okyanusu (Atlas okyanusu'nu Türkiye'ye nem taşıyan ve bereketli yağışlar bırakan nemli hava kütlelerinin doğu bölgesidir)

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden biridir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, parçalanmış bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde etkilenecektir. Örneğin sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altındaki kurak ve bölgelerle yeterli suya sahip olmayan yarı nemli bölgeler Güney doğu, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgeleri etkilenecektir (Türkeş 1998).

Türkiye'de, uzun yıllar yağış ortalaması 631 mm iken, yağış miktarı, 1999 yılında %15 oranında, 2000 yılında ise % 7 oranında azalmıştır. Ortalama yağışın azalması yanında, yağış rejimindeki sapma da dikkat edilmesi gereken bir olaydır. Yağış miktarında meydana gelen bu azalışlar ve yağış rejimindeki sapmalar, tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, kuraklığa neden olan şartların devam etmesi hâlinde, gelecek yıllarda suyla ilgili daha büyük sıkıntılar meydana gelebilecektir (Türkeş 1999).

Türkiye'de kış mevsimindeki yağış değişiklikleri dikkate alındığında, kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayımlı olanlarının, 1973, 1974, 1983, 1989,1990, 1996 ve 2001 yıllarında olduğu görülür (Türkeş ve Erlat 2003). Bu yıllarda oluşan uzun süreli ortalamanın çok altındaki yağış koşullarına bağlı meteorolojik kuraklıkların bir sonucu olarak, Türkiye'de tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar da ortaya çıkmıştır. Su açığı ve sıkıntısı, yalnız tarım ve enerji üretimi açısından değil, sulamayı, içme suyunu, öteki hidrolojik sistemleri ve etkinlikleri içeren su kaynakları yönetimi açısından da kritik bir noktaya ulaşmıştır (Türkeş 2003).

## 2.6. Türkiye’de Kuraklık

Türkiye, makro ölçekte yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin özelliklerine sahiptir. Bu özelliğiyle dünyanın yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Yağışa bağlı iklim sınıflandırmalarında genelde kabul edilen esaslara göre, yıllık ortalama yağışı 250 mm'den az olan yerler kurak, 250–500 mm arası olan yerler ise yarı kurak iklime sahip olarak tanımlanır ( Kömüşçü ve Erkan 1998).

Yağış özellikleri bakımından yağışlı günler sayısının bilinmesi kuraklık ihtimalleri bakımından önem taşır. Türkiye'nin büyük bir kısmında yağışlı günler sayısı azdır ve bölgelere göre ortalama 60 ile 175 gün arasında değişmektedir. En yüksek değerler ülkenin kuzeyinde Karadeniz kıyıları boyunca uzanan şerit üzerinde olup, bu kuşak içinde yağışlı günlerin sayısı yer yer 138 ve 141'e kadar ulaşmaktadır. Diğer taraftan Akdeniz Bölgesinde yağışların yılın belli bir dönemine ait olması nedeniyle yağış miktarının ve yağışlı gün sayısının toplamı fazla değildir. Türkiye'nin yarı kurak bölgelerini oluşturan İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yağışlı günler sayısı 100'ün altına düşer (Kömüşçü ve Erkan 2006).

Sahel'de ve Subtropikal kuşak yağışlarında 1960'lı yıllarda başlayan ani azalma, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başlamıştır. Yağışlardaki önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. 1970'li yılların başı ile 1990'lı yılların başı arasındaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri etkilenmiştir (Türkeş 1996).

İklim etmenleri ve bitki örtüsü dikkate alındığında, Türkiye'nin güneydoğusu ve karasal iç bölgeleri çölleşmeye eğilimli kurak alanlardır. Yüksek ve parçalı yeryüzü şekilleri, tarım arazilerinin son 20-30 yıldaki tarım dışı ve sürdürülebilir

olmayan fiili kullanımı, kentsel ve turizm getirisi yüksek olan tarım ve orman arazilerinin tarımsal etkinlik ve orman rejimi dışına çıkarılmasına yönelik girişimler ve yasal düzenlemeler, sanayi, turizm ve orman yangınları gibi iyi bilinen öteki doğal ve insan kaynaklı etkenler göz önüne alındığında, Akdeniz ve Ege bölgeleri gelecekte çölleşme sürecinden daha fazla etkilenebilecek yarı nemli bölgeler gibi görünmektedir (Türkeş 1999).

Belirgin kurak koşullar, özellikle 1970'lerin başından başlayarak, subtropikal kuşağın ve Türkiye'yi de içerecek bir biçimde Akdeniz Havzası'nın önemli bir bölümünde de etkili oldu. Türkiye'de en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri etkilendi. Türkiye'deki kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayıllı olanları, 1971–1974 dönemi ile 1983, 1984, 1989, 1990, 1996 ve 2001 yıllarında oluştu. Türkiye'nin birçok bölgesinde etkili olan bu kuraklık olaylarının ve su sıkıntısının, yalnız tarım ve enerji üretimi açısından değil, sulamayı, içme suyunu, öteki hidrolojik sistemleri ve etkinlikleri içeren su kaynakları yönetimi açısından da kritik bir noktaya ulaştığı gözlemlendi. 2001 sonrası dönemde (Kasım 2001-Kasım 2006) genel olarak normal sınırlarında ve normalin biraz altında ya da üzerinde yağışlar gerçekleşmiştir. Fakat 2007 kış, ilkbahar ve yaz aylarında Türkiye'nin birçok yöresinde uzun süreli ortalamaların altında kalarak yeni bir meteorolojik kuraklık olayları dizisinin yaşanmasına ve bunlara bağlı olarak da tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik kuraklıkların (örneğin sırasıyla, tarımsal ürün kayıpları, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının zayıflaması ve yetersizliği, İstanbul ve özellikle Ankara gibi bazı büyük kentlerde içme suyu sıkıntısı ve su kesintilerinin yaşanması, vb.) oluşmasına neden olmuştur Aralık 2006-Ağustos 2007 döneminde oluşan son kuraklık olayları, Türkiye'nin özellikle Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgeleri ile Batı Akdeniz ve Batı-Orta Karadeniz bölümlerinde etkili olmuştur (Türkeş 2007).

Son 30 yılda Türkiye'de kurak koşulların hakim olmasına neden olan meteorolojik koşullar daha çok sirkülasyon sistemleri ve Kuzey Atlantik Salınımı'nda görülen değişmelere bağlı olarak açıklanabilir. 1980'den sonra Sibirya Antisiklonunun zayıflaması (kış kuraklığı), Azor antisiklon sırtının Doğu Akdeniz'e ulaşması (kış kuraklığı), Akdeniz'e gelen cephe sistemlerinin azlığı, Basra alçak basıncının kuzeye sokulması (yaz kuraklıkları) ve Azor ve Basra alçak basınçlarının birleşerek kuvvetlenmesi (yaz kuraklıkları) olarak kendini göstermiştir. Ayrıca Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) 'nın pozitif devreleri Türkiye'de ki kurak koşullarla oldukça uyumlu olduğu görülmüştür (Kömüşcü ve Erkan 2006; Türkeş ve Tatlı 2009).

### 3. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 1929 – 2006 dönemi için DMİ tarafından sağlanan, 96 istasyona ait yağış verileri kullanılmıştır.

Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ), kuraklığın izlenmesi amacıyla, McKee vd. (1993) tarafından geliştirilmiş önemli bir kuraklık göstergesidir. SYİ kuraklık sınıfları, standart normal (Gaussian) dağılımlı yağış verilerinden elde edilir.

Bu yüzden, birinci adımda ham yağış verilerinin olasılık dağılımının bulunması gerekir. Thom (1966), yağış verilerine en iyi uyan olasılık dağılımının gamma dağılımı olduğunu belirtmiştir. Gamma olasılık yoğunluğu,  $f(y)$ ,

$$f(y) = \frac{(y/\beta)^{\alpha-1} \exp(-y/\beta)}{\beta\Gamma(\alpha)}, \quad y, \alpha, \beta > 0 \quad (1)$$

fonksiyonu ile tanımlanır. Burada  $\alpha$  ve  $\beta$ , sırasıyla yoğunluk fonksiyonunun şekil ve ölçek parametreleri,  $\Gamma(\alpha)$  ise gamma fonksiyonudur. Gamma fonksiyonu  $\Gamma(\alpha)$ ,

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (2)$$

olarak tanımlıdır. Thom (1966) ve Wilks (1995)'in önerilerine dayanarak, şekil ve ölçek parametreleri,  $\bar{y}$  ve  $\bar{g}$ , sırasıyla ham yağış verisinin aritmetik ve geometrik ortalamaları olmak üzere,

$$\left. \begin{aligned} D &= \ln(\bar{y} / \bar{g}) \\ \hat{\alpha} &= \frac{1 + (1 + 4D/3)^{1/2}}{4D} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{y}}{\hat{\alpha}} \quad (4)$$

eşitlikleri ile yaklaşık olarak kestirilebilir. Ham yağış verilerine uyan teorik gamma olasılık yoğunluk fonksiyonun entegrali, başka bir deyişle yağış olasılık dağılım fonksiyonu, Press vd. (1992) tarafından önerilen sayısal entegrasyon yaklaşımıyla elde edilebilir.(Türkeş ve Tatlı 2009).

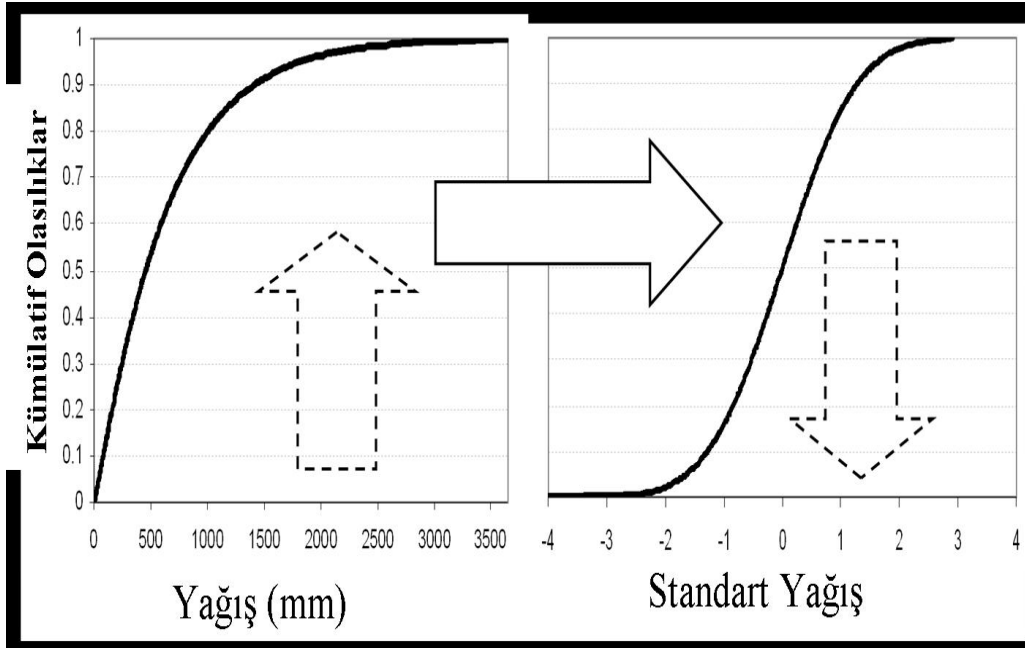
İkinci adımda, gamma dağılım fonksiyonundan elde edilen yağış olasılıkları, ters-standart normal dağılım fonksiyonu kullanılarak standart yağışlara dönüştürülür. Bu yolla ortalaması sıfır ve varyansı bir olan standartlaştırılmış yağışlar elde edilir.

Üçüncü adımda, SYİ değerleri, ikinci adımda bulunan standart yağışlardan, Tablo 2'deki eşik değerler dikkate alınarak McKee vd. (1993)'nin önerdiği ya da bu çalışmada yapıldığı gibi isteğe bağlı olarak belirlenen kuraklık sınıflarına dönüştürülür.

SYİ yalnız toplam yağış dizilerine bağlı olarak hesaplandığı için, genel olarak meteorolojik kuraklığı ya da nemli (yağışlı) koşulları temsil etmektedir. SYİ değerlerinin ve olasılıklarının, 1, 3, 6, 12, 24 ve 48 aylık ya da daha uzun zaman ölçekleri için hesaplanması, kuraklıkların çeşitli zaman ölçekleri için izlenmesine ve değerlendirilmesine olanak sağlar. Örneğin, 6 aylık SYİ değerleri, aylık olarak ölçülmüş yağışların 6 aylık kayan ortalamalarından hesaplanır.

Çalışmada, yaygın olarak kullanılan SYİ değer aralıkları ve sınıflandırması (Tablo 2) temel alınarak hem ekstrem (aşırı) kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde

kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli olma olasılıkları hem de normalin altında (below-normal), normalin üzerinde (above-normal), kurak (dry) ve nemli (wet) olma olasılıkları hesaplandı. Ancak, bunlardan şiddetli ve orta düzeyde kurak ile orta düzeyde ve çok nemli sınıflarının olasılıkları genellikle küçük çıkar. Bu yüzden, sonuçların değerlendirilmesinde, klasik SYİ sınıflandırmasında çok kullanılan aşırı kurak, normal ve aşırı nemli sınıflarının yanı sıra normalin altında, normalin üzerinde, kurak ve nemli olma olasılıklarının hem alansal dağılış desenleri ve ilişkileri hem de büyüklükleri dikkate alındı. Alansal dağılış desenlerinin ve ilişkilerinin nesnel olarak açıklanmasında, Türkiye'nin yağış klimatolojisi ve kuraklık (aridite) özellikleri ile fiziki coğrafya denetçileri dikkate alındı (Türkeş, 1996, 1998, 1999, 2003; Tatlı, 2004).



**Şekil 1:** Gama Kümülatif Dağılım Fonksiyonundan Elde Edilen Yağış Olasılıklarının Ters-standart Normal Dağılım Fonksiyonu Kullanılarak *SYI*'ye Dönüştürülmesi

**Tablo 2.** Standartlaştırılmış Yağış İndisi (*SYİ*) değer aralıkları ve sınıflandırılması

<b><i>SPI</i> değerleri</b>	<b>Sınıflandırma</b>
2.00 ve üzeri	Aşırı nemli ( <i>extremely wet</i> )
1.50 – 1.99	Çok nemli ( <i>very wet</i> )
1.00 – 1.49	Orta düzeyde nemli ( <i>moderately wet</i> )
-0.99 – 0.99	Normal ( <i>normal</i> )
-1.00 – -1.49	Orta düzeyde kurak ( <i>moderately dry</i> )
-1.50 – -1.99	Şiddetli kurak ( <i>severely dry</i> )
-2.00 ve altı	Aşırı kurak ( <i>extremely dry</i> )

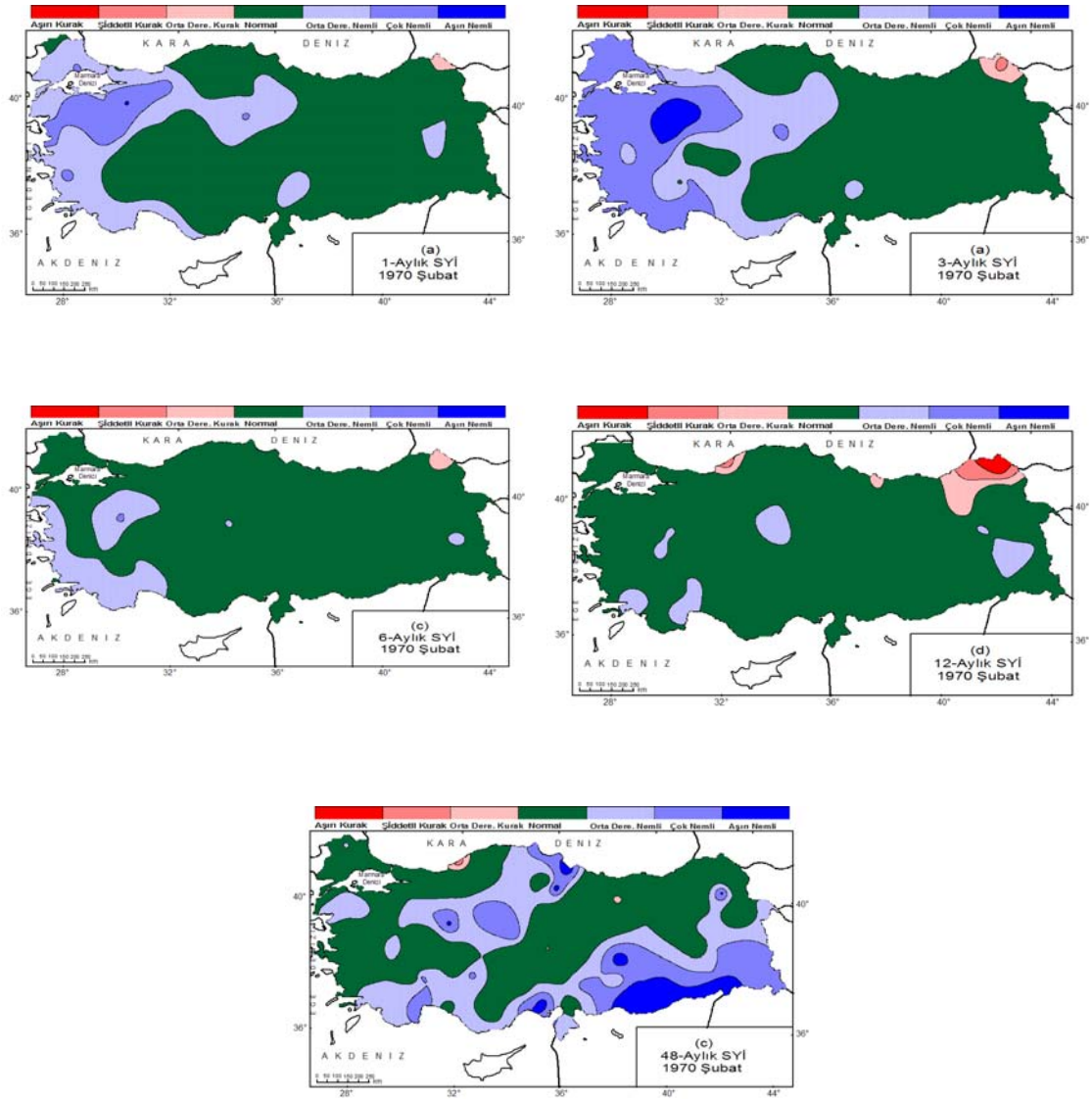
## 4. BULGULAR VE SONUÇLAR

### 4.1. 1970 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, Türkiye'nin özellikle Akdeniz yağış rejimi ve Akdeniz geçiş iklimi görülen alanlarında, nemli koşulların etkisi altında kaldığı görülmektedir. Bu durum açıkça **1 aylık SYİ** haritasında da görülmektedir. Şöyle ki, Akdeniz bölgesinde özellikle Antalya civarında Ege bölgesinin kıyı kesimleri, Karasal iklimin görüldüğü Marmara bölgesinin Trakya bölümü ve İç Anadolu bölgesinin kuzeyinde orta derecede nemli koşulların egemen olduğu görülmektedir. Ancak, Akdeniz geçiş ikliminin görüldüğü Güney Marmara bölümünde ise daha çok nemli koşullar egemendir. Benzer kuraklık olaylarını **3 aylık SYİ** haritasında da görebilmekteyiz. Yani, Marmara bölgesinin kuzeyi, Ege bölgesinin kıyı bölümünün tamamı ve İç Batı Anadolu bölümünün özellikle kuzeyinde, Antalya civarında denize bakan yamaçlar da dahil olmak üzere, çok nemli koşulların egemen olduğu söylenebilir. Oysa orta-derece nemli koşullar, Adana ve civarının yanı sıra Kocaeli-Çatalca bölümünün doğusu ve İç Anadolu bölgesinin kuzeyinde gözlenebilmektedir.

**6 aylık SYİ** haritasında ise genel olarak normal kuraklık koşullar görülmesine karşın, orta-derece nemli koşullar daha çok Ege bölgesinin kıyılarında, Antalya kıyılarıyla ve Güney Marmara'da görülmektedir. Diğer taraftan. **12 aylık SYİ** haritasına göz attığımızda ise yaygın olarak normal koşulların gözlemlenmesi 6 aylık SYİ kuraklık haritası ile bir benzerlik arz etmektedir. Bu haritada daha çok Kuzeydoğu Anadolu'da özellikle Ardahan civarında aşırı-kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir. Oysa şiddetli ve orta derece kuraklıklar daha çok Kuzeydoğu Anadolu'da görülmektedir. Kuzeydoğu Anadolu'da görülen bu kuraklık olaylarını Sibiryaya Yüksek Basıncının etkinliğine ve bölgenin topografik özelliklerine bağlamak pek de eksik bir yaklaşım olmadığı düşünülebilir.

Genel olarak Türkiye'nin yıllık ve kış yağış tutarlarında gözlemlenen azalış gidişleri özellikle Doğu Akdeniz Havzasında yaygın bir biçimde varlığını her zaman hissettiren basınç depresyonları, özellikle kış aylarında görülmeye başlanan yüksek basınç koşullarında gözlenen artışla bağlantılı olabilir (Türkeş 2003).



Şekil 2: 1970 yılı Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

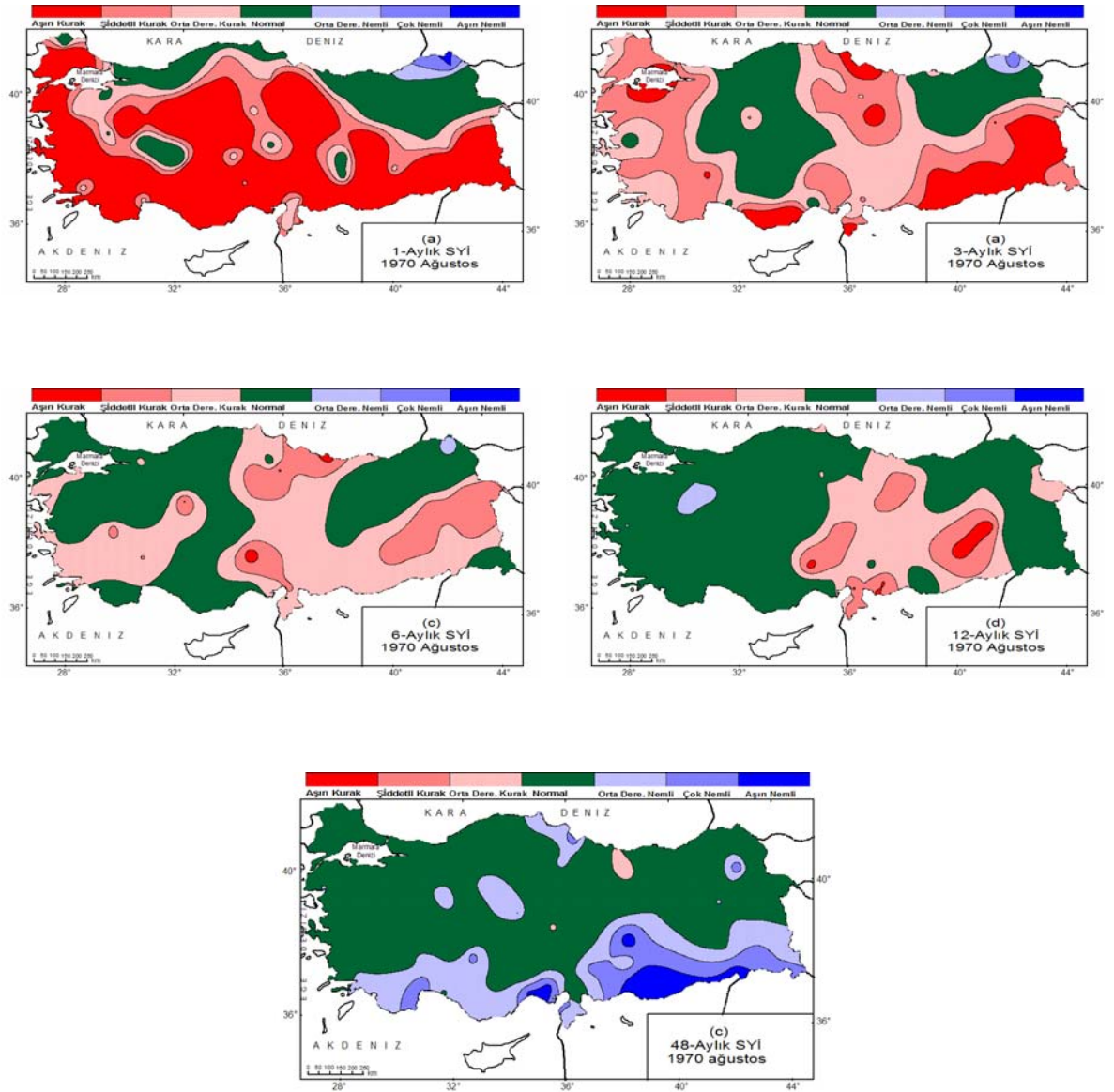
#### 4.1.1. 1970 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelediğinde Türkiye genelinde daha çok şiddetli ve orta derece kuraklıkların koşulların egemen olduğu görülmektedir. Aşırı kuraklıklar, özellikle **1 aylık SYİ** haritasına baktığımızda -Türkiye'nin kuzeyi ve Kuzeydoğu bölümü hariç- hemen hemen bütün bölgelerde gözlenebilmektedir. Diğer taraftan, **3 aylık SYİ** haritasını incelediğimizde, aşırı kurak koşulların Güneydoğunun Anadolu'nun büyük bir bölümünde, Adana'nın daha çok kıyılarında ve Güney Marmara bölümünde (Bandırma ve civarında) egemen olduğu görülmektedir. Ek olarak şiddetli ve aşırı kuraklıkların ise en yaygın görüldüğü yerler Batı Karadeniz ve İç Anadolu'nun batısı ile Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz kıyıları hariç Türkiye'nin büyük bir bölümüdür denebilir.

**6 aylık SYİ** haritasına göre, orta Karadeniz'den bir oluk halinde, İç Anadolu'nun doğusunu da kapsayacak şekilde, Adana'nın doğusuna kadar uzanan şiddetli ve orta derecede kuraklıkların varlığı gözlenebilmektedir. Keza, Güneydoğu Anadolu bölgesi ve Doğu Anadolu'nun güneyi ile Ege'nin güney kıyılarından itibaren İç Batı Anadolu'ya kadar uzanan orta derecede kuraklıklar görülebilmektedir.

**12 aylık SYİ** haritasında yakından incelendiğinde ise diğer SYİ haritalardan farklı olarak, normal koşulların egemen olduğu söylenebilir. Aşırı ve şiddetli kuraklıkların görüldüğü alanlar ise daha çok Güneydoğu Anadolu bölgesi, Doğu Anadolu'nun batısı, İç Anadolu'nun doğusu ve Orta Karadeniz kesimleridir.

Türkiye'de yaz kuraklığının önemli bir nedeni yerel koşullar olarak düşünülebilir. Bu durum, Türkeş (1998) tarafından yapılan ilgili çalışmasında yerel koşulların önemine değinilmiş ve ayrıca yerel koşullara ilaveten Kuzey Afrika ve Arabistan çölleri üzerinden gelen karasal (Continental) Tropikal hava hareketlerin- Karadeniz ve Doğu Anadolu hariç Türkiye'de görülen yaz kuraklıklarının önemli bir nedeni olarak altı çizilmektedir.



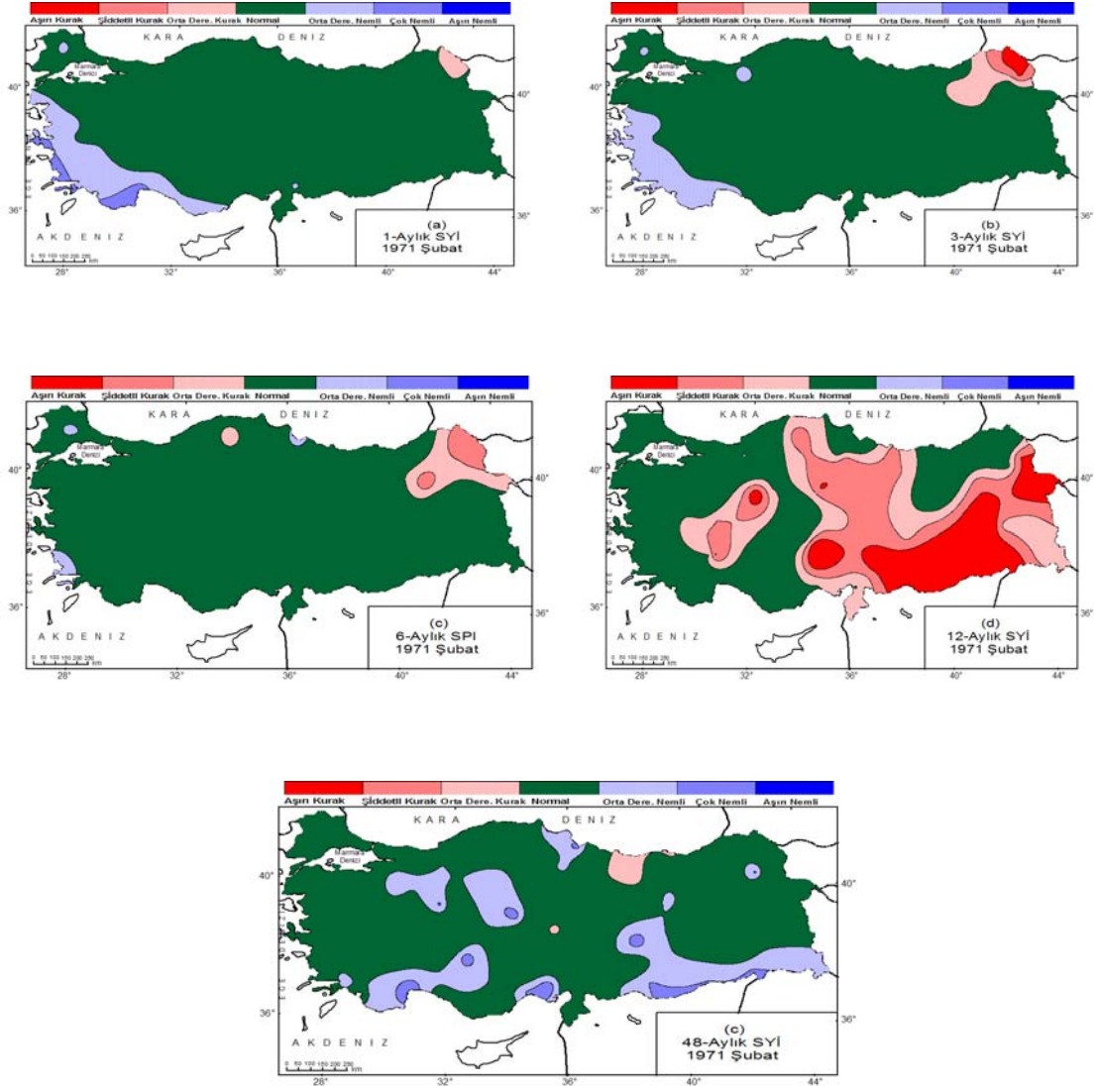
Şekil 3: 1970 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48 aylık SYİ haritaları

#### 4.2. 1971 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, **12 aylık SYİ** haritası hariç, diğer haritalarda genel olarak normal değerlerin egemen olduğu gözlenmektedir. Şöyle ki, **1 aylık SYİ** ve **3 aylık SYİ** haritalarına bakıldığında, kurak ve nemli koşulların dağılımında benzer durumlar gözlenebilmektedir. İki haritada da Ege ve Akdeniz kıyısının, orta derece nemli koşulların etkisi altında kaldığı görülmektedir. Ancak, **1 aylık SYİ** haritasında farklı olarak Muğla'da ve Teke platosunda çok nemli koşulların egemen olduğu görülmektedir. Buna karşılık kurak koşulların ise fiziki etmenlere bağlı olarak Kuzeydoğu Anadolu'yu etkisi altına aldığı gözlenmektedir. Oysa **3 aylık SYİ** haritasına bakıldığında kurak koşulların, Kuzeydoğu Anadolu'da daha fazla alanı etkisi altına aldığı söylenebilir, özellikle Ardahan civarında aşırı kurak koşulların egemen olduğu gözlenebilmektedir.

Diğer yandan, **6 aylık SYİ** haritası incelendiğinde, genel olarak Türkiye'de normal koşulların egemen olduğu görülmektedir. Ancak Kuzeydoğu Anadolu'da kurak koşulların (Diğer 2 haritada da olduğu gibi) varlığını sürdürdüğü gözlenebilmektedir.

**12 aylık SYI** haritasına yakından bakıldığında, kuraklığın geniş alanlara yayılması yönüyle diğer haritalardan ayrıldığı söylenebilir. Yani, Türkiye'nin doğusunda, güneyinde ve iç bölgelerinde, aşırı, şiddetli ve orta derecede kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir. Özellikle, Güneydoğu Anadolu bölgesinin tamamı ve Iğdır civarında aşırı kurak koşulların varlığı gözlenebilmektedir. Ek olarak, Kuzeydoğu Anadolu'yu saymazsak, Türkiye'nin doğusunda tamamen şiddetli kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir. Öte yandan, Türkiye'nin batısında normal koşulların yaşandığı söylenebilmektedir.



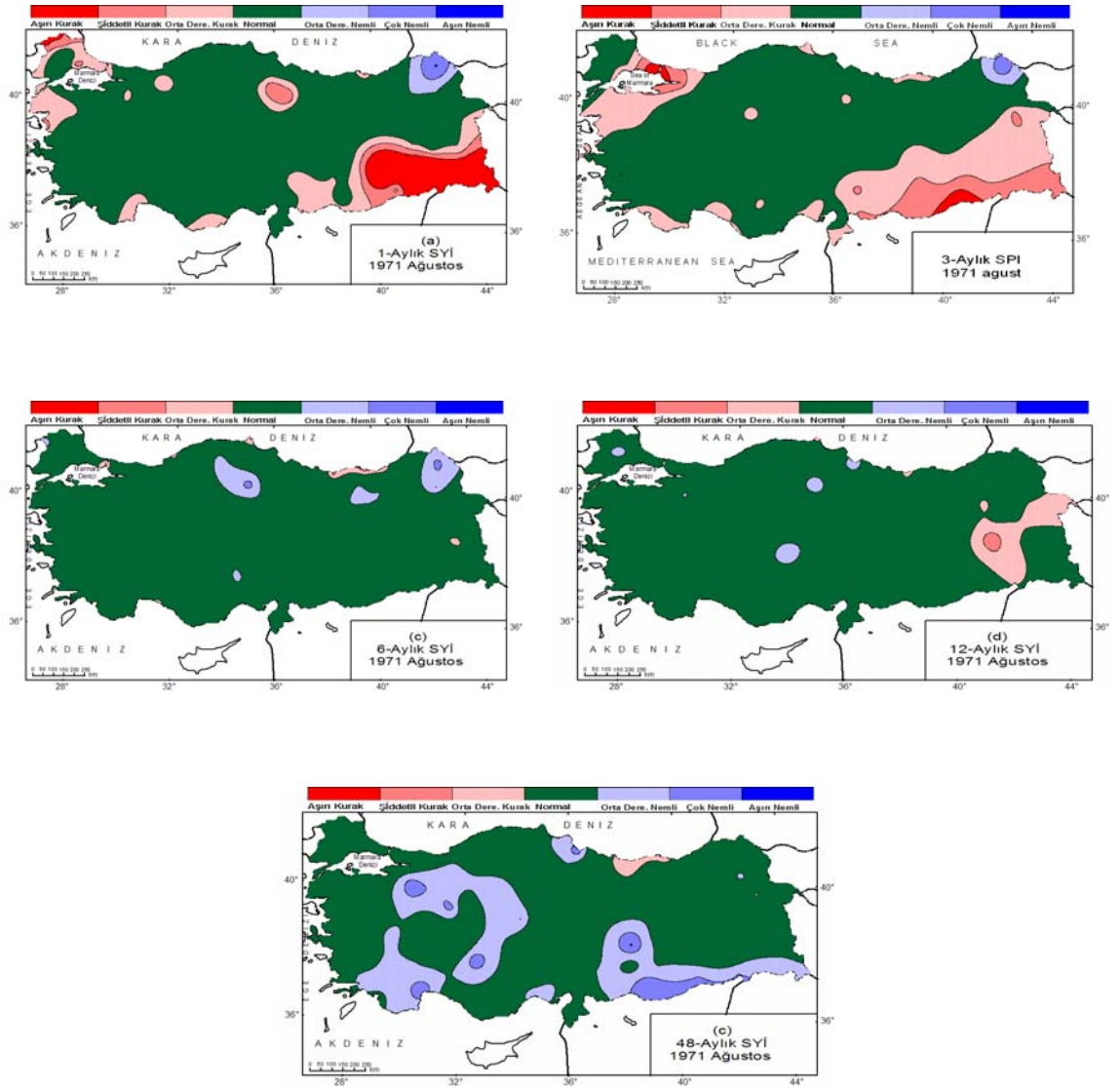
Şekil 4: 1971 yılı, Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

#### 4.2.1 1971 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, Türkiye’de daha çok normal koşulların egemen olduğu görülmektedir. Genel olarak normal koşulların görülmesine rağmen, **1 aylık SYİ** haritasında ve **3 aylık SYİ** haritasında kurak koşulların egemen olduğu gözlenebilmektedir. Kurak koşulların her iki haritada da, özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinde, yaygın olduğu söylenebilir.

**1 aylık SYİ** haritasına bakıldığında, Dicle bölümünde ve Hakkari bölümünde aşırı kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir. Oysa Kuzeydoğu Anadolu’da nemli koşulların varlığı görülmektedir. Benzer bir durum **3 aylık SYİ** haritasında da gözlenebilmektedir, özellikle güneydoğu Anadolu bölgesinde ve Doğu Anadolu bölgesinin güneyinde daha çok orta derece kurak koşulların yaşandığı söylenebilir. Ek olarak kurak koşulların görüldüğü alanlar Kocaeli-Çatalca bölümü ile Biga yarım adasıdır. Diğer yandan Kuzeydoğu Anadolu’da nemli koşulların egemen olduğu gözlenmektedir.

**6 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, Türkiye’de, Kuzeydoğu Anadolu ve Orta Karadeniz’in iç kesimlerinde yaşanan nemli koşullar hariç, daha çok normal koşullar gözlenmektedir. Benzer bir durum **12 aylık SYİ** haritasında da gözlenmektedir, Yukarı Murat-Van bölümünde görülen kurak koşullar hariç, Türkiye’de daha çok normal koşulların egemene olduğu gözlenebilmektedir.



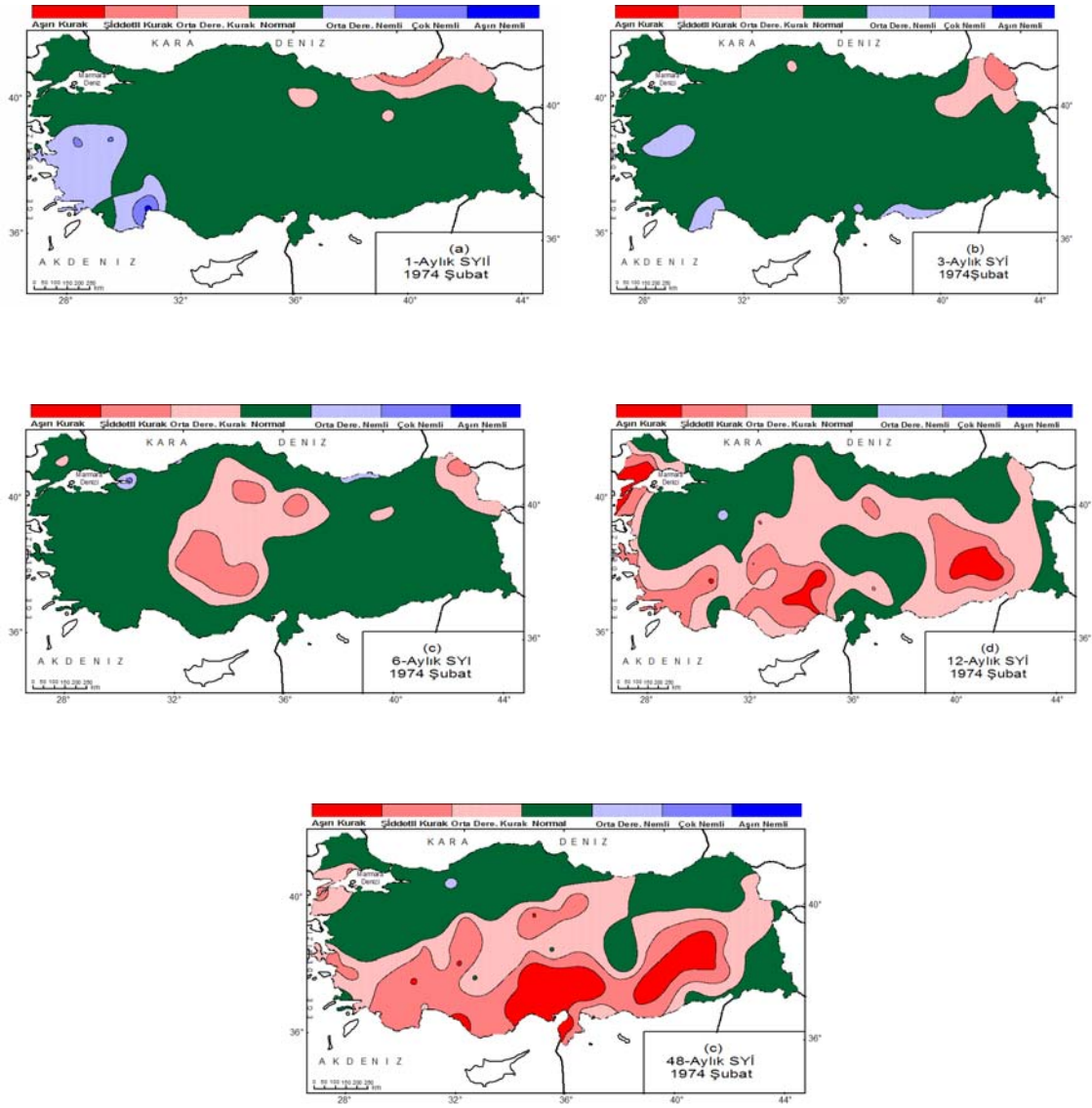
Şekil 5: 1971 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48 aylık SYİ haritaları

### 4.3 1974 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, 1974 yılının, 1970 ve 1971 yılına göre daha kurak koşulların etkisi altında kaldığı görülmektedir. Bu durum açıkça **1 aylık SYİ** haritasında görülmektedir, harita yakından incelendiğinde, orta derece kurak koşulların görüldüğü alanlar Kuzeydoğu Anadolu ile Doğu Karadeniz'in iç bölgeleridir denilebilir. Buna karşın Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde şiddetli kurak koşullar egemen olmaktadır. Kurak koşulların yanı sıra, Ege bölgesinin kıyı ve iç kesimlerinde orta derecede nemli koşulların varlığından söz edilebilir. Aynı şekilde, Akdeniz bölgesindeki Teke platosunda ve civarında da orta derecede nemli koşulların varlığı gözlenebilmektedir. Oysa Antalya civarında, çok nemli ve aşırı nemli koşulların egemen olduğu söylenebilir. Sonuç olarak yukarıda bahsedilen koşullar Türkiye'de büyük alanları kapsamamaktadır, yani Türkiye genelinde daha çok normal koşulların egemen olduğu söylenebilir. Buna benzer koşulların **3 aylık SYİ** haritasında da ortaya çıktığı gözlemlenebilir. Fakat **1 aylık SYİ** haritasından farklı olarak **3 aylık SYİ** haritasında nemli koşulların etki alanının daha çok azaldığı söylenebilir. Yani, orta derecede nemli koşulların görüldüğü alanlar sadece, Ege bölgesinin kuzey iç kesimleri, Akdeniz bölgesindeki Teke platosu ve Orta Fırat bölümünün güneyindedir. Diğer yandan Kuzeydoğu Anadolu'da ( Doğu Karadeniz hariç) kurak koşullar varlığını sürdürmektedir, özellikle Ardahan civarında şiddetli kurak koşulların egemen olduğu gözlenmektedir.

Kurak koşulların etki alanını, **6 aylık SYİ** haritasında da sürdürdüğü açıkça görülmektedir. Yine, Kuzeydoğu Anadolu'da kurak koşulların varlığını sürdürdüğü gözlenmektedir. Bununla birlikte İç Anadolu'nun büyük bir bölümünde de kurak koşullar yaşanmaktadır, özellikle Tuz gölü ve civarında şiddetli kuraklıkların egemen olduğu görülmektedir. Diğer yandan, etki alanı geniş olmasa da, nemli koşulların görüldüğü yerler, Kocaeli civarı ve Doğu Karadeniz kıyılarıdır. Bahsedilen bu alanlar dışında, Türkiye'nin büyük bir bölümünde normal koşulların egemen olduğu görülmektedir.

**12 aylık SYİ** haritasına göz attığımızda, diğer haritalardan farklı bir durumun ortaya çıktığını söyleyebiliriz. Yani, **12 aylık SYİ** haritasında normal koşullar yerini kurak koşullara bırakmıştır. Şöyle ki, Marmara bölgesinde, Ege bölgesinde ve Karadeniz kıyı kuşağının tamamında, yine bu alanlara ek olarak, Iğdır'dan Hakkâri'ye kadar uzanan alanda, Gaziantep, Kahraman Maraş ve Kayseri'yi içine alan bölümünde normal koşulların egemen olduğu görülmektedir. Oysa bu alanlar dışında kalan tüm alanlarda, kurak koşulların varlığı gözlenebilmektedir. Diğer yandan Türkiye'de aşırı kurak koşulların yaşandığı da görülmektedir. Bu alanlar: Ergene bölümü, Mersin - Karaman civarı ve Güneydoğu Anadolu bölgesinin kuzeyidir.



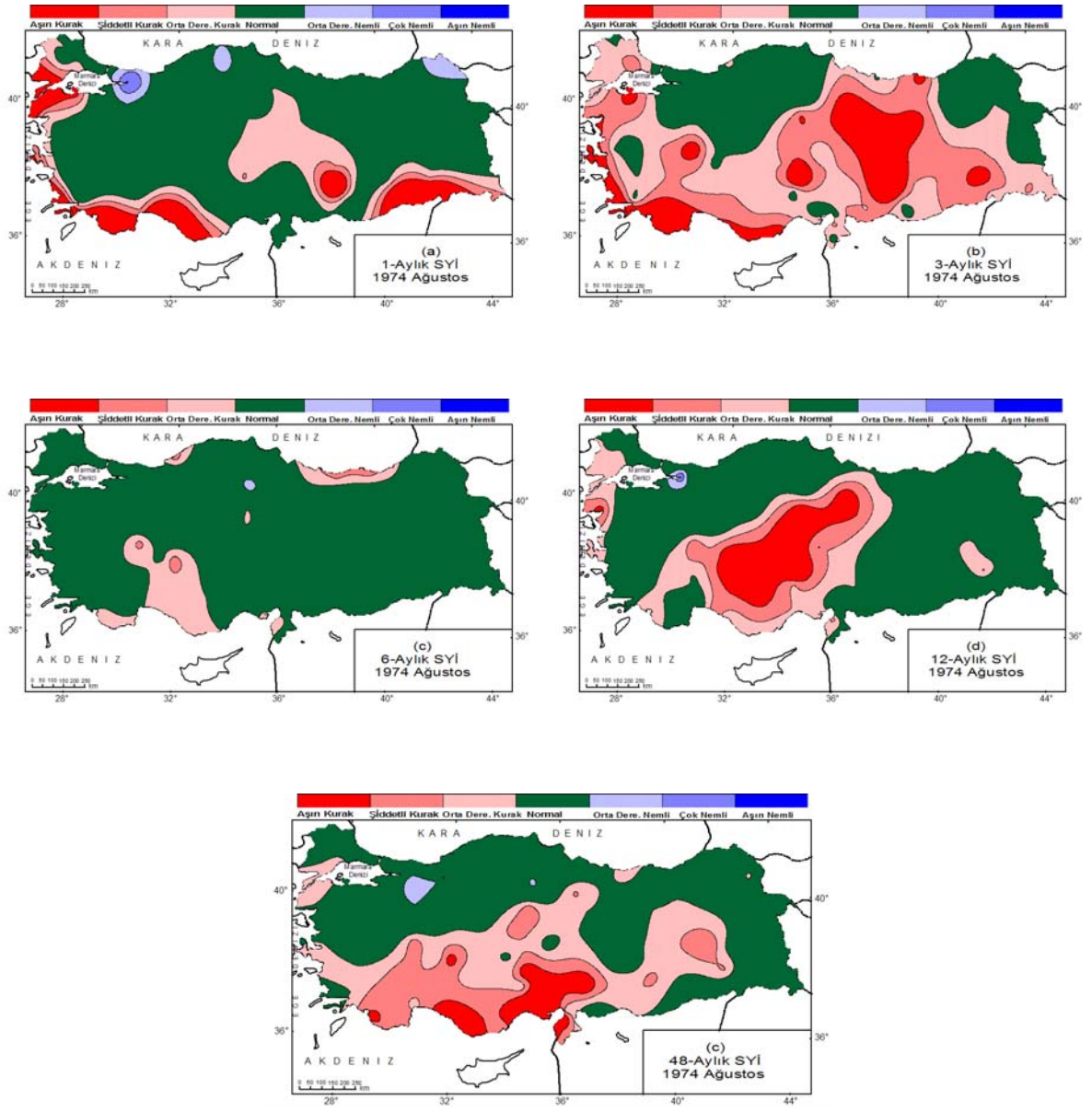
Şekil 6: 1974 yılı, Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

### 4.3.1. 1974 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, Türkiye’de daha çok normal ve kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir. **1 aylık SYİ** haritasına bakıldığında, kurak koşulların, Ergene’de, Biga yarımadasında, Ege kıyılarında ve ayrıca Akdeniz kıyıları ile Güneydoğu Anadolu’da egemen olduğu gözlenmektedir. Ek olarak İç Anadolu bölgesinin doğusunda da kurak koşullar yaşanmıştır. Söz edilen alanlar içinde aşırı kuraklıkların gözlemlendiği alanlar kıyı bölgelerimiz ile Güneydoğu Anadolu’dur.

**3 aylık SYİ** haritasına yakından bakıldığında, daha çok kurak koşulların egemen olduğu gözlenmektedir. Şöyle ki, Kuzeydoğu Anadolu, Batı Karadeniz ile Marmara’nın batısı ve İç Anadolu’nun bir bölümü hariç, Türkiye’nin kurak koşulların etkisi altına girdiği açıkça gözlenmektedir. Oysa **6 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında bu durumun değiştiği gözlenebilmektedir. Yani **6 aylık SYİ** haritasında daha çok normal koşulların egemen olduğu görülmektedir.

**12 aylık SYİ** haritasına yakından bakıldığında, ülkenin iç kesimlerinde aşırı kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir. Özellikle Konya civarından Orta Karadeniz’e kadar uzanan geniş bir alanda aşırı kurak koşulların yaşandığı gözlenebilmektedir.

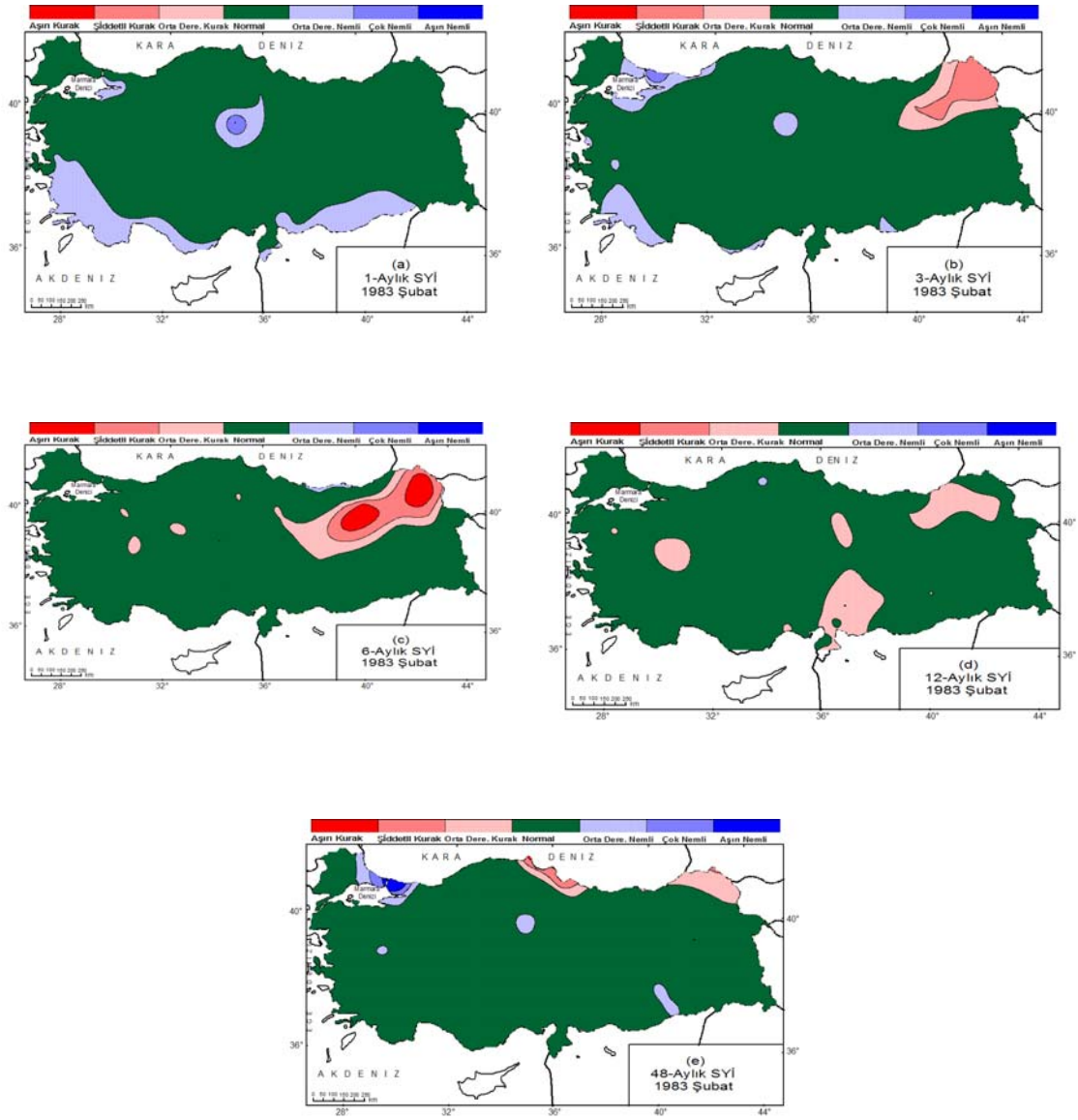


Şekil 7: 1974 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48 SYİ haritaları

#### 4.4. 1983 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalara incelendiğinde, Türkiye'nin daha çok normal koşulların etkisi altında kaldığı görülmektedir. **1 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında orta derecede nemli koşulların, Ege bölgesi güney kıyı kesiminde ve Akdeniz bölgesinde, Adana bölümünün batısına kadar uzanan kıyılarında egemen olduğu gözlenmektedir. Orta derece nemli koşullar ayrıca Güneydoğu Anadolu bölgesinin güneyinde ve İç Anadolu'nun kuzeyinde de etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra **3 aylık SYİ** haritası incelendiğinde normal koşulların daha çok etkili olduğu gözlenebilmektedir. Ancak **3 aylık SYİ** haritasında kurak koşullarda ortaya çıkmıştır. Kısaca değinmek gerekirse, Kuzeydoğu Anadolu'da şiddetli ve orta derecede kurak koşulların yaşandığı gözlenmektedir. Buna karşın nemli koşulların varlığından da söz edilebilir, fakat nemli koşulların yayılış alanı geniş değildir, bu koşullar sadece, Marmara bölümünün Karadeniz kıyılarında ve Güney Marmara'da egemen olduğu gözlenmektedir. Ayrıca nemli koşulların Muğla'da ve Fethiye'de de etkili olduğu gözlenmektedir. Diğer yandan nemli koşulların **6 aylık SYİ** haritasında azaldığı görülmektedir. Yani, nemli koşulların sadece Doğu Karadeniz kıyılarında etkili olduğu söylenebilir. Diğer yandan Türkiye'de kurak koşullarda yaşanmıştır. Kısaca değinmek gerekirse Kuzeydoğu Anadolu'da, aşırı, şiddetli ve orta derece olmak üzere, 3 kuraklık tipinin de egemen olduğu gözlenmektedir. Ancak bu kurak koşullar diğer haritalardan farklı olarak, Doğu Anadolu'nun batısına kadar uzanmaktadır. Toparlamak gerekirse **6 aylık SYİ** haritasında normal koşulların egemen olduğu söylenebilmektedir.

Bu duruma benzer koşullar **12 aylık SYİ** haritasında da görebilmekteyiz. Fakat **12 aylık SYİ** haritasında kuraklık görülen alanlar değişmiştir, kuraklık yaşanan bu alanlar, Kuzeydoğu Anadolu'da (Ardahan civarı hariç) gözlenmektedir. Yine, Osmaniye, Kilis, Kahraman Maraş ve Gaziantep'inde içinde bulunduğu alanda, orta derecede kurak koşulların yaşandığı gözlenebilmektedir. Bu duruma benzer kurak koşulların Kütahya ve Eskişehir civarında da ortaya çıktığı söylenebilir, oysa bu alanların dışında kalan alanların tamamında normal koşulların egemen olduğu görülmektedir.

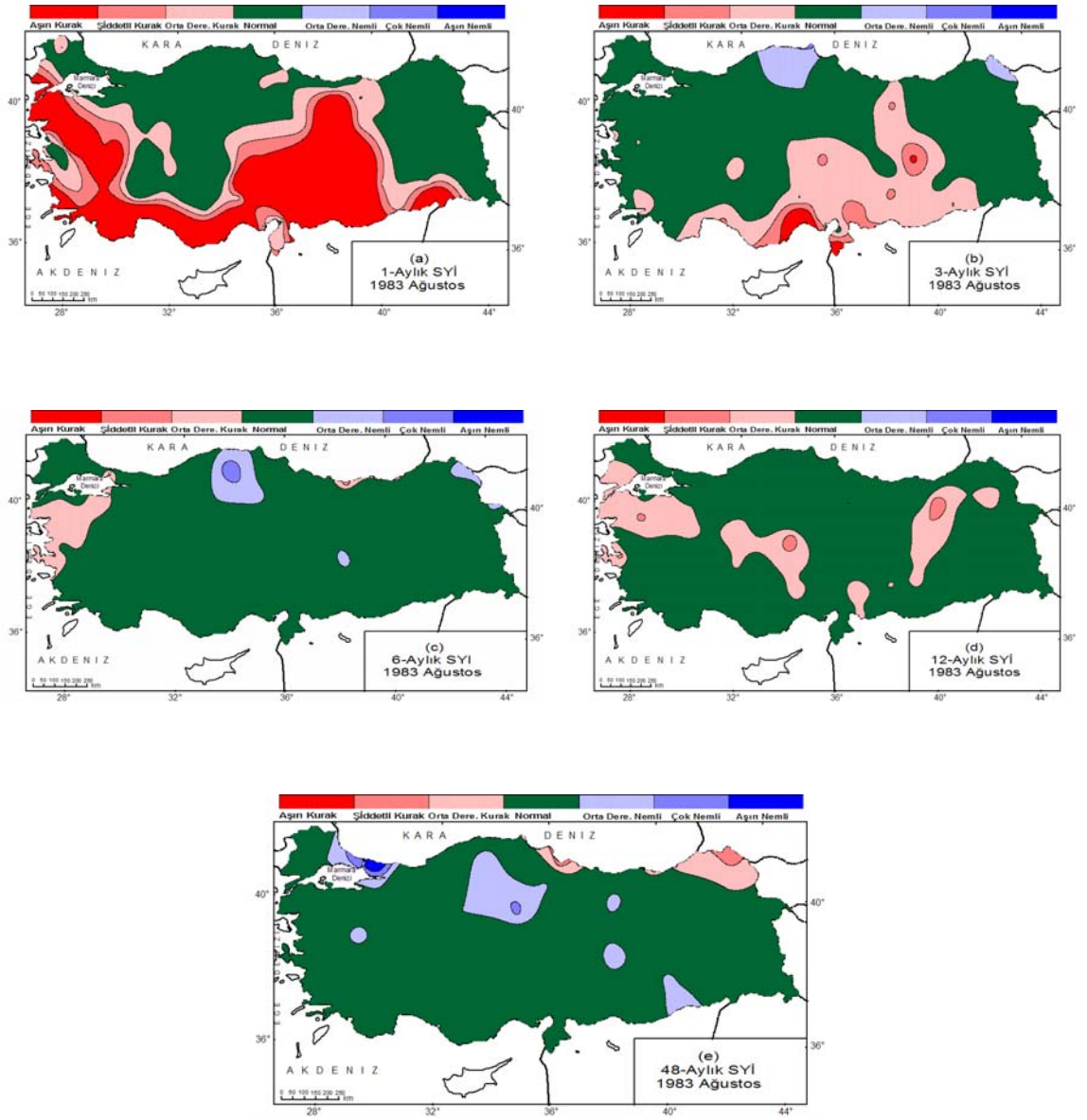


Şekil 8: 1983 yılı, Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

#### 4.4.1. 1983 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, Türkiye’de daha çok ( **1 aylık SYİ** hariç) normal koşulların egemen olduğu görülmektedir. Oysa **1 aylık SYİ** haritasında daha çok aşırı kurak koşullar gözlenmektedir. Şöyle ki, Ege kıyılarında, Akdeniz kıyılarında, Doğu Anadolu bölgesinin batısında ve Güneydoğu Anadolu’da aşırı kurak koşullar görülmektedir. Bu durumun **3 aylık SYİ** haritasında değiştiği söylenebilir. Yani, orta derece kurak koşullar sadece, Akdeniz kıyılarında, Güneydoğu Anadolu’da, İç Anadolu’nun güneyi ile Doğu Anadolu’nun batısında görülmektedir. Ancak orta derece nemli koşullar batı Karadeniz kıyılarında küçük bir alanda görülmektedir.

**6 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, diğer haritalara göre normal değerlerin görüldüğü alanlarda artış olduğu görülmektedir. Kurak koşulların ise en yaygın görüldüğü yerler, Güney Marmara ile Ege kıyılarıdır denilebilir. Nemli koşullar ise, Batı Karadeniz kıyılarında küçük bir alanda gözlenmektedir. Benzer normal koşullar, **12 aylık SYİ** haritasında da gözlenebilir. Ancak Güney Marmara’da, Konya civarında ve Doğu Anadolu bölgesinin batısı da dahil olmak üzere orta derece kurak koşulların yaşandığı söylenebilir.



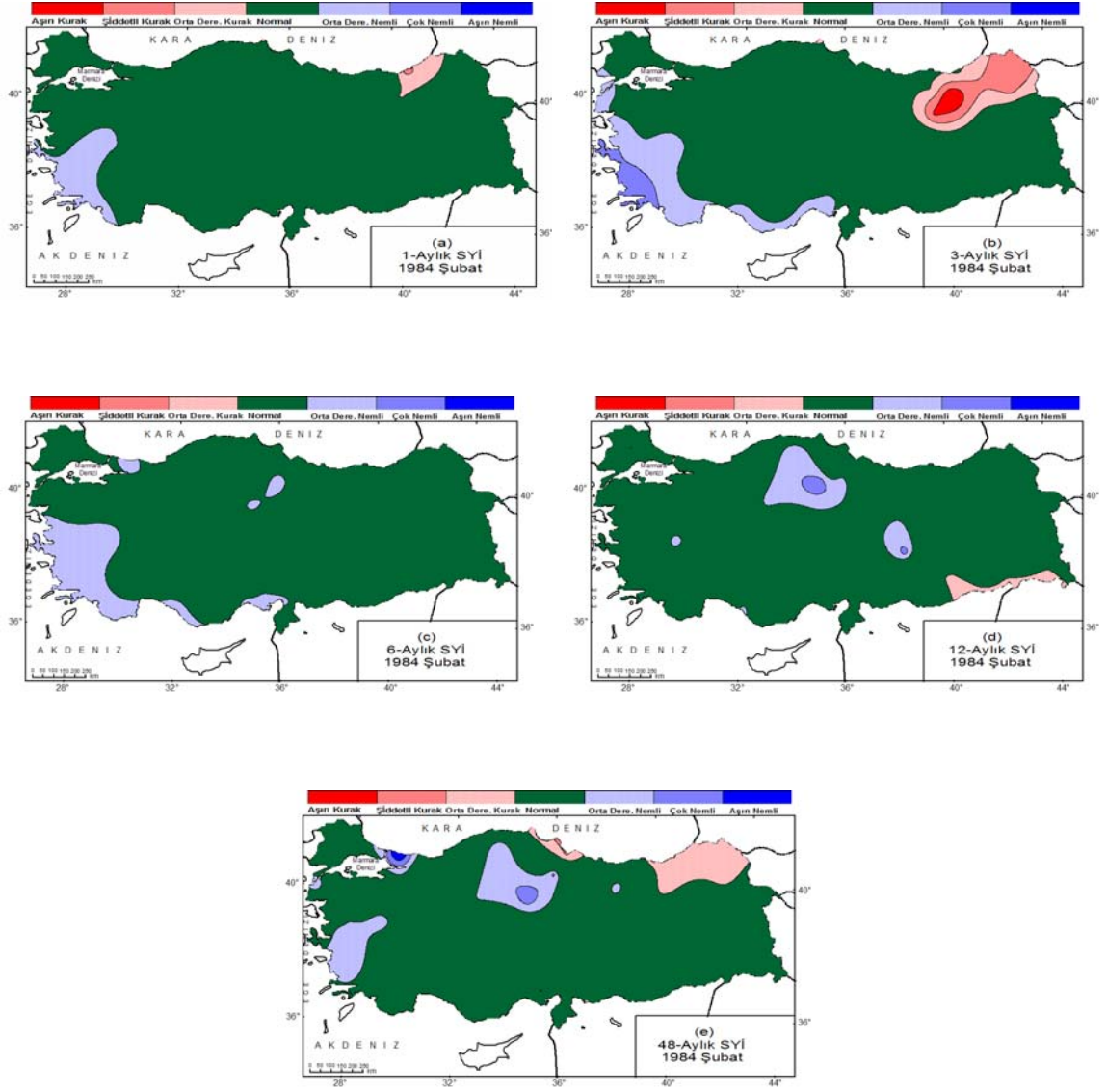
Şekil 9: 1983 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48 aylık SYİ haritaları

#### 4.5. 1984 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, Türkiye'nin bu dönemde daha çok normal değerlerin etkisi altında kaldığı görülmektedir. Bu durum özellikle **1 aylık SYİ** haritasında açıkça gözlenebilmektedir. Harita incelendiğinde, kurak koşulların Doğu Karadeniz'de küçük bir alanda etkili olduğu söylenebilir, diğer yandan Ege bölgesinin güneyinde orta derece nemli koşulların egemen olduğu görülmektedir. Kısaca söz edilen iki alan hariç Türkiye'nin tamamında normal koşulların yaşandığı gözlenebilmektedir. Benzer bir durum **3 aylık SYİ** haritasında da gözlenebilmektedir. Haritaya göz attığımızda, aşırı, şiddetli ve orta derece kurak koşulların Kuzeydoğu Anadolu'da etkili olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra nemli koşulların görüldüğü alanlar, Ege kıyıları ve Akdeniz kıyılarıdır. Ayrıca, İzmir'de, Aydın'da ve Muğla'da çok nemli koşulların etkili olduğu açıkça gözlenebilmektedir.

**6 aylık SYİ** haritası yakından incelendiğinde, normal koşulların daha çok egemen olduğu görülmektedir. Bu yönüyle **1 aylık** ve **3 aylık SYİ** haritalarına benzemektedir. Fakat **6 aylık SYİ** haritasında diğer iki haritadan farklı olarak kurak koşullar görülmemektedir. Oysa nemli koşullar ( **3 aylık SYİ** haritasına benzer şekilde) Ege ve Akdeniz kıyılarını etkisi altına aldığı görülmektedir.

**12 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, diğer haritalara benzer bir durumun ortaya çıktığı görülmektedir. Yani, Türkiye genelinde daha çok normal koşullar egemendir. Diğer yandan orta derece kurak koşullarda gözlenebilmektedir, etki alanı geniş olmasa da orta derece kurak koşulların, Dicle ve Hakkâri bölümünün güney kesimlerde egemen olduğu gözlenmektedir. Ancak haritada da nemli koşullarda gözlenmektedir. Nemli koşullar diğer haritalardan farklı olarak, Türkiye'nin batısında değil, iç bölgelerde egemen olmaktadır. Kısaca değinmek gerekirse, orta derece nemli koşulların görüldüğü alanlar, Orta Karadeniz'in iç kesimleri ile Doğu Anadolu bölgesinin batı ucudur.

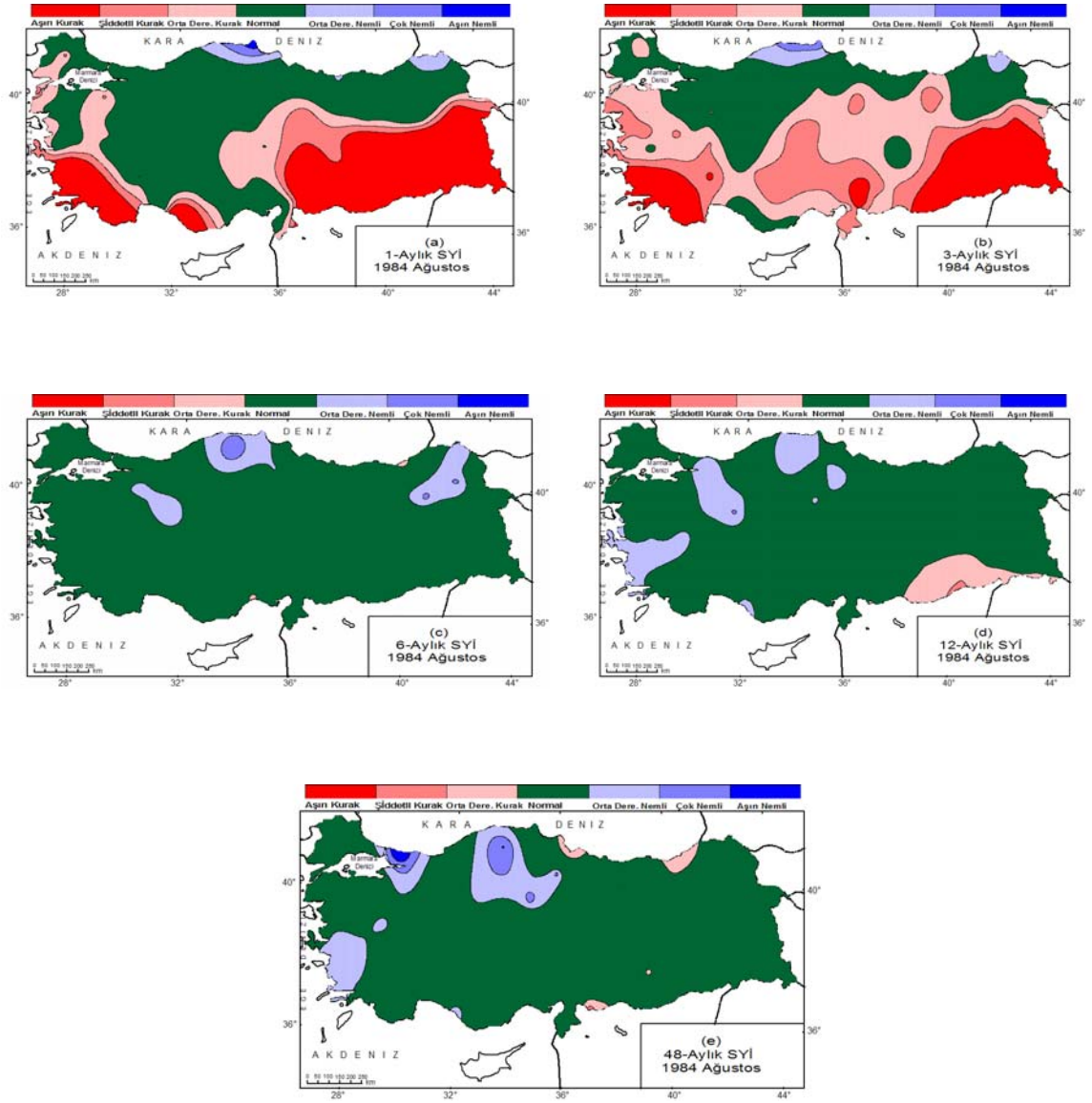


Şekil 10: 1984 yılı, Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

#### 4.5.1 1984 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, **1 aylık SYİ** ve **3 aylık SYİ** haritasında daha çok kurak koşullar görülürken, diğer haritalarda daha çok normal koşulların yaşandığı açıkça görülmektedir. **1 aylık SYİ** haritasına yakından göz atıldığında, aşırı kurak koşulların geniş alanlara yayıldığı görülmektedir. Aşırı kurak alanların görüldüğü yerler, Güneydoğu Anadolu'nun tamamı, Doğu Anadolu'nun güneyi ile Muğla yöresi ve Akdeniz kıyılarıdır. Benzer koşullar **3 aylık SYİ** haritasında da gözlenmektedir. Kısaca değinmek gerekirse, Karadeniz kıyıları, (Trabzon hariç) İç Anadolu'nun kuzeyi, Kuzeydoğu Anadolu dışında kalan alanlarda kurak koşulların egemen olduğu gözlenmektedir. Ancak nemli koşullar sadece, Batı Karadeniz ve Ardahan'da görülmektedir.

**6 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, Batı Karadeniz'de, Kuzeydoğu Anadolu ve Güney Marmara'da, küçük alanlarda görülen orta derece nemli koşullar hariç, Türkiye'de normal koşulların egemen olduğu söylenebilir. Benzer koşullar **12 aylık SYİ** haritasında da gözlenebilmektedir. Orta derece nemli koşullar sadece, Ege'de, İzmir, Aydın, Muğla civarında, Marmara'da, Kocaeli, Sakarya, Bilecik civarında ve Batı Karadeniz'de dar bir alanda gözlenmektedir. Ancak Güneydoğu Anadolu bölgesinde kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir.

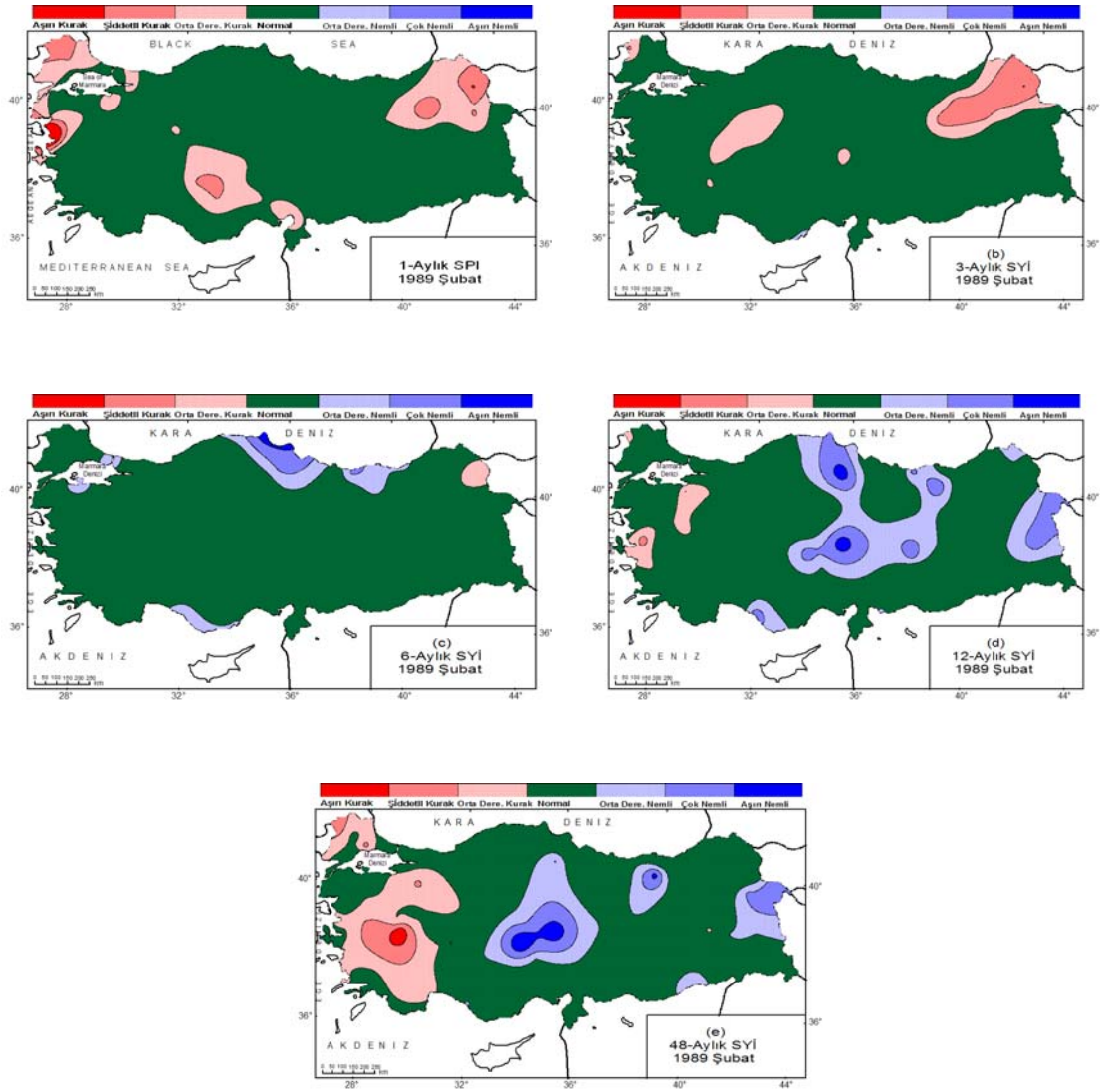


Şekil 11: 1984 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48 aylık SYİ haritaları

#### 4.6. 1989 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, Türkiye genelinde daha çok normal koşulların yaşandığı görülmektedir. Normal değerlerin yanında **1 aylık SYİ** haritasında ve **3 aylık SYİ** haritasında kurak koşullarında varlığı gözlenmektedir. Fakat **6 aylık SYİ** haritasında ve **12 aylık SYİ** haritasında normal koşulların yanı sıra nemli koşulların da egemen olduğu söylenebilir. **1 aylık SYİ** haritasına göz attığımızda, kurak koşulların, kuzeydoğu Anadolu'da, Marmara'nın kuzeybatısında, Biga yarım adası civarında ve bunlara ek olarak Konya civarında egemen olduğu görülmektedir. Söz edilen alanlar dışında, Türkiye'nin tamamının normal koşulların etkisi altında kaldığı açıkça gözlenebilmektedir. Benzer koşullar **3 aylık SYİ** haritasında da yakından görülmektedir. Şöyle ki, şiddetli ve orta derece kurak koşulların, Kuzeydoğu Anadolu'da ve ayrıca İç Anadolu'nun batısında egemen olduğu görülmektedir. Ancak geriye kalan alanların hemen hemen hepsinde normal değerlerin egemen olduğu söylenebilir. Bu koşullara benzer koşullar **6 aylık SYİ** haritası incelendiğinde de ortaya çıkmaktadır. Ancak **6 aylık SYİ** haritası, nemli koşullarında görülmesi yönüyle diğer iki haritadan ayrılır. Özellikle, Zonguldak, Bartın ve Artvin hariç, Karadeniz kıyılarında nemli koşulların egemen olduğu görülmektedir. Yine Akdeniz kıyılarının da (Antalya, Mersin) nemli koşullardan etkilendiği söylenebilir. Ancak kurak koşullar, nemli koşullar kadar geniş alanlara yayılamamaktadır, kurak koşullar sadece, Kars'ın kuzeyinde gözlenebilmektedir.

**12 aylık SYİ** haritasına yakından bakıldığında, nemli koşulların diğer haritalara göre daha geniş alanlara yayıldığı gözlenebilmektedir. Nemli koşulların, özellikle, Karadeniz'in batı bölümünden başlayarak, (Kastamonu, Sinop, Samsun) İç Anadolu'nun güneyine kadar uzandığı, ayrıca doğu Anadolu'nun batı ucunu da içine alarak doğu Karadeniz'e kadar yayıldığı gözlenmektedir. Oysa Orta Karadeniz'de normal koşulların egemen olduğu görülmektedir. Aynı zamanda Türkiye'de kurak koşullarında yaşandığı söylenebilir, kurak koşulların yaşandığı alanlar: Doğu Anadolu (Iğdır, Ağrı, Van), Antalya kıyılarının batısı, Marmara bölgesinin güneyi ve ege bölgesinde, İzmir, Manisa civarıdır.

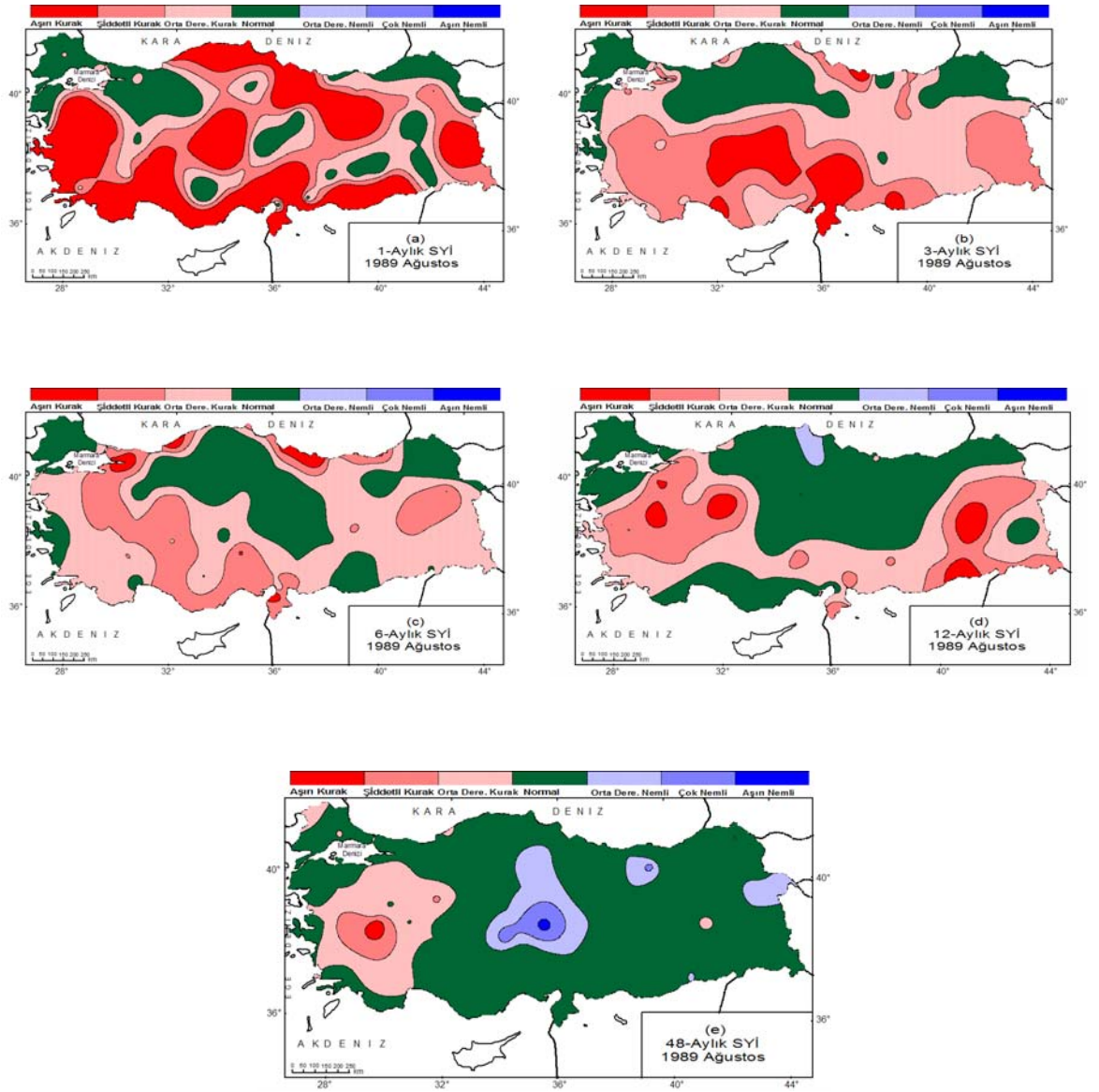


Şekil 12: 1989 yılı Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

#### 4.6.1. 1989 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, Türkiye’de daha çok kurak koşulların varlığından söz edilebilir. Bu durum açıkça **1 aylık SYİ** haritasında görülmektedir. Kısaca değinmek gerekirse, batı Karadeniz’de, Marmara bölgesinin kuzeyinde ve batısında, İç Anadolu’nun kuzeyi ile Kuzeydoğu Anadolu’da görülen normal koşullar hariç, Türkiye’nin tamamında kurak koşullar görülmektedir. Bu koşullara benzer koşullar, **3 aylık SYİ** haritasında ve **6 aylık SYİ** haritasında da açıkça görülmektedir. Ancak iki haritada da İç Anadolu’nun kuzeyinde, (ilk haritadan farklı olarak) kuraklık görülmemektedir.

**12 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, kurak alanlar diğer haritalara oranla daha az yer kaplamaktadır. Şöyle ki, kurak koşulların sadece, Ege bölgesinde, İç Anadolu’nun batısı ile Güney Marmara ve Doğu Anadolu bölgesinin bir bölümü ile Güneydoğu Anadolu’da egemen olduğu gözlenebilmektedir. Bunun dışında Türkiye’de normal koşullar yaşanmıştır.



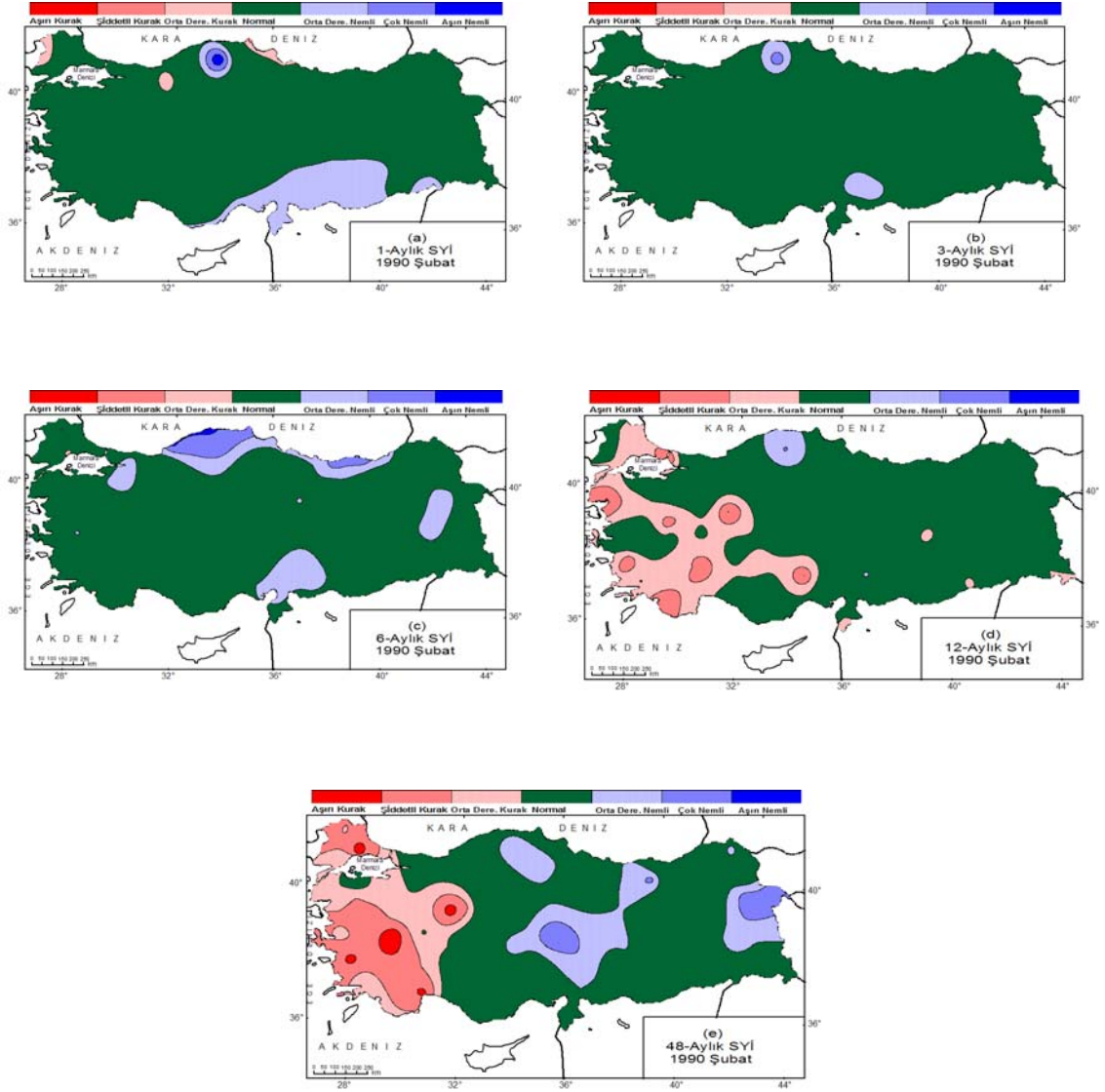
Şekil 13: 1989 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48 aylık SYİ haritaları

#### 4.7. 1990 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde Türkiye’de daha çok normal koşulların egemen olduğu gözlenmektedir. Bu durum **1 aylık SYİ** haritasına yakından bakıldığında açıkça görülmektedir. Yani Türkiye genelinde daha çok normal koşullar egemen iken, orta derece nemli koşulların sadece Orta Fırat bölümünde ve Akdeniz kıyılarında küçük bir alanda ( Mersin, Adana) etkili olduğu görülmektedir.

**3 aylık SYİ** haritasına yakından baktığımızda, **1 aylık SYİ** haritasına göre nemli koşulların yaşandığı alanların daraldığını görebilmekteyiz. Şöyle ki, nemli koşulların sadece Kastamonu ve Gaziantep civarında egemen olduğu görülmektedir. Oysa bu alanlar dışında kalan alanlarda normal koşulların yaşandığı açıkça gözlenebilmektedir. Benzer bir durumun **6 aylık SYİ** haritasında da yaşandığı söylenebilir. Ancak normal koşulların yanı sıra nemli koşulların varlığı da haritada açıkça gözlenebilmektedir. Özellikle Karadeniz kıyılarının tamamında nemli koşulların egemen olduğu söylenebilmektedir. Ek olarak Marmara’nın doğusunda, Van gölünün kuzeyinde ve Adana civarında, orta derece nemli koşulların egemen olduğu görülmektedir.

**12 aylık SYİ** haritası yakından incelendiğinde, diğer SYİ haritalarına göre kurak alanların yayılış alanının arttığı gözlenmektedir. Kısaca değinmek gerekirse, İzmir ve Manisa hariç, Ege’nin tamamının kurak koşulların etkisi altında kaldığı gözlenebilmektedir. Ayrıca Marmara bölgesinin kuzeyinde, Biga yarım adası civarında ve İç Anadolu’nun güneyinde (Konya civarı) kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir. Buna karşın orta derece nemli koşulların, sadece Kastamonu civarında etkili olduğu söylenebilir.

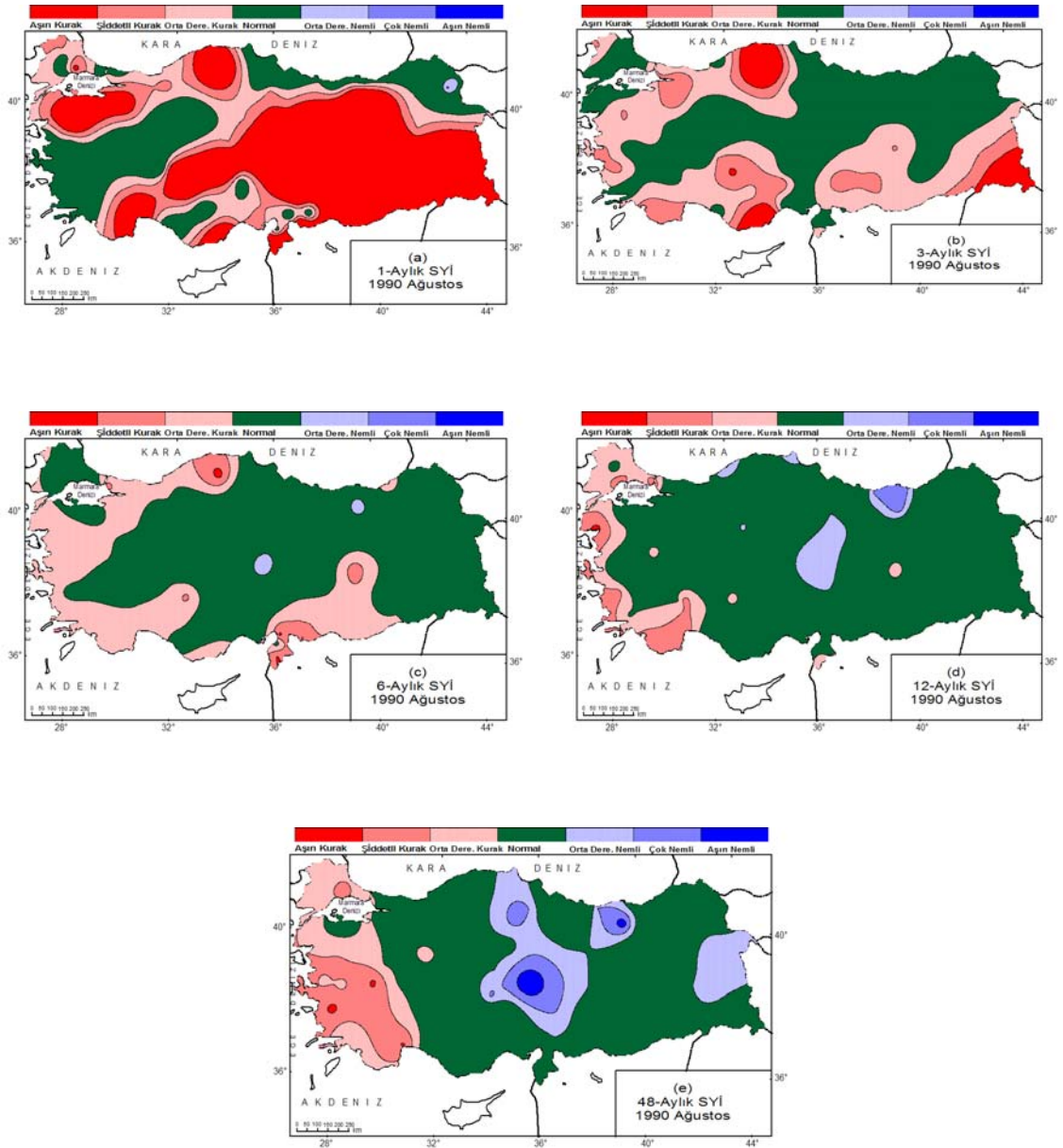


Şekil 14: 1990 yılı Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

#### 4.7.1. 1990 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, Türkiye’de daha çok kurak ve normal koşulların egemen olduğu gözlenebilmektedir. Kurak koşullar özellikle **1 aylık SYİ** haritasında, açıkça görülmektedir. Orta ve Doğu Karadeniz kıyılarında ve Ege bölgesinde gözlenebilen normal koşullar hariç Türkiye’de daha çok kurak koşullar gözlenmektedir. Özellikle, Güney Marmara’da, Doğu Anadolu bölgesinde, İç Anadolu’da ve Güneydoğu Anadolu’da aşırı kurak koşulların varlığından söz edilebilir.**3 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında yine kurak koşulların geniş alanlara yayıldığından söz edilebilir. Batı Karadeniz kıyılarında, Güney Marmara’da, Ege ve Akdeniz kıyılarında ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde, orta derece, şiddetli ve aşırı kuraklıkların egemen olduğu gözlenebilmektedir. Ancak kurak koşulların **6 aylık SYİ** haritasında daha dar alanları etkilediği gözlenebilmektedir. Kurak koşulların yayılış alanı **3 aylık SYİ** haritasındaki alanlarla aynı olmakla beraber, kuraklığın şiddetinde azalmalar görülmektedir.

**12 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, normal değerlerin daha çok egemen olduğu söylenebilir. Ancak, Ergene bölümü, Ege kıyıları ve Antalya civarında kurak koşulların egemen olduğu gözlenmektedir. Diğer yandan nemli koşulların ise, Trabzon civarında ve İç Anadolu’nun doğusunda dar bir alanda etkili olduğu söylenebilir.



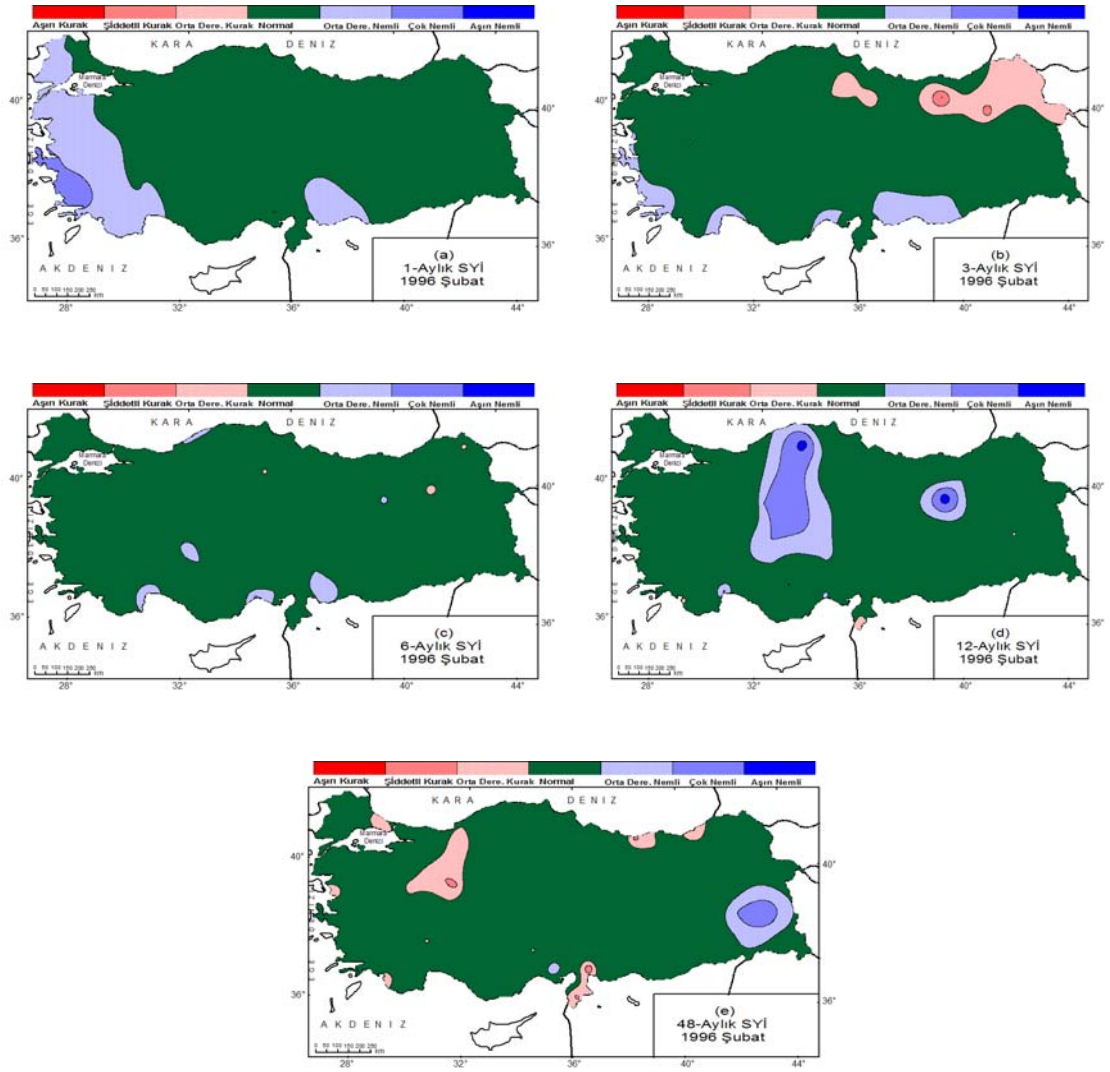
**Şekil 15:** 1990 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48-aylık SYİ haritaları

#### 4.8. 1996 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde Türkiye genelinde daha çok normal ve nemli koşulların egemen olduğu gözlenmektedir. Bunu yanı sıra kurak koşulların, **3 aylık SYİ haritası** hariç, hemen hemen hiç yaşanmadığı söylenebilmektedir. **1 aylık SYİ** haritasına bakıldığında, orta derece nemli koşulların, Ergene bölümünden itibaren, bütün Egeyi kapsayacak şekilde, Antalya'ya kadar etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, İzmir ve Aydın civarında çok nemli koşullar gözlenebilirken, Gaziantep civarında da orta derece nemli koşulların varlığı görülmektedir.

**3 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, kurak alanların artışı dikkat çekmektedir. Özellikle Kuzeydoğu Anadolu'da ve Amasya civarında orta derece kurak koşulların egemen olduğu gözlenmektedir. Oysa Ege kıyılarında ve Orta Fırat'ta, orta derece nemli koşulların egemen olduğu söylenebilir. Ek olarak Antalya ve Mersin kıyılarında da, geniş olmasa da, orta derece nemli koşulların varlığı görülebilmektedir.

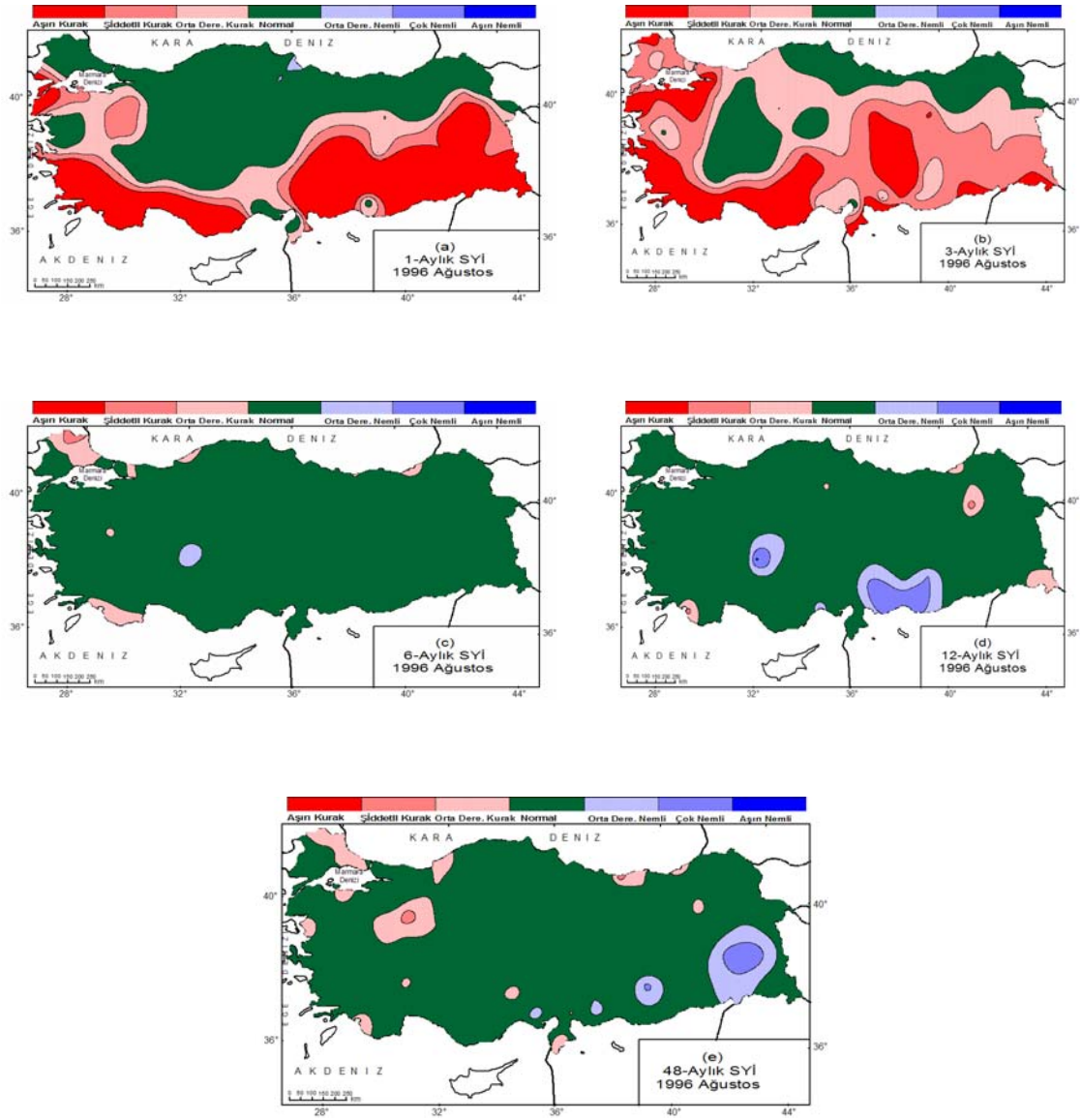
**6 aylık SYİ** haritasına bakıldığında, daha çok normal koşulların varlığı açıkça gözlenebilmektedir. Öte yandan nemli koşullar sadece, Antalya kıyılarında, Mersin kıyılarında ve Gaziantep civarında görülmektedir. Oysa **12 aylık SYİ** haritasında, nemli koşulların, Kastamonu kıyılarından başlayarak, İç Anadolu'nun güney kesimlerine kadar yayıldığı gözlenebilmektedir. Yine Erzincan civarında da nemli koşulların etkili olduğu söylenebilir. Buna karşın Türkiye'de daha çok normal koşulların egemen olduğu gözlenebilmektedir.



Şekil 16: 1996 yılı Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

#### 4.8.1. 1996 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, **1 aylık SYİ** ve **6 aylık SYİ** haritasında daha çok kurak koşulların varlığı gözlenirken, diğer haritalarda daha çok normal koşulların egemen olduğu gözlenmektedir. **1 aylık SYİ** haritasına bakıldığında, Türkiye'nin güney kesimlerinin (Akdeniz bölgesi ve Güneydoğu Anadolu bölgesi ve Ege bölgesinin güneyi) aşırı kurak koşulların etkisi altında kaldığı görülmektedir. Bu alanlar dışında kalan yerlerde ise daha çok normal koşulların var olduğu söylenebilir. Oysa **3 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, Karadeniz kıyılarında ve İç Batı Anadolu bölümünde görülen normal koşullar hariç, Türkiye'nin genelinde kurak koşullar gözlenebilmektedir. Ayrıca aşırı kuraklıkların görüldüğü yerler ise, Güney Marmara, Ege ve Akdeniz kıyıları ile Güneydoğu Anadolu bölgesinde görüldüğü söylenebilir. **6 aylık SYİ** haritasına yakından bakılınca Türkiye'nin neredeyse tamamında normal koşulların egemen olduğu görülmektedir. Buna benzer koşullar, **12 aylık SYİ** haritasında da gözlenebilmektedir. Ancak Orta Fırat'ta ve İç Anadolu'nun güneyinde dar bir alanda nemli koşulların varlığı görülmektedir.



Şekil 17: 1996 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48 aylık SYİ haritaları

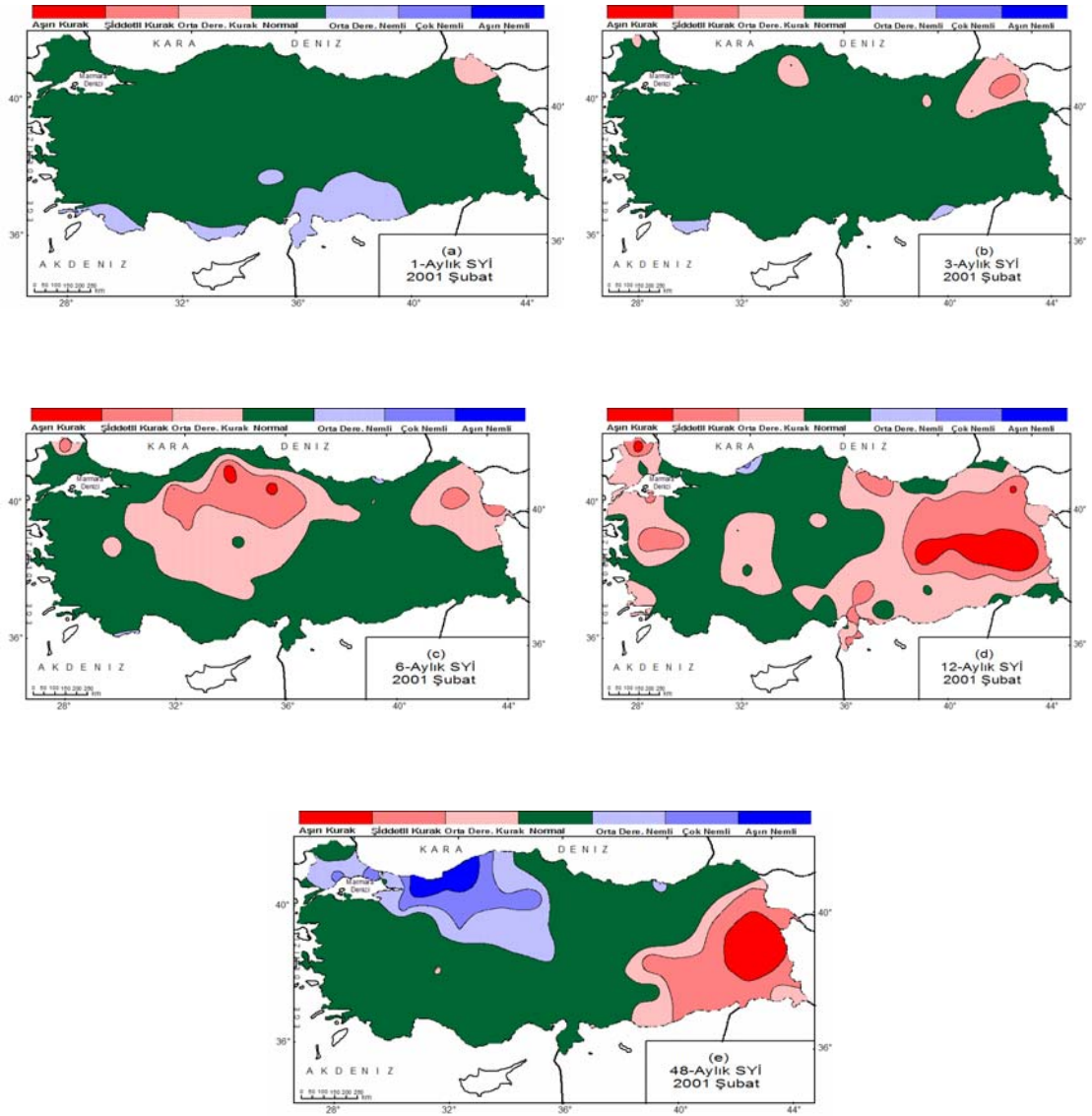
#### 4.9. 2001 Yılı Şubat SYİ Haritaları

Haritalar incelediğinde, Türkiye’de daha çok normal değerlerin ve kurak koşulların egemen olduğu gözlenebilmektedir. Normal değerlerin daha çok, **1 aylık SYİ** haritasında ve **3 aylık SYİ** haritasında gözlendiği söylenebilir. **1 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında, orta derece nemli koşullar, Teke ve Taşeli plâtosunda ve ayrıca Hatay civarı ile Orta Fırat’ta gözlenebilmektedir. Oysa orta derece kurak koşullar sadece Ardahan ve Artvin civarında görülebilmektedir.

**3 aylık SYİ** haritasına bakıldığında, tıpkı **1 aylık SYİ** haritasında olduğu gibi, normal değerlerin daha çok etkili olduğu gözlenmektedir. Fakat kurak koşullar **3 aylık SYİ** haritasında daha geniş alan kaplamaktadır. Özellikle Kuzeydoğu Anadolu’da kurak koşulların, **1 aylık SYİ** haritasına göre, etki alanını genişlettiği gözlenmektedir. Öte yandan nemli koşulların Teke plâtosunda ve Mardin’de egemen olduğu açıkça gözlenebilmektedir. Ancak bütün bu kurak ve nemli koşullara rağmen Türkiye genelinde, daha çok normal değerlerin egemen olduğu söylenebilir.

**6 aylık SYİ** haritası incelendiğinde, kurak koşulların, Kuzeydoğu Anadolu’da, Karadeniz’in (Doğu Karadeniz bölümü hariç ) iç bölümlerinde ve iç Anadolu’nun büyük bir bölümünde egemen olduğu gözlenebilmektedir. Öte yandan **6 aylık SYİ** haritasında, geniş alanları etkileyen nemli koşullar görülmemektedir; yani Türkiye’nin daha çok normal koşulların etkisi altında kaldığı söylenebilir.

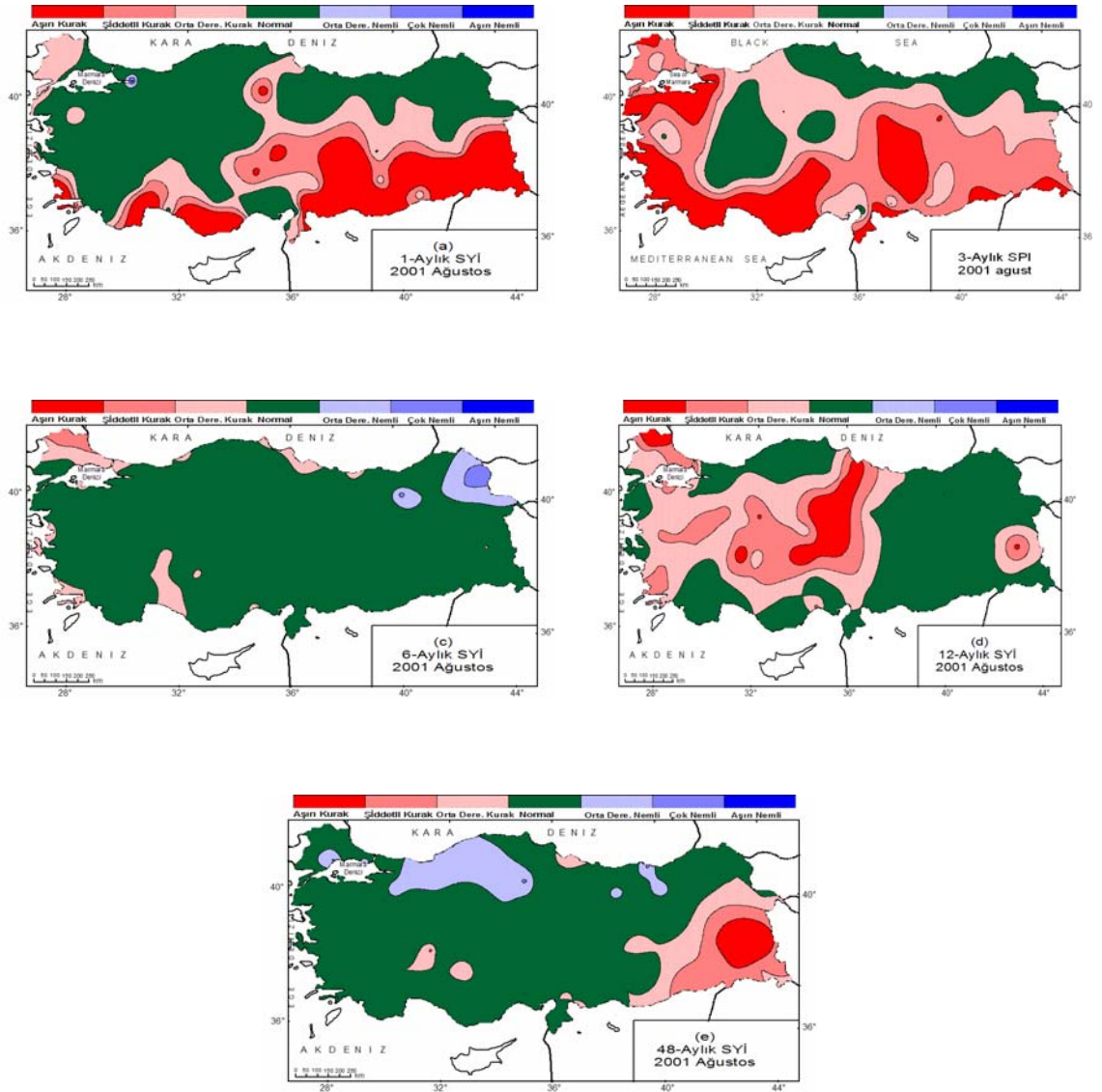
2001 yılı SYİ haritaları arasında, kurak koşulların geniş yayılım alanı gösterdiği harita, **12 aylık SYİ** haritasıdır. Özellikle Türkiye’nin doğusunda tamamen kurak koşulların egemen olduğu açıkça görülebilmektedir. Şöyle ki, Trabzon, Artvin’in kuzeyi ile Hakkâri ve Siirt ilinin bazı kesimleri hariç ülkenin doğusunda, aşırı, şiddetli ve orta derece kurak koşulların egemen olduğu görülmektedir. Aşırı kuraklıklar daha çok Van gölünden Elâzığ civarına kadar etkili olmaktadır. Benzer Kurak koşulların Türkiye’nin batısında, Ergene bölümü, Çanakkale, Balıkesir ve Manisa’da, egemen olduğu gözlenebilmektedir. Ek olarak Konya civarının da kurak koşullardan etkilendiği söylenebilir.



Şekil 18: 2001 yılı Şubat ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48- aylık SYİ haritaları

#### 4.9.1. 2001 Yılı Ağustos SYİ Haritaları

Haritalar incelendiğinde, **6 aylık SYİ** haritası hariç, daha çok kurak koşulların yaşandığı söylenebilir. Kurak koşullar özellikle, **1 aylık SYİ** haritasında ve **3 aylık SYİ** haritasında açıkça gözlenebilmektedir. 1 aylık SYİ haritasına bakıldığında, Teke ve Taşeli plâtosunda, Ergene bölümünde, Güneydoğu Anadolu'da ve Doğu Anadolu'da kurak koşulların egemen olduğu gözlenmektedir. Bu alanlar içinde, aşırı kuraklıkların geniş alanlara yayıldığı yerler, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu'nun güneyidir denilebilir. Oysa **6 aylık SYİ** haritasına göz atıldığında daha çok normal koşulların hakim olduğu gözlenebilir. Nemli koşulların sadece Kuzeydoğu Anadolu'da ortaya çıktığı gözlenmiştir. Diğer yandan kurak koşulların da Antalya, Trakya civarı, ve Orta Karadeniz kıyılarında egemen olduğu söylenebilir.**12-aylık SYİ** haritasına yakından bakıldığında, Türkiye'nin batı ve iç bölümlerinin tamamen kurak koşulların egemenliğine girdiği görülmektedir.



Şekil 19: 2001 yılı Ağustos ayına ait 1, 3, 6, 12 ve 48-aylık SYİ haritaları

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 1929 – 2006 dönemi için DMİ tarafından sağlanan, 96 istasyona ait yağış verileri kullanılmış ve Türkiye’de önemli kurak yıllar seçilerek SYİ yöntemiyle kuraklık analizi yapılmaya çalışılmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi, kuraklık temel olarak şiddet, süre ve coğrafi yayılım bileşenleri ile nitelendirilebilen çok karmaşık bir doğa olayıdır. İklimsel değişimlerin neden olduğu geçici bir olay olan kuraklık, kurak ve yarı kurak bölgelerin yanı sıra, orta enlemlerin nemli denizel özelliklerden de etkilenebilen diğer iklim bölgelerinde de oluşabilmektedir. Uzun süreli kuraklık olayları, tarım- orman ve hayvancılığı, yeraltı ve yer üstü su kaynaklarını, yeterli ve nitelikli içme suyu teminini, enerji üretimini, özellikle dağ ve karasal sucul ekosistemleri (sulak alan) çok olumsuz etkiler. Kuraklık olaylarının sonuçları, özellikle yaşam tarzları ve geleneksel üretim sistemleri doğrudan yağışlarla ya da yeraltı sularına bağlı olan az gelişmiş toplumlarda çok şiddetli olumsuzluklara yol açabilmektedir (Türkeş 2007).

Türkiye, yukarıda bahsedilen kuraklığın olumsuz sonuçlarında büyük ölçüde etkilenebilmektedir. Çünkü ülke büyük-ölçekte yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin özelliklerine sahiptir. Bu özelliğiyle, dünyanın yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır.

Yapılan bu tez çalışmasında, SYİ yöntemi ile elde edilen haritalar incelendiğinde; Türkiye bir çok dönemde, geniş alanları etkileyen, kurak koşulların etkisi altında kaldığı görüldü. Analiz sonu elde edilen haritalar, özellikle meteorolojik kuraklığın Türkiye’de mekansal olarak nasıl değiştiğini çok iyi bir şekilde desensel (patern) anlamda sunduğu görülmüştür. Yapılan çalışma diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalar ile paralellik arz etmektedir. Diğer taraftan, elde edilen kuraklık paternlerinin oluşum nedenlerinin meteorolojik (veya klimatolojik) süreçler ile olan bağlantıları, özellikle Türkeş’in (1990) yaptığı çalışmayla büyük oranda örtüştüğü görüldü. Bu meteorolojik nedenleri şu şekilde özetleyebiliriz; normal bir iklim özelliği kabul edilen yaz kuraklığının asıl nedeni, yukarı seviyedeki

batı rüzgârları ve Rosby dalgaları ile polar cephe kuşağına bağlı olarak, İzlanda kökenli orta enlem cephesel depresyonlarının ilkbahar sonuna doğru çoğunlukla 50°K enleminin kuzeyine çekilmeye başlamalarıdır. Böylece sıcak çekirdekli ve derin Azor yüksek basıncı ile sıcak çekirdekli ve sıg Arap Alçağının (Arabic Low) basıncından ya da ikisinin birleşiminden doğan sıcak ve kurak hava tipleri, yaz kuraklığını oluşturmaktadır. Diğer taraftan, kış ve bahar mevsimlerindeki kuraklık olayları, Türkiye ve yakın çevresi üzerine yerleşen yüksek basınç merkezleri ve sırtlarıyla ilişkili olduğu söylenebilir. Özellikle, Sibiryaya yüksekliğinin yayılış ve kuvvet bakımından güçlü olduğu yıllarda, Azor yüksekliğiyle ya da Subtropikal yüksekliğinin parçalarıyla oluşturduğu birleşimler, Türkiye’de uzun süreli ve etkili kış kuraklıklarını oluşturmaktadır denebilir.

Ayrıca, Türkiye’de yaz mevsimi kurak, kış ve bahar mevsimleri yağışlı geçmektedir, ancak Türkiye’de yerel koşullara bağlı (yükselti, dağların uzanış yönü ve denize göre konum v.b.) bölgesel farklar da önem arz eder. Sonuç olarak Türkiye’de görülen yaz kuraklığı, iklimin normal bir özelliği olarak kabul edilebilir, Şubat ayına ait (1971) 12-aylık, (1974) 6 ve 12-aylık, (1983) 12-aylık, (1989) 1-aylık, (1990) 12-aylık ve (2001) 6 ve 12-aylık SYİ haritalarına göre; Türkiye’de ciddi boyutlarda kuraklıklar yaşandığı görülmektedir. Ancak, Kuzeydoğu Anadolu’da görülen kış kuraklıklarının, bölgenin yükseltisine bağlı olarak ortaya çıktığı söylenebilir. Yani yerel koşullar kuraklığın ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Bu yönüyle, bu bölgedeki kurak koşulları normal kabul edilebilir. Bununla beraber, yukarıda bahsedilen yıllarda, Akdeniz iklimine sahip Ege ve Akdeniz’de görülen yağış esikliği kuraklığın net bir biçimde yaşandığını göstermektedir. Özellikle, Türkiye’nin güneyinde, yani Akdeniz’in iç kesimleri ile Güneydoğu Anadolu bölgeleri üzerinde görülen kuraklık sıklığının kuzeyine oranla daha sık yaşandığı gözlemlendi.

Türkiye’de doğal kaynakların hızla tüketilmesi, çarpık kentleşme ve nüfus artışı, ormanların giderek azalması, yanlış arazi kullanımı, çevre kirliliği, artan taşıt sayısı, tarımda kullanılan yanlış yöntemler ve sanayi bölgelerin yanlış yerlerde inşaa

edilmesi (sanayide suyun yanlış yönetilmesi ve suyu kirletmesi) gibi birçok olumsuz unsur, kuraklığın ortaya çıkmasında rol oynamaktadır. Elbette ki kuraklık tahmin edilebilir ve önceden ele alınacak önlemlerle olumsuz etkileri en aza indirgenebilir. Sonuç itibarıyla; kuraklıkla mücadele demek, bu çalışmada kullanılan SYI yöntemine benzer - kabul edilebilir yöntemler ile - risk analizine tabi tutularak; su ve bağlı kuraklık yönetimi stratejileri bulunabilir.

## KAYNAKÇA

ALTIPARMAK, İmdat

1999. **Büyük Menderes Havzasında kuraklık sorunu üzerine bir inceleme**. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

ARDEL, Ahmet

1973. **Umumi Coğrafya Dersleri cilt I. Klimatoloji**. İstanbul. İ.Ü edebiyat fakültesi.

BMÇMS (Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi)

1997. Çevre Bakanlığı yayınları, Ankara

ÇELENK, Ş

1973. **Türkiye'nin Kuraklık etüdü**, DMİ, Ankara

ERİNÇ, Sırrı

1965. **Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndisi**, İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü yayınları, İstanbul

1969. **Klimatoloji ve Metotları İstanbul**, Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü yayınları, İstanbul

ERKUŞ, M. Kemal

2001. **İstanbul yıllık yağışlarının kuraklık analizi**, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

HARPAL S. Mavi H. S. , TUPPER G. J.

1984. **Agrometeorology: Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture** Haworth Press, London, UK.

KADIOĞLU, Mikdat,

2001. **Kuraklık Kıranı**, Demokratik Değişim Derneği, Güncel Yayıncılık, İstanbul s:13

KOÇMAN, Asaf

1993. **Türkiye İklimi**, İzmir, Ege Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları

KÖMÜŞCÜ, A.Ü, ERKAN, A

2000. “Kuraklık ve Çölleşme Süreci ve Türkiye Açısından Analiz ve Çözümler”, Yayınlanmamış Rapor. Ankara <http://www.meteoroloji.gov.tr>

2003. “Kuraklık ve Türkiye açısından bir değerlendirme”, <http://www.meteoroloji.gov.tr>

McKee , T. B DOESKEN N. J., and KLEİST, J.

1995. “Drought monitoring with multiple time scales”. Presented on Applied Climatology. at the Ninth Conference Dallas TX, Amer. Meteor. Soc., 233-236.

NDMC (National Drought Mitigation Center) ,

1995. Understanding and Definitions of Drought, University of Nebraska. Lincoln.

SIRDAŞ, S

2002. **Meteorolojik Kuraklık Modellemesi ve Türkiye uygulaması**, Basılmamış Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

ŞAYLAN, L, DURAK, M. ve ŞEN, O.

1994. İ.T.Ü Uzay ve Uçak Bilimleri Fakültesi Mühendisliği Bölümü I. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu yayını

1997. “Kuraklık ve Etkileri, Meteorolojik Karakterli Doğal Afet Sempozyomu, bildiriler kitabı s.433-444, Ankara

ŞEN,Zekai

1990. “Critical drought analysis by second order markov chain” **J.hydrol.**, s:120,183-202

TATLI, Hasan

2004. **“New Statistical Downscaling Methods and Applications for Turkey”** İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi

TÜRKEŞ, M, TATLI, H

2008 . **“Kuraklık ve Su Yönetimi Toplantısı Bildiri Kitabı”**. Ankara.DSİ. S:160

2009. “Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey” International Journal of Climatology

TÜRKEŞ, M, ERLAT, E,

2003 “Kuzey Atlantik Salınımı ile bağlantılı yağış değişiklikleri ve değişebilirliği”. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, S:318 İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 19-21 Mart 2003, İstanbul.

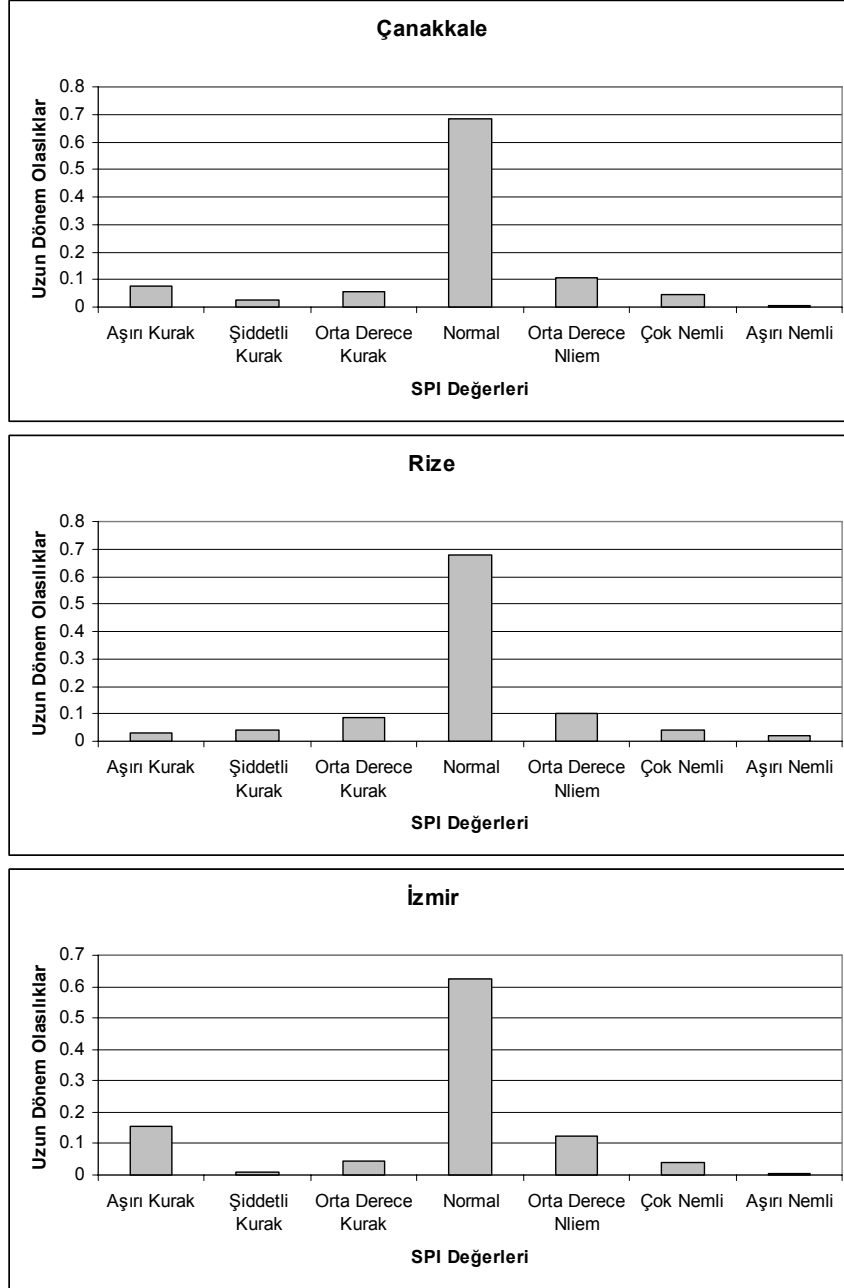
TÜRKEŞ, Murat

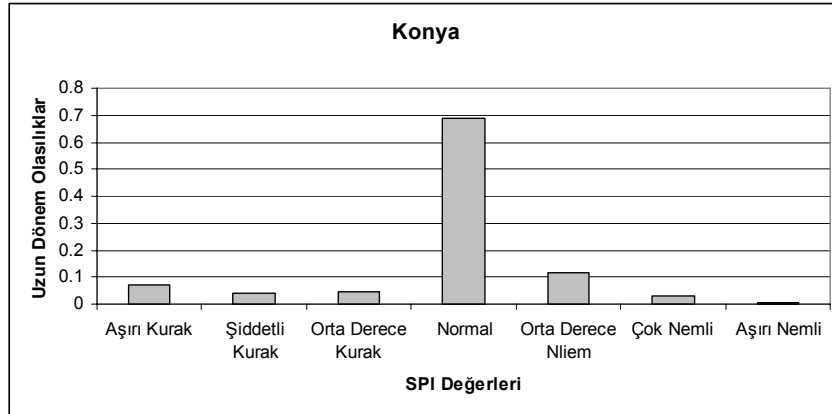
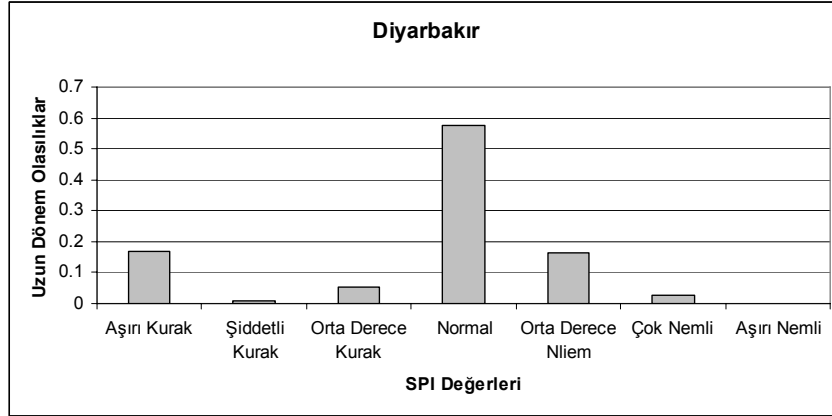
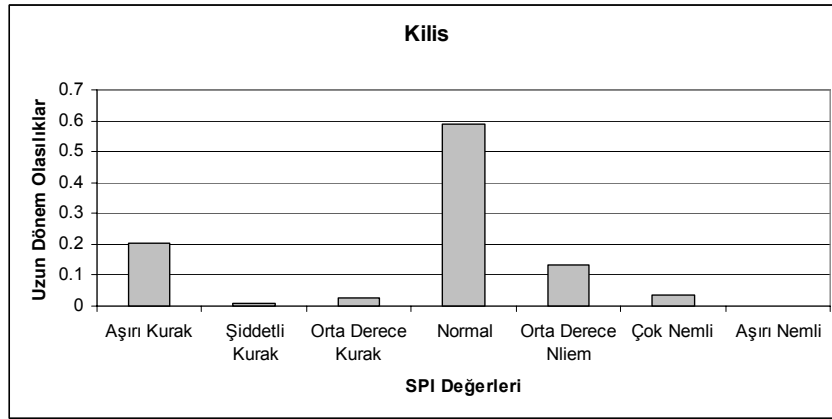
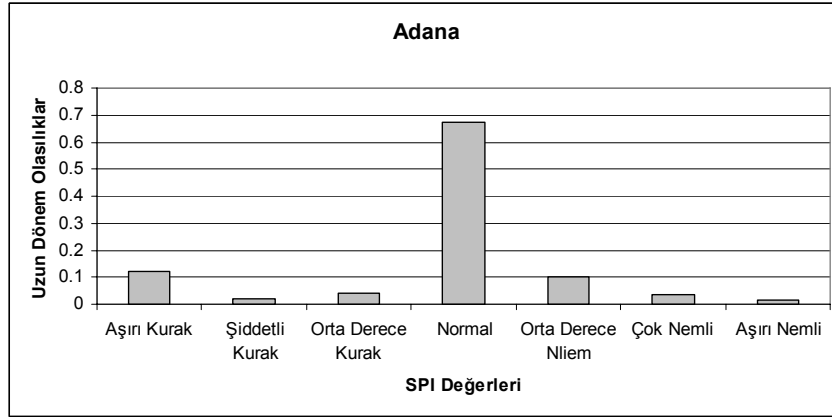
1990 **“Türkiye’de kurak bölgeler ve önemli kurak yıllar”** Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü

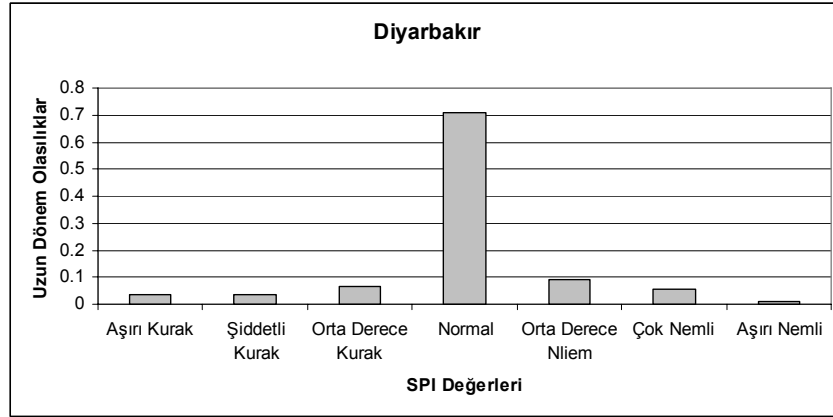
1996. “Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey” Int. J.Climatol., 16, 1057-1076.
1998. “İklimsel Değişebilirlik Açısından Türkiye’de Çölleşmeye Eğilimli Alanlar”. DMİ/İTÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, S 45, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara
1999. “Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions” Tr. J. of Engineering and Environmental Science,
- 2003a. “Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey”.In: Hans-Jürgen Bolle (*ed.*), Mediterranean Climate – Variability and Trends, Regional Climate Studies, Springer Verlag, Heidelberg, p:181-213.
- 2003b. 23 Mart Dünya Meteoroloji Günü Kutlaması: Gelecekteki İklimimiz Paneli, Bildiriler Kitabı, 12-37, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- YEĞNİDEMİR, M.Kerem
2005. “**İç Anadolu Bölgesinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi**” Kırıkkale Üniversitesi İnşaat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- WILHITE,D, GLANTZ, M.R,
1987. “Understanding the drought phenomenon-The role of definitions,in. Planning for drought: Boulder, Colo., Westview Pres,p. 11-14

**EKLER**

**EK – 1: 1 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar**

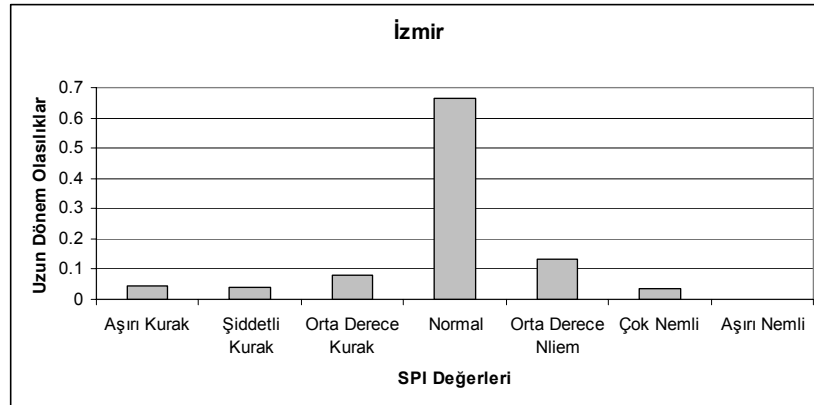
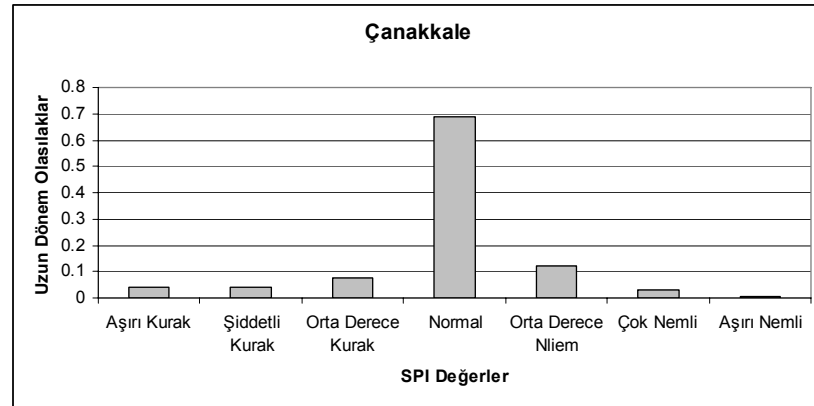
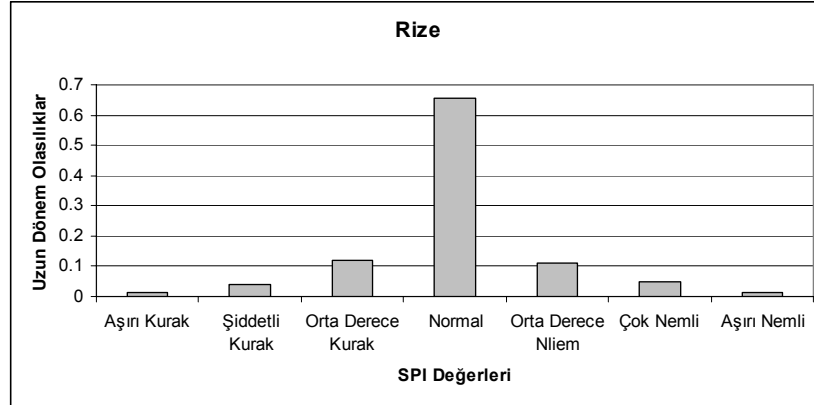


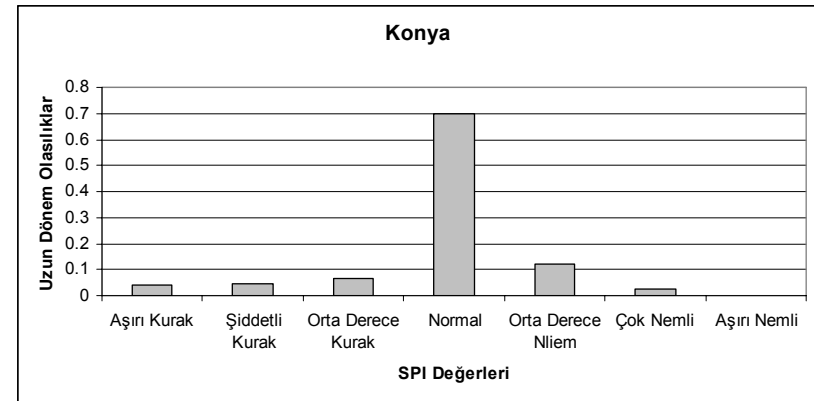
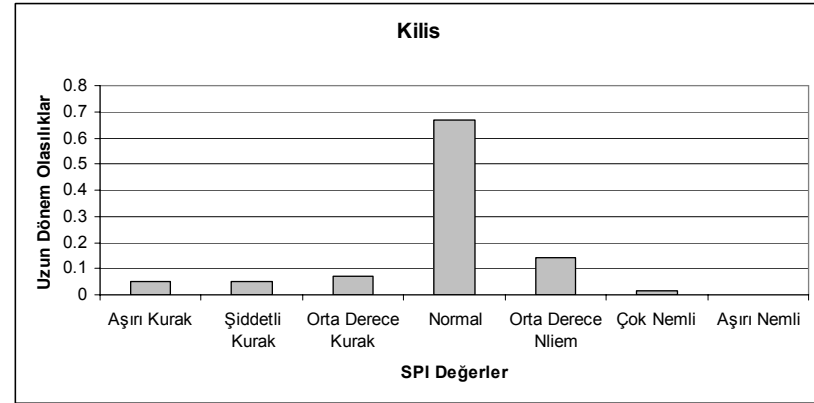
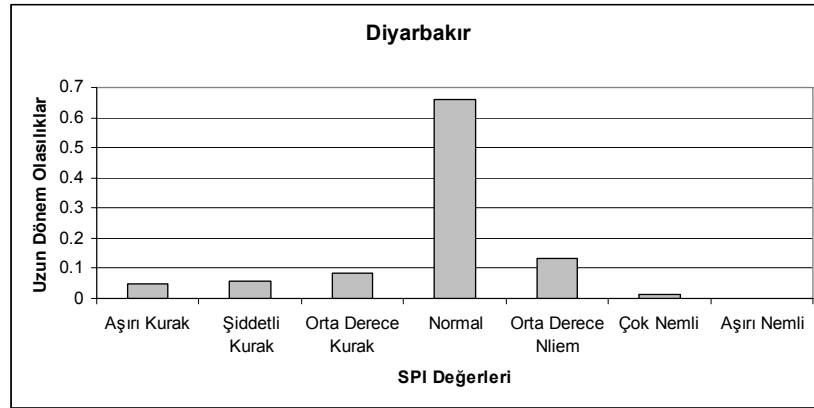
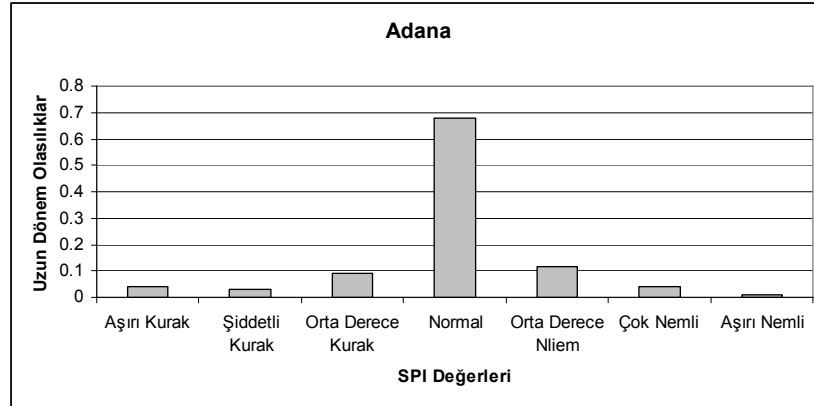


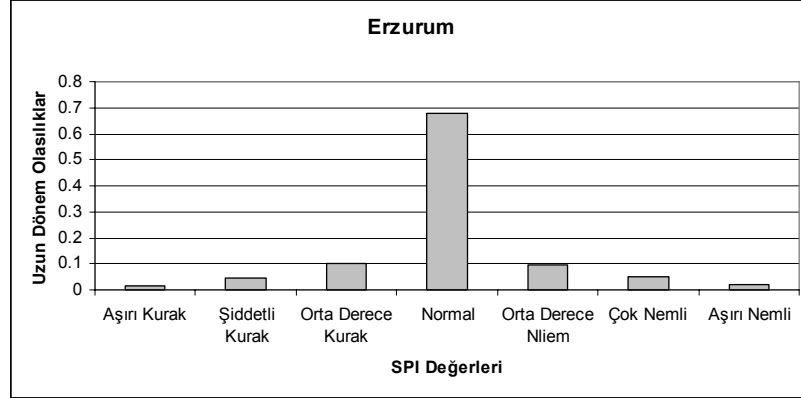


**EK-1.1:** Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 1 aylık *SYİ* değerlerinin *aşırı kurak*, *şiddetli kurak*, *orta düzeyde kurak*, *normal*, *orta düzeyde nemli*, *çok nemli* ve *aşırı nemli* olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri

**EK – 2: 3 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar**

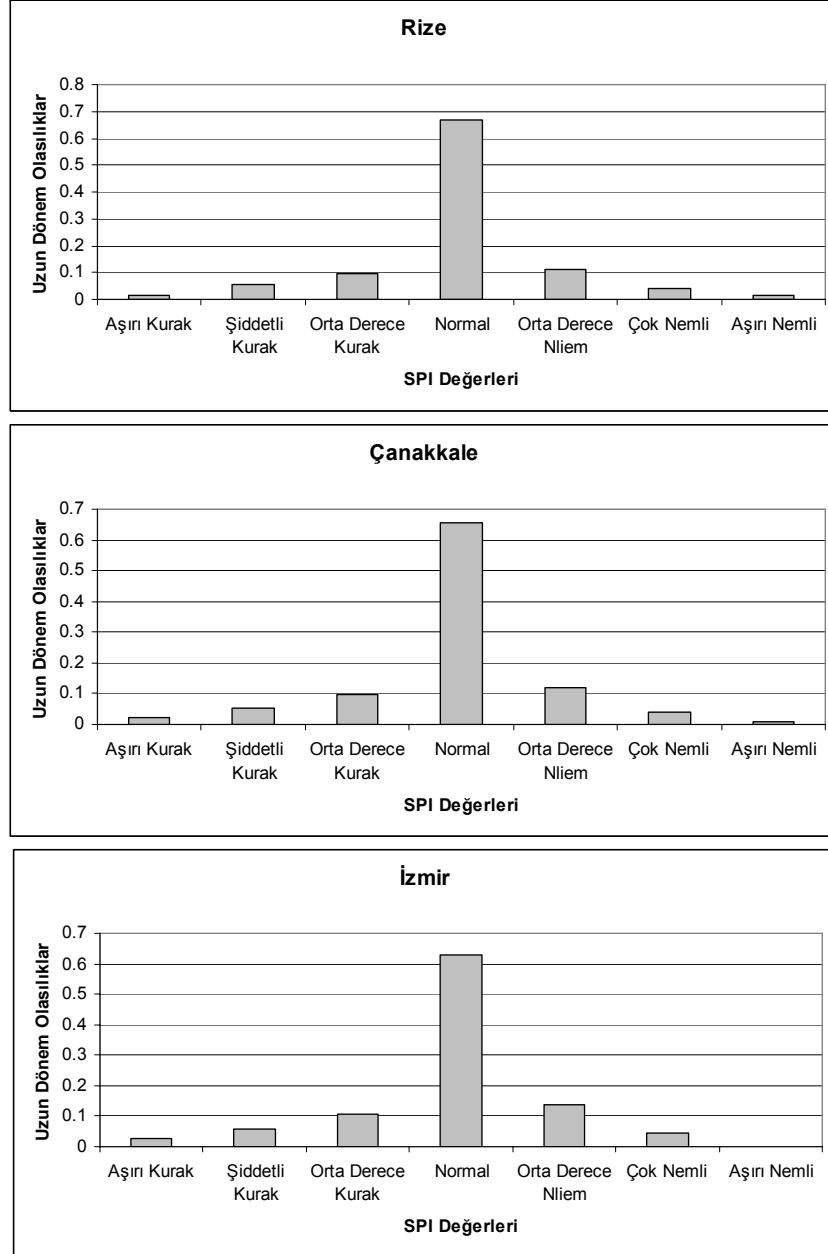


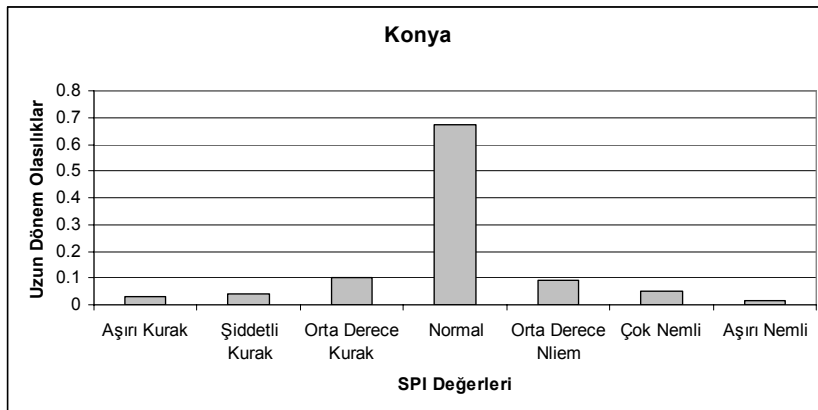
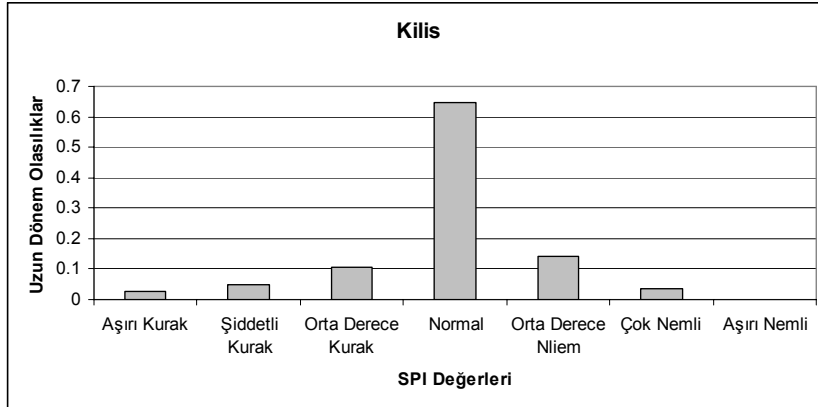
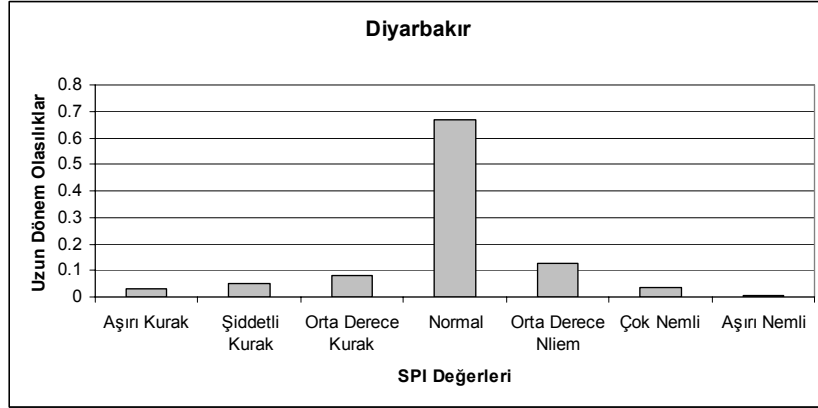
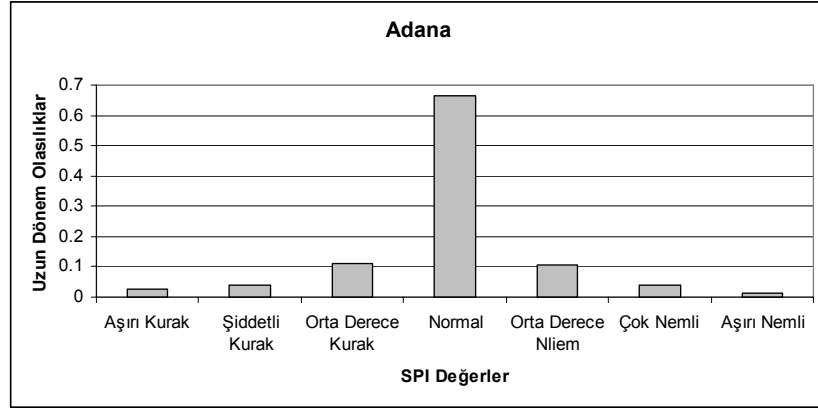


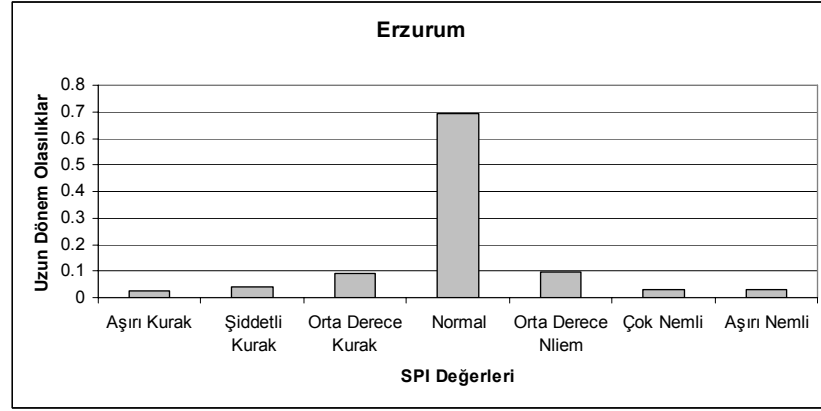


**EK-2.1:** Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 3 aylık *SYİ* değerlerinin *aşırı kurak*, *şiddetli kurak*, *orta düzeyde kurak*, *normal*, *orta düzeyde nemli*, *çok nemli* ve *aşırı nemli* olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri

**EK – 3: 6 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar**

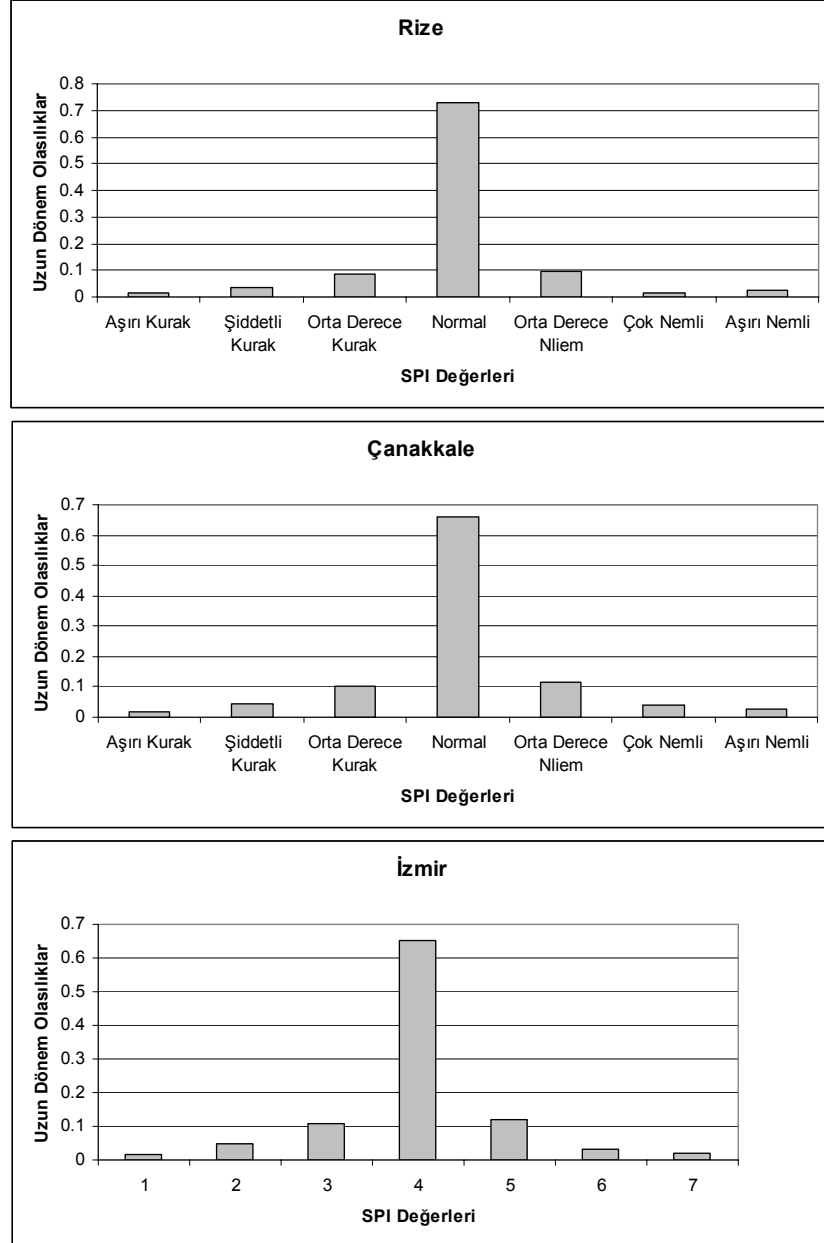


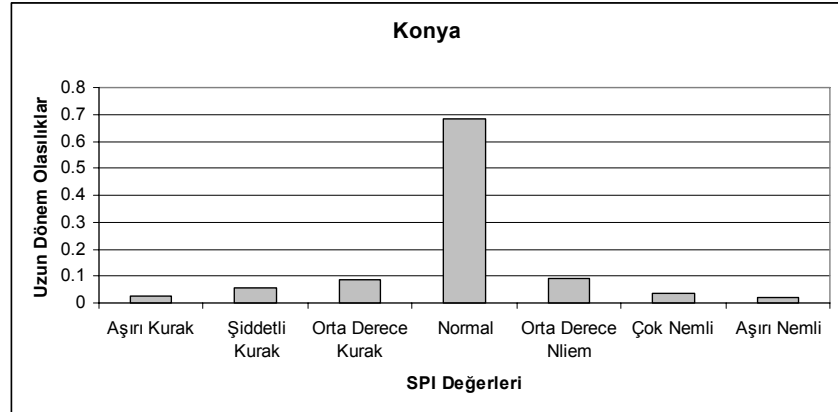
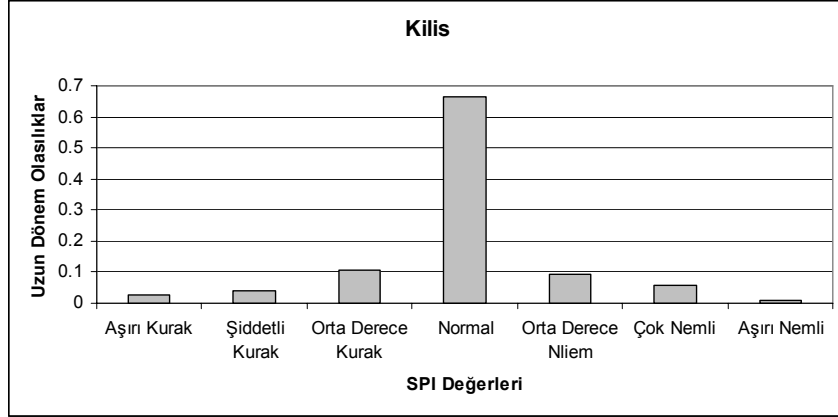
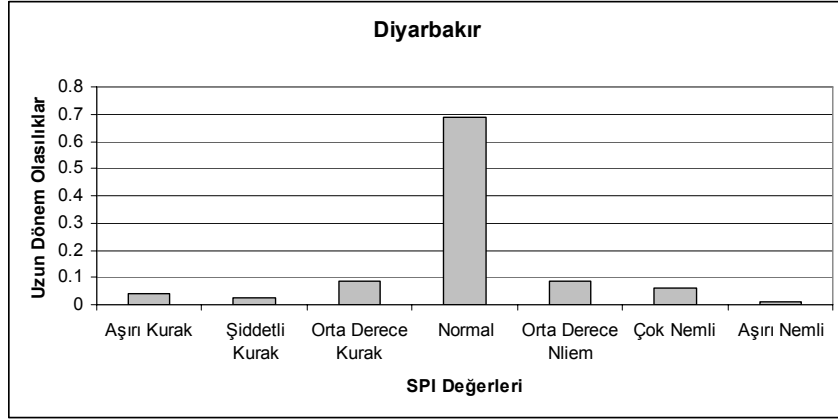
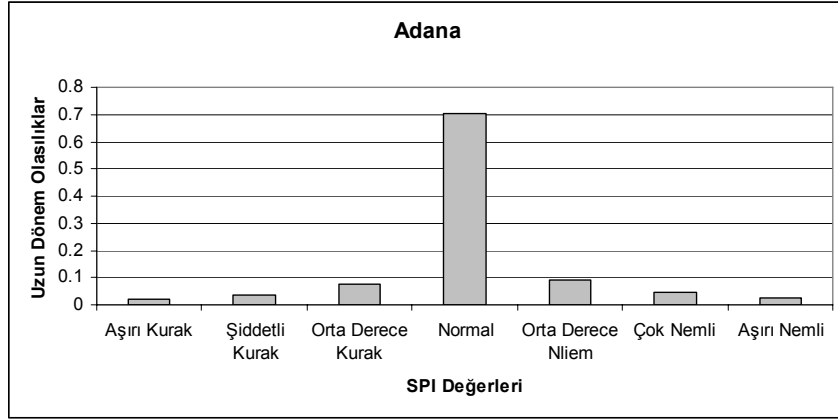


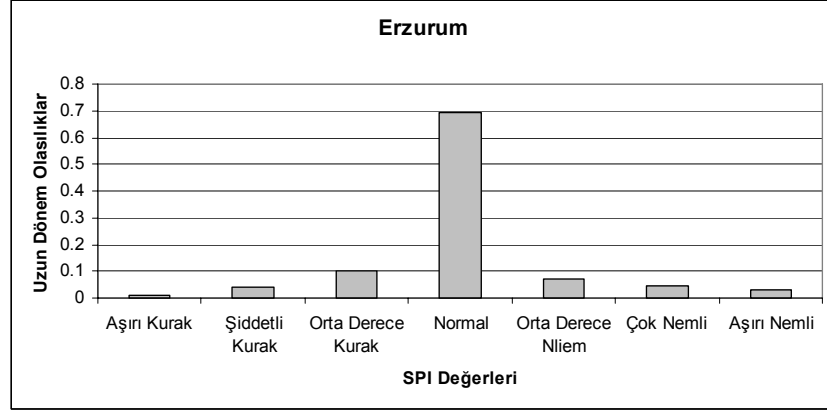


**EK-3.1:** Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 6 aylık *SYİ* değerlerinin *aşırı kurak*, *şiddetli kurak*, *orta düzeyde kurak*, *normal*, *orta düzeyde nemli*, *çok nemli* ve *aşırı nemli* olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri

**EK – 4: 12 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar**

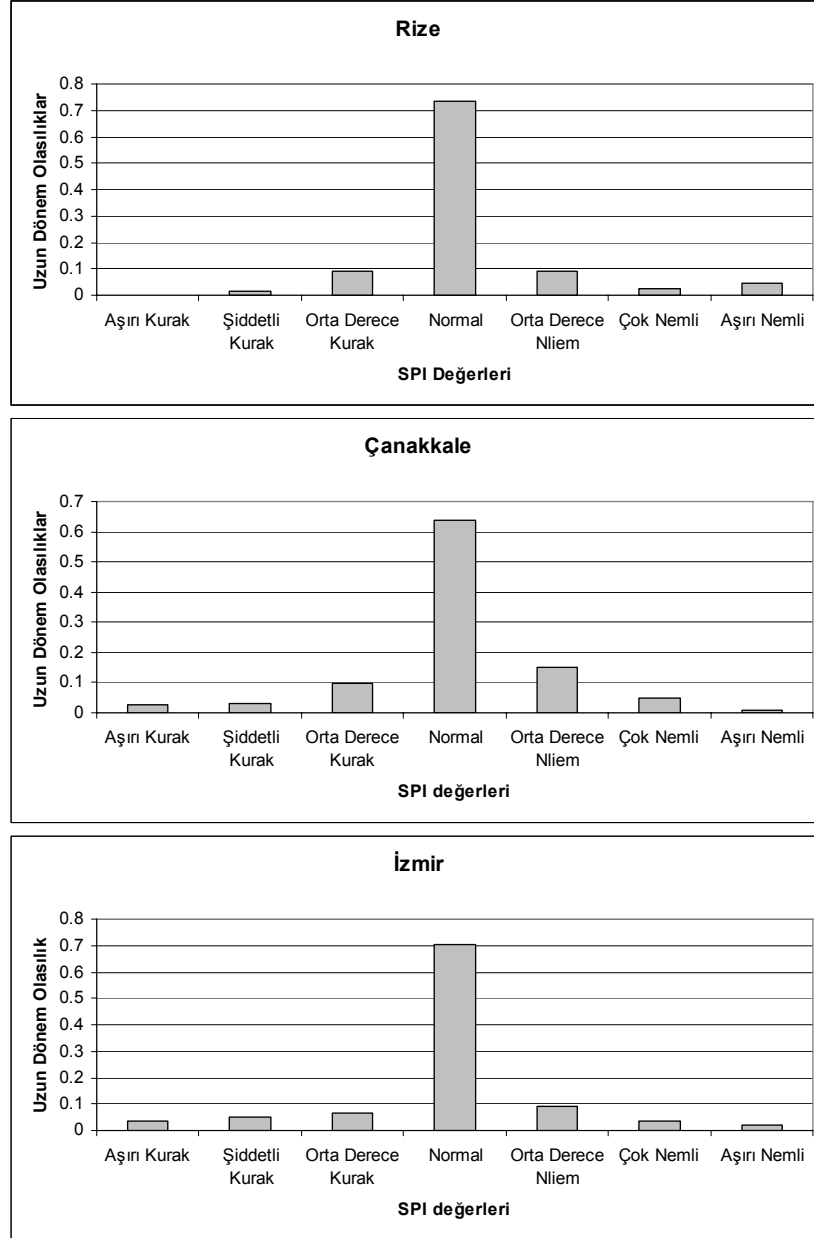


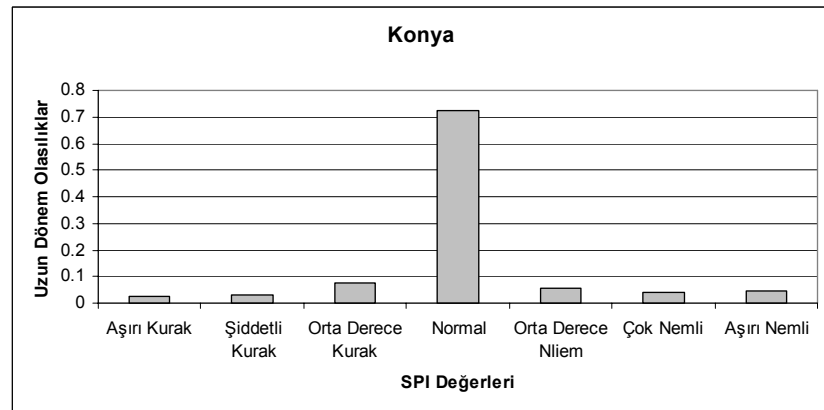
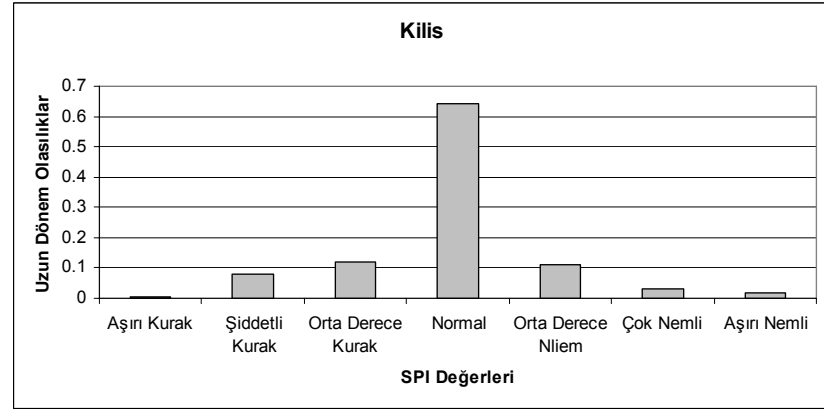
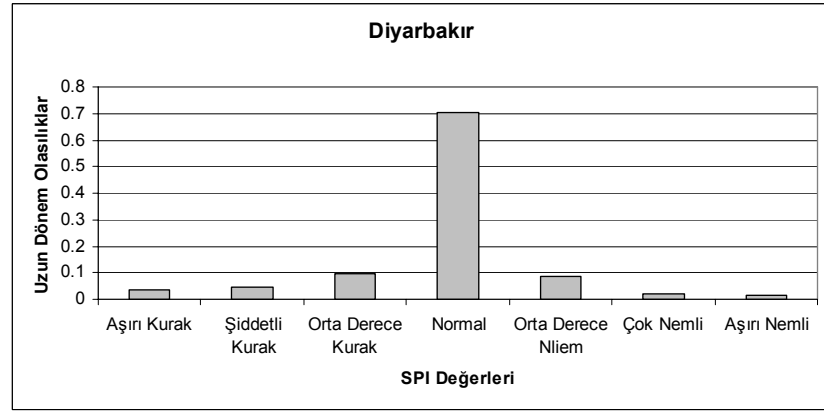
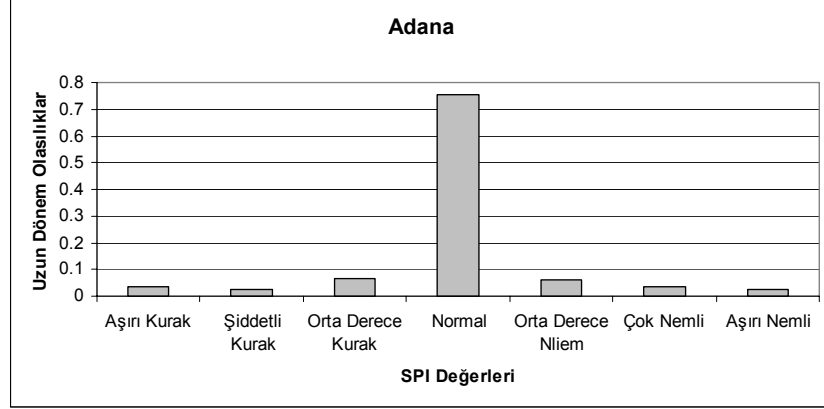


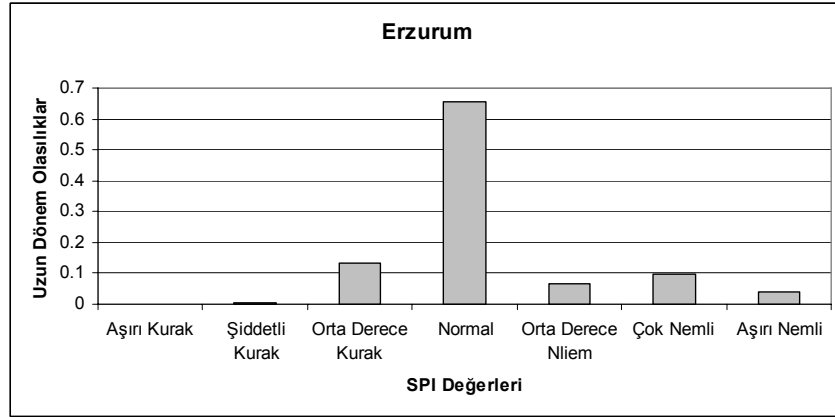


**EK-4.1:** Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 12 aylık *SYİ* değerlerinin *aşırı kurak*, *şiddetli kurak*, *orta düzeyde kurak*, *normal*, *orta düzeyde nemli*, *çok nemli* ve *aşırı nemli* olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri

**EK – 5: 48 aylık SYİ uzun dönem olasılıklar**







**EK-5.1:** Rize, Çanakkale, İzmir, Adana, Kilis, Diyarbakır, Konya ve Erzurum illerinin 48 aylık *SYİ* değerlerinin *aşırı kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli* olma uzun dönem olasılık dağılım desenleri