T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KUZEY IRAK BÖLGESINDE KURAKLIĞIN ARAŞTIRILMASI

Wlat Abdulqader IBRAHIM

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2018

Prof. Dr. Kasım YENİGÜN danışmanlığında, Wlat Abdulqader IBRAHIM'ın hazırladığı **"Kuzey Irak Bölgesinde Kurakliğin Araştirilmasi"** konulu bu çalışma 06/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman	: Prof. Dr. Kasım YENİGÜN	……..……..
Üye	: Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ	……
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi. Recep ÇELİK	..…….

Bu Tezin İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım..

Prof. Dr. H. Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ vi
SİMGELER DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
3. MATERYAL ve YÖNTEM 9
3.1. Materyal 9
3.1.1. Çalışma alanı 9
3.1.2. Veri 10
3.2. Yöntemler 13
3.2.1. Standart Yağış Endeksi (SPI) yöntemi 13
3.2.2. Ters Mesafe Ağırlık yöntemi 17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 18
4.1. Erbil istasyonu (361441) kuraklık analizi 18
4.2. Makhmur istasyonu (358434) kuraklık analizi 22
4.3. Pirmam istasyonu (364441) kuraklık analizi 26
4.4. Süleymaniye istasyonu kuraklık analizi (354453) 30
4.5. Derbendihan istasyonu kuraklık analizi (351456) 34
4.6. Çemçemal istasyonu kuraklık analizi (354447) 38
4.7. Sangav istasyonu kuraklık analizi (351453) 42
4.8. Dukan istasyonu kuraklık analizi (361450) 46
4.9. Duhok istasyonu kuraklık analizi (370428) 50
4.10. Sinjar istasyonu (364419) kuraklık analizi 54
4.11. Kerkük istasyonu (354444) kuraklık analizi 58
4.12. Khanaqin istasyonu (345453) kuraklık analizi 62
4.13. Tuz Khurma istasyonu (348447) kuraklık analizi 66
4.14. Musul istasyonu (364431) kuraklık analizi 70
4.15. Tal Afar istasyonu (364425) kuraklık analizi 74
4.16. Kuraklığın zamansal değişimi 78
4.17. Kuraklık oranı dağılımı 80
4.18. Kurak ve sulak dönemlerin harita üzerinde mekânsal dağılımı 87
4.19. Kuzey Irak Bölgesi'nin Kuraklık Durumu Üzerine Tartışma 98
4.19.1. Kurak Dönemler 98
4.19.2. Sulak Dönemler 105
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 111
KAYNAKLAR 119
ÖZGEÇMİŞ 123

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KUZEY IRAK BÖLGESINDE KURAKLIĞIN ARAŞTIRILMASI

Wlat Abdulqader IBRAHIM

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kasım YENİGÜN
Yıl: 2018, Sayfa: 123

Kuraklık, bir iklim fenomeni olarak pek çok sefer ciddi hasara neden olan bir felaket olayıdır. Kuraklığın değerlendirilmesi ve izlenmesi, o bölgedeki genişliğini ve sürekliliğini veren göstergelere dayanmaktadır. Bu çalışmada, Kuzey Irak Bölgesi'nde kuraklık analizi (kuraklık süre ve şiddeti) 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman aralıklarında Standardize Yağış İndeksi (SYI) yöntemi kullanılarak çalışılmıştır. Bu yöntemin özelliği, farklı yer ve ölçeklerdeki bazı kuraklık olaylarını karşılaştırmaya yardımcı olmasıdır. Kuzey Irak'ta kuraklık durumunu, dönemlerini, ciddiyetini ve kuraklık uzunluğunu gözlemlemek için, 1979- 2013 dönemini kapsayan 15 meteoroloji istasyonunun aylık yağış verileri kullanılmıştır. Matlab bilgisayar yazılımında SPI kodu kullanarak, hesaplamalar (SYI) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, kurak dönemlerin 6, 9 ve 12 aylık dönemlerdeki sürekliliği 1 ve 3 aylık zaman aralıklarından daha yüksek bulunmuştur. Ve hesaplamaya göre, 2008 yılı en kurak yıl olarak gözlenmiştir. Bu analiz Kuzey Irak için oldukça önemlidir. Çünkü bölgenin tüm istasyonları için en uzun kurak ve sulak dönemler hakkında detaylı bilgi vermektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Kuraklık, Standart Yağış İndeksi, Kuraklık şiddeti, Kuzey Irak Bölgesi.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF DROUGHT IN NORTH IRAQ REGION

Wlat Abdulqader IBRAHIM

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Kasım YENİGÜN
Year: 2018, page: 123

Drought is one of the phenomena of climate and is one of the catastrophic events that cause many damages each time. One of the ways of drought adjustment, evaluation and drought monitoring is based on indicators that can be used to determine the extent and continuity of it in a region. In this thesis, the drought analysis (duration, and severity of drought) in North Iraq Region has been studied by using the Standardized Precipitation Index (SPI) for time intervals of 1,3, 6, 9 and 12 months. That feature of this method helps to compare some of the drought events in different places and scales. To observe the dry and wet periods and severity of drought and length of drought the monthly rainfall data of 15 meteorological stations of the northern Iraq provinces, from 1979 to 2013, are used. By using the SPI code in Matlab computer software, calculations are performed on the (SPI). The results of the study showed that the continuity of dry periods in the 6, 9, and 12-month periods was higher than the 1 and 3-time intervals. Moreover, according to the calculation, the driest year was observed in 2008. This analysis is essential because it gives full information about longest dry and wet period for all stations of the region.

KEY WORDS: Drought, Standard Precipitation Index, Drought duration, Drought severity, Northern Iraq Region.

TEŞEKKÜR

Her şey için Allah'a şükrediyor ve aileme de teşekkür ediyorum. Ayrıca danışmanım Prof. Dr. Kasım YENİGÜN ve Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ'e teşekkürü bir borç biliyorum. Çünkü onların yönlendirmesi olmadan bu tezi yazmak çok zor olurdu.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Çalışma Alanı 10
Şekil 3.2. Kullanılan tüm istasyonların uzun vadeli ortalama yıllık yağışlarının bölgesel dağılımı 12
Şekil 4.1. 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Erbil istasyonunda SPI değerlerinin kurak ve sulak durumlara göre zamansal dağılımı 18
Şekil 4.2. 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI' ya göre Erbil istasyonunda kurak ve sulakortamlarda SPI değerlerinin dağılımı 21
Şekil 4.3. Makhmur istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerine göre SPI değerlerinin kurak ve sulak durumlara göre zamansal dağılımı 22
Şekil 4.4. Makhmur istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI' ya göre kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı 25
Şekil 4.5. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık –SPI'e göre Pirmam istasyonundaki kurak ve yağışlı durumlarda SPI değerlerinin geçici dağılımı 26
Şekil 4.6. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Pirmam İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 29
Şekil 4.7. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Süleymaniye istasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 30
Şekil 4.8. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Süleymaniye İstasyonundaki kurak ve sulakdurumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 33
Şekil 4.9. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Derbendihan İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı. 34
Şekil 4.10. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Derbendihan İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 37
Şekil 4.11. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Çemçemal İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı. 38
Şekil 4.12. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Çemçemal İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 41
Şekil 4.13. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Sangav İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 42
Şekil 4.14. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Sangav İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 45
Şekil 4.15. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Dukan İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 46
Şekil 4.16. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Dukan İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı. 49
Şekil 4.17. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Duhok İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 50
Şekil 4.18. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Duhok İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı 53
Şekil 4.19. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Sinjar istasyonundaki kurak ve sulak durumlar için SPI değerlerinin zamansal dağılımı 54
Şekil 4.20. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Sinjar istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı 57
Şekil 4.21. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Kerkük istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin zamansal dağılımı 58
Şekil 4.22. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Kerkük istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı 61

Şekil 4.23. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Khanaqin istasyonundaki kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin zamansal dağılımı 62
Şekil 4.24. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Khanaqin istasyonundaki kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı 65
Şekil 4.25. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Tuz Khurma istasyonunda SPI değerlerinin kurak ve sulak durumlara göre zamansal dağılımı 66
Şekil 4.26. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Tuz Khurma istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı 69
Şekil 4.27. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Mosul istasyonundaki SPI değerlerinin kurak ve sulak durumlara göre zamansal dağılımı 70
Şekil 4.28. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Musul istasyonundaki kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı 73
Şekil 4.29. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre, Tal Afar istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin zamansal dağılımı 74
Şekil 4.30. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre, Tal Afar istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı. 77
Şekil 4.31. 1979–2013 yılları için mevsimsel dönemlere göre zamansal SPI değerleri. (1) SPI-3 Aralık, (2) SPI-3Martch, (3) SPI-3 Haziran, (4) SPI-3 Eylül, (5) SPI-6 Mart, (6) SPI-6 Eylül, (7) SPI-12 78
Şekil 4.32. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-3-Ara-kurak, (b) SPI-3 Ara-sulak. 80
Şekil 4.33. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-3-Mart-kurak, (b) SPI-3 Mart -sulak. 81
Şekil 4.34 (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-3-Haz-kurak, (b) SPI-3- Haz-sulak. 82
Şekil 4.35. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-3-Tem-kurak, (b) SPI-3- Tem-sulak. 83
Şekil 4.36. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-6-Mart-kurak, (b) SPI-6-Mart-sulak. 84
Şekil 4.37. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-6-Eyl-kurak, (b) SPI-6-Eyl-sulak. 85
Şekil 4.38. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-12-kurak, (b) SPI-12 -sulak. 86
Şekil 4.39. SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 değerlerine göre kurak ve sulak olaylarının oluşumu. SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 dağılım değerlerine göre kurak ve sulak olaylarının oluşumu. 98

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Tüm istasyonların iklim ve coğrafi özellikleri 12
Çizelge 3.2 . SPI Sınıflandırılması 16
Çizelge 3.3. İstasyonlar için verilerin genel istatistikleri ……..16
Çizelge 4.1. Erbil istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI' ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler..... 19
Çizelge 4.2. Makhmur istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI' ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler 23
Çizelge 4.3. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Pirmam istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler .. 27
Çizelge 4.4. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Süleymaniye istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler 31
Çizelge 4.5. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Derbendihan istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler 35
Çizelge 4.6. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Çemçemal istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler. 39
Çizelge 4.7. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Sangav istasyonunda en uzun kurak ve sulak..... 43
Çizelge 4.8. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Dukan istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler 47
Çizelge 4.9. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Duhok istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler.... 51
Çizelge 4.10. Sinjar istasyonundaki 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerine göre en uzun kurak ve sulak dönemler 55
Çizelge 4.11. Kerkük istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerine göre en uzun kurak ve sulak dönemler 59
Çizelge 4.12. Hanaqin istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler . 63
Çizelge 4.13. Tuz Khurma istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler 67
Çizelge 4.14. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Musul istasyonundaki en uzun kurak ve sulak dönemler. 71
Çizelge 4.15. Tal Afar istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler . 75
Çizelge 4.16. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-1 değerlerinin yüzdesi 100
Çizelge 4.17. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-3 değerlerinin yüzdesi 101
Çizelge 4.18. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-6 değerlerinin yüzdesi 102
Çizelge 4.19. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-9 değerlerinin yüzdesi 103
Çizelge 4.20. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-12 değerlerinin yüzdesi 104
Çizelge 4.21. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-1 değerlerinin yüzdesi. 106
Çizelge 4.22. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-3 değerlerinin yüzdesi 107
Çizelge 4.23. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-6 değerlerinin yüzdesi 108
Çizelge 4.24. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-9 değerlerinin yüzdesi 109
Çizelge 4.25. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-12 değerlerinin yüzdesi 110

SİMGELER DİZİNİ

SWSI	Yüzey Su Kaynakları İndeksi
BMI	Ball ve Mole İndeksi
PDSI	Palmer kuraklık şiddeti indeksi
CZI	Çin Z İndeksi
J	Gizli katmanların sayısı
k	Çıkış katmanlarının sayısı
A_{ij}	Hücre katmanları arasındaki bağlantı ağırlığı
NET	Ağırlıklı toplam çıktı
$NET\ (f)$	Tanımlama fonksiyonu
x_{ij}	Gözlenen aylık yağış
SPI	Standart Yağış Indeksi
ED	Aşırı Kurak
SD	Şiddetli Kurak
MOD	Orta Kurak
MID	Hafif kurak
MIW	Hafif Sulak
MOW	Orta sulak
SW	Şiddetli sulak
EW	Aşırı Sulak

1. GİRİŞ

Sel, fırtına, kuraklık gibi doğal afetler etrafımızdaki gerçeklerdendir. Bu felaketler bazen insan sulakamında olumsuz etkiler ve telafisi mümkün olmayan zararlar doğurabilmektedir. Literatüre göre, bugün bu olayların sayısı ve meydana gelme sıklığı son 30 yılda artmıştır. Bunların yaklaşık yüzde 25'i iklimsel faktörlerle ilgili olaylardır. Bu olaylar arasında kuraklık, ana ve belki de en etkili olaylardan biridir. (Kogan, 1998).

Kuraklık, meteoroloji ile ilişkili önemli tehlikelerden biridir. Bu doğal tehlike sulakamımızın tüm yönlerini etkiler. Uluslararası düzeyde, evrensel olarak kabul edilen tek bir kuraklık tanımı yoktur. Genel olarak kuraklık, belirli bir yer ve zamanda su miktarında azalma olduğunda oluşur (Correia ve ark., 1991). Her kuraklık üç özellik ile karakterize edilir: Yoğunluk, uzunluk ve genişlik. Kuraklık, çeşitli tiplere sahiptir ve aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

- *Meteorolojik kuraklık:* Yağışın, normal üç aylık veya hatta altı aylık yüksekliğinin yaklaşık% 75'inden az olduğu durumlarda.
- *Tarımsal kuraklık:* Özellikle bitkilerin kompakt ve toprak biyokütlesi düşük olduğu yerlerde, toprak nemi bu aşamada sığdır. Hayvancılık için su kaybı bu aşamanın bir başka özelliğidir.
- *Hidrolojik kuraklık:* Nehir akıntılarının azalması, rezervuarlarda suyun azalması, göl ve akiferlerde suyun azalması, bu aşamadaki kuraklığın en görünür işaretlerindedir.
- *Sosyoekonomik kuraklık:* Bu aşama, su kaynaklarının yetersizliğinin insanlar üzerinde olumsuz bir etkisinin görüldüğü son aşamasıdır.

Yağışın azaltılmasının toprak nemi, su rezervuarları, nehirlerin yüzey akıntıları ve yeraltı su seviyeleri üzerindeki etkilerinin farklı zaman ölçeklerinde gösterildiğine de dikkat edilmelidir (Lloyd-Hghes ve Saundersa, 2002).

Kuraklık tanımları, özellikle de doğal ve sosyal çevreye olan etkisi bakımından her zaman değişmektedir. Kuraklığı zaman, dönem uzunluğu ve ortaya çıktığı yer ile büyük bir ölçekte ilişkilendirmek mantıklı görünmektedir (Tsakiris ve Vangelis, 2003).

Kuraklığın ileri aşamalarında, su kaynaklarında ciddi bir azalma sulakanmaktadır. Dünyanın birçok bölgesinde, yeraltı su kaynakları kamu tüketiminin yanı sıra tarımsal faaliyetler için de kaynak olarak kullanılmaktadır (Scheidleder ve ark., 1999). Bu durum yeraltı suyunun kuraklığa tepkisinin çok önemli olduğu anlamına gelmektedir (Calow ve ark., 1999). Yeraltı suyu dünyadaki en önemli su kaynaklarından biri olmasına rağmen, yüzeysel sulara olan ilgiden dolayı birçok kuraklık çalışmasında dikkate alınmamıştır.

Her halükarda, kuraklığın niceliksel analizi ve sulak ve kurak dönemlerin doğru belirlenmesi için belirli bir göstergenin varlığı şarttır (Silva, 2003).

Kuraklık izleme sistemlerinin verimliliği, kuraklık koşullarının ve fiili durumunun ayrıntılı bir tanımını sağlayan göstergelerin mantıklı seçimi, sonuçların doğruluğunu ciddi olarak etkilemektedir. Son yıllarda, kuraklık çalışması için çeşitli göstergeler önerilmiştir. Ayrıca, bu göstergelerin her biri mutlaka dört tür kuraklıktan biriyle ilgilidir (Mendicino ve ark, 2008). Örneğin, 1993 yılında McKay ve ark tarafından tanıtılan Palmer Indeksi Shafer ve Dezmann Yüzey Su Kaynakları İndeksi (SWSI), Ball ve Mole Indeksi (BMDI), Johnville ve ark indeksi ve SPI indeksi gibi.

Literatürün genel olarak değerlendirilmesinden sonra kuraklık analizinin, herhangi bir bölgenin günlük durumunu anlama ve bazı su yapılarını tasarlama veya su yönetimini planlama açısından kritik olduğu görülebilir. Bunun yanı sıra, önemli nehirlere sahip olan Irak'ın önemli bir parçası olarak Kuzey Irak bölgesinin kuraklığı üzerine ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu durum, yazarı bu tezi hazırlaması için cesaretlendirmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Palmer (1965)'in çalışmaları yağış değişkenlerine, toprak sıcaklığına ve su mevcudiyetine ve buharlaşma, toprak su drenajı ve yüzey akışı gibi su dengesi denklemlerine ve toprağın yüzey katmanlarındaki su kaybına dayanmaktadır. Batı Kansas ve Merkezi Iowa için Palmer Kuraklık İndeksi (PDI) bu göstergenin üretim ve su dengesine olan talebe dayanmasını önermiş ve analiz sonucunda, verimli su kaynakları planlaması için bir model oluşturulmuştur.

Schafer ve Dezman (1982), yüzey suyu değerlendirmesi için su seviyesi indeksini kullanmış ve bu gösterge en çok dağlık bölgelerde kullanılmıştır. Ayrıca kar fırtınası yüksekliği bu göstergenin önde gelen bileşenlerinden biridir. (SWSI) İndeksi, 1982 yılında Colorado için tasarlanmıştır. (PDSI) endeksi; kar, su kaynakları, nehir akışı ve rakımlarda yağmur düşüşünü tanımlamak üzere tasarlanmış hidrolojik bir göstergedir. Palmer kuraklık indeksi, bir toprak nem algoritmasıdır. Ancak, SWSI göstergesi yüzey su koşullarını tanımlamak için tasarlanmıştır.

McKee ve ark. (1993), ilk defa Colorado'da SPI indeksini uygulamışlar ve çökelme verilerinin uyumu için gama dağılımının en uygun dağılım olduğunu bulmuşlar, Ve kuraklığı tanımlayarak dört farklı sınıfa ayırmışlardır. Bu çalışmada Standart Yağış İndeksini (SPI) geliştirmişler, girdi olarak kullandıkları verileri 3, 6, 9, 12 ve 48 aylık dönemlere ayırarak bunları kendi aralarında karşılaştırmışlardır.

Bossy ve ark. (1998), Macaristan'daki kuraklığı SPI yöntemini kullanarak tanımlamışlar ve SPI indeksinin farklı kuraklık türlerini ölçmek için uygun olduğunu gözlemlemişlerdir. Hayes ve ark. (1999), kuraklık şiddet özellikleri için SPI kullanmanın

dezavantajları ve avantajları üzerinde çalışmışlardır. SPI, hesaplamaların sadeliğinden dolayı, meteoroloji kuraklığını izlemek için en uygun gösterge olarak istenen herhangi bir süre için hesaplama yeteneğine sahiptir. SPI endeksinin pozitif değerleri yağışların ortalama yağış miktarından fazla olduğunu ve negatif değerlerin ters anlam içerdiğini göstermektedir. Bu yönteme göre, SPI sürekli negatif olduğunda ve -1 veya daha azına ulaştığında ve pozitif olduğunda, bir kuraklık dönemi oluşur. Bu nedenle, kuraklığın süresi, negatif değerlerin başlatılması ve sonlandırılması ile belirlenir ve SPI'nın kümülatif miktarları da kuraklığın büyüklüğünü ve şiddetini gösterir.

Lana ve ark (2001) İspanya'nın Katalonya bölgesinde çökelme örüntülerini araştırmak için SPI kullanmıştır. Sonuç olarak, dört mevsim için eksiklik ve fazlalığın gerçek anlamı hakkında bazı değerlendirmeler yapılmalıdır.

Wu ve Hayes (2001), aylık yağış verileri kullanılarak, SPI, CZI, z-Skoru, Çin'in sulak ve kurak iklimleri için 1, 3, 6, ve 9 aylık zaman ölçeklerinde değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, her üç göstergenin de tüm zaman aralıklarında aynı sonuçları verdiğini, ancak CZI ve z sayılarının hesaplarının SPI indeksinden daha rahat olduğu sonucuna varmışlardır.

Dupigny-Giroux. (2001), SPI kuraklık profilinin, nem indekslerinden ve Modifiye Palmer'dan daha iyi olduğunu düşünmektedir. Küçük ila orta ölçekli zaman aralıklarında çalışmaktadır.

Lloyd-Hughes ve Saundersa (2002), farklı bir zaman ölçeğinde (1 ile n ay arasında) SPI hesaplamış, SPI değerlerinin (2-3 aylık zaman ölçeğinde) tarımsal kuraklık için kullanılabileceğini gözlemlemişlerdir. SPI değerlerindeki eğilimin, yirminci yüzyılda Avrupa'daki şiddetli ya da orta dereceli kuraklık oranlarında önemli bir değişimi temsil ettiğini bulmuşlardır.

Loukas ve ark. (2003), Yunanistan'da farklı zaman ölçeklerinde meteorolojik kuraklıkların araştırılması için Z sayısı, çökelme anomalisi ve standart çökeltilerin üç göstergesi kullanmışlardır. 21 aylık zaman dilimi için üç göstergenin aynı eğilime sahip olduğu ve aynı zamanda (PDMS) Palmer'ın indeksiyle iyi derecede uygunluğa sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Pamuk ve ark. (2004), (SPI) yöntemini kullanarak Ege bölgesinde kuraklık belirlemişlerdir.1971-2001 yılları arasındaki yağış değerleri 3, 6, 12, 24 ve 48 aylık zaman dilimleri için kullanılmıştır. Sonuç olarak yağışlı mevsimde bu bölgedeki sonuçlar ortaya konmuştur. Kıyı alanının iç kısımlara göre daha kurak olduğu, ayrıca yaz aylarında, Anadolu'nun iç batı kısmının kıyı alanından daha kurak olduğu tespit edilmiştir.

Çaldağ ve ark. (2004), Trakya Bölgesi için (SPI) yöntemini kullanarak bir kuraklık analizi yapmışlardır. Sonuç olarak, çalışılan istasyonların çoğunda şiddetli kuraklık durumu tespit edilmiş ve en şiddetli kuraklık yılları 2000 ve 2001 yıllarında bulunmuştur.

Tonkaz ve Çetin. (2005), çalışmalarında Şanlıurfa'daki kuraklığı belirlemeye karar vermiştir. Meteorolojik çökeltme istasyonlarından toplanan aylık yağış verilerini kullanarak (SPI) değerlerini analiz etmiş ve belirlemişlerdir. Akış analizini Mann-Kendall yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, Şubat, Mart, Nisan ayları ciddi kısa süreli kuraklık dilimleri olarak bildirilmiş ve SPI serisinin başarılı Mann-Kendall istatistikleri rastgele davranış göstermiştir. Kuraklığın sıklıkla Ocak ayında görüldüğü ortaya çıkarılmıştır.

Edossa ve ark. (2010) yaptığı çalışmada Etiyopya'da bulunan Awash Nehir Havzası için kuraklık analizi yapmıştır. Standart Yağış İndeksi yöntemi ile 1987–2000 yılları arasındaki 30 yağış istasyonu 3, 6, 12 aylık SPI zaman çizelgesini belirlemek için

kullanılmıştır. Havzadaki en ağır kuraklık dönemlerinin Mayıs 1988 - Haziran 1988 ve Nisan 1998 - Mayıs 1998 tarihleri arasında olduğunu tespit etmiştir.

Merkoci ve ark. (2013) Arnavutluk bölgesinde Standart Yağış İndeksini (SPI) kullanarak 1, 3 ve 6 aylık SPI değerlerini bulmaya çalışmış ve verileri 1951-2000 yılları arasında kullanmışlardır. 1961-1970 ve 1971-1980 dönemleri boyunca, orta, şiddetli ve aşırı kuraklık koşulları on kez (10 yıllık bir süre boyunca) gerçekleşmiştir. 2003 yılı kuraklık için en dikkat çekici yıl olup, SPI 6 değerleri için Arnavutluk'un güneyi aşırı derecede kurak bulunmuştur.

Al-Timimi ve AL-Jboori (2013), Irak Bölgesinde (SPI) yöntemiyle bir kuraklık analizi yapmışlardır. Çalıştıkları istasyonlar arasında Dohuk, Süleymaniye, Dokan ve Erbil istasyonlarının kuraklıktan daha fazla etkilendiğini ve 1999-2000 sezonunda kuraklık büyüklüğünün (18.4 ile 17.4) mm arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Irak'ın kuzeydoğu bölgesi 1980-2012 döneminde yüksek kuraklıkla karşı karşıya kalmıştır. 1983, 1998, 1999, 2000 ve 2008 yılları kuraklıktan en çok etkilenen yıllardır.

Karabulut. (2015), Antakya - Kahramanmaraş'taki kuraklığı tespit etmeye çalışmıştır. Akdeniz'de yer alan 4 adet meteoroloji istasyonunun uzun dönem yağış verileri, Standart Yağış İstatistikleri (SPI) değerlerini belirlemek için kullanılmıştır. Kullanılan zaman setleri 1975-2010 arasından seçilmiştir. Sonuç olarak, dört istasyon, su tedarikinde büyük oranda yağışa bağımlıdır.

Gümüş ve ark. (2017), çalışmalarında Standart Yağış İndeksi yöntemini kullanarak Şanlıurfa meteoroloji istasyonundan (1937-2014), 3, 6 ve 12. ay SPI değerlerine göre 78 yıllık yağış verilerini, kurak ve sulak dönemlerin şiddet, büyüklüğü ve dağılımını kullanmışlardır. 1986-2014 yılları arasında şiddetli kurak ayların sayısının 1937-1985 yılları arasında kurak ayların sayısından fazla olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Tüm zaman

ölçeklerine göre en yüksek SPI değerlerinin Ekim ve Aralık 1972 arasında olduğu belirlenmiştir.

Gümüş ve Algın (2017), Seyhan-Ceyhan nehir havzaları için yaptıkları çalışmada (SPI) kullanarak kuraklık analizini yapmışlardır. Meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizleri, 12 meteoroloji ve 12 hidroloji istasyonundan elde edilen verilerden 3, 6 ve 12 aylık zaman dilimleri içerisinde gerçekleştirilmiş ve tüm istasyonlarda kuraklık dönemleri ve kuraklık şiddetini farklı zaman dilimlerinde belirlenmiştir.

Awchi ve Kalyana (2017), Kuzey Irak'ta (SPI) yöntemini kullanarak kuraklığı araştırmaya çalışmış ve SPI değerlerini 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeği ile belirlemek için 1937-2010 yılları arasında 9 istasyondan elde edilen aylık yağış verilerini kullanmıştır. Sonuç olarak, Dokan ve Tel-Afer istasyonları için SPI-12'nin birçok kuraklık yılı (1951, 1958, 1959, 1970, 1983, 1990, 1999, 2000, 2007, 2008, 2009 ve 2010) olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışma, Kuzey Irak Bölgesi'ndeki farklı meteoroloji istasyonlarının en uzun kurak ve sulak dönemlerini ve bunların şiddetini bulmayı amaçlamaktadır. İncelenen alanın kuraklık analizi, on beş meteorolojik gözlem istasyonundan toplanan uzun vadeli aylık toplam yağış verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm dünyada yaygın olarak kabul edilen SPI, kuraklığı belirlemek için kullanılmıştır. Kurak ve sulak dönemlerin belirlenmesi için geçici kuraklık değerleri 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman aralıklarına göre değerlendirilmiştir.

Bu tez ile Kuzey Irak'taki kuraklık üzerine yapılan önceki çalışmalar arasındaki temel fark, bu tezde kullanılan verilerin daha kesin olmasıdır çünkü kayıp veriler önceki çalışmalara göre daha azdır. Bu durum sonuçların daha doğru olmasına neden olmaktadır. Bu tezde tüm istasyonlar için en uzun kurak ve sulak dönemler saptanmıştır. Tüm zaman

dilimleri için tüm durumlar ArcMap yazılımı kullanılarak haritalarda gösterilmiş ve tüm zaman ölçekleri için tüm durumların yüzdesi bulunmuştur. Yine bu çalışmada kullanılan istasyon sayısı önceki çalışmalardan önemli ölçüde fazladır.

3. MATERYAL ve YÖNTEMLER

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

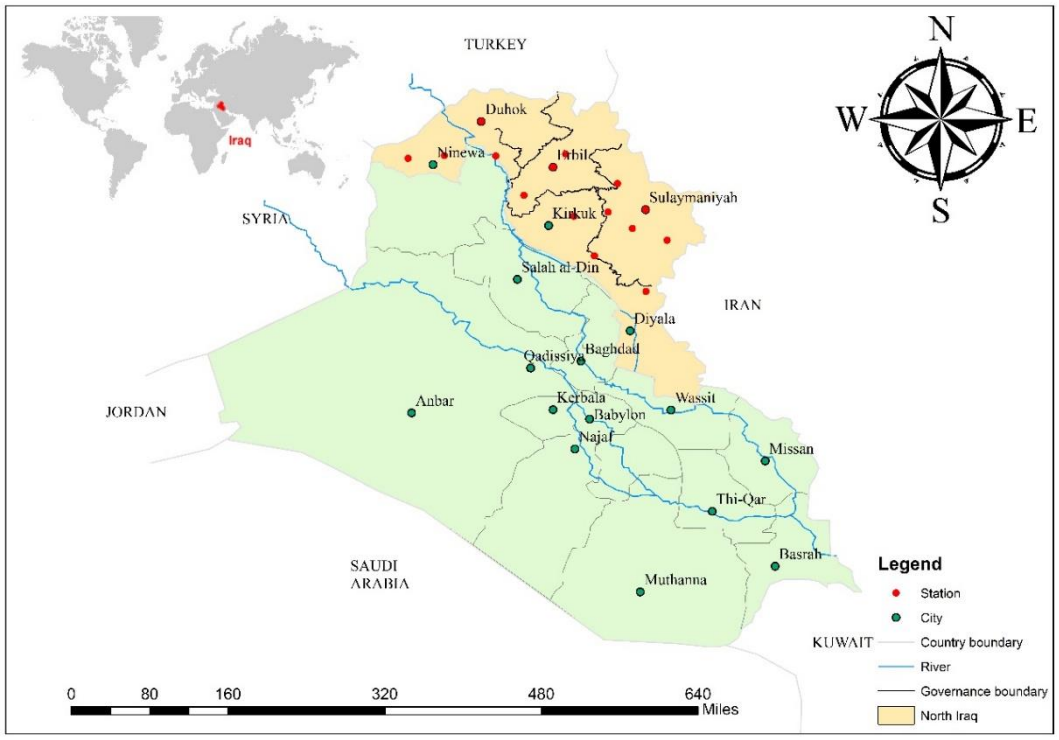
Çalışma alanine oluşturan Kuzey Irak bölgesi, 40,643 kilometrekarelik bir alana sahiptir. Kuzey Irak, 36 derece kuzey enlemi ve 44 derece doğu boylamında yer alır. Irak'ın güney kısımları, tropik bölgelerde ve kuzey kısımları yarı kurak bölgelerde yer almaktadır. Şekil 3.1 çalışma alanını göstermektedir. Burada Fırat, Dicle Diyala ve Aşağı Zab olmak üzere dört ana nehir vardır.

Fırat, Asya ve Ortadoğu'daki iki büyük nehirden biridir. Bu nehir, 1700 mil uzunluğuyla (2800 km) bölgenin en uzun nehridir. Nehir, Karasu (Batı Fırat) ve Murat Su (Doğu Fırat)'tan gelmektedir.

Dicle, 1150 mil (1850 km) boyuyla Irak'ın ikinci büyük nehridir. Türkiye'nin doğu dağlarından doğmaktadır. Nehir Suriye'yi geçer ve Fırat ile Shat Al-Arab'I oluşturmakiçin Fırat ile birleştiği yer olan Irak'a gelir.

Diyala Nehri, Irak'ta 277 mil (445 km) uzunluğu ile üçüncü en uzun nehirdir. Bu nehir, İran'ın batısındaki Zagros Dağları'ndan doğar ve alçak arazilerden Irak'a akar.

Küçük Zab olarak da bilinen Aşağı Zab, İran'daki Zagros Dağları'ndan gelmektedir. Nehir 249 mil (400 km) uzunluğundadır. Farklı bitkilerin büyümesine neden olan farklı çevresel bölgelerden geçer (Sawe, 2017).



Şekil 3.1. Çalışma Alanı

3.1.2. Veri

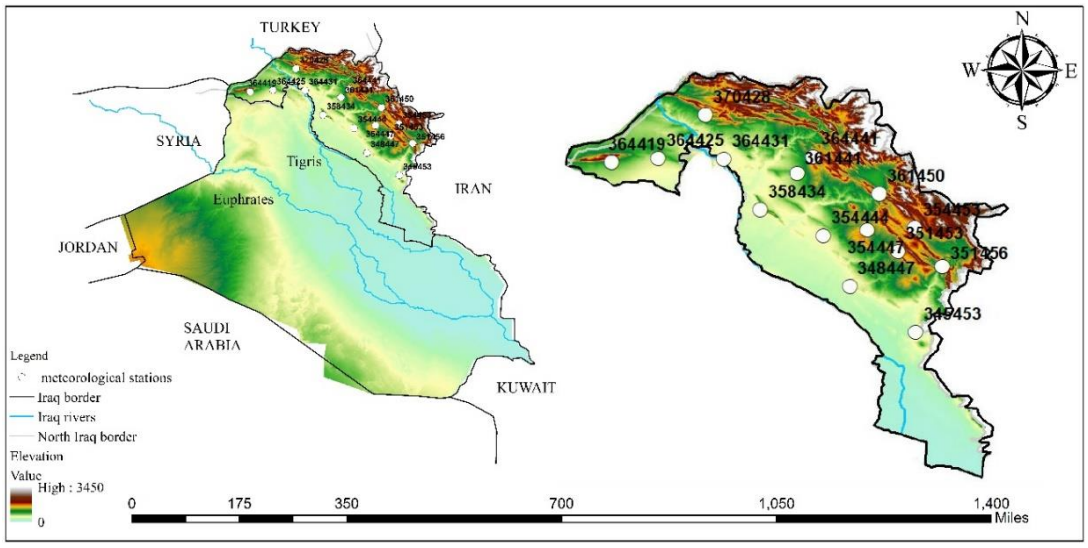
Bu çalışmada meteorolojik veriler kullanılacaktır. Yağış, meteorolojik kuraklık evresinin ana parametresidir. Dolayısıyla, bu parametrenin verileri Kuzey Irak'ın farklı şehirlerindeki meteorolojik gözlem istasyonlarından (Kuzey Irak Meteoroloji ve Küresel Hava DurumTeşkilatı u) toplanmış ve bir yandan da yazılım ihtiyaçları Harran Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü laboratuvarında karşılanmıştır. Çizelge 3.1, kuraklık analizinde kullanılan istasyonların genel bilgilerini vermektedir. Buna göre, 354453 numaralı Süleymaniye istasyonu çalışılan istasyonlarda en yüksek yağış miktarına sahip iken 357343 numaralı Makhmur istasyonu ise en az miktarda yağış almıştır. Ortalama Yıllık Yağış değerleri tüm istasyonlarda (765 mm-241 mm) arasında değişmektedir.

Bu araştırmada; Erbil, Süleymaniye, Duhok, Darbandikhan, Chamchamal, Sangaw, Kerkük, Tuzhurma, Makhmur, Pirmam, Dokan, Sinjar, Tal Afar, Musul, Khanaqin adlı 15 sinoptik istasyonunyıllık yağışları kullanılmıştır. Kuzey Irak Meteoroloji Örgütü 34 yıllık bir istatistik periyodu (1979-2013 arası) boyunca iklim verileri elde edilmiştir.

İlk veri analizinden sonra, aylık serideki eksik veriler, bitişik istasyonun istatistikleri kullanılarak oran metodu ile oluşturulmuştur. Erbil, Süleymaniye ve Duhok istasyonlarındaki bazı istatistiki eksikliklerin giderilmesi için Chamchamal ve Sangaw'ın sinoptik istasyonları kullanılmış ve uzun süreli istatistiksel süreçlerin uzun mesafeleri kapsamadığı bazı istasyonlarda bu yıllar hesaplamalardan kaldırılmıştır. Kuzey Irak istasyonlarında aylık yağış verileri 1979'dan 2013'e kadar toplanmıştır. Meteoroloji istasyonları arasından on beş istasyon seçilmiştir. İstasyonların iklim ve coğrafi özelliklerinden bazıları Çizelge 1'de sunulmuştur. Meteorolojik yağış istasyonlarının yerleri Şekil 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tüm istasyonların iklim ve coğrafi özellikleri

İstasyon No	İstasyon Numarası	İstasyon Adı	Boylam	Enlem	Yükseklik (m)	Mevcut yıllar
1	361441	Erbil	44.009167	36.191111	439	1979-2013
2	358434	Makhmur	43.58102	35.774954	252	1979-2013
3	364441	Pirmam	44.196151	36.385931	507	1979-2013
4	354453	Sulaymaniyah	45.375611	35.564112	886	1979-2013
5	351456	Darbandikhan	45.695272	35.110939	532	1979-2013
6	354447	Chamchamal	44.821728	35.529211	859	1979-2013
7	351453	Sangaw	45.179867	35.285127	770	1979-2013
8	361450	Dokan	44.962103	35.949559	529	1979-2013
9	370428	Duhok	42.948857	36.867905	795	1979-2013
10	364419	Sinjar	41.865044	36.322072	1067	1979-2013
11	354444	Kirkuk	44.316667	35.466667	319	1979-2013
12	345453	Khanaqin	45.383938	34.354254	188	1979-2013
13	348447	Tuz Khurma	44.620763	34.880964	197	1979-2013
14	364431	Mosul	43.164	36.356648	233	1979-2013
15	364425	Tal Afar	42.403672	36.362358	485	1979-2013



Şekil 3.2. Kullanılan tüm istasyonların uzun vadeli ortalama yıllık yağışlarının bölgesel dağılımı

3.2. YÖNTEMLER

3.2.1. Standart Yağış Endeksi (SPI) yöntemi

Kuraklığın değerlendirilmesinde temel kriterlerden biri SPI olup, hesaplanan dönem boyunca yağış miktarlarının ortalama ve uzun vadeli standart sapmasını gerektirmektedir (Bonaccorso ve ark., 2003). Bu ölçüm, öncelikle kuraklık ve yağmuru tanımlamak ve izlemek için sağlanmıştır (Tsakiris ve Vangelis, 2003) ve araştırmacıya herhangi bir zamanda sulak dönemde gerçekleşen kuraklık olaylarının sayısını tanımlamasına ve saptamasına izin vermektedir (Mckee ve ark., 1993). Bu indeks boyutsuz olduğu için bu bilgi farklı alanların karşılaştırılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, bu indeksin diğer avantajlarından biri olan daha yüksek doğrulukla kuraklık aralığı üretilmesi, bunun tanımlanabilirliği ve kurak ve sulak alanlar üzerinde yapılan çalışmalar için uygulanabilmesidir (Livada and Assimakopoulos, 2006). SPI yönteminin detayına Gümüş ve Algin (2017)'nin çalışmasında ulaşılabilir.

SPI değerleri Edossa ve ark (2010) tarafından Çizelge 3.2'de gösterildiği gibi aşırı sulak ve aşırı kuraklık arasında değişebilen sekiz sınıfa ayrılmıştır.

Bu indekste, başlangıçta, her bir zaman ölçeği için her bir istasyondaki aylık yağış miktarını hesaplanmıştır (1,3,6,9,12) Bu nedenle, örneğin, altı aylık zaman ölçeği için, yılda özel bir altı aylık dönem yoktur (ilk veya ikinci altı ay). Ancak dönemdeki altı aylık tüm aralıklar dahil edilir. Daha sonra gamma olasılık dağılımı ile aylık kümülatif yağış düzenlenir. Herhangi bir zaman ölçeğinde kümülatif olasılık ölçeğini hesapladıktan sonra ve yılın her ayı için bu olasılık normal rastgele değişken olur. Aslında, rastgele değişken, standart Z ile aynıdır.

SPI, hesaplamaların sadeliğinden dolayı meteorolojik kuraklığı izlemek için en uygun gösterge olarak istenen herhangi bir süre için hesaplama yeteneğine sahiptir. SPI indeksinin pozitif değerleri yağışların ortalama yağış miktarından fazla olduğunu ve negatif değerlerin ters anlam içerdiğini göstermektedir. Bu nedenle, kuraklığın süresi, negatif değerlerin başlatılması ve sonlandırılması ile belirlenir. Aynı zamanda SPI'nın kümülatif miktarları kuraklığın boyutunu ve önemini gösterir (Hayes ve ark., 1999).

$$G(x) = \frac{1}{\beta_{pro}^{a_{pro}} \Gamma(a_{pro})} \int_0^x x^{apro-1} e^{-\frac{1}{\beta_{pro}}} dx \quad (3.1)$$

Olduğu zaman

$$a_{pro=} \frac{1}{4A}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}}\right) \quad (3.2)$$

$$A = ln(x_{sr}) - \frac{\sum_{i=1}^{n} ln(xi)}{n} \quad (3.3)$$

$$\beta_{pro} = \frac{x_{sr}}{a_{pro}} \quad (3.4)$$

x_{sr} yağış miktarının ortalama miktarını gösterir.

n yağış ölçümü sayısını gösterir.

xi veri dizisindeki yağış miktarını gösterir.

x=0 oluğunda, kümülatif olasılığın fonksiyonu H (x) = q + (1 − q) G (x) olur ve q yağış koşulunun olma olasılığını gösterir.

$$SPI = \begin{cases} -\left(t - \frac{c0+c1t+c2t2}{1+d1t+d2t2+d3t3}\right) & 0 < H(x) \leq 0.5 \\ +\left(t - \frac{c0+c1t+c2t2}{1+d1t+d2t2+d3t3}\right) & 0.5 < H(x) \leq 1.0 \end{cases} \quad (3.5)$$

$$t = \begin{cases} \sqrt{ln\frac{1}{(H(x))\hat{}2}}, & 0 < H(x) \leq 0.5 \\ \sqrt{ln\frac{1}{(1-H(x))\hat{}2}}, & 0.5 < H(x) \leq 1 \end{cases} \quad (3.6)$$

Olduğu zaman

H(x)= gözlenen yağışların kümülatif olasılığı.

c0, c1, c2, d1, d2 ve d3 sabittir

değerleri aşağıdaki gibidir.

c0=2.515517 c1= 0.802853 c2= 0.010328

d1= 1.432788 d2=0.189269 d3=0.001308

Çizelge 3.2 . SPI Sınıflandırılması

SPI sınıfları	Dönem sınıflandırması
SPI≤−2	Aşırı kuraklık
−2<SPI≤−1.5	Şiddetli kuraklık
−1.5<SPI≤−1	Orta kuraklık
-1<SPI≤0	Hafif kuraklık
0<SPI≤1	Hafif sulak
1<SPI≤1.5	Orta sulak
1.5<SPI≤2	Şiddetli sulak
SPI>2	Aşırı sulak

Çizelge 3.3. İstasyonlar için verilerin genel istatistikleri

İstasyon No	İstasyon Numarası	İstasyon Adı	Ortalama	En az	En çok	Yıllık Yağış (mm)
1	361441	Erbil	548.91	216.79	872.82	577
2	358434	Makhmur	260.16	109.80	523.57	298
3	364441	Pirmam	568.15	228.24	600.66	601
4	354453	Sulaymaniyah	778.18	244.65	1304.30	765
5	351456	Darbandikhan	546.11	170.95	783.19	505
6	354447	Chamchamal	554.66	171.09	874.58	555
7	351453	Sangaw	669.67	205.07	943.92	631
8	361450	Dokan	619.78	254.75	1012.93	670
9	370428	Duhok	552.06	222.26	988.72	572
10	364419	Sinjar	456.29	162.47	727.81	452
11	354444	Kirkuk	321.67	105.64	568.87	347
12	345453	Khanaqin	228.03	97.67	370.82	241
13	348447	TuzKhurma	337.15	134.00	583.75	354
14	364431	Mosul	535.57	199.73	1045.88	598
15	364425	Tal Afar	442.68	153.35	741.87	450

3.2.2 Ters Mesafe Ağırlık yöntemi

Ters Mesafe Yöntemi, coğrafi çalışmalarda yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemin temeli, artan mesafeyle, ünitedeki parametrelerin etki seviyesinin azaltılmasıdır. Verilerinin ölçülemediği yerlerde tahmin yapmak için kullanır. Alanın ölçülen değerleri kullanılır. Tahminlerde ağırlık faktörü, noktalar arasındaki mesafe ile belirlenir. Numune yakınındaki noktalara, yer daha fazla ağırlık verirken daha uzak noktalar daha az ağırlık verir.

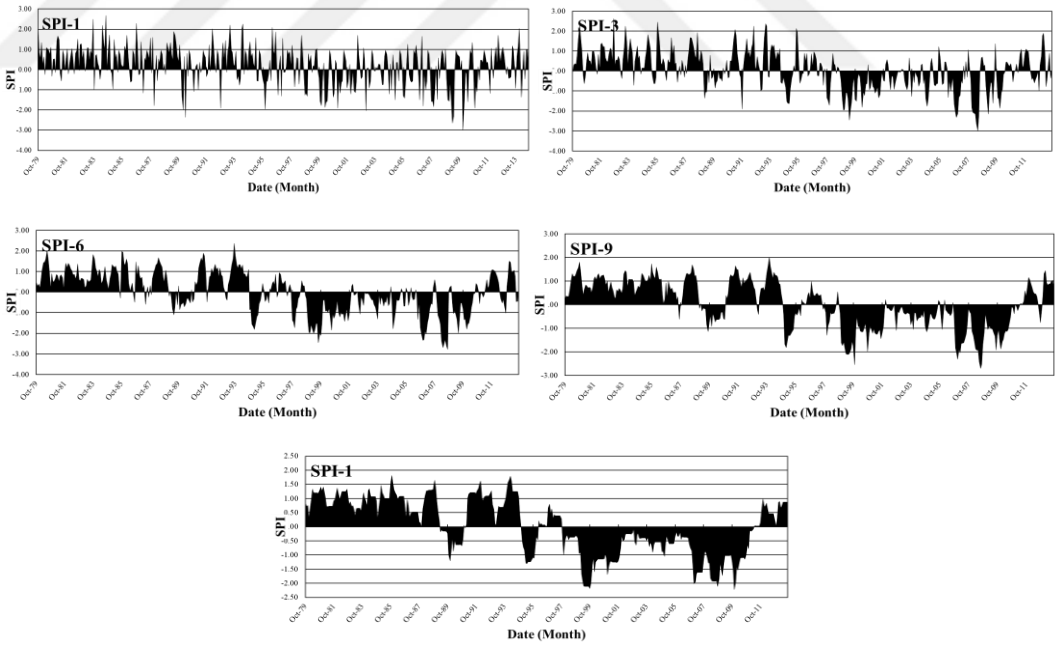
$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{N} \frac{Z_i}{d_i^m}}{\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{d_i^m}} \qquad (3.7)$$

Zi örnek değerleri ise, di her bir konumdan örnek konumuna kadar olan Öklid mesafesi, m güç faktörüdür (sürtünme mesafesi) ve n örnek noktaların sayısıdır. Ağırlık kaybı oranı, m miktarına bağlıdır. Etkileyen faktörler (IDW), bitişik noktaların sayısı ve konumu, başka bir deyişle, bitişik birimlerin durumlarıdır. Bitişik noktaların sayısının seçilmesi ve sınırlandırılması ve analizde bitişik noktalar için arama terimi esastır. Komşuların şekli, giriş verileri ve modellenmesi gereken seviye tarafından etkilenir. Dağıtım dengeli ve ciddi değilse, o zaman noktalar her yönde genişletilebilir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Erbil istasyonu (361441) kuraklık analizi

Erbil meteoroloji istasyonunda (361441), aylık yağış verileri kullanılarak bir kuraklık analizi yapılmıştır. Kuraklık analizi için Matlab yazılımı tarafından hazırlanmış bir kod kullanılmıştır. Ayrıca, SPI değerleri, gama dağılımına yağış verileri yerleştirildikten sonra hesaplanmıştır. Aylık ve yıllık toplam yağış miktarı 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerinin zamansal dağılımını belirlemek için kullanılmıştır. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasında bir süre olarak alınmıştır. SPI değerleri 1, 3, 6, 9 ve 12 ayda sırasıyla SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-9 ve SPI-12 olarak kısaltılmıştır.



Şekil 4.1. 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Erbil istasyonunda SPI değerlerinin kurak ve sulak durumlara göre zamansal dağılımı

Şekil 4.1'te, SPI-1 değerlerine göre, 1979 ile 2013 yılları arasında beş aşırı kurak ay gözlenmiştir. SPI-3 değerlerine göre, tüm zaman aralığı boyunca 11 aşırı kurak ay

gözlenmiştir. SPI-6 değerlerine göre, 12 aşırı kurak ay gözlenmiştir. SPI-9 değerleri incelendiğinde, 1979 ile 2013 yılları arasında 11 ayın çok kurak olduğu belirlenmiştir. Yıllık kuraklığı temsil eden SPI-12 değerlerine göre, toplam on ayın çok kurak olduğu belirlenmiştir. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerine göre en uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.1'te verilmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde, SPI-1 değerleri için en uzun kurak mevsim Kasım 2008'de başlamış ve sekiz ay sürmüştür. SPI-3 değerlerine bakıldığında, en uzun kurak sezon 1998 Eylül ayından itibaren 24 ay sürmüştür. SPI-6 değerlerine göre en uzun kurak dönem 39 ay sürmüştür ve bu dönem Eylül 1998'den itibaren başlamıştır. SPI-9 değerleri incelendiğinde en uzun kurak dönem Ekim 2006'da başlamış ve 51 ay sürmüştür. SPI-12 değerlerine göre en uzun kurak dönem Kasım 1997 ile Nisan 2011 arasında olup 162 ay sürmüştür. Sulak dönemler incelendiğinde, SPI-1 verilerine göre en uzun sulak dönem Aralık 1988'de başlamış ve 13 ay sürmüştür. SPI-3'ün en uzun dönemi 19 ay sürmüş ve Ağustos 1981'de başlamıştır. 1979-2013 yılları arasındaki zaman ölçeğine göre SPI-6 için 72 ay, SPI-9 için 96 ay ve SPI-12 için 99 ay sürmüştür.

Çizelge 4.1. Erbil istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI' ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler

	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Bitiş**	**Süre**
SPI-1	Kasım-08	Hazīran-09	8 Ay	Aralık-88	Aralık-89	13 Ay
SPI -3	Eylül-98	Ağustos-00	24 Ay	Ağustos-81	Şubat-83	19 Ay
SPI -6	Eylül-98	Nīsan-01	39 Ay	Ekim -79	Ağustos-85	72 Ay
SPI -9	Ekim -06	Aralık-10	51 Ay	Ekim -79	Ağustos-87	96 Ay
SPI -12	Kasım-97	Nīsan-11	162 Ay	Ekim -79	Kasım-87	99 Ay

Tüm zaman ölçeği için SPI değerlerinin dağılımları aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekillerde, MID, MOD, SD ve ED sırasıyla hafif kuraklık, orta kuraklık, şiddetli kuraklık ve aşırı kuraklık koşullarını temsil etmektedir. MIW, MOW, SW ve EW ise sırasıyla hafif sulak, orta sulak, şiddetli sulak ve aşırı sulaktır. Şekil 3.2'de 1 aylık SPI-1 değerlerinin dağılımı verilmiş, 1979-2013 yılları arasında Erbil istasyonunun SPI değerleri % 60 sulak

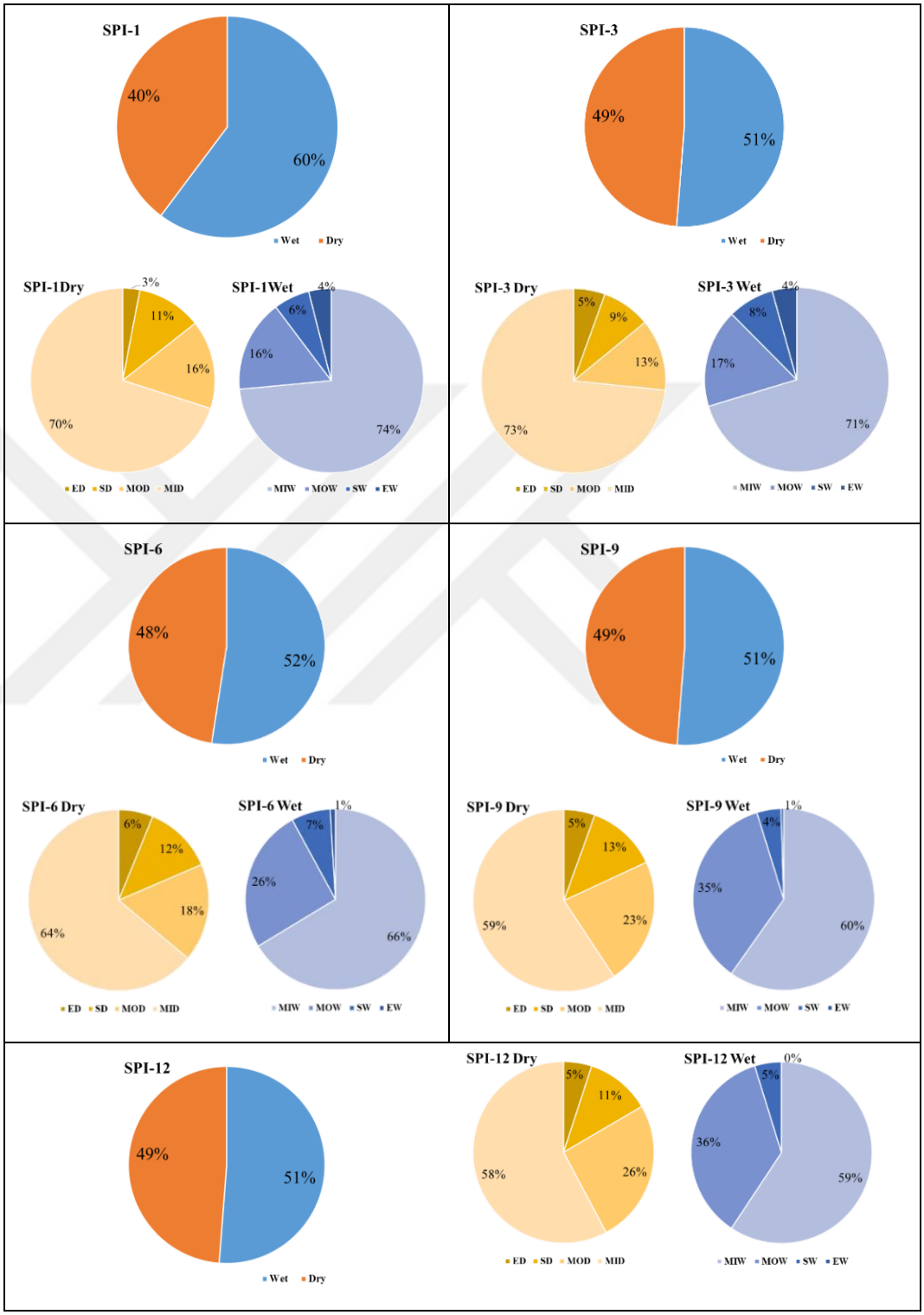
ve % 40 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, kurak kısmın % 70'i hafif kurak, % 16'sı orta derecede kurak olmuştur. Sulak kısımda % 74'lük hafif sulak, % 15'i orta ve% 6'sı şiddetli sulak, sadece % 2'si aşırı sulak olarak sınıflandırılmıştır.

SPI-3 değerlerinin dağılımı Şekil 4.2'te verilmiştir. Kurak dönem kendi içinde sınıflandırıldığında sulak ay sayısının, kurak ayların sayısından SPI-1 değerlerine göre daha fazla olduğu, % 73'ünün hafif kurak, % 13'ünün orta kurak olduğu gözlenmiştir. Sulak dönem boyunca aşırı yağış oluşumu tüm dönemin % 4'üdür.

SPI-6 değerlerinin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %48 ve %52'ye yakındır. Kurak döneminin %64'ü hafif, % 18'i orta kurak, %12'si bu sınıflandırmaya göre şiddetli kurak ve % 6'sı aşırı kurak halde idi. Sulak dönem için ise %66'sı hafif sulak, %1'i orta sulak, %7'si şiddetli sulak, %26'sı aşırı sulak olarak saptanmıştır.

SPI-9 değerlerinin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %49 ve %51'e eşittir. Kurak dönemin %59'u hafif, %23'ü orta derecede kurak, %13'ü şiddetli derecede kurak ve % 5'i aşırı derece kuraktır. Yağışlı döneme bakıldığında ise %60 hafif sulak, %35 orta sulak, %4 şiddetli sulak ve %1 aşırı sulak olarak belirlenmiştir.

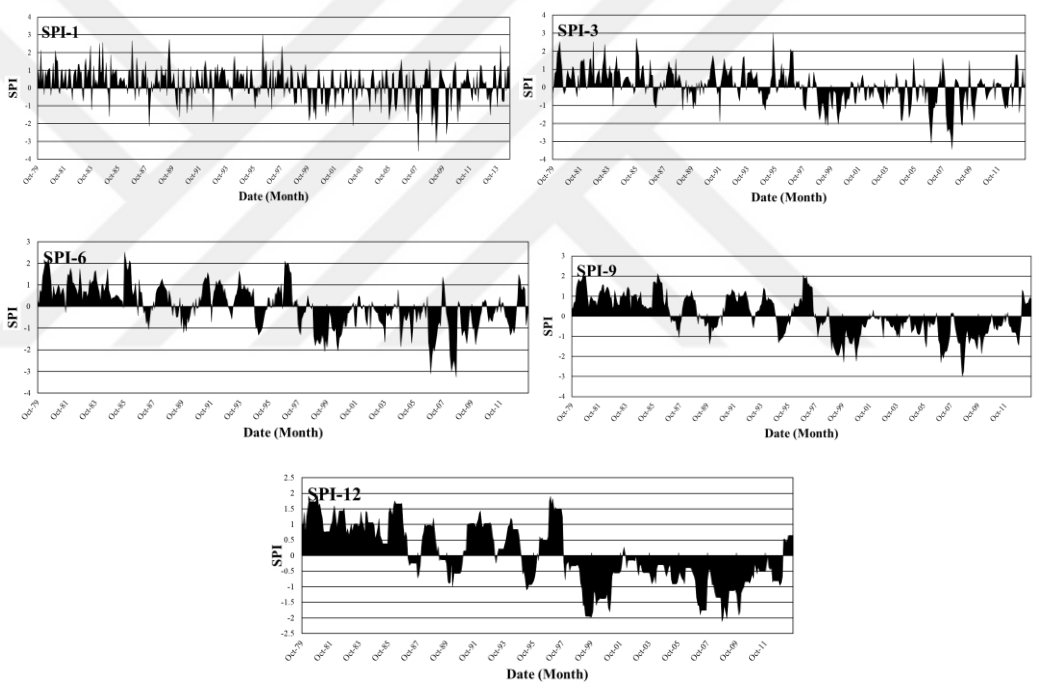
SPI-12 değerlerinin dağılımına göre kurak ve sulak dönemler sırasıyla %49 ve %51 dir. Kurak döneminin %58'i hafif, %26'sı orta derecede kurak, %11'i şiddetli kurak, % 5'i ise aşırı kurak iken %59'u hafif sulak, %36'sı orta sulak, %5'i şiddetli sulak olarak belirlenmiş ancak aşırı derecede sulaklık gözlenmemiştir.



Şekil 4.2. 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI' ya göre Erbil istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı

4.2. Makhmur istasyonu (358434) kuraklık analizi

(358434) nuMartalı Makhmur meteoroloji istasyonundaki aylık yağış verileri, sürekli olarak 1979'dan 2013'e kadar ölçülmüştür. Geçmişten geleceğe olan kuraklığın günlük değişimi incelenmek için aylık ve yıllık toplam yağış kullanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerinin dağılımı Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.3. Makhmur istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerine göre SPI değerlerinin kurak ve sulak durumlara göre zamansal dağılımı

Makhmur istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık süre için SPI değerlerinin dağılımı yukarıda gösterilmiştir. Buna göre, aylık SPI-1 değerleri, 1979 ile 2013 yılları arasında 6 ayda aşırı kuraklık gözlenmiştir. Ayrıca en yüksek aşırı kurak değerin Nisan 2009'da olduğu belirlenmiştir. 3 aylık SPI değerlerine göre, tüm zaman aralığında14 aşırı kurak ay saptanmıştır. 6 aylık SPI değerlerine göre, 1979 ile 2013 yılları arasında 12 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 9 aylık SPI değerleri incelendiğinde toplam 7 ayın kurak kaldığı

belirlenmiştir. 12 aylık SPI değerleri incelendiğinde ise toplam 2 ayın çok kurak olduğu belirlenmiştir.

Makhmur istasyonu için en uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.2'de verilmiştir. SPI-1 değerlerine göre en uzun kurak dönem Ekim 1999'da başlamış ve 9 ay sürmüştür. SPI-3 değerlerine bakıldığında en uzun kurak dönem Ekim-1998'de başlamış ve 29 ay sürmüştür. SPI-6 değerlerine göre ise en uzun kurak dönem Ekim-1998'de başlamış ve 32 ay sürmüştür. SPI-9 verileri değerlendirildiğinde en uzun kurak dönem Ekim 1998'de başladığı ve 38 ay sürdüğü görülürken SPI-12 değerleri için ise bu süre Şubat 2002'den başlayarak 131 ay sürmüştür. Sulak dönemler incelendiğinde, SPI-1 için en uzun sulak dönem Kasım 1983'te başlamış ve 14 ay sürmüştür. SPI-3 verilerine göre en uzun sulak dönem Kasım 1979'dan itibaren ve 22 ay boyunca devam ederken SPI-6 verilerine göre bu dönem Ekim-1981'den başlayıp 47 ay sürmüştür. SPI-9 değerleri en uzun sulak dönemin Ekim-1979'da başladığını ve 89 ay sürdüğünü gösterirken SPI-12 verilerine göre bu dönem aynı şekilde Ekim 1979'da başlamış ve 89 ay sürmüştür.

Çizelge 4.2. Makhmur istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI' ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler

	Kurak Dönem			Sulak Dönem		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Bitiş**	**Süre**
SPI-1	Ekim -99	Hazīran-00	9 Ay	Kasım-83	Aralık-84	14 Ay
SPI -3	Ekim -98	Şubat-01	29 Ay	Kasım-79	Ocak -84	22 Ay
SPI -6	Kasım-98	Hazīran-01	32 Ay	Ekim -81	Ağustos-85	47 Ay
SPI -9	Ekim -98	Kasım-01	38 Ay	Ekim -79	Ocak -87	89 Ay
SPI -12	Şubat-02	Aralık-12	131 Ay	Ekim -79	Ocak -87	89 Ay

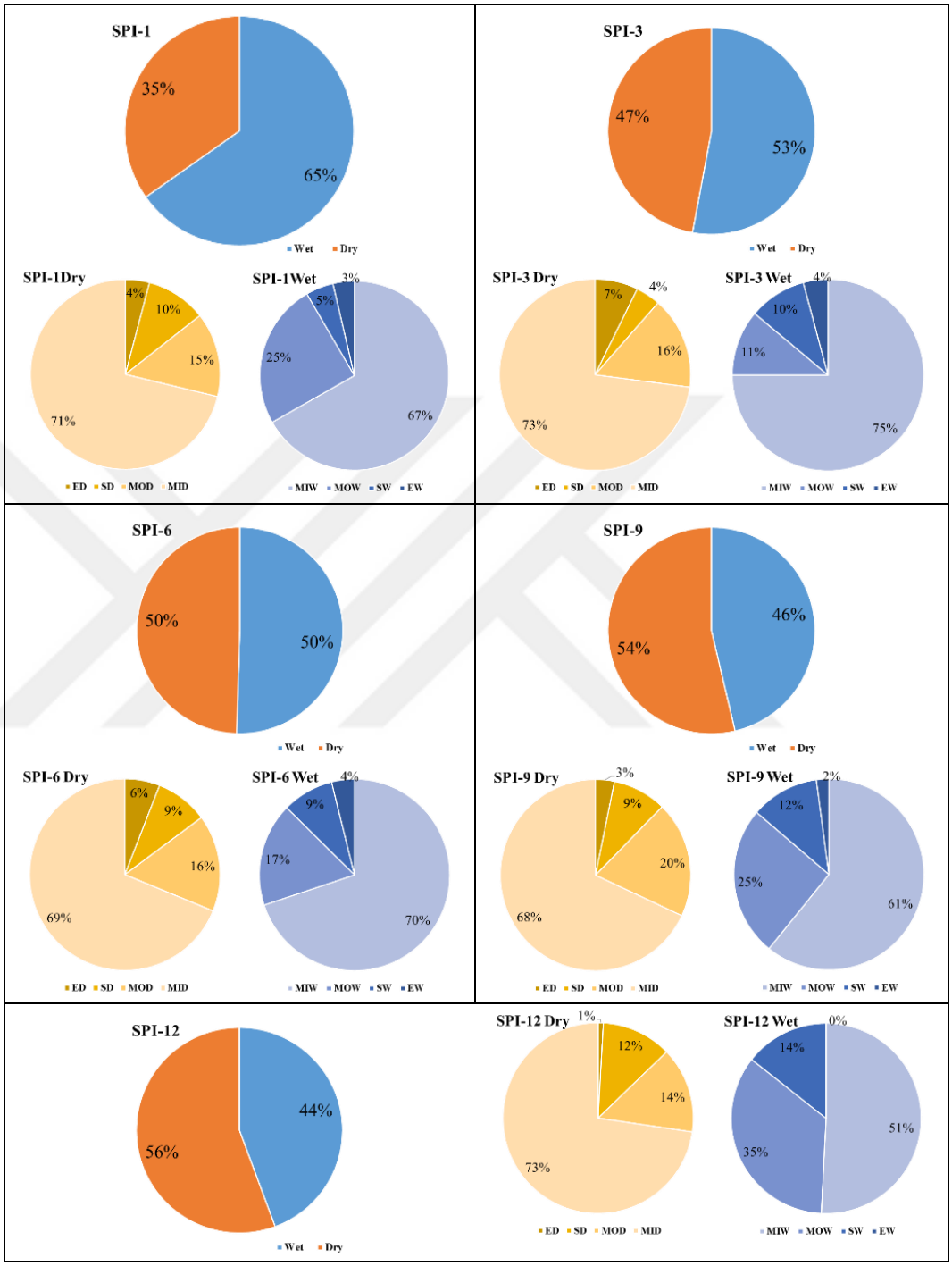
Makhmur istasyonunda, tüm zaman ölçekleri için SPI değerlerinin dağılımı aşağıdaki şekillerde (Şekil 4.4) verilmiştir. Aylık (SPI-1) değerlerinin 1979 ile 2013 yılları arasındaki dağılımı incelendiğinde, endekslerin % 65'i sulak ve % 35 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre, kurak bölümün % 71'i hafif kurak ve %4'ü aşırı kurak olarak sulak bölümün %67'si hafif sulak ve % 3'ü aşırı sulak olarak sınıflandırılmıştır.

3 ayın (SPI-3) dağılımına göre tüm ayların %47'si kurak ve Kurak dönemin ise %73'ü hafif kuraktır. Sonuçlara göre sulaksulak dönemin % 75'inin hafif sulak geçtiği gözlendi. Sulak dönem boyunca aşırı yağış oluşumu tüm sulak periyodun %4'üdür.

6 aylık (SPI-6) değerlerin dağılımı Şekil 4.4'da incelenmiş, kurak ve sulak dönemlerin değerlerinin eşit olduğu (%50) gözlenmiştir. Kurak dönemin %69'u hafif kurak iken sulak dönemin % 70'i hafif sulak olduğu gözlenmiştir.

9 aylık (SPI-9) değerlerin dağılımı incelendiğinde kurak ve sulak dönemlerin değerleri sırasıyla %54 ve %46'dır. Kurak dönemin % 68'i hafif kurak iken % 3'ü aşırı kurak idi. Sulak dönem açısından incelendiğinde ise sulak dönemin %61'i hafif sulak iken % 2'si aşırı sulak olduğu gözlenmiştir.

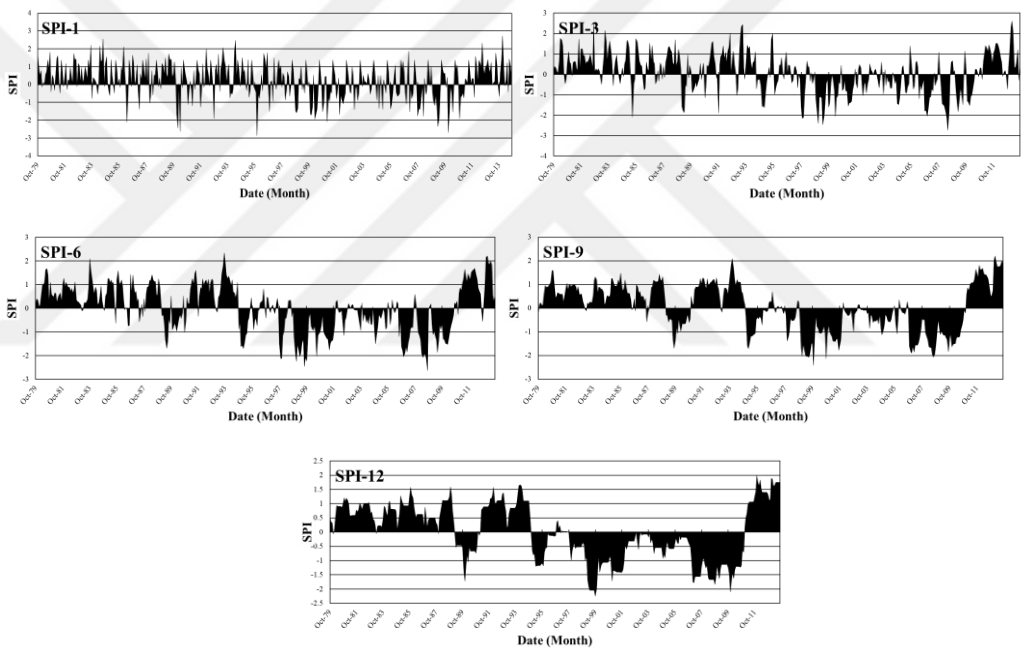
12 aylık SPI değerlerinin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemlerin sırasıyla %56 ve %44 olduğu görülmektedir. Kurak dönemin% 73'ü hafif kurak ve % 1'i aşırı kurak olarak sınıflandırılmıştır. Sulak bölümün %73'ü hafif sulak iken % 5'inin aşırı derecede sulak olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.4. Makhmur istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI' ya göre kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı

4.3. Pirmam istasyonu (364441) kuraklık analizi

Pirmam (364441) numaralı meteoroloji istasyonu aylık yağmur düşüşü 1979 dan 2013 e kadar sürekli olarak ölçülmüştür. Geçmişten günümüze kuraklığın günlük değişimini incelemek adına Şekil 4.5 de verilen aylık ve yıllık toplam yağış miktarı kullanılarak 1, 3, 6, 9, ve 12 aylık SPI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemlerde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.5. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık –SPI'e göre Pirmam istasyonundaki kurak ve yağışlı durumlarda SPI değerlerinin geçici dağılımı

1979 ve 2013 arasındaki bir aylık SPI'ye (SPI-1) göre, 7 ayda aşırı kuraklık vardır. 3 aylık değerlere göre (SPI-3), tüm zaman aralığında 10 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 6 aylık değerlere göre (SPI-6), 1979-2013 arasında ise 12 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 9 aylık değerlere göre (SPI-9), 8 ayın kurak olduğu, 12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde ise toplam 7 ayın aşırı kurak olduğu belirlenmiştir.

En uzun kurak ve sulaksulak dönemler Çizelge 4.3' da verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem Kasım 2008 de başlamış ve 8 ay sürmüştür, SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem ise Kasım 1998 de başlamış ve 22 ay sürmüştür. SPI-6 değerleri için bu dönem Eylül 1998 de başlamış ve 39 ay sürmüştür. SPI-9 değerleri için bu dönem Kasım 2006 da başlamış ve 50 ay sürmüştür. SPI-12 değerleri için en uzun kurak dönem ise Aralık 2002 de başlamış ve 97 ay sürmüştür. Sulak dönemler incelendiğinde, sırasıyla SPI-1 2012 Ocak'ta başlamış ve 15 ay sürmüştür. SPI-3 için bu aralık 1981 Mart'ta başlamış ve 24 ay sürmüştür ve SPI-6 için 42 ay ve SPI-9 ve SPI-12 için 55 sürmüştür.

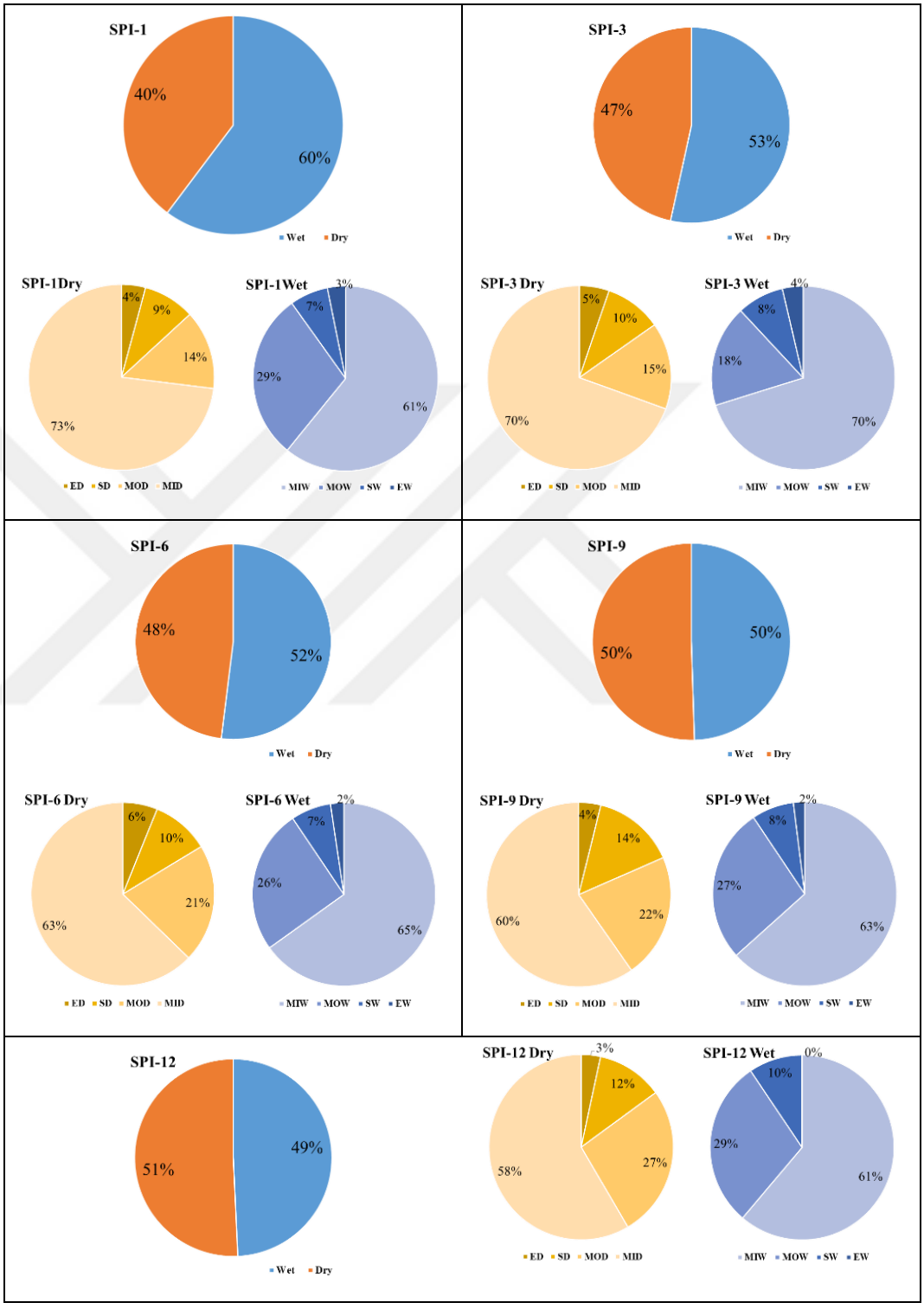
Çizelge 4.3. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Pirmam istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler

	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Kasım-08	Hazīran-09	8 Ay	Ocak -12	Mart-13	15 Ay
SPI -3	Kasım-98	Ağustos-00	22 Ay	Mart-81	Şubat-83	24 Ay
SPI -6	Eylül-98	Kasım-01	39 Ay	Ekim -79	Şubat-83	42 Ay
SPI -9	Kasım-06	Aralık-10	50 Ay	Kasım-79	Şubat-83	40 Ay
SPI -12	Aralık-02	Aralık-10	97 Ay	Mayıs-83	Kasım-87	55 Ay

Pirmam istasyonu tüm zaman ölçekleri için SPI değerleri dağılım oranı Şekil 4.6 de verilmiştir.1079-2013 tarihleri arasında 1 aylık (SPI-1) değerleri incelendiğinde, indeks değerleri %60 sulak ve %40 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmayısa göre %73 kurak kısım ılık kurak sınıfından ve %4 ise aşırı kurakluktan gelmektedir. Sulak kısım için, %61 ılık sulak ve %3 ise aşırı sulak sınıflandırmasından gelmektedir.3 Aylık SPI (SPI-3) değerleri verildiğinde tüm ayların 47% 'si kurak ve sulak dönemin 70%'i ılık yağışlı geçtiği gözlenmiştir.

Sulak dönemdeki aşırı yağışın oluşumu toplam yağış döneminin %4'ünü oluşturmaktadır. 6 aylık değerler (SPI-6) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %48 ve %52 civarında seyretmektedir. Kurak dönemin %63'ü ılık kurak ve yağışlı dönemin %65'i ılık sulak olarak gelmiştir.

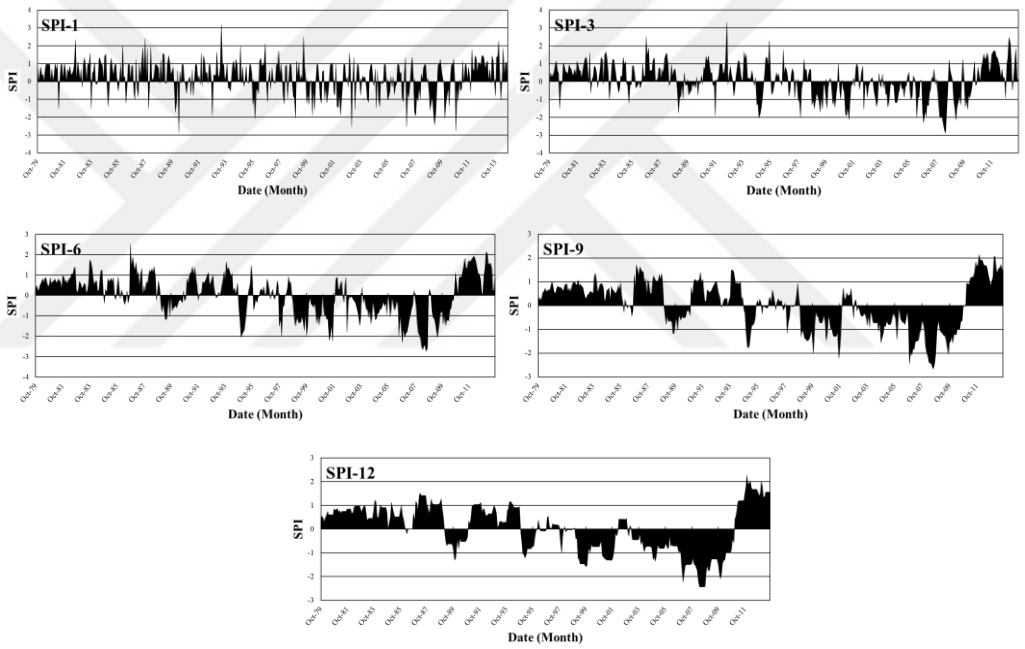
9 aylık değerler (SPI-9) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler %50 olarak eşit çıkmıştır. Kurak dönemin %60'ı ılık kurak ve yağışlı dönemin %63'ü ılık sulak olarak gelmiştir. 12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %51 ve %49'dur. Kurak dönemin %58'i ılık kurak %27'si orta derecede kurak %12'si şiddetli kurak sınıfında ve %3'ü aşırı kurak sınıfındadır. Yağışlı dönemin %61'i ılık sulak ve %10'u aşırı sulak olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.6. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Pirmam İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

4.4. Süleymaniye istasyonu kuraklık analizi (354453)

Süleymaniye (364441) no'lu meteoroloji istasyonu aylık yağmur düşüşü 1979 dan 2013 e kadar sürekli olarak ölçüldü. Geçmisten günümüze kuraklığın günlük değişimini incelemek adına Şekil 4.7 da verilen aylık ve yıllık toplam yağış miktarı kullanılarak 1, 3, 6, 9, ve 12 aylık SPI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemlerde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.7. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Süleymaniye istasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

1979 ve 2013 arasındaki bir aylık SPI'ye (SPI-1) göre, 8 ayda aşırı kuraklık vardır. 3 aylık değerlere göre (SPI-3), tüm zaman aralığında 9 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 6 aylık değerlere göre (SPI-6), 1979-2013 arasında ise 13 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 9 aylık değerlere göre (SPI-9), 12 ayın kurak olduğu, 12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde ise toplam 16 ayın aşırı kurak olduğu belirlenmiştir.

En uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.4'de verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem Kasım 2008 Kasım'da başlamış ve 8 ay sürmüştür, SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem ise Ekim 1998 de başlamış Aralık 1999'a kadar devam etmiş ve 15 ay sürmüştür. SPI-9 değerleri için bu dönem Ocak 2003'de başlamış ve 94 ay sürmüştür. SPI-12 değerleri için en uzun kurak dönem ise Nisan 2003 de başlamış Aralık 2010'a kadar devam etmiş ve 93 ay sürmüştür. Sulak dönemler incelendiğinde, sırasıyla SPI-1 2012 Ocak'ta başlamış ve 15 ay sürmüştür. SPI-3 için bu Aralık 1986 Temmuz da başlamış ve 23 ay sürmüştür ve SPI-6 için 62 ay ve SPI-9 için 76 ay ve SPI-12 için 62 ay sürmüştür.

Çizelge 4.4. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Süleymaniye istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler

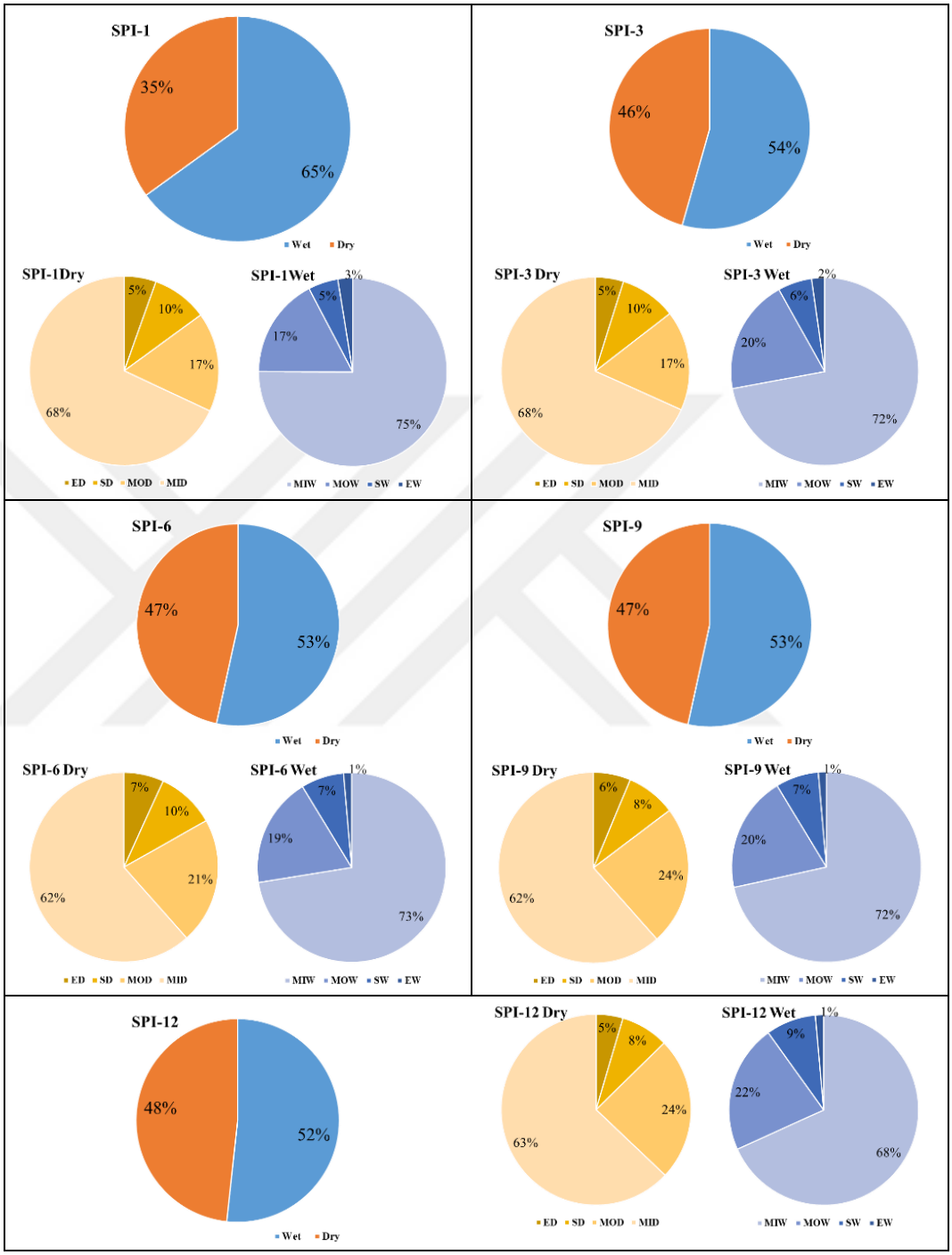
	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Kasım-08	Hazīran-09	8 Ay	Ocak -12	Mart-13	15 Ay
SPI -3	Ekim -98	Aralık-99	15 Ay	Temmuz-86	Mayıs-88	23 Ay
SPI -6	Eylül-98	Kasım-00	27 Ay	Ekim -79	Ekim -84	62 Ay
SPI -9	Ocak -03	Ekim -10	94 Ay	Ekim -79	Aralık-85	76 Ay
SPI -12	Nīsan-03	Aralık-10	93 Ay	Ekim -79	Ekim -84	62 Ay

Tüm zaman ölçeklerine göre SPI değerleri dağılımı aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekil 4.8 da verilen SPI-1 değerleri dağılımı, Süleymaniye İstasyonu SPI-1 değeri %65 sulak ve %35 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre %68 kurak kısım ılık kurak sınıfından ve %5 ise aşırı kuraklığa karşılık gelmektedir. Sulak kısım için, %75 ılık sulak, %17 orta sulak, %5 şiddetli sulak ve %3 ise aşırı sulak sınıflandırmasından gelmektedir.3 Aylık SPI (SPI-3) değerleri verildiğinde kurak ayların sayısı sulak ayların sayısından fazladır. SPI-1 de kurak mevsimde %68 ılık kurak ve %5 aşırı kurak geçtiği gözlenmiştir. Sulak dönemde aşırı yağış oluşumu tüm yağış döneminin %2'sini oluşturmaktadır.

6 aylık değerler (SPI-6) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %47 ve %53 civarında seyretmektedir. Kurak dönemin %62'si ılık kurak %21'i orta kurak, %10'u şiddetli kurak ve %7'si aşırı kuraktır. Yağışlı dönemin %73'ü ılık sulak, %19'u orta sulak, %7'si şiddetli sulak ve %1'i aşırı sulaktır.

9 aylık değerler (SPI-9) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %47 ve %53 civarında çıkmıştır. Kurak dönemin %62'si ılık kurak, %24'ü orta kurak, %8 şiddetli kurak sınıfında ve %6 aşırı kurak olarak gözlenmiştir. Sulak dönemlerin %72'si ılık sulak, %20'si orta sulak, %7'si şiddetli sulak ve %1 aşırı sulak görülmüştür.

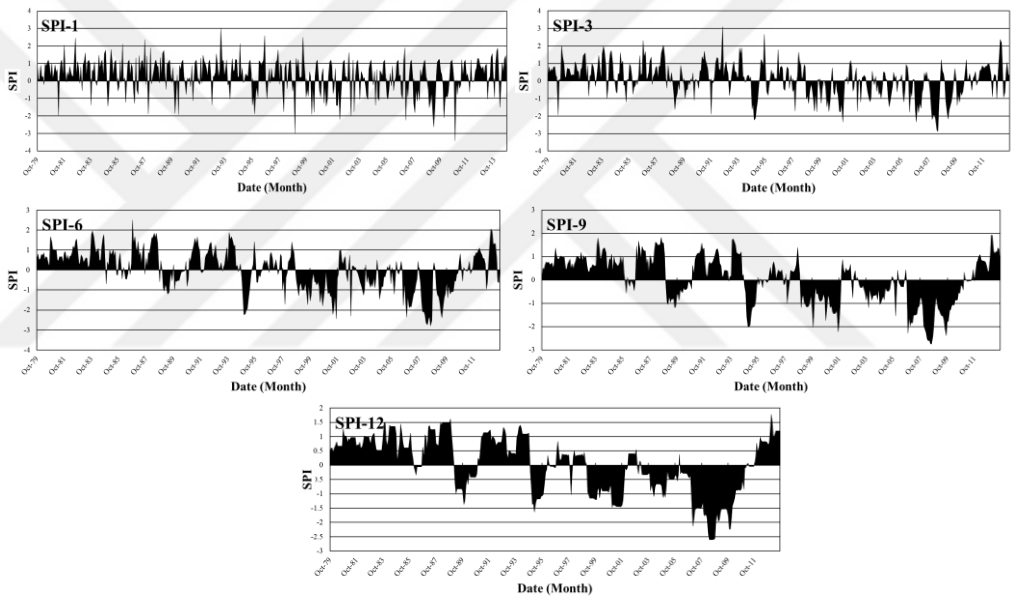
12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %48 ve %52'dir. Kurak dönemin %63'i ılık kurak %24'ü orta derecede kurak %8'i şiddetli kurak sınıfında ve %5'i aşırı kurak sınıfındadır. Yağışlı dönemin %68'i ılık sulak, %22'si orta sulak, %9'u şiddetli sulak ve %1'i aşırı sulak olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.8. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Süleymaniye İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

4.5. Derbendihan istasyonu kuraklık analizi (351456)

Derbendihan (351456) no'lu meteoroloji istasyonu aylık yağmur düşüşü 1979 dan 2013 e kadar sürekli olarak ölçüldü ve verileri kullanılmıştır. Geçmişten günümüze kuraklığın günlük değişimini incelemek adına Şekil 4.9 de verilen aylık ve yıllık toplam yağış miktarı kullanılarak 1, 3, 6, 9, ve 12 aylık SPI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemlerde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.9. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Derbendihan İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı.

1979 ve 2013 arasındaki bir aylık SPI'ye (SPI-1) göre, 6 ayda aşırı kuraklık gözlenmiştir. 3 aylık değerlere göre (SPI-3), tüm zaman aralığında 9 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 6 aylık değerlere göre (SPI-6), 1979-2013 arasında ise 17 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 9 aylık değerlere göre (SPI-9), 12 ayın kurak olduğu,12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde ise toplam 10 ayın aşırı kurak olduğu belirlenmiştir. En uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.5'de verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem 2008 Kasım'da başlamış ve 6 ay sürmüştür, SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem ise 1998 Ekim ve 2000 Ekim'de başlamış ve her iki dönemde de 10 ay sürmüştür. SPI-9 değerleri

için bu dönem Ekim 2006'da başlamış ve 75 ay sürmüştür. Sulak dönemler incelendiğinde, sırasıyla SPI-1 1992 Kasım'da başlamış ve 13 ay sürmüştür. SPI-3, SPI-6, SPI-9, SPI-12, için sırasıyla 26, 62, 75 ve 77 ay sürmüştür.

Çizelge 4.5. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Derbendihan istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler

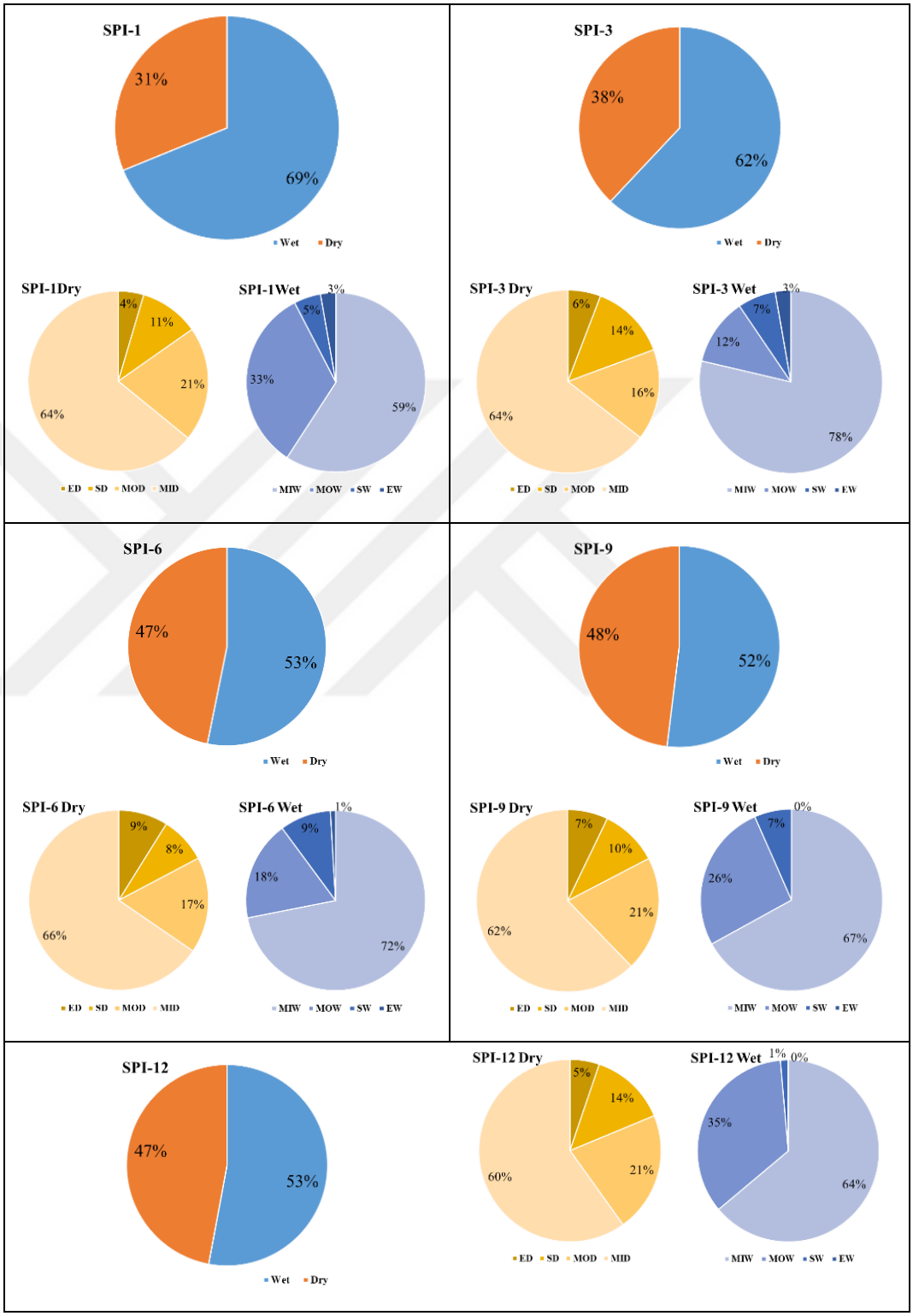
	Kurak Dönem			Sulak Dönem		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Bitiş**	**Süre**
SPI-1	Kasım-08	Mayıs-09	7 Ay	Kasım-92	Kasım-93	13 Ay
SPI -3	Ekim -98 Ekim -00	Temmuz-99 Temmuz-01	10 Ay	Ağustos-80	Eylül-82	26 Ay
SPI -6	Ekim -98	Kasım-01	38 Ay	Ekim -79	Ekim -84	62 Ay
SPI -9	Ekim -06	Aralık-10	51 Ay	Ekim -79	Kasım-85	75 Ay
SPI -12	Mart-06	Şubat-11	60 Ay	Ekim -79	Ocak -86	77 Ay

Tüm zaman ölçeklerine göre SPI değerleri dağılımı aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekil 4.6 de verilen SPI-1 değerleri dağılımı, Derbendihan İstasyonu SPI-1 değeri %69 sulak ve %31 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmayısa göre %64 kurak kısım ılık kurak sınıfından ve %4 ise aşırı kurakluktan gelmektedir. Sulak kısım için , %59 ılık sulak, %33 orta sulak, %5 şiddetli sulak ve %3 ise aşırı sulak sınıflandırmasından gelmektedir.3 Aylık SPI (SPI-3) değerleri Şekil 4.10'de verildiğine göre %38 kurak ve %62 sulak geçmiştir. Kurak dönemde aşırı kurak aylar toplam kurak dönemin %6'sını ve sulak dönemde aşırı yağış oluşumu tüm yağış döneminin %3'ünü oluşturmaktadır.

6 aylık değerler (SPI-6) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %47 ve %53 civarında seyretmektedir. Sonuç olarak kurak dönemin %6'sı aşırı kuraktır. Yağışlı dönemin %4'ü ise aşırı sulaktır.

9 aylık değerler (SPI-9) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %48 ve %52 civarında çıkmıştır. Kurak dönemin %5'i aşırı kurak olarak gözlenmiştir. Sulak dönemlerin %5'i ise şiddetli sulak olarak görülmüştür.

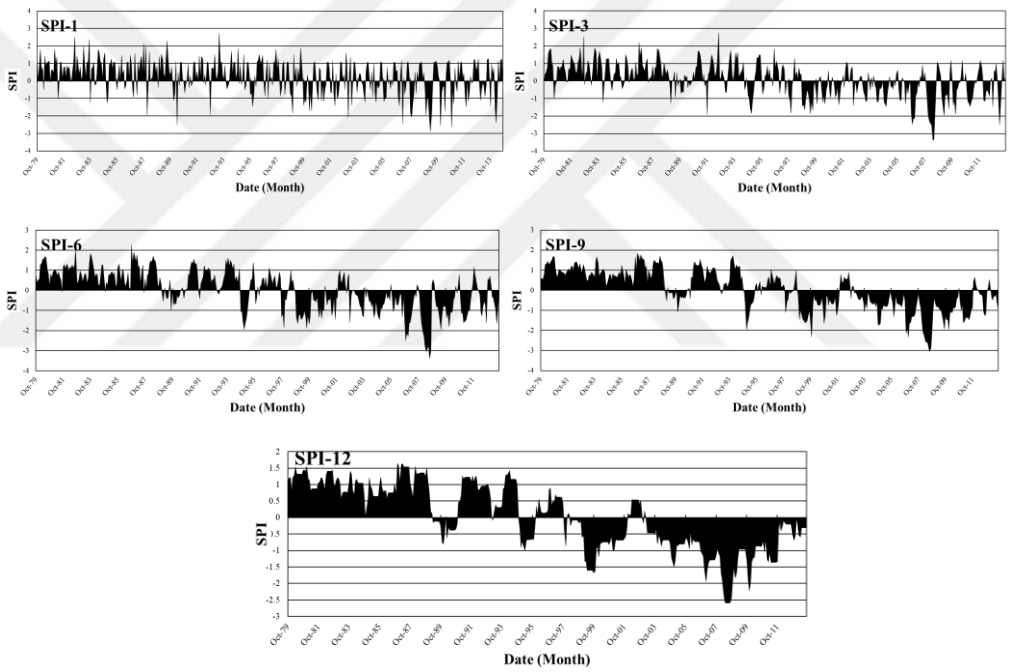
12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %47 ve %53'dür. Kurak dönemin %60'ı ılık kurak ve %5'i aşırı kurak sınıfındadır. Yağışlı dönemin %64'ü ılık sulak, %35'i orta sulak, %1'i şiddetli sulak ve hiç aşırı sulak olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.10. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Derbendihan İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

4.6. Çemçemal istasyonu kuraklık analizi (354447)

Çemçemal (354447) no'lu meteoroloji istasyonu aylık yağmur düşüşü 1979 dan 2013 e kadar sürekli olarak ölçüldü ve verileri kullanıldı. Geçmişten günümüze kuraklığın günlük değişimini incelemek adına Şekil 4.11'de verilen aylık ve yıllık toplam yağış miktarı kullanılarak 1, 3, 6, 9, ve 12 aylık SPI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemlerde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.11. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Çemçemal İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı.

1979 ve 2013 arasındaki bir aylık SPI'ye (SPI-1) göre, 9 ayda aşırı kuraklık gözlenmiştir. 3 aylık değerlere göre (SPI-3), tüm zaman aralığında 9 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 6 aylık değerlere göre (SPI-6), 1979-2013 arasında ise 11 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 9 aylık değerlere göre (SPI-9), 12 ayın kurak olduğu, 12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde ise toplam 8 ayın aşırı kurak olduğu belirlenmiştir.

En uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.6'da verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem 2008 Kasım'da başlamış ve 8 ay sürmüştür, SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem ise 1998 Ekim'de başlamış ve 11 ay sürmüştür. SPI-6 değerleri için en uzun kurak dönem Ekim 1998 'de başlamış ve 26 ay sürmüştür. SPI-9 ve SPI-12 değerleri için bu dönem Ekim 1979'da başlamış ve sırasıyla 93 ve 125 ay sürmüştür. Sulak dönemler incelendiğinde, sırasıyla SPI-1 1982 Haziran'da başlamış ve 16 ay sürmüştür. SPI-3, SPI-6, SPI-9, SPI-12, için sırasıyla 18, 37, 112 ve 115 ay sürmüştür.

Çizelge 4.6. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Çemçemal istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler.

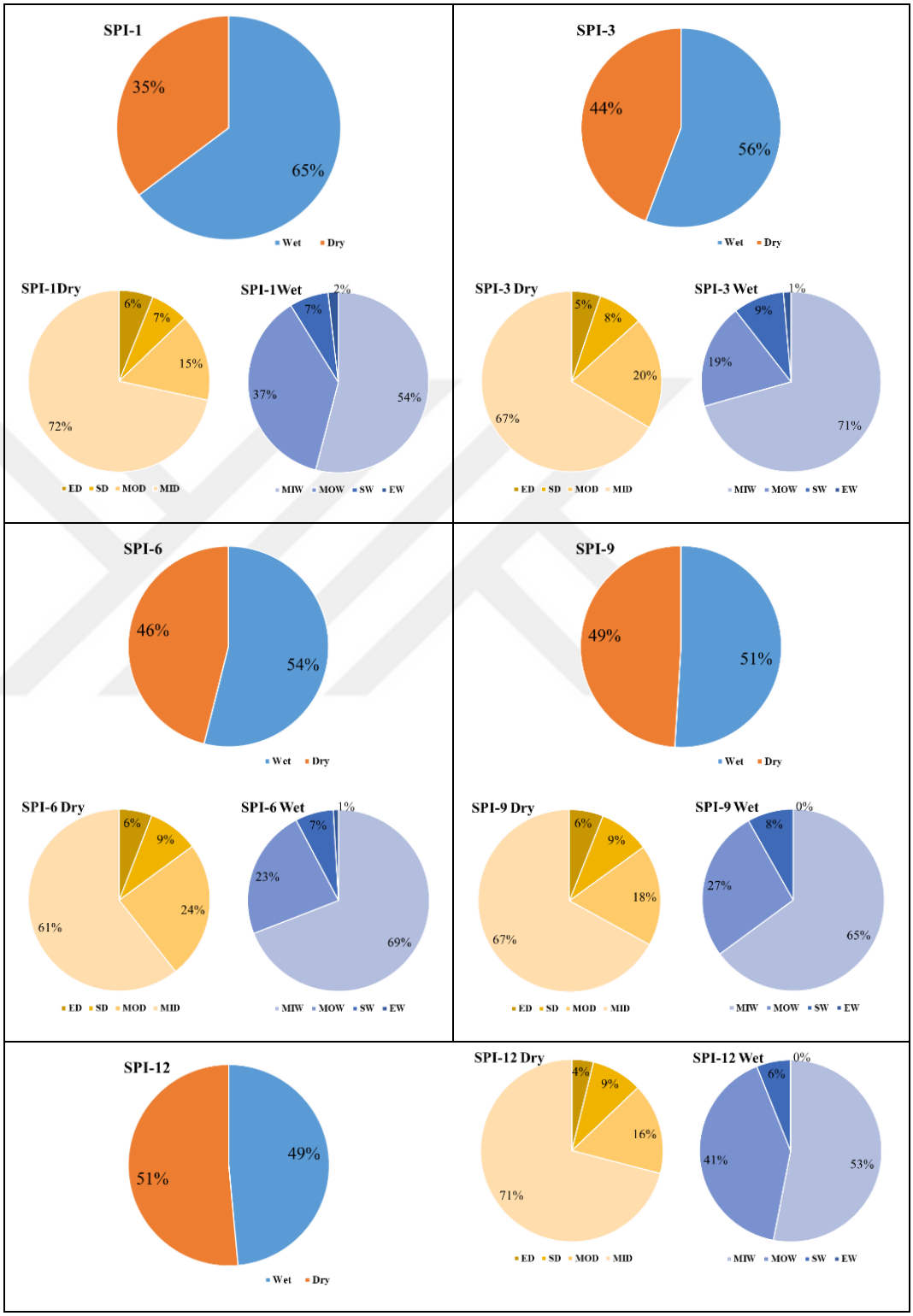
	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Kasım-08	Hazīran-09	8 ay	Hazīran-82	Eylül-83	16 ay
SPI -3	Ekim -98	Ağustos-99	11 ay	Temmuz-87	Aralık-88	18 ay
SPI -6	Ekim -98	Kasım-00	26 ay	Ekim -81	Ekim -84	37 ay
SPI -9	Ocak -03	Eylül-10	93 ay	Ekim -79	Aralık-88	112 ay
SPI -12	Nīsan-03	Ağustos-13	125 ay	Ekim -79	Mart-89	115 ay

Tüm zaman ölçeklerine göre SPI değerleri dağılımı aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekil 4.12'de verilen SPI-1 değerleri dağılımı, Çemçemal İstasyonu SPI-1 değeri %65 sulak ve %35 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre %72 kurak kısım ılık kurak sınıfından ve %6 ise aşırı kuraklıktan gelmektedir. Sulak kısım için, %54 ılık sulak ve %2 ise aşırı sulak sınıflandırmasından gelmektedir.3 Aylık SPI (SPI-3) değerleri incelendiğinde tüm ayların %44'ü kurak ve bu kurak dönemin %67'si ılık kurak ve %5'i aşırı kurak geçmiştir. Sulak dönemin %71'i ılık sulak geçmiştir. Aşırı yağış oluşumu tüm yağış döneminin %1'ini oluşturmaktadır.

6 aylık değerler (SPI-6) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %49 ve %51 civarında seyretmektedir. Sonuç olarak kurak dönemin %6'sı aşırı kuraktır. Yağışlı dönemin %64'ü ise ılık sulaktır.

9 aylık değerler (SPI-9) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %48 ve %52 civarında çıkmıştır. Kurak dönemin %67'si ılık kurak ve %6'sı aşırı kurak olarak gözlenmiştir. Sulak dönemlerin %65'i ise ılık sulak olarak görülmüş ve aşırı sulak döneme rastlanmamıştır.

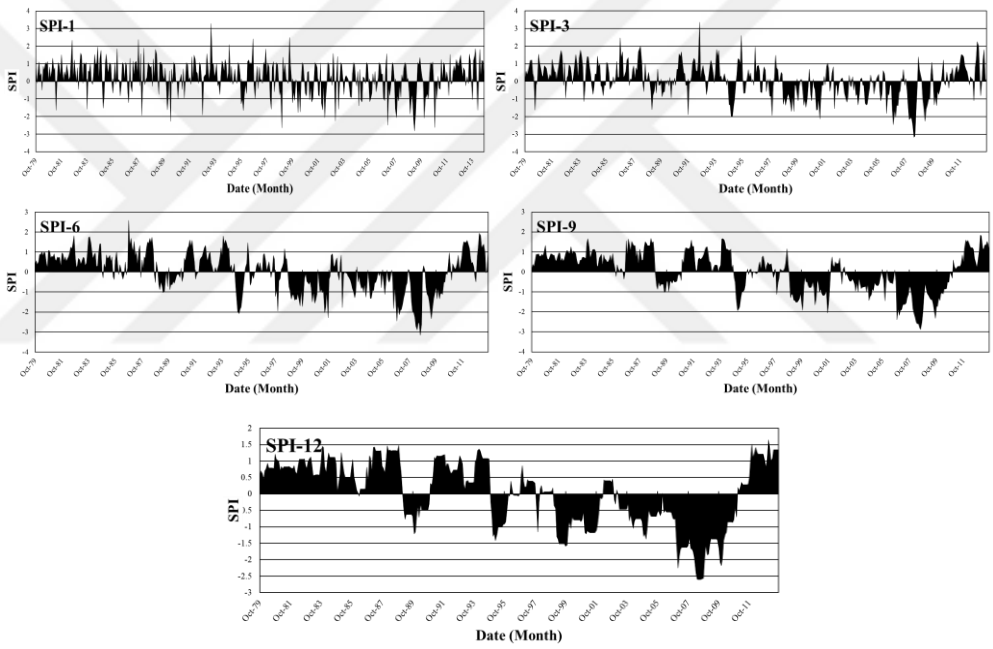
12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %51 ve %49'dur. Kurak dönemin %53'ü ılık kurak, %16'sı orta kurak, %9'u şiddetli kurak ve %4'ü aşırı kurak sınıfındadır. Yağışlı dönemin %53'ü ılık sulak, %41'i orta sulak, %6'sı şiddetli sulak olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.12. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Çemçemal İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

4.7. Sangav istasyonu kuraklık analizi (351453)

Sangav (351453) no'lu meteoroloji istasyonu aylık yağmur düşüşü'1979 dan 2013'e kadar sürekli olarak ölçülerek verileri kullanılmıştır. Geçmişten günümüze kuraklığın günlük değişimini incelemek adına Şekil 4.13'de verilen aylık ve yıllık toplam yağış miktarı kullanılarak 1, 3, 6, 9, ve 12 aylık SPI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemlerde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.13. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Sangav İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

1979 ve 2013 arasındaki bir aylık SPI'ye (SPI-1) göre, 10 ayda aşırı kuraklık gözlengözlenmiştir. 3 aylık değerlere göre (SPI-3), tüm zaman aralığında 10 aşırı kurak ay gözlengözlenmiştir. 6 aylık değerlere göre (SPI-6), 1979-2013 arasında ise 14 aşırı kurak ay gözlengözlenmiştir. 9 aylık değerlere göre (SPI-9), 12 ayın kurak olduğu,12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde ise toplam 10 ayın aşırı kurak olduğu belirlenmiştir.

En uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.7'da verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem 2008 Kasım'da başlamış ve 8 ay sürmüştür, SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem ise 1998 Ekim'de başlamış ve 15 ay sürmüştür. SPI-6 değerleri için en uzun kurak dönem Eylül 1998'de başlamış ve 27 ay sürmüştür. SPI-9 değerleri için 2006 Ekim'de başlamış ve 51 ay sürmüştür. SPI-12 değerleri için bu dönem Mart 2006'da başlamış ve 58 ay sürmüştür.

Sulak dönemler incelendiğinde, sırasıyla SPI-1 ve SPI-3 1992 Kasım ve 1980 Eylül'de başlamış 13 ve 23 ay sürmüştür. SPI-6 1979 Ekim'de başlamış ve 63 ay sürmüş, SPI-9 ise 1979 Ekim'de başlamış ve 76 ay sürmüştür, SPI-12 1979 Ekim'de başlamış ve 79 ay sürmüştür.

Çizelge 4.7. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Sangav istasyonunda en uzun kurak ve sulak

	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Kasım-08	Hazīran-09	8 ay	Kasım-92	Kasım-93	13 ay
SPI -3	Ekim -98	Aralık-99	15 ay	Eylül-80	Temmuz-82	23 ay
SPI -6	Eylül-98	Kasım-00	27 ay	Ekim -79	Ekim -84	63 ay
SPI -9	Ekim -06	Aralık-10	51 ay	Ekim -79	Aralık-85	76 ay
SPI -12	Mart-06	Aralık-10	58 ay	Ekim -79	Mart-86	79 ay

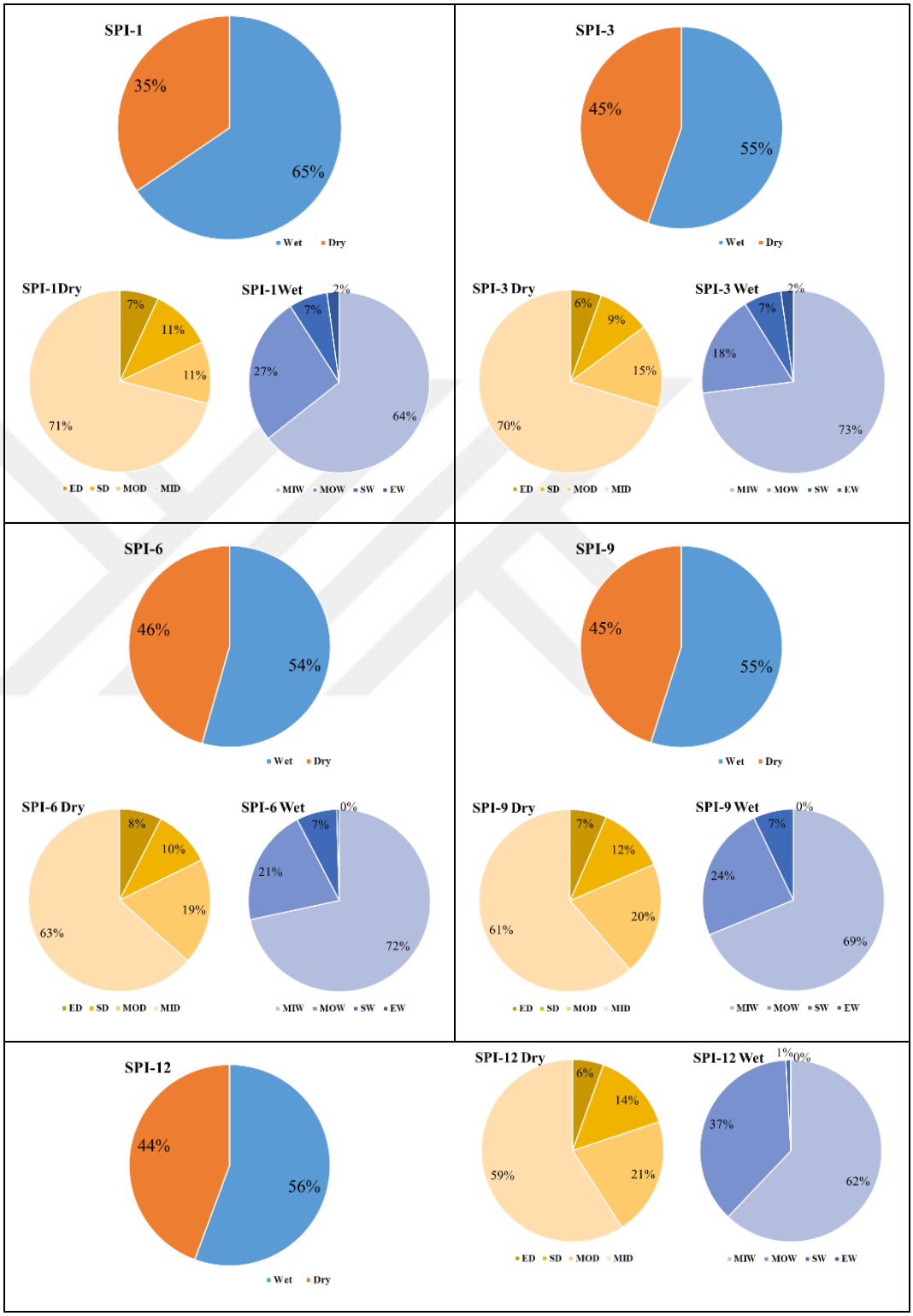
Tüm zaman ölçeklerine göre SPI değerleri dağılımı aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekil 4.14'da verilen SPI-1 değerleri dağılımı, Sangav İstasyonu SPI-1 değeri %65 sulak ve %35 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre %71 kurak kısım ılık kurak sınıfından ve %7 ise aşırı kurakluktan gelmektedir. Sulak kısım için, %53 ılık sulak, %35 orta sulak, %8 şiddetli sulak ve %4 ise aşırı sulak sınıflandırmasından gelmektedir.

3 Aylık SPI (SPI-3) değerleri incelendiğinde tüm ayların % 45'i kurak ve % 55 sulak geçmiştir. Aşırı yağış oluşumu tüm yağış döneminin % 2'sini oluşturmaktadır.

6 aylık değerler (SPI-6) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla % 46 ve % 54 civarında seyretmektedir. Sonuç olarak kurak dönemin % 63'ü ılık kurak ve % 8'i aşırı kuraktır. Yağışlı dönemin % 72'si ılık sulaktır ve aşırı sulak duruma rastlanılmamıştır.

9 aylık değerler (SPI-9) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla % 45 ve % 55 civarında çıkmıştır. Kurak dönemin % 61'i ılık kurak ve %7'si aşırı kurak olarak gözlenmiştir. Sulak dönemlerin %69'u ise ılık sulak olarak görülmüş ve aşırı sulak döneme rastlanmamıştır.

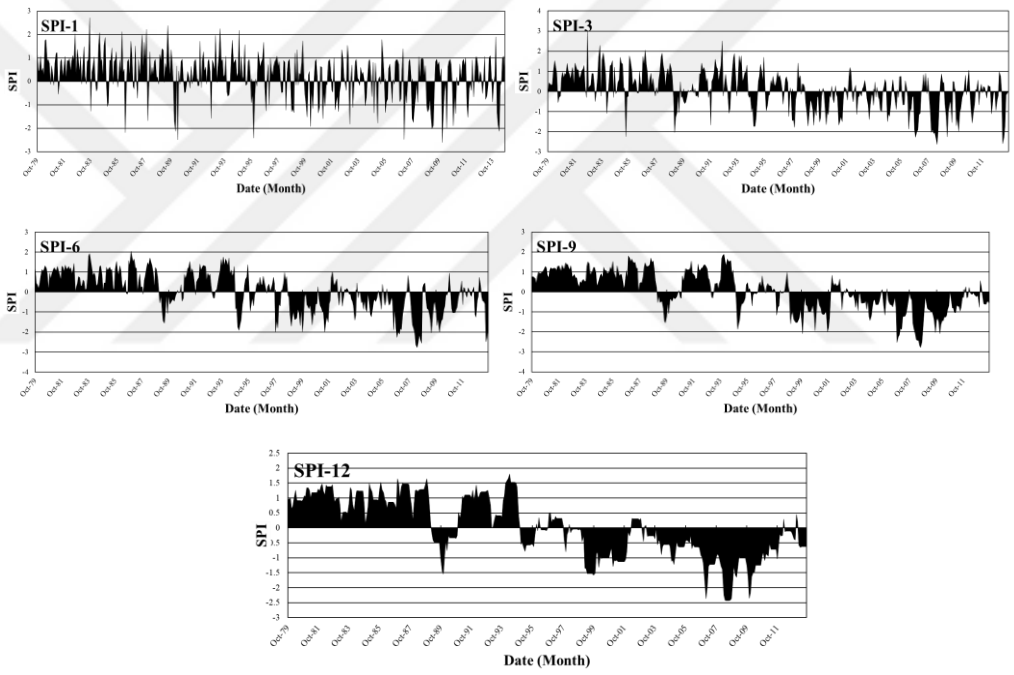
12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %44 ve %56'dır. Kurak dönemin %59'u ılık kurak ve %6'sı aşırı kurak sınıfındadır. Yağışlı dönemin %62'si ılık sulak olup hiç aşırı sulak dönem gözlenmemiştir.



Şekil 4.14. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Sangav İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

4.8. Dukan istasyonu kuraklık analizi (361450)

Dukan (361450) no'lu meteoroloji istasyonu aylık yağmur düşüşü 1979 dan 2013 e kadar sürekli olarak ölçülmüş ve verileri kullanılmıştır. Geçmişten günümüze kuraklığın günlük değişimini incelemek adına Şekil 4.15'de verilen aylık ve yıllık toplam yağış miktarı kullanılarak 1, 3, 6, 9, ve 12 aylık SPI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemlerde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.15. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Dukan İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

1979 ve 2013 arasındaki bir aylık SPI'ye (SPI-1) göre, 8 ayda aşırı kuraklık gözlenmiştir. 3 aylık değerlere göre (SPI-3), tüm zaman aralığında 11 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 6 aylık değerlere göre (SPI-6), 1979-2013 arasında ise 14 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 9 aylık değerlere göre (SPI-9), 13 ayın kurak olduğu, 12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde ise toplam 10 ayın üstünde aşırı kurak olduğu belirlenmiştir.

En uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.8'de verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem 2008 Kasım'da başlamış ve 8 ay sürmüştür, SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem ise 1998 Ekim'de başlamış ve 15 ay sürmüştür.

SPI-6 değerleri için en uzun kurak dönem Eylül 1998'de başlamış ve 27 ay sürmüştür. SPI-9 değerleri için 2006 Mart'ta başlamış ve 55 ay sürmüştür. SPI-12 değerleri için bu dönem Nisan 2003'de başlamış ve 107 ay sürmüştür.

Sulak dönemler incelendiğinde, sırasıyla SPI-1 ve SPI-3 1981 Temmuz ve 1980 Ekim'de başlamış 19 ve 22 ay sürmüştür. SPI-6 1982 Kasım'da başlamış ve 45 ay sürmüştür, SPI-9 1979 Ekim'de başlamış ve 96 ay sürmüştür, SPI-12 1979 Ekim'de başlamış ve 114 ay sürmüştür.

Çizelge 4.8. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Dukan istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler

	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Kasım-08	Hazīran-09	8 Ay	Temmuz-81	Ocak -83	19 Ay
SPI -3	Ekim -98	Aralık-99	15 Ay	Ekim -80	Temmuz-82	22 Ay
SPI -6	Eylül-98	Kasım-00	27 Ay	Kasım-82	Temmuz-86	45 Ay
SPI -9	Mart-06	Eylül-10	55 Ay	Ekim -79	Ağustos-87	96 Ay
SPI -12	Nīsan-03	Şubat-12	107 Ay	Ekim -79	Şubat-89	114 Ay

Tüm zaman ölçeklerine göre SPI değerleri dağılımı aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekil 4.16'de verilen SPI-1 değerleri dağılımı, Dukan İstasyonu SPI-1 değeri %64 sulak ve %36 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre %67 kurak kısım ılık kurak sınıfından ve %5 ise aşırı kuraklıktan gelmektedir. Sulak kısım için, %76 ılık sulak, ve %3 ise aşırı sulak sınıflandırmasından gelmektedir.

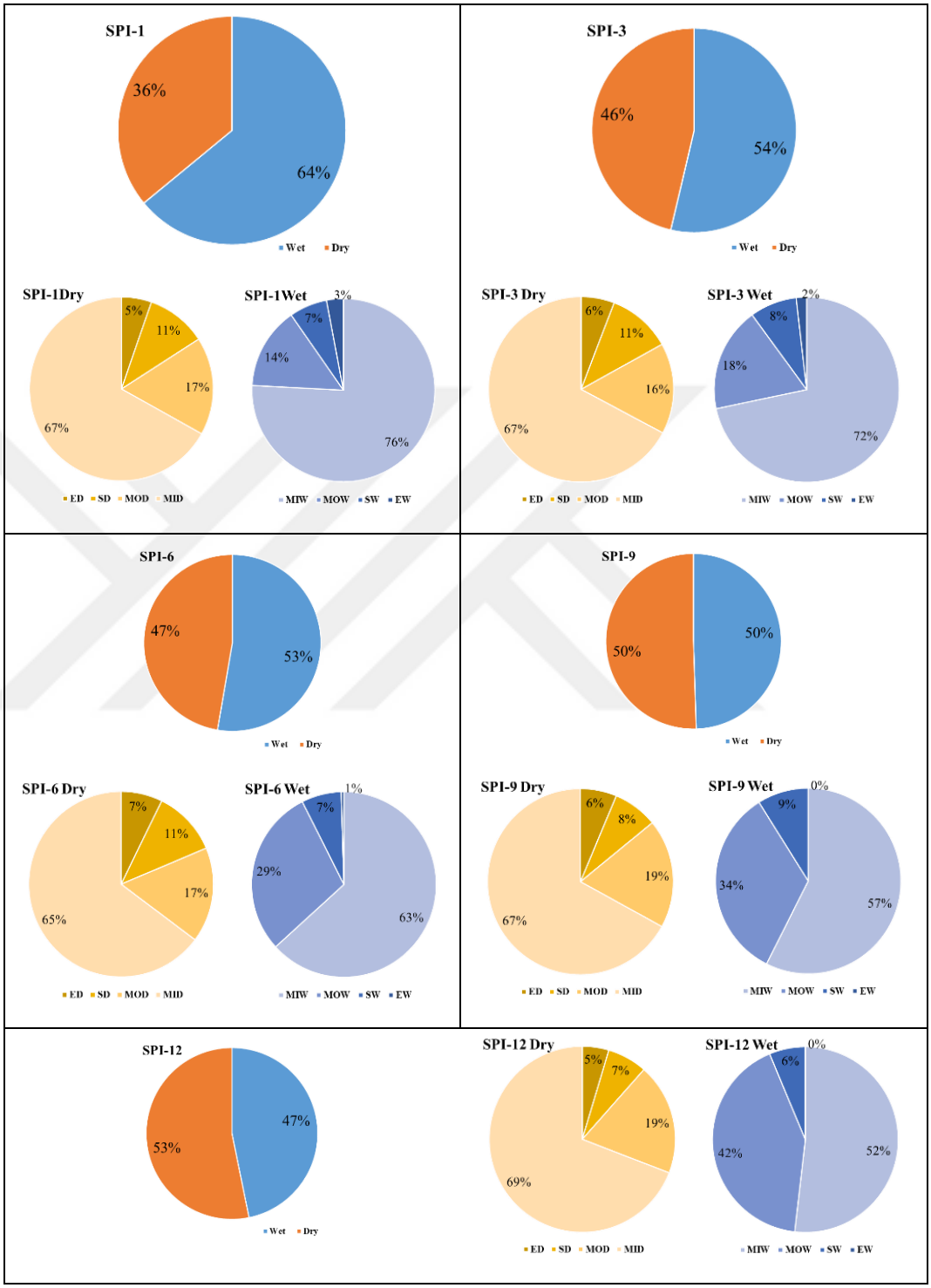
3 Aylık SPI (SPI-3) değerleri incelendiğinde tüm ayların %46'sı kurak ve %54'ü sulak geçmiştir. Kurak dönemin %6'sı aşırı kurak ve %67'si ılık kurak iken sulak dönemin

%72'si ılık sulak olarak gözlenmiştir. Aşırı yağış oluşumu tüm yağış döneminin %18'ini oluşturmaktadır.

6 aylık değerler (SPI-6) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %47 ve %53 civarında seyretmektedir. Sonuç olarak kurak dönemin %65'i ılık kurak ve yağışlı dönemin %63'ü ılık sulaktır.

9 aylık değerler (SPI-9) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler eşit oalrak %50 çıkmıştır. Kurak dönemin %67'si ılık kurak ve %6'sı aşırı kurak olarak gözlenmiştir. Sulak dönemin %57'si ise ılık sulak olarak görülmüş ve aşırı sulak döneme rastlanmamıştır.

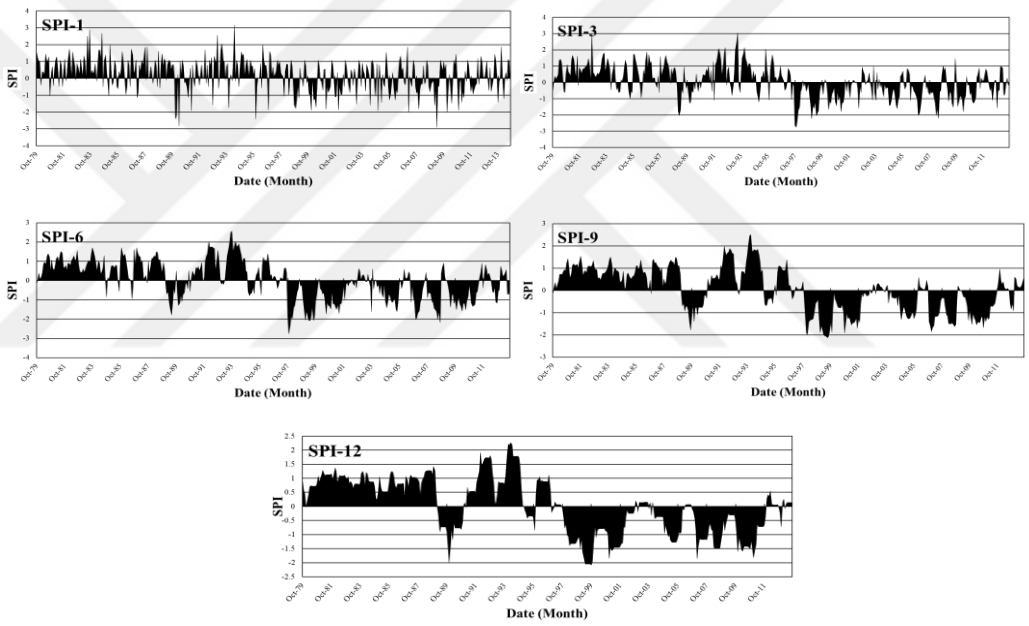
12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %53 ve %47'dir. Kurak dönemin %69'u ılık kurak ve %5'i aşırı kurak sınıfındadır. Yağışlı dönemin %52'si ılık sulaktır ve hiç aşırı sulak gözlenmemiştir.



Şekil 4.16. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Dukan İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı.

4.9. Duhok istasyonu kuraklık analizi (370428)

Duhok (370428) no'lu meteoroloji istasyonu aylık yağmur düşüşü 1979 dan 2013 e kadar sürekli olarak ölçüldü ve verileri kullanıldı. Geçmişten günümüze kuraklığın günlük değişimini incelemek adına Şekil 4.17'da verilen aylık ve yıllık toplam yağış miktarı kullanılarak 1, 3, 6, 9, ve 12 aylık SPI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemlerde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.17. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Duhok İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

Şekil 4.17'deki değerler incelediğinde 1979 ve 2013 arasındaki bir aylık SPI'ye (SPI-1) göre, 7 ayda aşırı kuraklık gözlenmiştir. 3 aylık değerlere göre (SPI-3), tüm zaman aralığında 9 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 6 aylık değerlere göre (SPI-6), 1979-2013 arasında ise 9 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 9 aylık değerlere göre (SPI-9), 4 ayın kurak olduğu, 12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde ise toplam 6 ayın aşırı kurak olduğu belirlenmiştir.

En uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.9'de verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem 2008 Eylül'de başlamış ve 10 ay sürmüştür, SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem ise 1998 Haziran'da başlamış ve 19 ay sürmüştür. SPI-6 değerleri için en uzun kurak dönem Şubat 2000'de ve Nisan 2009'da başlamış ve her iki dönemde 27 ay sürmüştür. SPI-9 değerleri için 1997 Kasım'da başlamış 2002 Temmuz'a kadar 57 ay sürmüştür.

Sulak dönemler incelendiğinde, sırasıyla SPI-1 ve SPI-3 1994 Ekim ve 1982 Eylül'de başlamış 14 ve 17 ay sürmüştür. SPI-6 59 ay, SPI-9 1979 Ekim'de başlamış ve 84 ay sürmüştür, SPI-12 1980 Şubat'ta başlamış ve 108 ay sürmüştür.

Çizelge 4.9. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI' ye göre Duhok istasyonunda en uzun kurak ve sulak dönemler

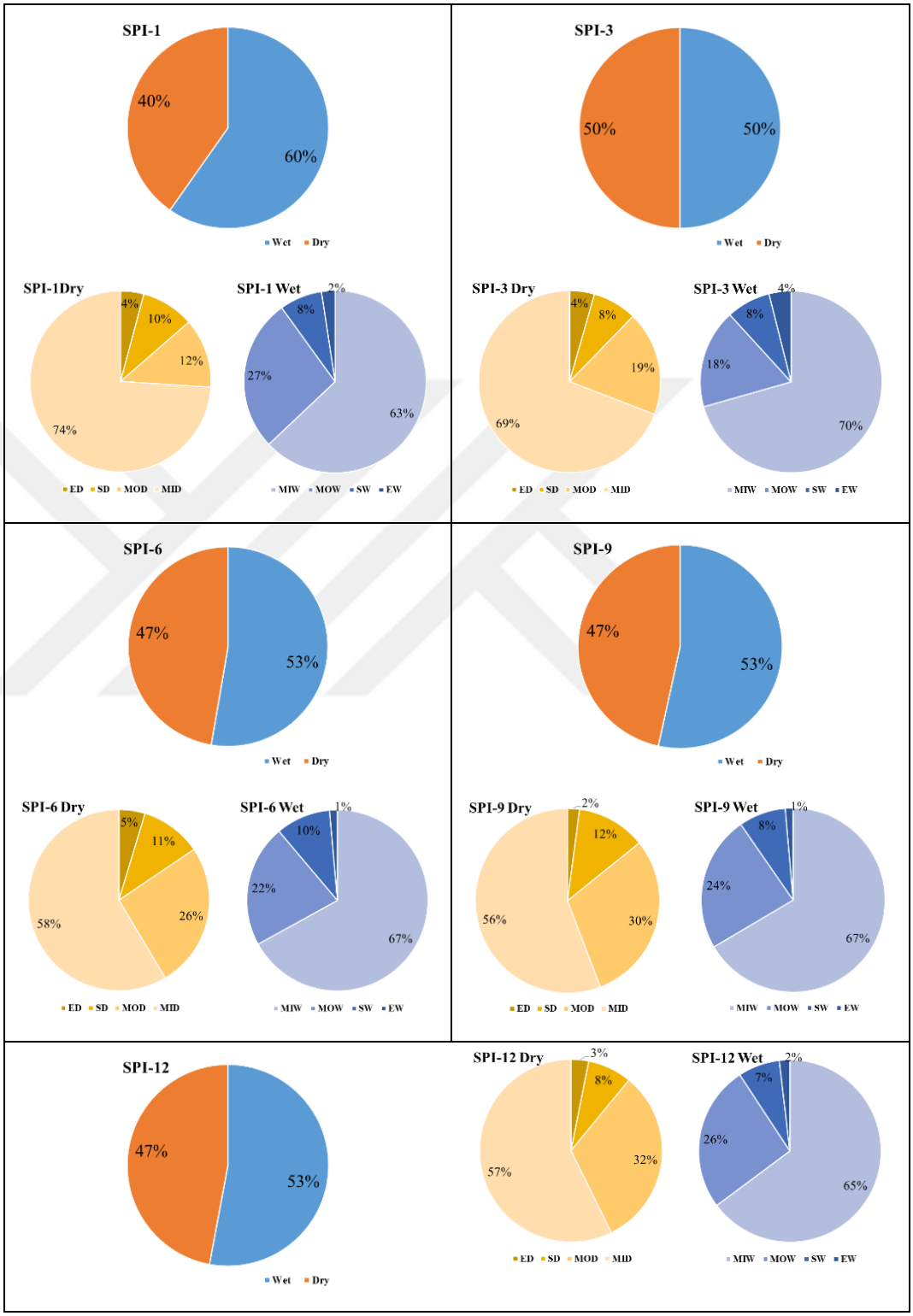
	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Eylül-08	Hazīran-09	10 Ay	Ekim -94	Kasım-95	14 Ay
SPI -3	Hazīran-98	Aralık-99	19 Ay	Eylül-82	Ocak -84	17 Ay
SPI -6	Şubat-00 Nīsan-09	Nīsan-02 Hazīran-11	27 Ay	Kasım-79	Eylül-84	59 Ay
SPI -9	Kasım-97	Temmuz-02	57 Ay	Kasım-79	Ekim -86	84 Ay
SPI -12	Ekim -06	Kasım-11	62 Ay	Ekim -79	Ocak -89	108 Ay

Tüm zaman ölçeklerine göre SPI değerleri dağılımı aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekil 4.16'de verilen SPI-1 değerleri dağılımı, Duhok İstasyonu SPI-1 değeri %60 sulak ve %40 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre %74 kurak kısım ılık kurak sınıfından ve %4 ise aşırı kurakluktan gelmektedir. Sulak kısım için, %63 ılık sulak, %27 orta sulak, %8 şiddetli sulak ve %2 ise aşırı sulak sınıflandırmasından gelmektedir. 3 Aylık SPI (SPI-3) değerleri incelendiğinde tüm ayların %50'si kurak ve %50'si sulak geçmiştir.

6 aylık değerler (SPI-6) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %47 ve %53 civarında seyretmektedir. Kurak dönemin %58'i ılık kurak %26'sı orta kurak, %11'I

şiddetli kurak %5'i aşırı kurakdur. Yağışlı dönemin %67'si ılık sulak, %22'si orta sulak, %10'u şiddetli sulak ve %1'i aşırı sulaktır.

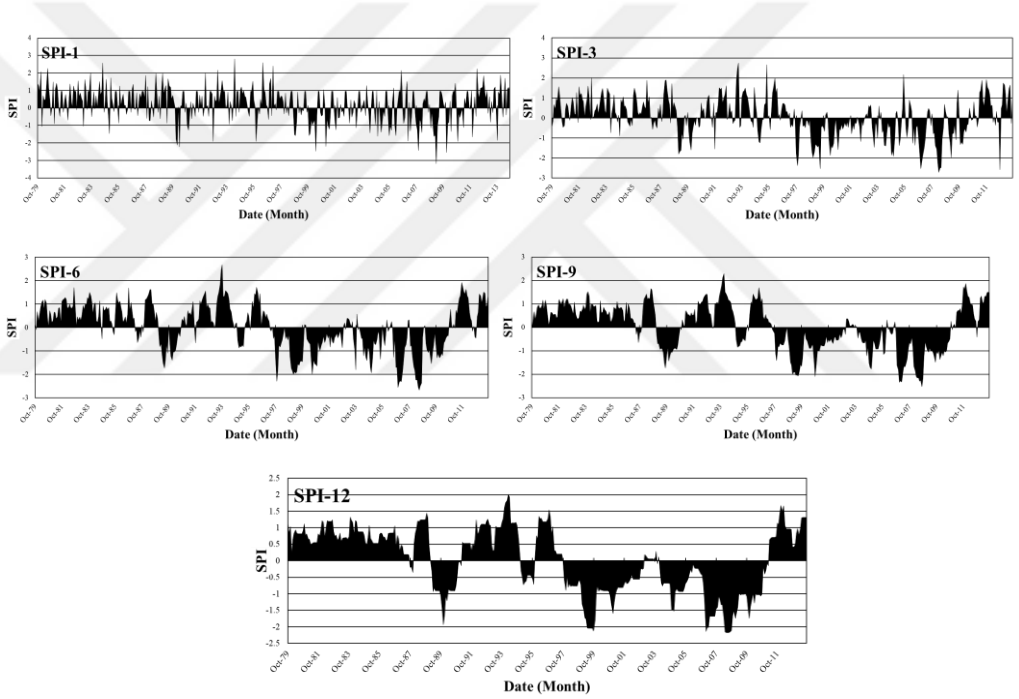
9 aylık değerler (SPI-9) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %47 ve %53 çıkmıştır. Kurak dönemin %56'sı ılık kurak,30 orta kurak, %12 şiddetli kurak ve %2 aşırı kurak olarak gözlenmiştir. Sulak dönemin %67'si ise ılık sulak, %24 orta sulak, %8 şiddetli sulak ve %1 aşırı sulak dönem olarak gözlenmiştir. 12 aylık değerler (SPI-12) incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla %47 ve %53'dür. Kurak dönemin %57'si ılık kurak, %32'si orta kurak, %8 şiddetli kurak ve %3 aşırı kurak sınıfındadır. Yağışlı dönemin %65'i ılık sulak %26 orta sulak, %7'si şiddetli sulak ve % 2 aşırı sulak olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.18. 1, 3, 6, 9 ve 12-aylık SPI'ye göre Duhok İstasyonundaki kurak ve sulak durumlar için geçici SPI değerleri dağılımı

4.10. Sinjar istasyonu (364419) kuraklık analizi

Sinjar meteoroloji istasyonundaki (364419) aylık yağış verileri, sürekli olarak 1979'dan 2013 yılına kadar ölçülmüştür. Aylık ve yıllık toplam yağış kullanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerinin dağılımı, geçmişten geleceğe olan kuraklığın günlük değişimini incelemek üzere Şekil 4.19'de verilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.19. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Sinjar istasyonundaki kurak ve sulak durumlar için SPI değerlerinin zamansal dağılımı

Aylık SPI değerleri incelendiğinde, 1979 ile 2013 yılları arasında toplam 7 aşırı kurak ay görülmektedir. 3 aylık (SPI-3) değerlerine göre, tüm zaman aralığında 9 aşırı kurak ay görülmektedir. 6 aylık (SPI-6) değerleri incelendiğinde, 1979 ile 2013 yılları arasında toplam 11 aşırı kurak ay görülmüştür. 9 aylık (SPI-9) değerler incelendiğinde,

toplam 14 ayın çok kurak olduğu belirlenmiştir. 12 aylık (SPI-12) değerler incelendiğinde, toplam 15 ayın çok kurak olduğu belirlenmiştir.

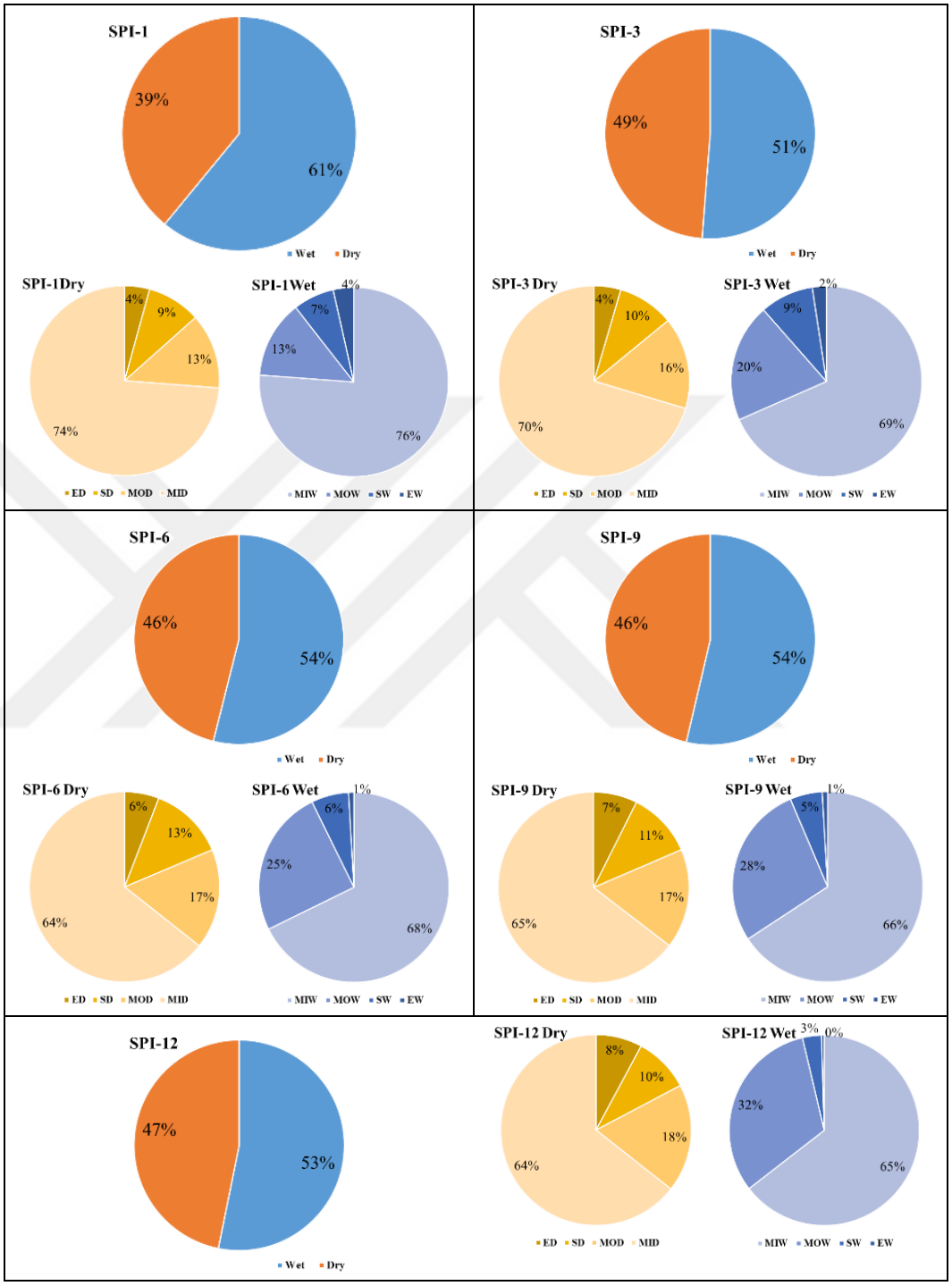
En uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.10'te verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem Eylül 1999'da başlamış ve 10 ay sürmüş, SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem Şubat 2000'de başlamış ve 26 ay sürmüştür. SPI-6 değerlerine göre, Şubat 2000'de başlamış ve 33 ay sürmüştür. SPI-9 değerleri için en uzun kurak dönem Ekim 1998'de başladı ve 52 ay sürmüştür. SPI-12 değerlerine göre en uzun kurak dönem Şubat 2004'ten başlamış ve 86 ay sürmüştür. Çizelge 10'a göre sulak dönemler incelendiğinde, SPI-1 için en uzun sulak dönem Kasım 1992'de başlamış ve 13 ay sürmüş, SPI-3'ün en uzun dönemi Eylül 1982'de başlamıştır. SPI-6 için Aralık 1979'da başlamış ve 58 ay sürmüş, SPI-9 Kasım 1979'da başlamış ve 92 ay sürmüştür. SPI-12 için, bu dönem Ekim 1979'da başlamış ve 97 ay sürmüştür.

Çizelge 4.10. Sinjar istasyonundaki 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerine göre en uzun kurak ve sulak dönemler

	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Eylül-99	Hazīran-00	10 Ay	Kasım-92	Kasım-93	13 Ay
SPI -3	Şubat-00	Mart-02	26 Ay	Eylül-82	Ocak -84	17 Ay
SPI -6	Şubat-00	Ekim -02	33 Ay	Aralık-79	Eylül-84	58 Ay
SPI -9	Ekim -98	Ocak -03	52 Ay	Kasım-79	Hazīran-87	92 Ay
SPI -12	Şubat-04	Mart-11	86 Ay	Ekim -79	Eylül-87	97 Ay

Tüm zaman ölçekleri için SPI değerlerinin dağılımı aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Aylık (SPI-1) değerlerin dağılımı incelendiğinde ve Şekil 4.20'de 1979-2013 arasında verildiğinde, Sinjar istasyonunun endeks değerleri% 61 sulak ve% 39 kurak olarak sınıflandırılır. Buna göre kurak bölümün % 74'ü hafif kurak sınıflandırmadan ve % 4'ü aşırı kurak sınıflandırmasından gelir. Sulak periyodun % 76'sı hafif sulak, % 13'ü orta sulak, % 7'si şiddetli sulak,% 4'ü son derece sulaktı.

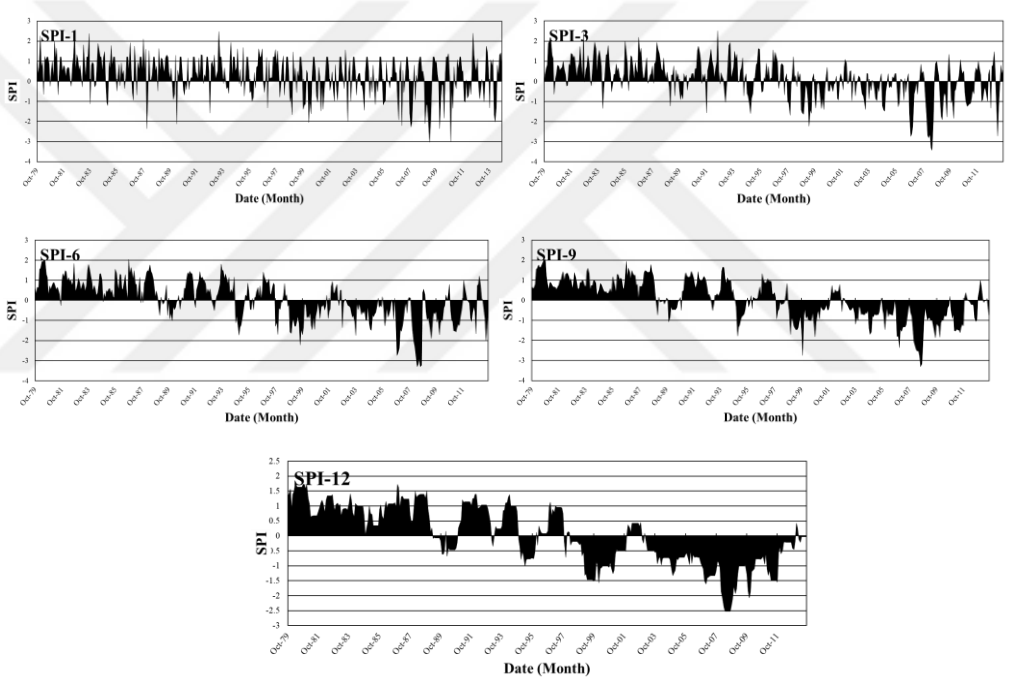
3 aylık SPI değerlerinin dağılımı (SPI-3) Şekil 4.20'de verilmiştir. Burada kurak ay sayısı, SPI-1 değerlerine kıyasla sulak ayların sayısından daha azdır. Eğer kurak dönem kendi içinde sınıflandırılırsa, % 70'i kurak olarak belirir. Sulak dönem boyunca aşırı yağış oluşumu tüm sulak periyodun% 2'sidir. 6 aylık (SPI-6) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla % 46 ve % 54 olmuştur. Kurak döneminin% 64'ü hafif, % 6'sı çok kuraktı. Sulak periyodun% 68'i hafif sulak, % 1'i aşırı sulak sınıflandırmaya aittir. 12 aylık (SPI-12) dağılım incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla% 47 ve% 53'dür.



Şekil 4.20. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Sinjar istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı

4.11. Kerkük istasyonu (354444) kuraklık analizi

Kerkük meteoroloji istasyonundaki (354444) aylık yağış verileri 1979'dan 2013'e kadar sürekli olarak ölçülmüştür. Aylık ve yıllık toplam yağış kullanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerinin dağılımı, kuraklığın geçmişten geleceğe olan günlük değişimini incelemek amacıyla Şekil 4.21'te verilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.21. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Kerkük istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin zamansal dağılımı

1979 ve 2013 yılları arasında Kerkük istasyonu (354444) için SPI değerleri incelendiğinde, aylık (SPI-1) değerlerine göre aşırı kurak 12 ayda gözlenmektedir. 3 aylık (SPI-3) değerlere göre, tüm zaman aralığında 10 aşırı kurak ay vardır. 6 ay (SPI-6) değerlerine göre, toplam 13 aşırı kurak ay görülmektedir. 9 aylık (SPI-9) değerler incelendiğinde, toplam 11 ay aşırı kurak ay olarak belirlenmiştir. 12 aylık (SPI-12) değerler incelendiğinde, toplam 10 ay aşırı kurak olarak belirlenir.

En uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.11'te verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem iki farklı periyotta gözlenmiştir; ilki Aralık 2008'de, ikincisi Aralık 2009'da başlamış ve her ikisi de 6 ay sürmüştür. Ayrıca, SPI-3 değerleri için en uzun kurakma süresi iki farklı dönemde görülmüş, birincisi Ekim 1998'de başlamış, ikincisi Ekim 1999'da başlamış ve her ikisi de 10 ay sürmüştür. SPI-6 değerleri için, bu dönem Eylül 1998'den başlamış ve 35 ay sürmüştür. SPI-9 için Ekim 2006'da başlamış ve 48 ay sürmüş, SPI-12 değerleri için en uzun kurak dönem Mart-203'te başlamış ve 118 ay sürmüştür.

Sulak periyotlar incelendiğinde, SPI-1 değerleri için en uzun sulak periyot iki farklı periyotta gözlenmiş, birincisi Aralık 1988'de, ikincisi ise Nisan 1991'de başlamış ve her ikisi de 12 ay sürmüştür. SPI-3 için bu süre 16 ay sürmüş ve Şubat 1986'da başlamıştır. SPI-6 için Ekim 1981'den başlayıp 37 ay sürmüştür. SPI-9 için, dönemin Ekim 1979'da başladığı ve 112 ay sürdüğü belirlenmiş ve SPI-12 için, 115 ay boyunca süren en uzun sulak dönem Ekim-1979'da başlamıştır.

Çizelge 4.11. Kerkük istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerine göre en uzun kurak ve sulak dönemler

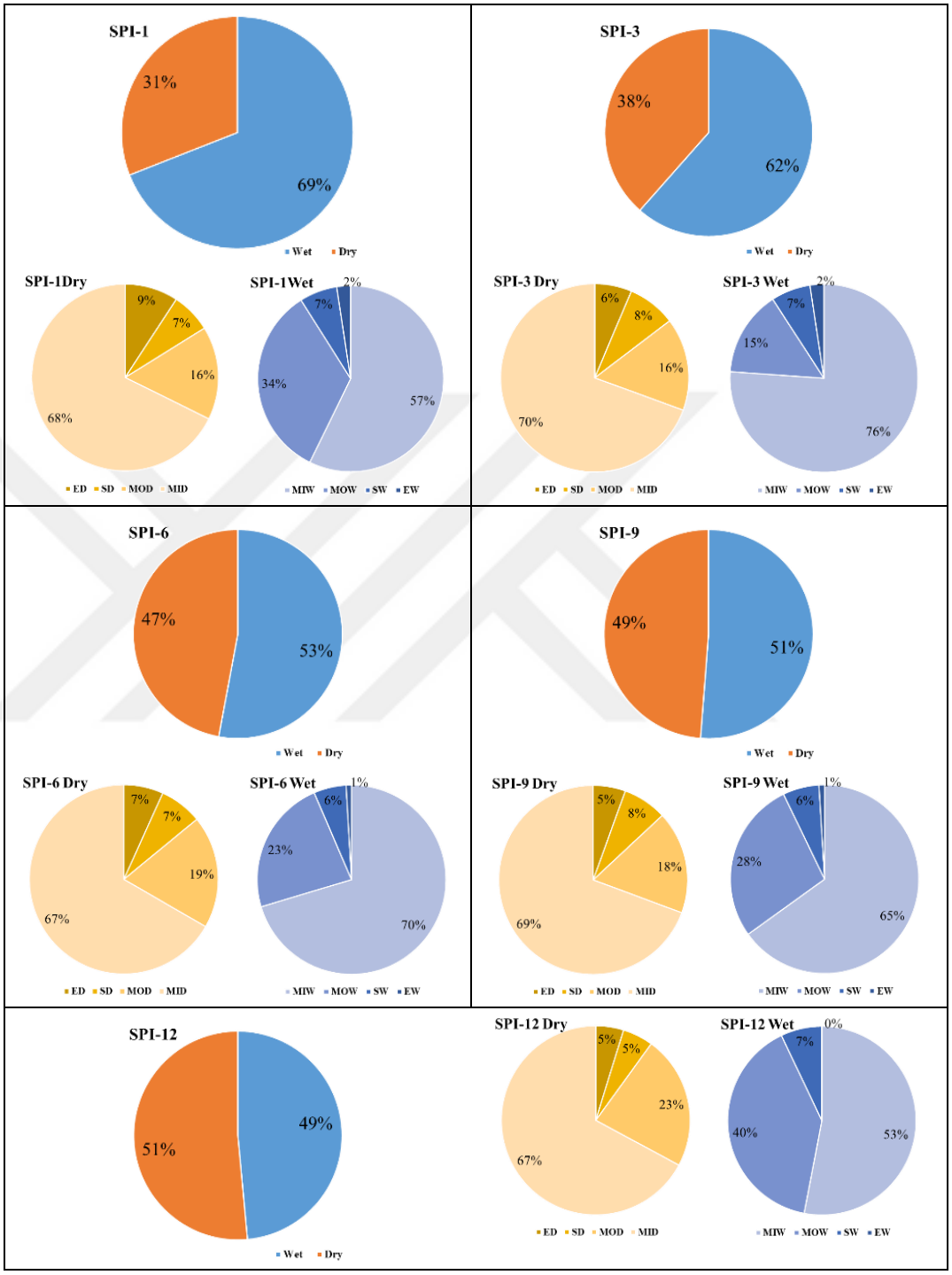
	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Aralık-08 Aralık-09	Mayıs-09 Mayıs-10	6 Ay	Aralık-88 Nīsan-91	Kasım-89 Mart-92	12Ay
SPI -3	Ekim -98 Ekim -99	Temmuz-99 Temmuz-00	10Ay	Şubat-86	Mayıs-87	16Ay
SPI -6	Eylül-98	Temmuz-01	35Ay	Ekim -81	Ekim -84	37Ay
SPI -9	Ekim -06	Eylül-10	48Ay	Ekim -79	Aralık-88	112Ay
SPI -12	Mart-03	Aralık-12	118Ay	Ekim -79	Mart-89	115Ay

Aylık ölçekler 1, 3, 6, 9 ve 12 için SPI değerlerinin dağılımı aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekil 4.22'te verilen aylık (SPI-1) değerlerinin dağılımı incelendiğinde, 1979 ile 2013 yılları arasındaki endeksler % 69 sulak ve % 31 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre kurak bölümün% 68'i hafif kurak sınıflandırma, % 9'u aşırı kurak olarak

bulunmuştur. Sulak bölümün% 57'si hafif sulak, % 2'si aşırı sulak olarak sınıflandırılmıştır. 3 aylık (SPI-3) değerlerin dağılımı incelendiğinde, tüm ayların % 38'i kurak ve % 62'si sulaktır. Kurak dönemin% 70'i ılık kurak; sulak periyodun % 76'sının hafif sulak olduğu gözlenmiştir. Sulak dönem boyunca aşırı yağış oluşumu tüm sulak periyodun% 2'sidir.

6 aylık (SPI-6) değerlerin dağılımı verilmiştir. Buna göre kurak ve sulak dönemler sırasıyla% 47 ve% 53'dür. Kurak periyodun % 67'si kurak, % 70'i hafif sulaktır. 9 aylık (SPI-9) değerlerin dağılımı verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla% 49 ve% 51'e yakındır. Kurak dönemlerin% 69'u hafif, % 5'i aşırı kurak sınıflandırmadan gelmiştir. Sulak periyotun% 65'i ılık, % 1'i aşırı sulaktır.

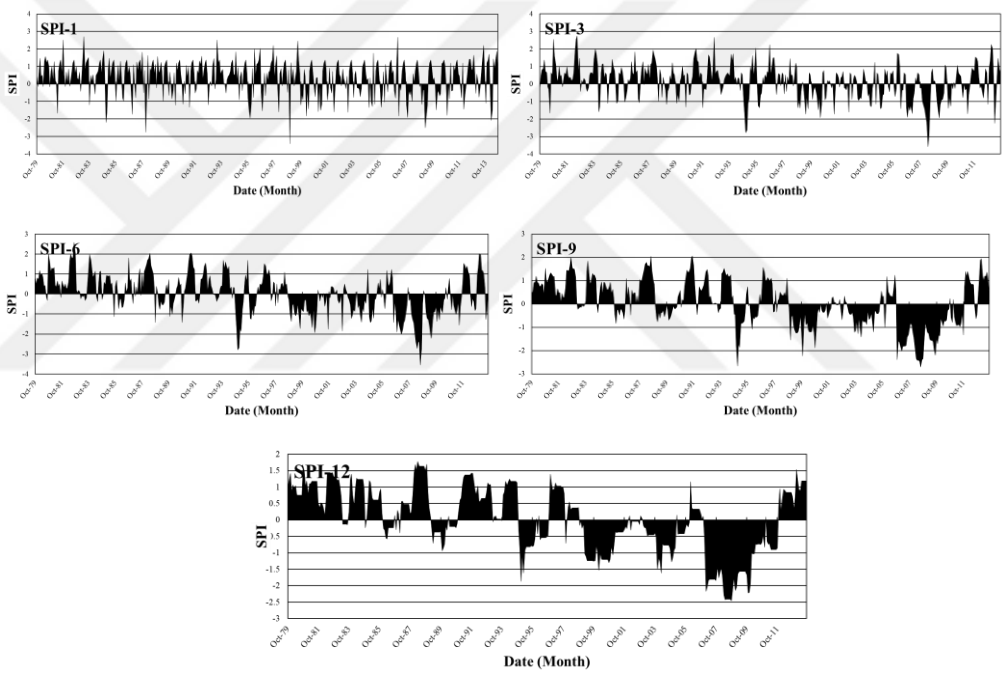
12 aylık (SPI-12) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemlerin sırasıyla % 51 ve % 49 olduğu görülmüştür. Kurak döneminin % 67'si kurak, % 23'ü orta derecede kurak, % 5'i şiddetli kurak sınıflandırmaya, % 5'i aşırı kurak sınıflandırmaya aittir. Sulak periyodun % 53'ü hafif sulak, % 40'ı orta derecede sulak, % 7'si şiddetli sulak gözlenmiş, aşırı sulak durum gözlenmemiştir.



Şekil 4.22. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Kerkük istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı

4.12. Khanaqin istasyonu (345453) kuraklık analizi

Khanaqin meteoroloji istasyonundaki (345453) aylık yağış verileri 1979'dan 2013'e kadar sürekli olarak ölçülmüştür. Aylık ve yıllık toplam yağış kullanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9, ve 12 aylık SPI değerlerinin dağılımı, kuraklığın geçmişten geleceğe günlük değişimini araştırmak için Şekil 4.23'te verilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.23. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Khanaqin istasyonundaki kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin zamansal dağılımı

SPI değerleri incelendiğinde, aylık (SPI-1) değerlerine göre, toplam aşırı kurak aylar 1979 ile 2013 yılları arasında 5 ayda gözlenmektedir. 3 aylık (SPI-3) değerlere göre, tüm zaman aralığı boyunca 6 aşırı kurak ay gözlenmiştir. 6 aylık (SPI-6) değerlere göre 1979-2013 yılları arasında 10 adet aşırı kurak ay görülmüştür. 9 aylık (SPI-9) değerler incelendiğinde, toplam 12 ayın çok kurak olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.12'e göre kurak dönemler incelenmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönemler üç farklı dönemde başlamıştır. Bunlardan birincisi Ekim 2007'de, ikincisi Aralık 2008'de ve üçüncüsü Aralık 2009'da başlamış, tüm dönemler 6 ay sürmüştür. SPI-3 değerleri için en uzun kurak dönem iki farklı dönemden başlamış, birincisi Ekim 1999'da , ikincisi Ekim 2007'de başlamış ve her iki dönemde de 11 ay sürmüştür. SPI-6 değerleri için en uzun kurak dönem Eylül 1998'de başlamış ve 27 ay sürmüştür. SPI-9 değerlerine göre, bu dönem Kasım-2008'de başlamış ve 47 ay sürmüştür. SPI-12 değerlerine göre, bu dönem Ocak-2007'de başlamış ve 48 ay sürmüştür.

Sulak periyotlar incelendiğinde, SPI-1 için, sulak mevsim periyodu, Mart-1994'te başladı ve 11 ay sürmüştür. SPI-3 için bu süre 15 ay sürmüş ve Temmuz 1981'de başlamıştır. SPI-6 için Ekim 1981'de 17 ay boyunca, SPI-9 için Ekim 1979'da başlamış ve 42 ay sürmüştür. SPI-12 için en uzun sulak dönem Ekim 1979'da başlamış ve 44 ay sürmüştür.

Çizelge 4.12. Hanaqin istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler

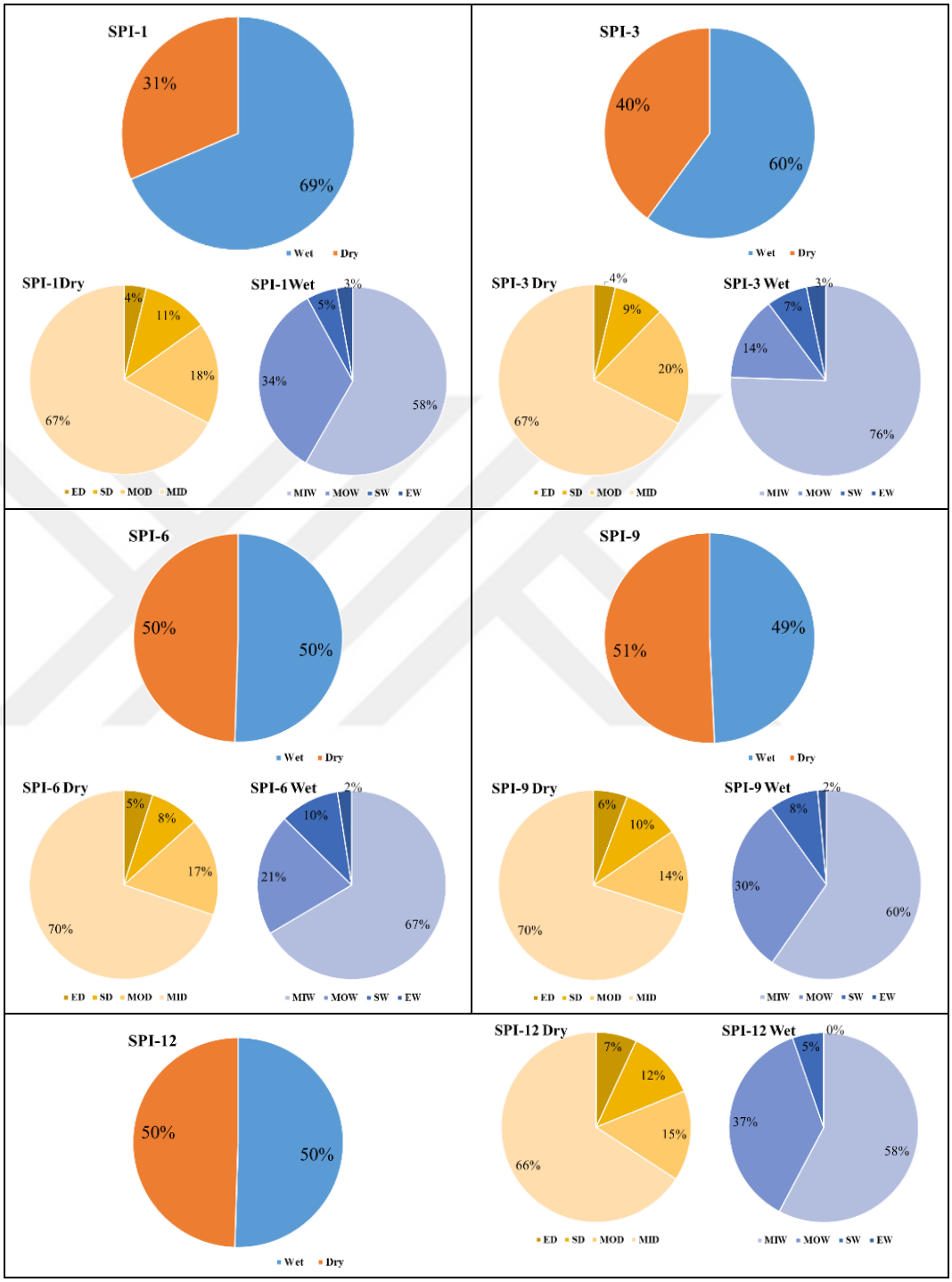
	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Bitiş**	**Süre**
SPI-1	Aralık-08 Aralık-09	Mayıs-09 Mayıs-10	6 Ay	Aralık-88 Nīsan-91	Kasım-89 Mart-92	12Ay
SPI -3	Ekim -98 Ekim -99	Temmuz-99 Temmuz-00	10Ay	Şubat-86	Mayıs-87	16Ay
SPI -6	Eylül-98	Temmuz-01	35Ay	Ekim -81	Ekim -84	37Ay
SPI -9	Ekim -06	Eylül-10	48Ay	Ekim -79	Aralık-88	112Ay
SPI -12	Mart-03	Aralık-12	118Ay	Ekim -79	Mart-89	115Ay

Khanaqin istasyonu için SPI değerlerinin dağılımı aşağıda verilmiştir. Aylık (SPI-1) değerlerin dağılımı incelendiğinde, 1979 ile 2013 yılları arasında Khanaqin istasyonunun indeks değerleri% 69, sulak ve% 31 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Kurak bölümün% 4'ü aşırı kurak sınıflandırmada bulunur ve sulak parçanın% 3'ü aşırı sulak olarak sınıflandırılır.

3 aylık SPI (SPI-3) indeks değerleri incelendiğinde, tüm ayların% 40'ı kurak ve% 60'ı da sulaktı. Sulak dönem boyunca aşırı yağış oluşumu tüm sulak periyodun% 3'üydü. 6 aylık (SPI-6) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemlerin eşit olarak% 50 olduğu belirlenmiştir. Kurak dönemin% 70'i hafif, % 17'si orta derecede kurak, % 67'si sulak,% 21'i orta derecede sulaktır.

9 aylık (SPI-9) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla% 51 ve% 49 olmuştur. Kurak dönemin% 70'i ılık, % 14'ü orta derecede kurak, % 10'u şiddetli kurak sınıflandırmada ve% 6'sı aşırı kuraktır. Sulak periyodun% 60'ı hafif sulak, % 30'u orta derecede sulak, % 8'i şiddetli sulak ve% 2'si aşırı sulaktır.

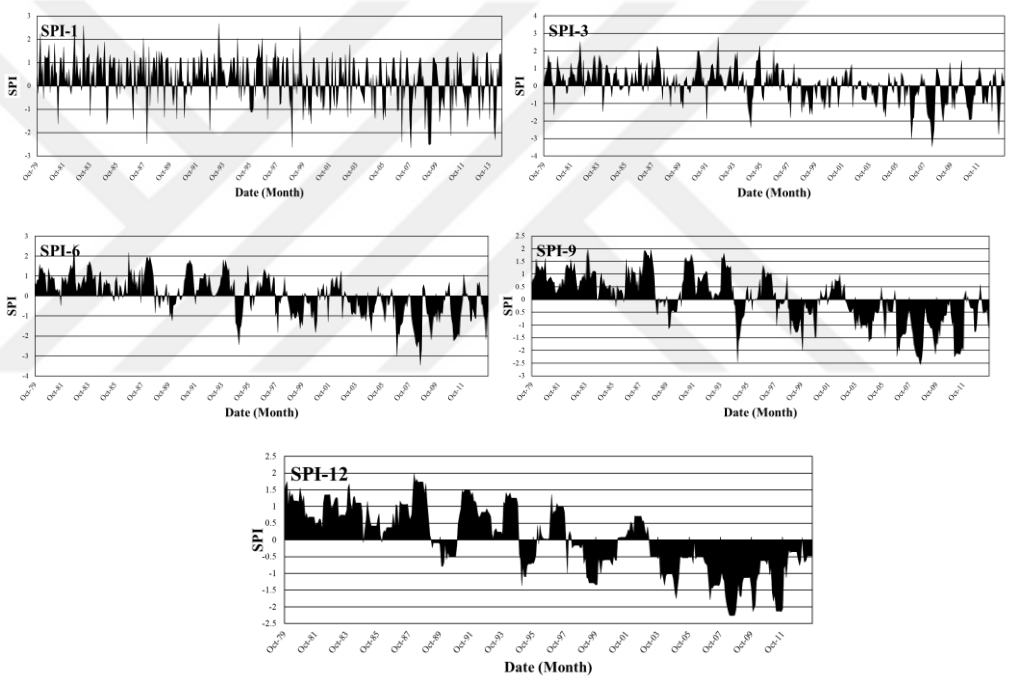
Şekil 4.24'daki 12 aylık (SPI-12) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler eşit olarak % 50 idi. Kurak dönemlerin % 7'si son derece kurak iken aşırı sulak gözlenmemiştir.



Şekil 4.24. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Khanaqin istasyonundaki kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı

4.13. Tuz Khurma istasyonu (348447) kuraklık analizi

Tuz Khurma meteoroloji istasyonunda (348447) aylık yağış verileri sürekli olarak 1979'dan 2013'e kadar ölçülmüştür. Aylık ve yıllık toplam yağış miktarı kullanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerinin dağılımı, geçmişten geleceğe olan kuraklığın günlük değişimini incelemek için Şekil 4.25'de verilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.25. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Tuz Khurma istasyonunda SPI değerlerinin kurak ve sulak durumlara göre zamansal dağılımı

Tuz Khurma istasyonu için SPI değerleri incelendiğinde, sırasıyla 1 aylık (SPI-1) ve 3 aylık (SPI-3) değerlerine göre, 1979 ile 2013 yılları arasında her iki zaman ölçeği için 9 ay içinde aşırı kurak aylar gözlenmiştir. 6 aylık (SPI-6) değerlere göre, 1979 ile 2013 yılları arasında 13 aşırı kurak ay görülmektedir. 9 aylık (SPI-9) değerler incelendiğinde toplam 17 aşırı kurak ay belirlenmiştir. 12 aylık SPI değerleri incelendiğinde, toplam aralıklarla toplam 15 aşırı kurak ay belirlenir.

Çizelge 4.13; 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman dilimlerinin SPI değerlerine göre en uzun kurak ve sulak dönemlerini göstermektedir. Kurak dönemler incelendiğinde, SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem Ekim 2011'de 8 ay sürmüştür. SPI-3 değerleri için en uzun kuraklık dönemi Ekim 1998'de başlamış ve 11 ay sürmüştür. SPI-6 için en uzun kurak dönem Ocak 2009'da başlayıp ve 18 ay sürmüştür. SPI-9 için en uzun kurak dönem Ekim 2006'da başlayıp 48 ay sürmüştür. SPI-12 değerlerine göre en uzun kurak dönem Mart 2006'da başlamış ve 82 ay sürmüştür.

Sulak periyotlar incelendiğinde, SPI-1 için en uzun sulak dönem Haziran 1991'de başlamış ve 16 ay sürmüştür. SPI-3 için en uzun sulak dönem Kasım 1982'de başlayıp, 15 ay sürmüştür. SPI-6 değerlerine göre, Ekim 1981'de başlayan en uzun sulak dönem 32 ay sürmüştür. SPI-9'a göre Ekim 1979'da başlayan en uzun sulak dönem 60 ay sürmüştür. SPI-12 değerleri için Ekim 1979'da başlayan en uzun sulak dönem 62 ay sürmüştür.

Çizelge 4.13. Tuz Khurma istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler

	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Ekim -11	Mayıs-12	8Ay	Hazīran-91	Eylül-92	16 Ay
SPI -3	Ekim -98	Ağustos-99	11 Ay	Kasım-82	Ocak -84	15Ay
SPI -6	Ocak -09	Hazīran-10	18 Ay	Ekim -81	Mayıs-84	32 Ay
SPI -9	Ekim -06	Eylül-10	48Ay	Ekim -79	Ağustos-84	60Ay
SPI -12	Mart-06	Aralık-12	82 Ay	Ekim -79	Ekim -84	62Ay

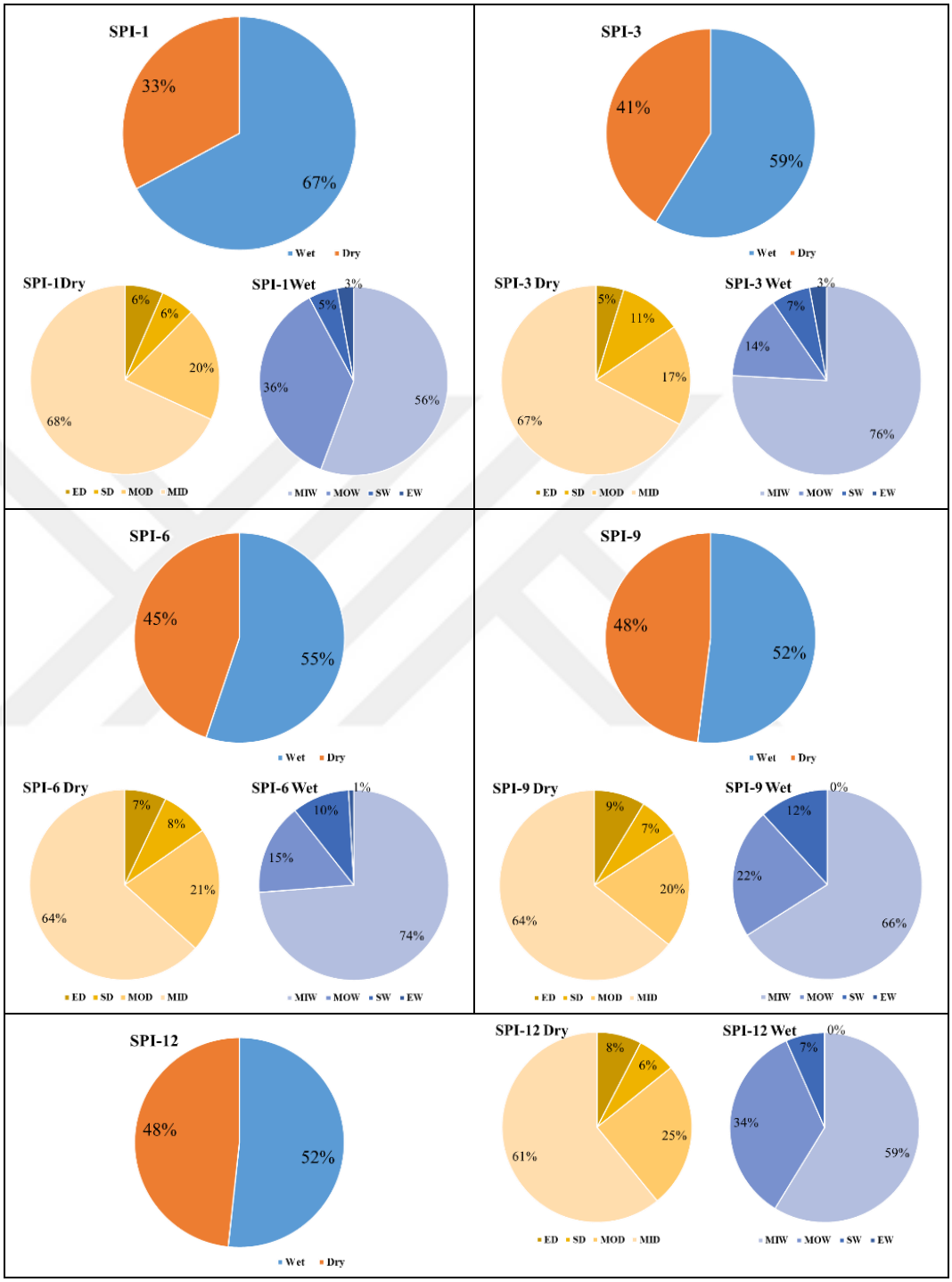
Tuz Khurma istasyonu için tüm zaman ölçekleri için SPI değerlerinin dağılımı Şekil 4.26'de verilmiştir. Aylık (SPI-1) değerlerin dağılımı incelendiğinde, 1979 ile 2013 yılları arasında indeks değerleri % 67 sulak ve% 33 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre kurak bölümün% 68'i hafif kurak sınıflandırmada ve% 20'si orta derecede kurak olmuştur. Sulak periyodun% 56'sı hafif sulak, % 36'sı orta derecede sulak olarak sınıflandırılmıştır. 3 aylık (SPI-3) değerlerin dağılımı Şekil 4.26'de verilmiştir. Kurak ve sulak dönemler sırasıyla % 41 ve % 59'dur. Kurak dönem kendi içinde sınıflandırılırsa, % 67'sinin hafif

kurak olduğu görülür. Sulak dönem boyunca aşırı yağış oluşumu tüm sulak periyodun % 3'üdür.

6 aylık (SPI-6) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla % 45 ve % 55 iken, kurak dönemin % 64'ü ılımlı, % 21'i orta derecede kurak, % 8'i şiddetli kurak sınıflandırmaya, % 7'si aşırı kurak sınıflandırmaya aittir. Sulak bölümün % 74'ü hafif sulak, % 15'i orta derecede sulak, % 10'u şiddetli sulak, % 1'i çok sulaktır.

9 aylık (SPI-9) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemlerin sırasıyla % 48 ve % 52'ye yakın olduğu görülmüştür. Kurak döneminin % 64'ü hafif, % 66'sı hafif sulaktır.

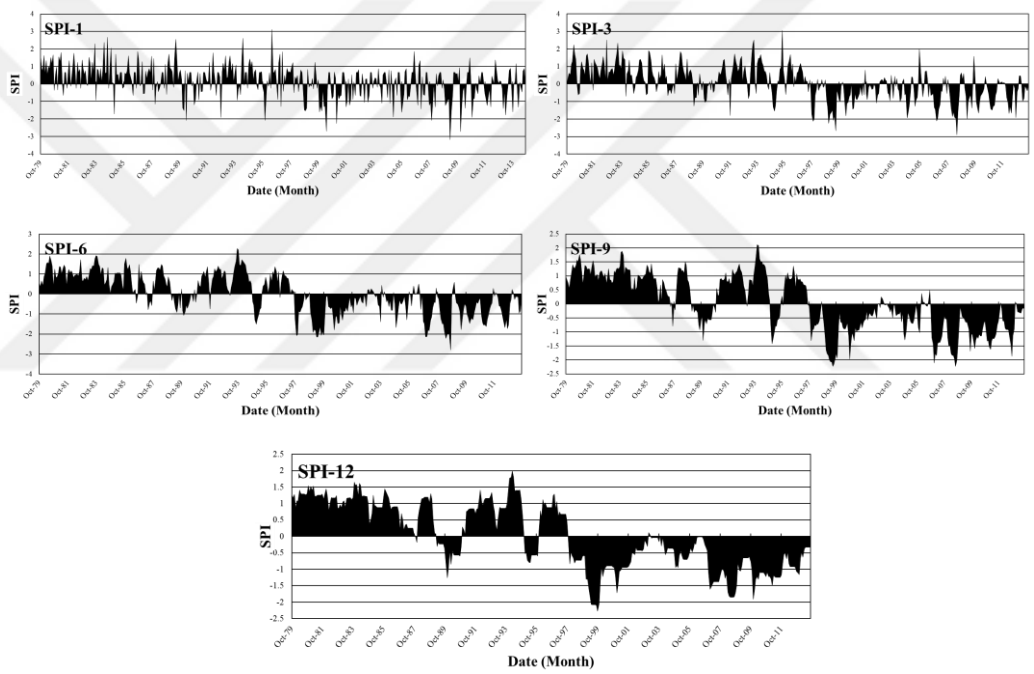
12 aylık (SPI-12) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemlerin sırasıyla% 48 ve% 52 olduğu görülmektedir. Kurak dönemin% 61'i ılımlı, % 25'i ılımlı kurak, % 6'sı şiddetli kurak sınıflandırmada ve % 8'i aşırı kurakydu. Sulak kısımda% 59'unun hafif, % 34'ünün ılımlı sulak, % 7'sinin şiddetli sulak, % 0'ının aşırı sulak sınıflandırmaya ait olduğu görülmüştür.



Şekil 4.26. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ya göre Tuz Khurma istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı

4.14. Musul istasyonu (364431) kuraklık analizi

Musul meteoroloji istasyonunda (364431) aylık yağış verileri 1979'dan 2013'e kadar sürekli olarak ölçülmüştür. Aylık ve yıllık toplam yağış kullanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerinin dağılımı, geçmişten geleceğe olan kuraklığın günlük değişimini araştırmak için Şekil 4.27'da verilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.27. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Mosul istasyonundaki SPI değerlerinin kurak ve sulak durumlara göre zamansal dağılımı

Musul istasyonu (364431) için SPI değerleri 1979'dan 2013'e incelendiğinde, aylık (SPI-1) değerlerine göre, toplam 7 ayda aşırı kuraklık gözlengözlenmiştir. 3 aylık (SPI-3) değerlere göre, tüm zaman aralığı boyunca 7 aşırı kurak ay görülmektedir. 6 ay (SPI-6) değerlerine göre, toplam 11 ayda aşırı kuraklık gözlenmiştir. 9 ay (SPI-9) değerlerine göre, toplam 8 ayda aşırı kuraklık gözlenmiştir. 12 aylık (SPI-12) değerler incelendiğinde,

toplam 77 ayın çok kurak olduğu ve tüm ayların 1979-2013 yılları arasında olduğu belirlenmiştir.

Musul istasyonu için en uzun kurak ve sulak dönemler Çizelge 4.14'de verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak dönem iki farklı dönemde başlamış olup, bunlardan birincisi Kasım 1999'da, ikincisi Kasım 2008'de 8 ay sürmüş, SPI-3 değerleri için ise en uzun kurak dönem Kasım 1998'de başlamış ve 14 ay sürmüştür. SPI-6 değerleri Kasım 1998'de başlamış ve 48 ay sürmüş ve SPI-9 değerleri için bu dönem Ekim 2006'da başlamış ve 62 ay sürmüştür. SPI-12 değerleri için Aralık 2003'te başlamış ve 118 ay sürmüştür.

En uzun sulak dönemler incelendiğinde, SPI-1 için, Ekim-1979'da sulak bir dönem başlamış ve 13 ay sürmüştür. SPI-3'ün bu dönemi 28 ay sürmüş ve Ekim 1981'de başlamıştır. SPI-6 için 83 ay sürdü ve Ekim 1979'da başladı. SPI-9 için bu dönemin Ekim 1979'da başladığı ve 94 ay sürdüğü, SPI-12 için ise Ekim 1979'da başlayıp 99 ay sürdüğü belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Musul istasyonundaki en uzun kurak ve sulak dönemler.

	Kurak Dönem			**Sulak Dönem**		
	Başlangıç	**Bitiş**	**Süre**	**Başlangıç**	**Başlangıç**	**Bitiş**
SPI-1	Kasım-99 Kasım-08	Hazīran-00 Hazīran-09	8 Ay	Ekim -79	Eylül-80	13 Ay
SPI -3	Kasım-98	Aralık-99	14 Ay	Ekim -81	Ocak -84	28 Ay
SPI -6	Kasım-98	Ekim -02	48 Ay	Ekim -79	Temmuz-86	83 Ay
SPI -9	Ekim -06	Kasım-11	62 Ay	Ekim -79	Hazīran-87	94 Ay
SPI -12	Aralık-03	Eylül-13	118 Ay	Ekim -79	Kasım-87	99 Ay

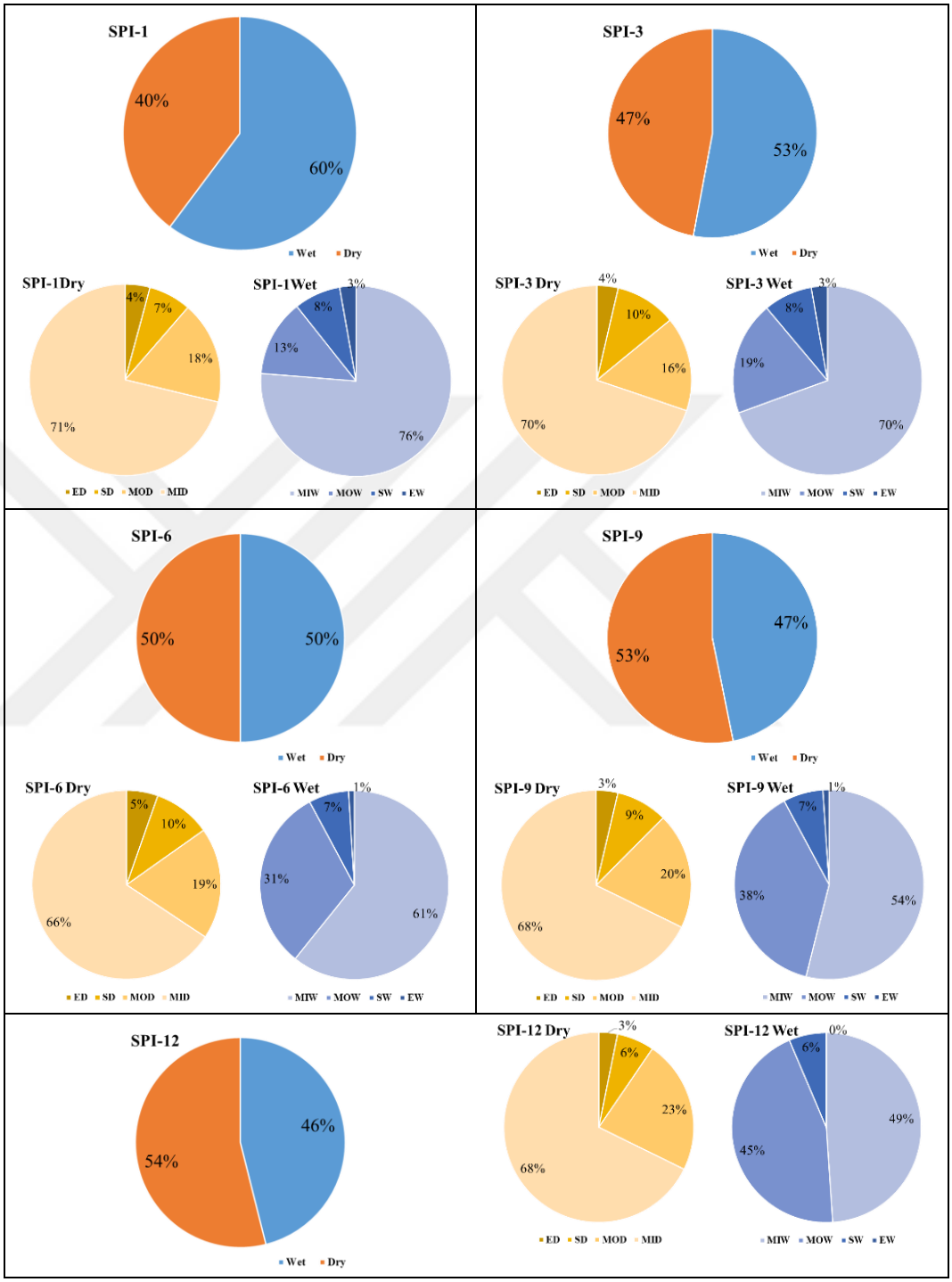
Musul istasyonu için tüm zamanların SPI değerlerinin dağılımı Şekil 4.28'da verilmiştir. 1 aylık (SPI-1) değerlerin dağılımı incelendiğinde, 1979 ile 2013 yılları arasındaki indeksler % 60 sulak ve % 40 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre kurak

bölümün % 71'i hafif kurak nıflandırmaya ve % 4'ü son derece kurak bir bölüme aittir. Sulak bölümün% 3'ü aşırı derecede sulak, % 13'ü sulak olarak sınıflandırılmıştır.

3 aylık (SPI-3) değerlerin dağılımına göre, tüm ayların% 48'i kurak, % 52'si sulaktır. Kurak periyodun % 6'sı son derece kurak, sulak periyodun % 3'ü aşırı derecede sulaktır. 6 aylık (SPI-6) değerlerine göre kurak ve sulak dönemler eşit olarak % 50'dir. Kurak periyodun % 5'inden fazlası aşırı derecede kurak, sulak periyodun ise % 1'i aşırı sulaktır.

9 aylık (SPI-9) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla % 53 ve % 47'dir. Kurak periyodun% 68'i hafif, % 3'ü son derece kuraktır. Sulak bölümün% 54'ü hafif sulak ve% 1'i çok sulaktır.

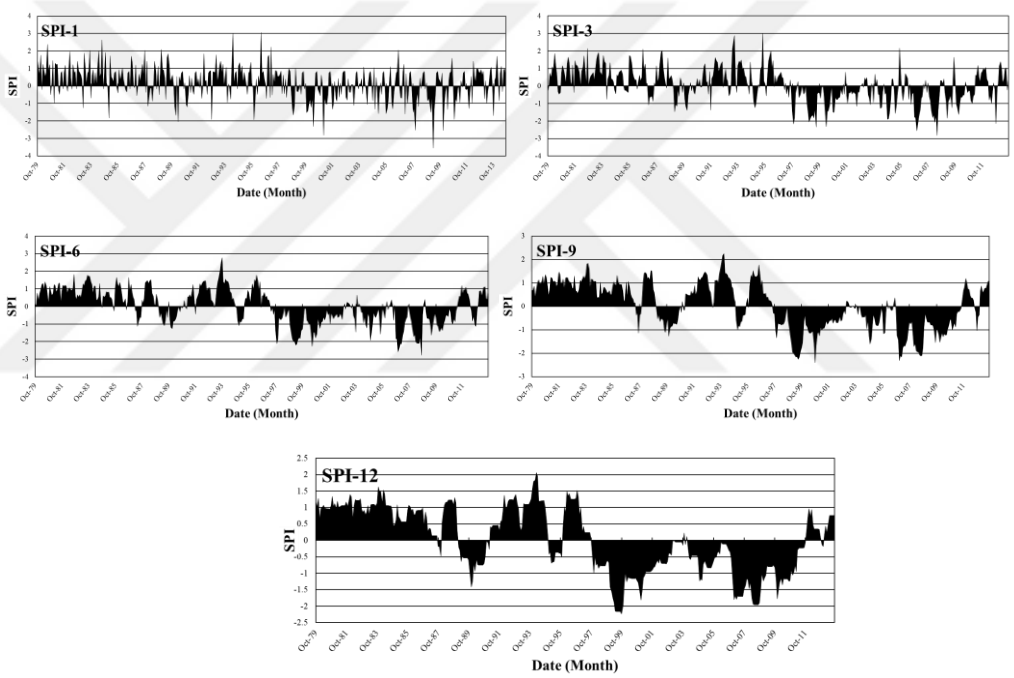
12 aylık (SPI-12) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemlerin sırasıyla% 54 ve% 46 olduğu görülmüştür. Kurak dönemin % 68'i hafif, % 23'ü orta, % 6'sı kurak ve% 3'ü son derece kurak idi. Sulak kısmın % 49'u hafif sulak, % 45'i orta sulak, % 6'sı sulak ve aşırı sulak olarakbelirlenmiştir.



Şekil 4.28. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre Musul istasyonundaki kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı

4.15. Tal Afar istasyonu (364425) kuraklık analizi

Tal Afar meteoroloji istasyonundaki (364425) aylık yağış verileri sürekli olarak 1979'dan 2013 yılına kadar ölçülmüştür. Aylık ve yıllık toplam yağış kullanımı ile elde edilen 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI değerlerinin dağılımı, kuraklıktan geçmişten geleceğe yapılan günlük değişimi araştırmak için Şekil 4.29'de verilmiştir. Hesaplanan SPI değerleri 1979-2013 arasındaki dönemler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.29. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre, Tal Afar istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin zamansal dağılımı

Tal Afar istasyonu (364425) için SPI değerleri 1979'dan 2013'e kadar incelendiğinde, 1 aylık (SPI-1) değerlerine göre 3 ay, (SPI-3) değerlerine göre 6 ay aşırı kuraklık olduğu ve tüm zaman aralığında 9 aşırı kurak ay olduğu gözlenmiştir.

6 aylık (SPI-6) değerlere göre 1979 ile 2013 yılları arasında saaralıke 14 aşırı kurak ay bulunmuştur. 9 aylık (SPI-9) değerler için toplam 13 aşırı kurak ay gözlengözlenmiştir. 12 aylık (SPI-12) değerler için 1979 ile 2013 yılları arasında 6 adet aşırı kurak ay olmuştur.

Tal Afar istasyonu için en uzun kurak ve sulak dönemler, Çizelge 4.15'de verilmiştir. SPI-1 değerleri için en uzun kurak periyot 2 farklı periyotta, birincisi Kasım-1999'da, ikincisi Kasım-2008'de başlamış ve her ikisi de 8 ay sürmüştür. SPI-3 değerleri için, en uzun kurak dönem 17 ay sürmüş ve Şubat-2000'de başlamıştır. SPI-6 değerlerine göre, bu dönem Haziran-1997'de başlamış ve 66 ay ve SPI-9 değerleri için devam etmiş, bu dönem Eylül-1997'de başlamış ve 65 ay sürmüştür. SPI-12 değerleri için, bu dönem Şubat-2004'te başlamış ve 93 ay sürmüştür.

Sulak periyotlar incelendiğinde, SPI-1 için iki farklı dönem başlamış, birincisi Kasım-1992, ikincisi ise Nisan 2012 ve iki dönem için de 10 ay sürmüştür. SPI-3 için Nisan 1982'de başlamış ve 22 ay sürmüştür. SPI-6 için Ekim 1979'da başlamış ve 61 ay sürmüştür. SPI-9 değerlerine göre Ekim 1979'da başlamış ve 94 ay sürmüştür. SPI-12'ye göre Ekim 1979'da başlamış ve 97 ay sürmüştür.

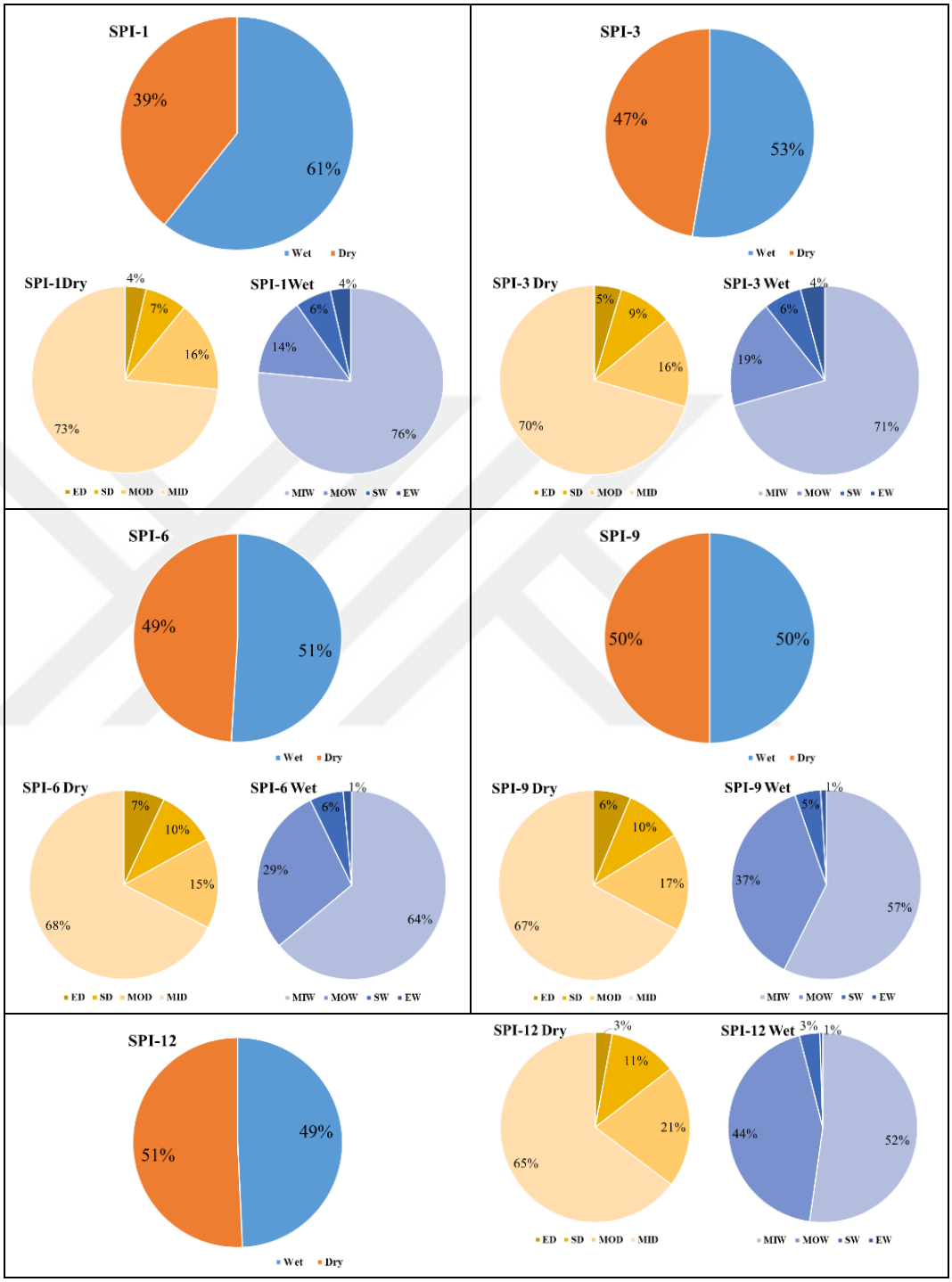
Çizelge 4.15. Tal Afar istasyonunda 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre en uzun kurak ve sulak dönemler

	Dry period			**Wet eriod**		
	Start	**Finish**	**Time**	**Start**	**Finish**	**Time**
SPI-1	Kasım-99 Kasım-08	Hazīran-00 Hazīran-09	8 Ay	Kasım-92 Nīsan-12	Ağustos-93 Ocak -13	10Ay
SPI -3	Şubat-00	Hazīran-01	17Ay	Nīsan-82	Ocak -84	22Ay
SPI -6	Hazīran-97	Kasım-02	66Ay	Ekim -79	Eylül-84	61Ay
SPI -9	Eylül-97	Ocak -03	65Ay	Ekim -79	Hazīran-87	94 Ay
SPI -12	Şubat-04	Ekim -11	93Ay	Ekim -79	Eylül-87	97Ay

Musul istasyonu için tüm zamanların SPI değerlerinin dağılımı Şekil 4.30'de verilmiştir. Aylık (SPI-1) değerlerin dağılımı incelendiğinde 1979 ile 2013 arasındaki endeksler % 61 sulak ve % 39 kurak olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre kurak bölümün%

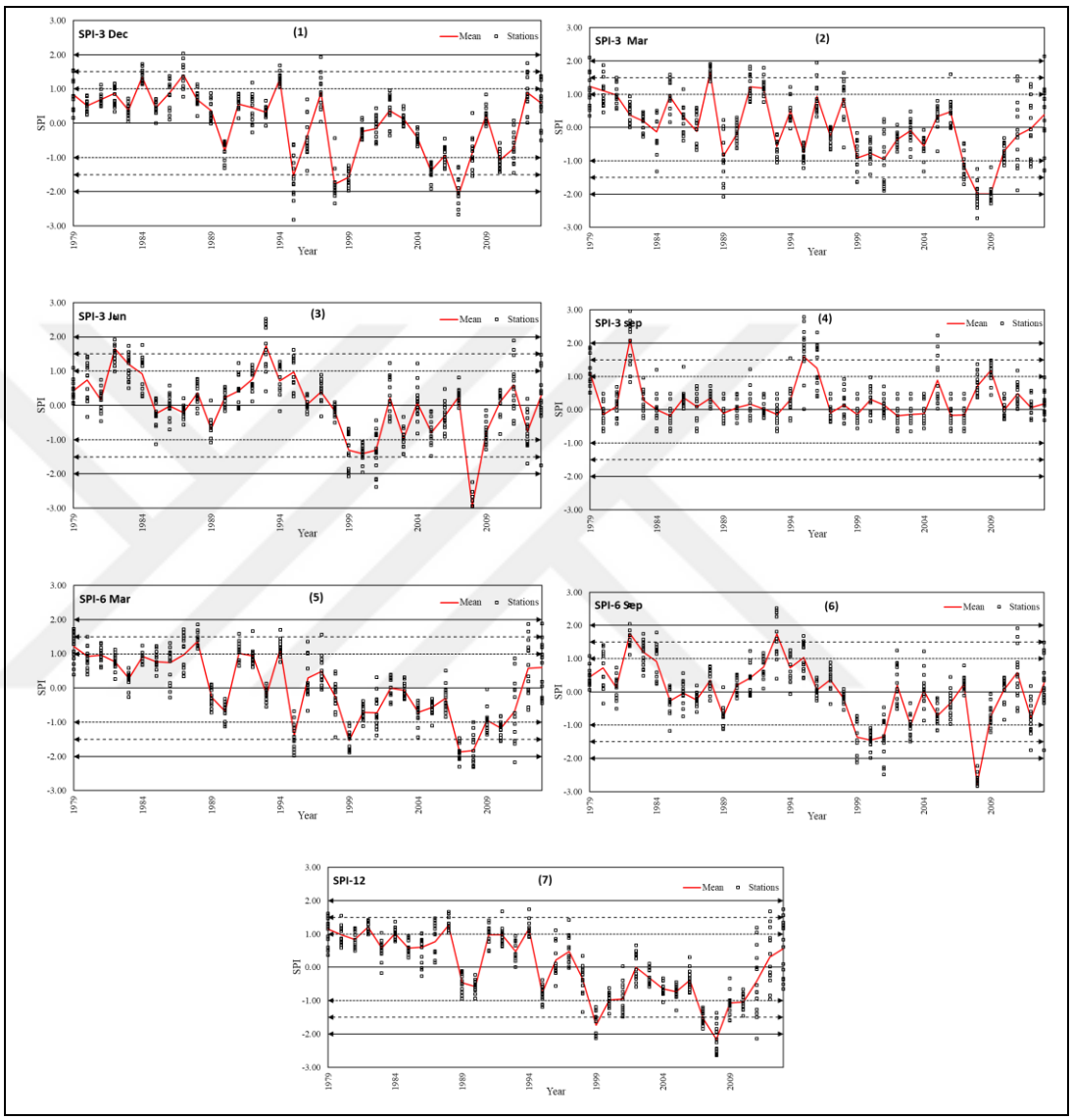
73'ü ılık kurak, % 76'sı ise sulak olarak sınıflandırılmıştır. 3 aylık (SPI-3) değerlerin dağılımına göre, tüm ayların% 47'si kurak, % 53'ü sulaktı. Kurak periyodun% 5'i son derece kurak, sulak periyodun % 4'ü aşırı derecede sulaktır.

6 ay (SPI-6) değerlerine göre kurak ve sulak dönemler sırasıyla % 49 ve % 51 idi. Kurak dönemlerin% 7'si aşırı derecede kurak, % 1'i aşırı sulaktı. 9 aylık (SPI-9) değerlerin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler % 50 ve % 50 idi. Kurak periyodun% 6'sı aşırı kurak, sulak dönemin % 1'i son derece sulaktır. 12 aylık (SPI-12) değerlerinin dağılımı incelendiğinde, kurak ve sulak dönemler sırasıyla% 51 ve% 49'dur. Kurak periyodun% 3'ü son derece kurak, sulak periyodun% 52'si hafif sulaktır.



Şekil 4.30. 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPI'ye göre, Tal Afar istasyonunda kurak ve sulak ortamlarda SPI değerlerinin dağılımı.

4.16. Kuraklığın zamansal değişimi

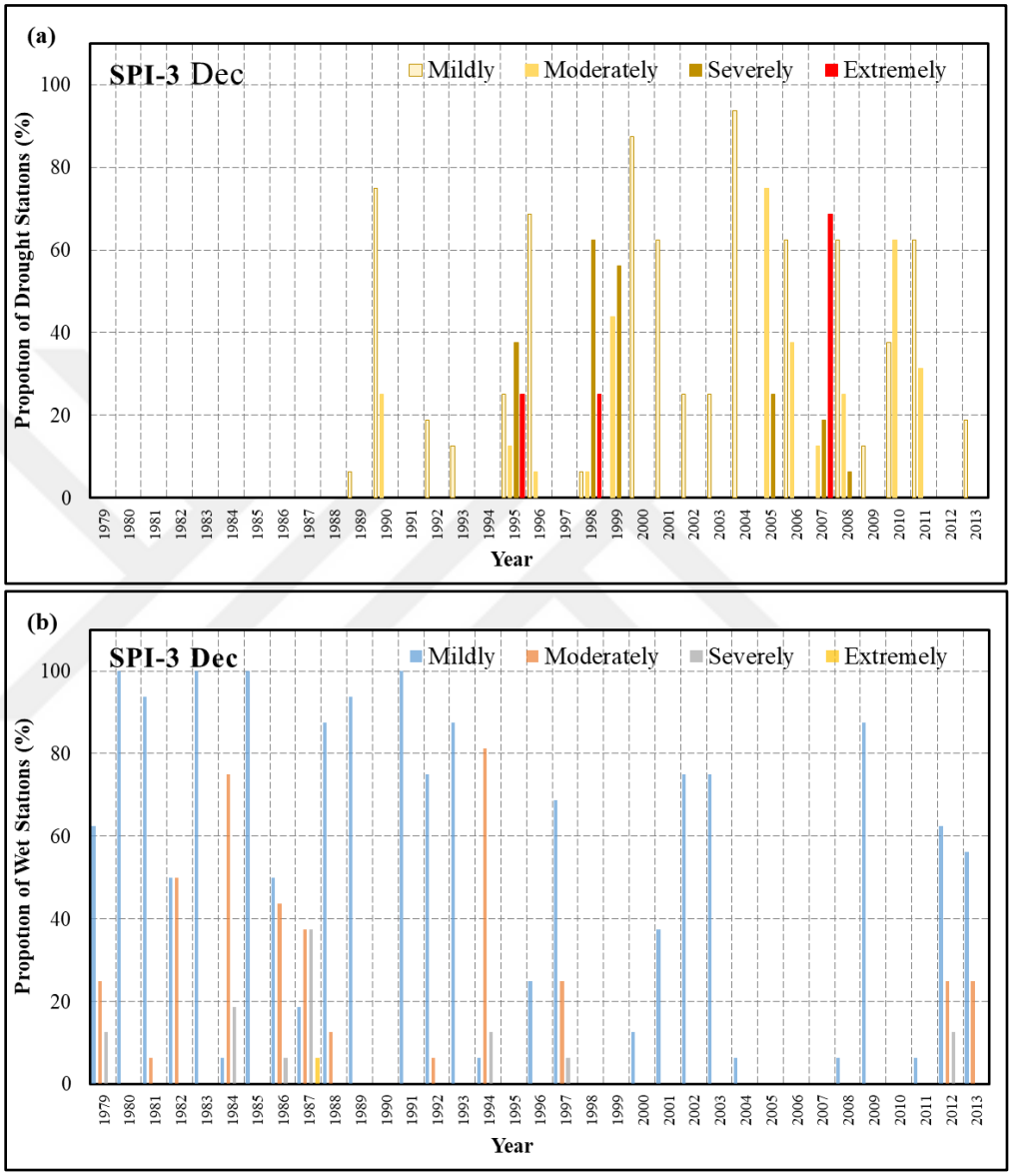


Şekil 4.31. 1979–2013 yılları için mevsimsel dönemlere göre zamansal SPI değerleri. (1) SPI-3 Aralık, (2) SPI-3Martch, (3) SPI-3 Haziran, (4) SPI-3 Eylül, (5) SPI-6 Mart, (6) SPI-6 Eylül, (7) SPI-12

SPI değerleri Kuzey Irak Bölgesi'ndeki meteorolojik veriler kullanılarak 3, 6 ve 12 aylık zaman aralıkları için hesaplanmıştır. SPI'nin 1979-2013 yıllarına göre dağılımları Şekil 4.31'te verilmiştir. (Çizelge 2) 'de gösterilen SPI değerlerinin sınıflandırılması da Şekil 4.31'te verilmiştir. SPI değerleri dağılımı bazı istasyonların aşırı derecede kurak

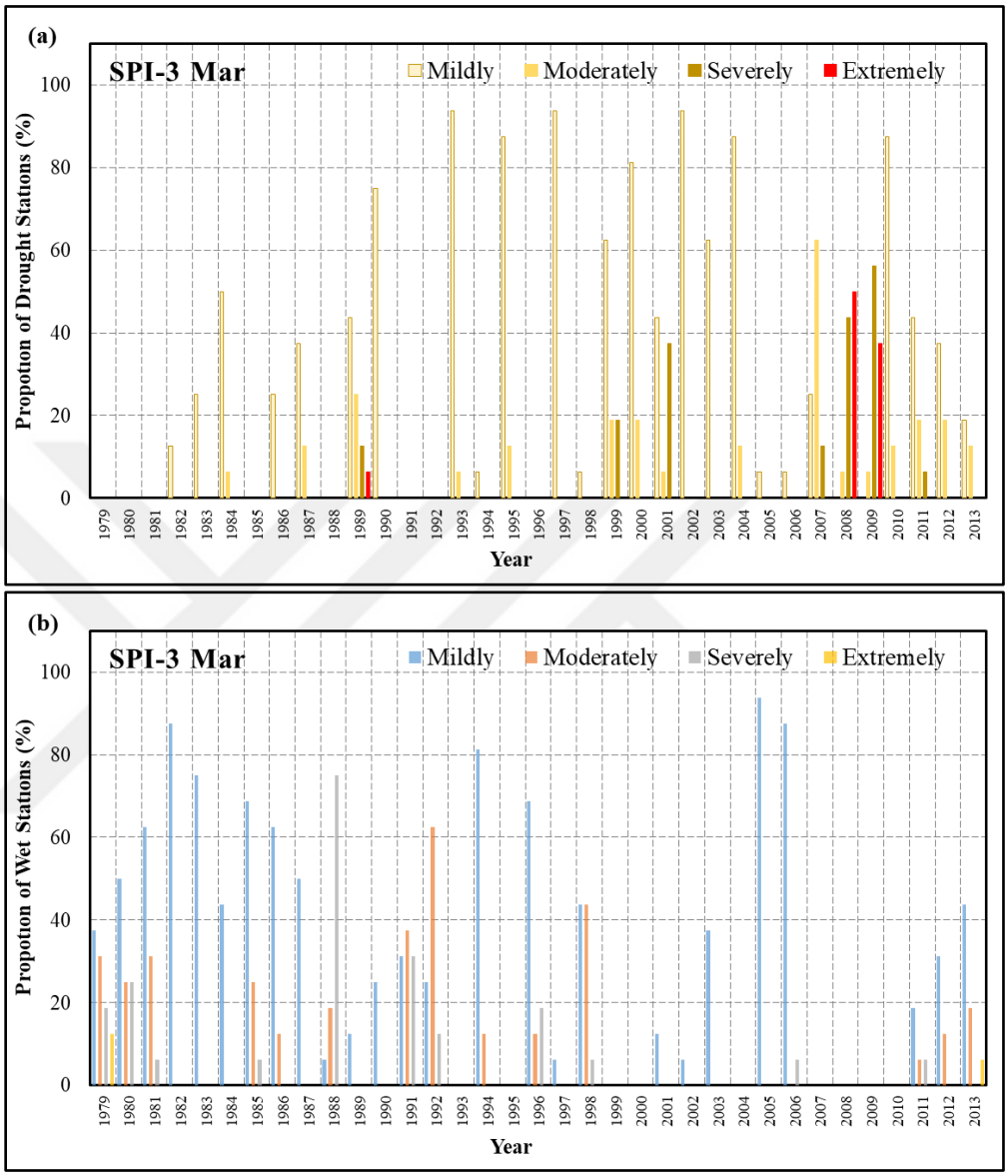
olduğunu gösterir, yani (SPI <-2) ve bazıları aşırı derecede sulaktır (SPI> 2). SPI değerlerinin ortalama değişimi, saaralıke 2008 yılının SPI-12 SPI-6 Mart, SPI-6 Eyl, SPI-3 Mart, SPI-3 Haz için aşırı kuraklık olaylarına sahip olduğunu belirlediğini göstermektedir ve sadece 1982'nin SPI-6 Eyl, SPI-3 Haz ve SPI-3 Eyl için aşırı sulak olaylara sahip olduğu gözlenmiştir.

4.17. Kuraklık oranı dağılımı



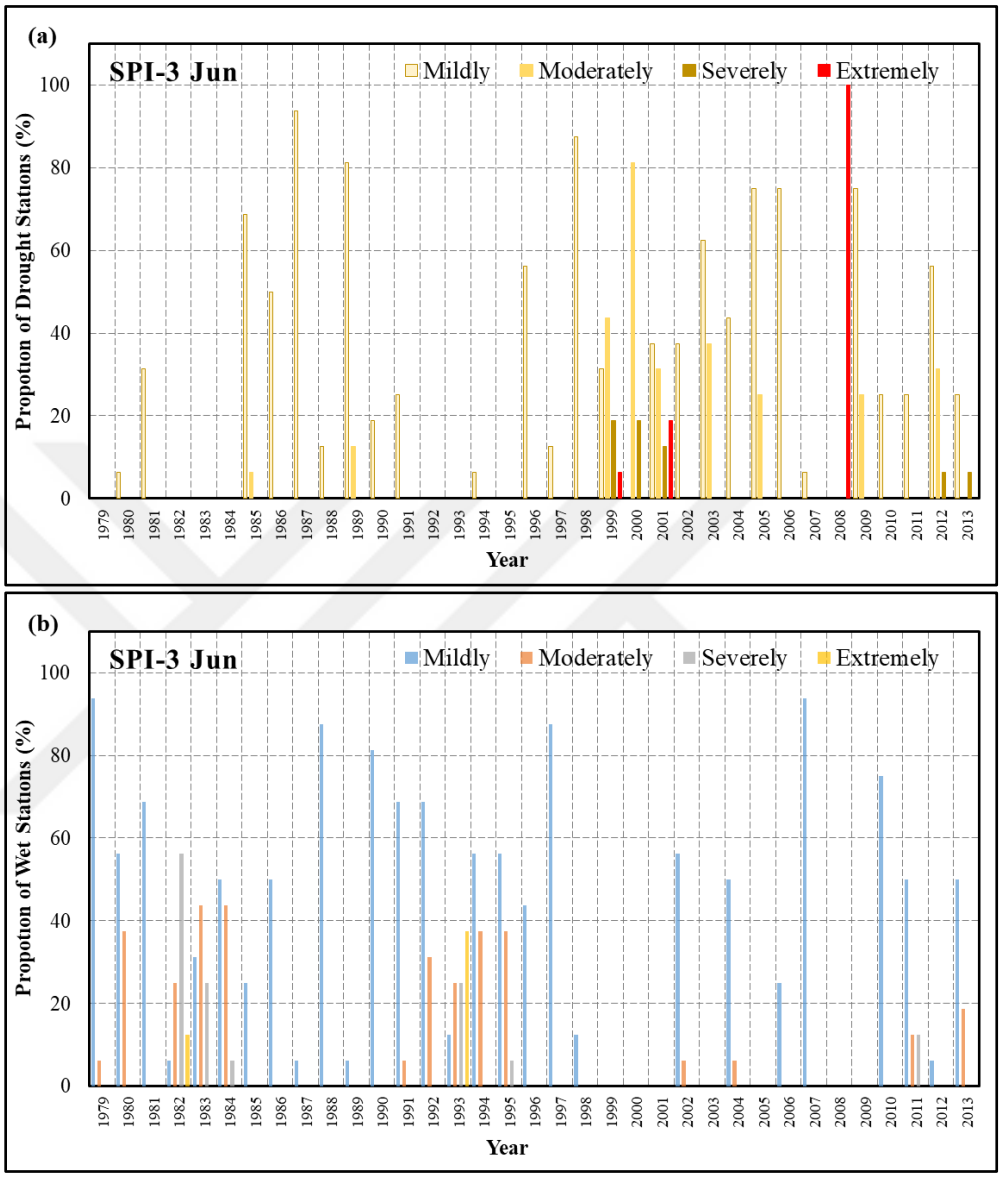
Şekil 4.32. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-3-Ara-kurak, (b) SPI-3 Ara-sulak.

SPI-3- göre, en yüksek kuraklık olayları 1998 yılında % 62.5 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek kuraklık olayları 2007 yılında belirlenmiş ve miktarı % 68.75 olmuştur. Şekil 4.32 (a, b) de kuraklık olaylarının 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1991, 1994, 1997 ve 2012'de görülmediğini açıklanmaktadır.



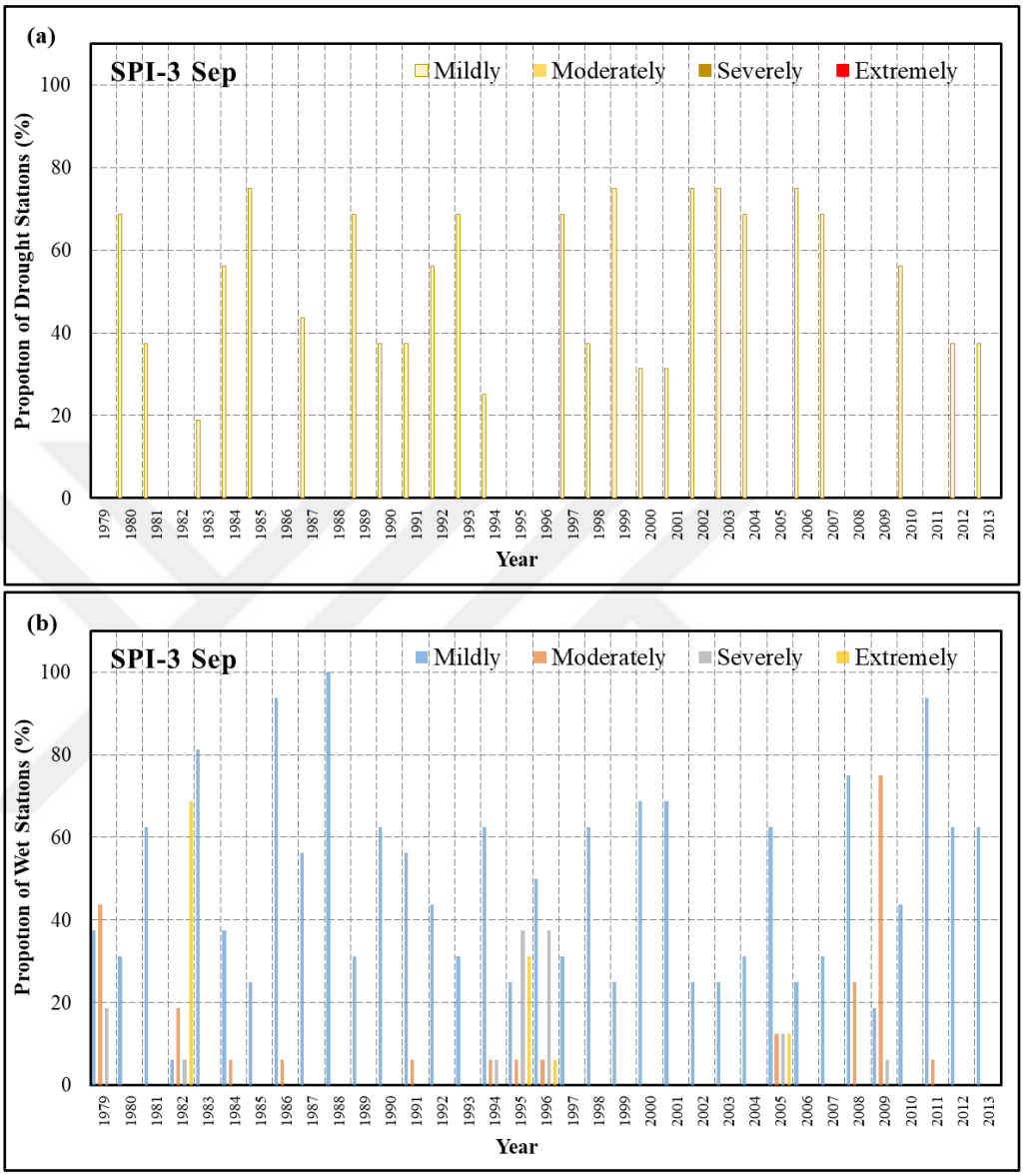
Şekil 4.33. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-3-Mart-kurak, (b) SPI-3 Mart -sulak.

SPI-3-Mart'a göre en büyük kuraklık olayları 2009 yılında gerçekleşmiş ve miktarı yaklaşık %56.25 olmuştur. En yüksek kuraklık olayları 2008 yılında belirlenmiş ve miktarı %50 olmuştur. Şekil 4.33 (a, b) kuraklık olaylarının 1979, 1980, 1981, 1988, 1991, 1992 ve 1996 yıllarında belirlendiğini açıklanmaktadır.



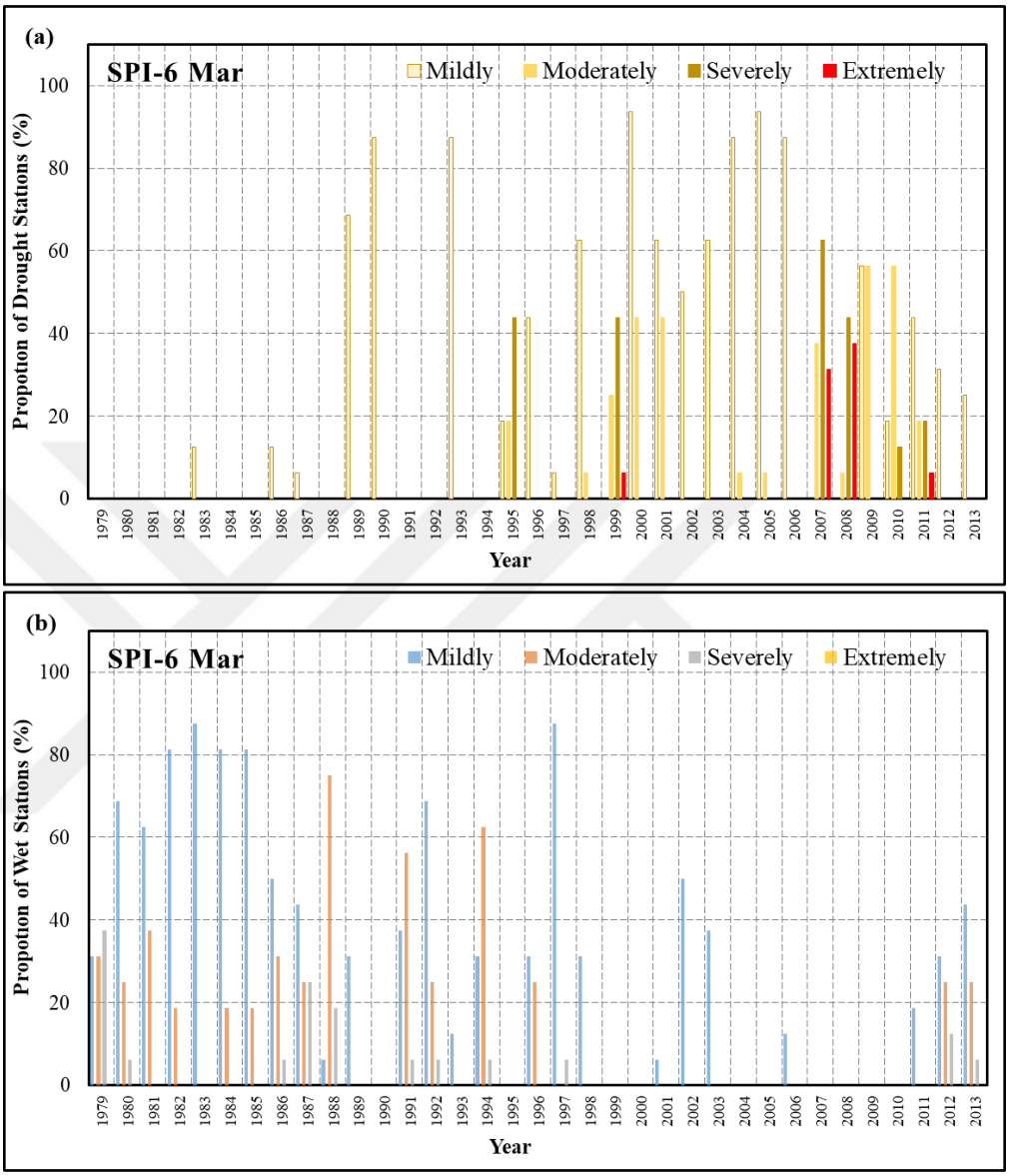
Şekil 4.34. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-3-Haz-kurak, (b) SPI-3- Haz-sulak.

SPI-3-Haz'a göre en yüksek kuraklık olayları 1999 ve 2000 yıllarında yaşanmış ve miktarı %18,75 olmuştur. En yüksek kuraklık olayları 2008 yılında tespit edilmiş ve miktarı %100'dür. Şekil 4.34 (a, b) kuraklık olaylarının 1979, 1982, 1983, 1984, 1992, 1993 ve 1995'te belirlenmediğini açıklamaktadır.



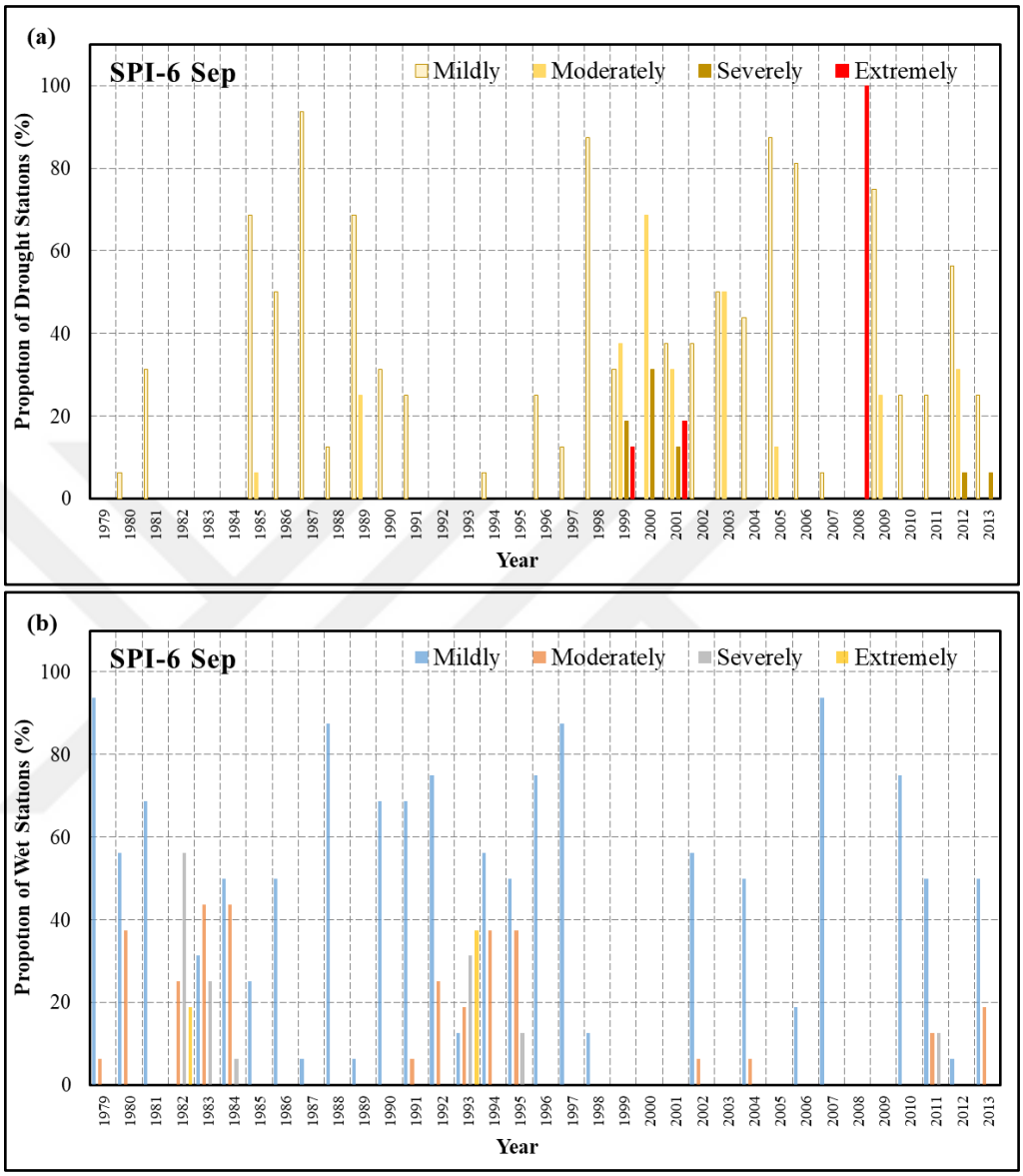
Şekil 4.35. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-3-Tem-kurak, (b) SPI-3- Tem-sulak.

SPI-3-Tem'e göre en yüksek kuraklık olayları 1985, 1999, 2002, 2003, 2006 yıllarındaydı ve miktarı yaklaşık %75 idi. Şekil 4.35 (a, b) de kuraklık olaylarının 1979, 1982, 1986, 1988, 1995, 1996, 2005, 2008, 2009 ve 2001'de belirlendiğini açıklanmaktadır.



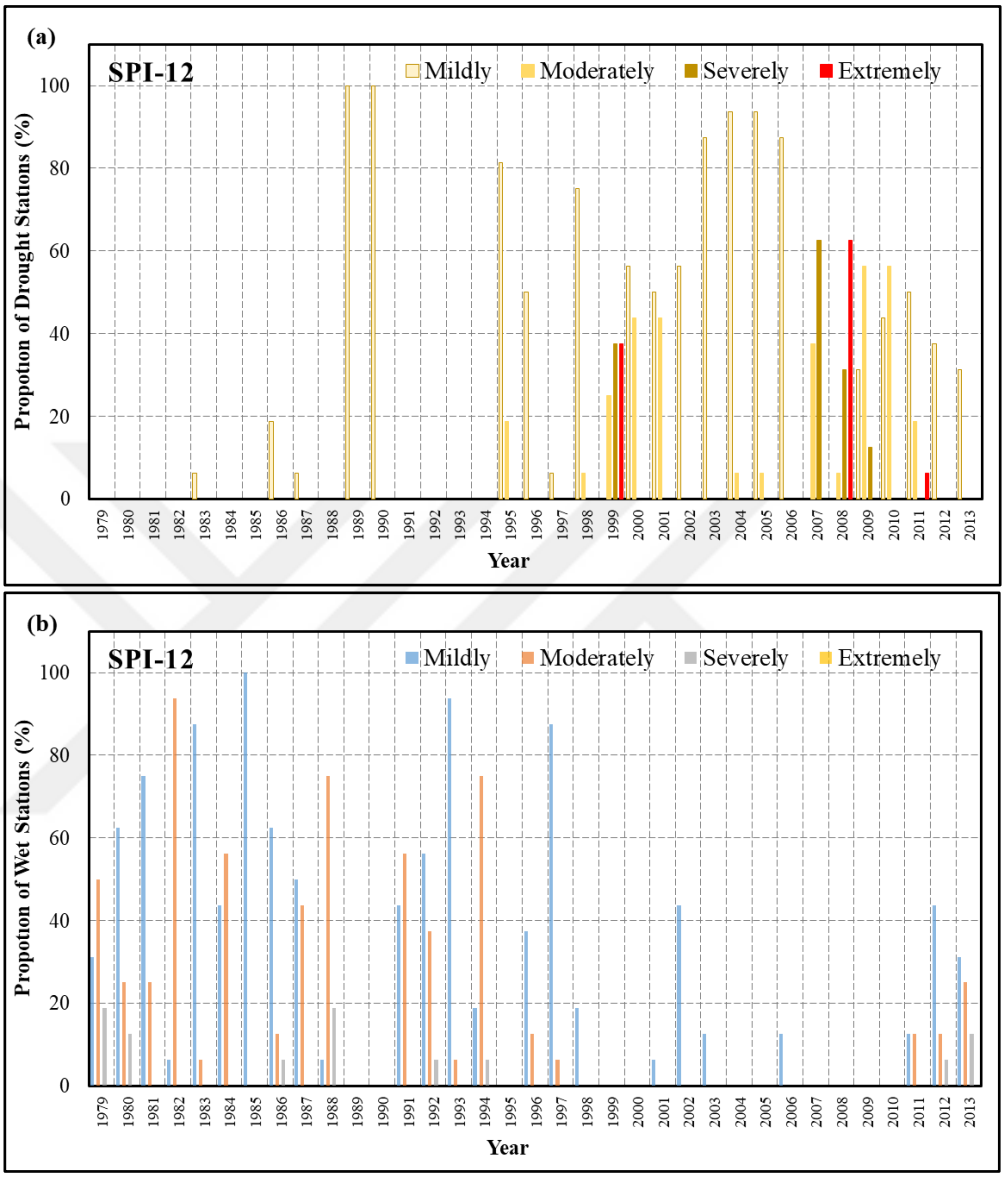
Şekil 4.36. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-6-Mart-kurak, (b) SPI-6-Mart-sulak.

SPI-6-Mart'a göre, en büyük kuraklık olayları 2007 yılında gerçekleşmiş ve miktarı yaklaşık % 62.5 olmuştur. En yüksek kuraklık olayları 2008 yılında belirlenmiş ve miktarı % 37.5 olmuştur. Şekil 4.36 (a, b) da kuraklık olaylarının 1979, 1980, 1981, 1982, 1984, 1985, 1988, 1991, 1992 ve 1994'te belirlendiğini açıklamaktadır.



Şekil 4.37. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-6- kurak, (b) SPI-6 -sulak.

SPI-6'ya göre en büyük kuraklık olayları 2000 yılında gerçekleşmiş ve miktarı yaklaşık %31.25 olmuştur. En yüksek kuraklık olayları 2008 yılında tespit edilmiş olup miktarı %100'dür. Şekil 4.37 (a, b) kuraklık olaylarının 1979, 1982, 1983 ve 1984, 1991, 1992, 1993 ve 1995'te belirlenmediği açıklanmaktadır.



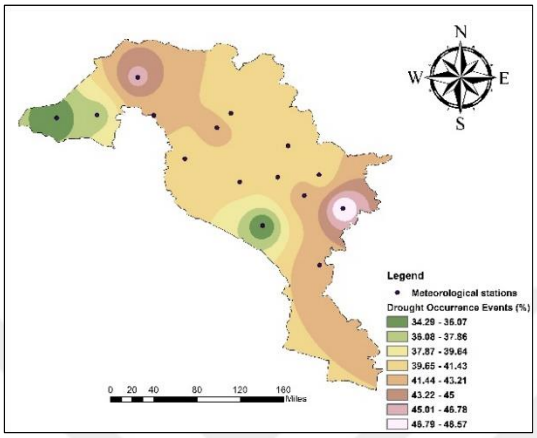
Şekil 4.38. (SPI) değerlerine göre 1979–2013 yılları arasında kurak ve sulak istasyonların oranı için dağılım. (a) SPI-12-kurak, (b) SPI-12 -sulak.

.

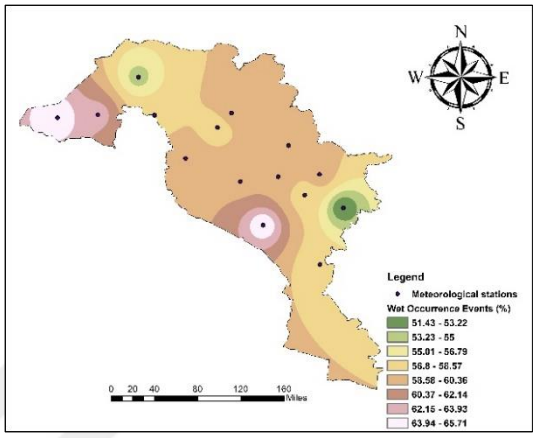
SPI-12'ye göre en büyük kuraklık olayları 2007 yılında gerçekleşmiş ve miktarı yaklaşık %62.5 olmuştur. En yüksek kuraklık olayları 2008 yılında belirlenmiş ve miktarı %62'dir. Şekil 4.38 (a, b) da kuraklık olaylarının 1979, 1980, 1981, 1982, 1984, 1985, 1988, 1991, 1992, 1993 ve 1994'te belirlenmediğini açıklamaktadır.

4.18. Kurak ve sulak dönemlerin harita üzerinde mekânsal dağılımı

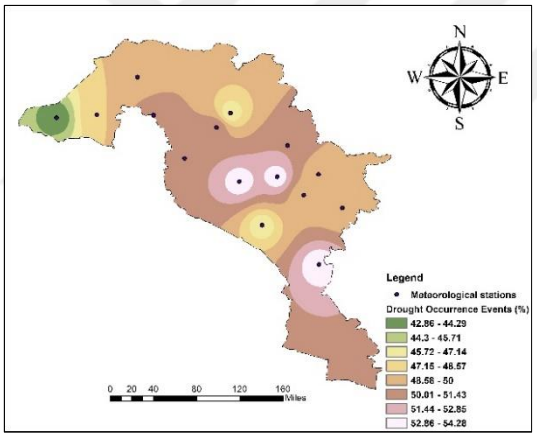
SPI-3 Aralık-Kurak



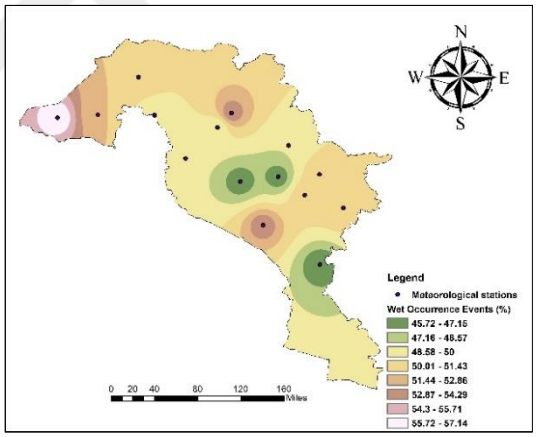
SPI-3 Aralık-Sulak



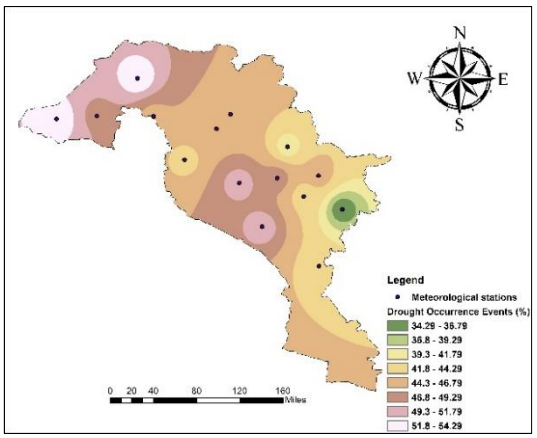
SPI-3 Mart-Kurak



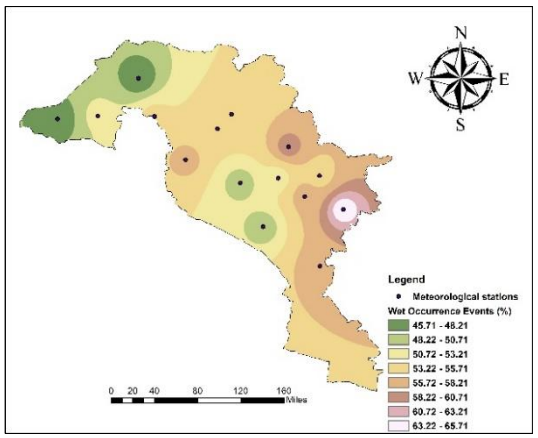
SPI-3 Mart-Sulak



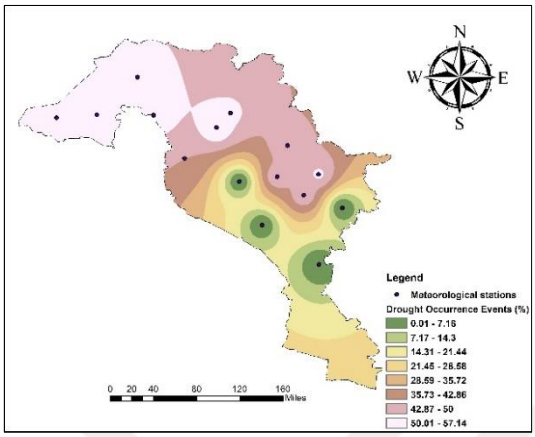
SPI-3 Haziran-Kurak



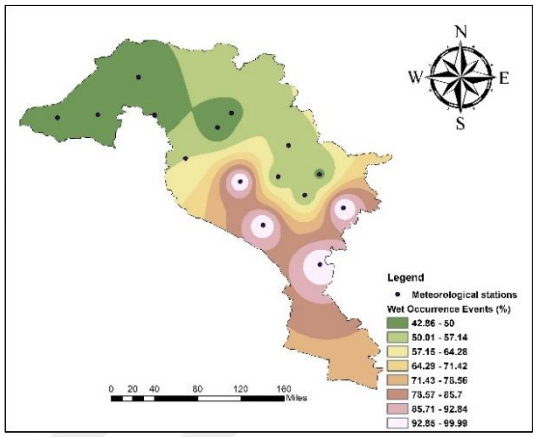
SPI-3 Haziran-Sulak



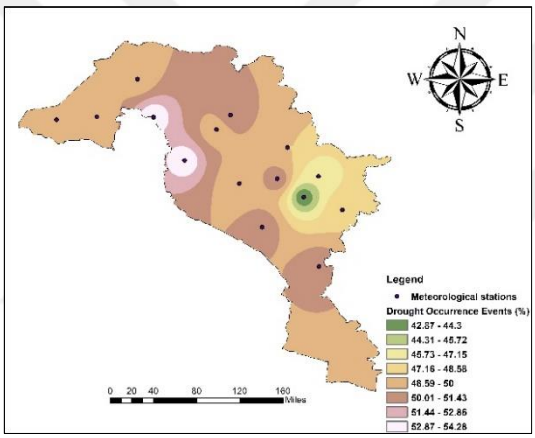
SPI-3 Eylül-Kurak



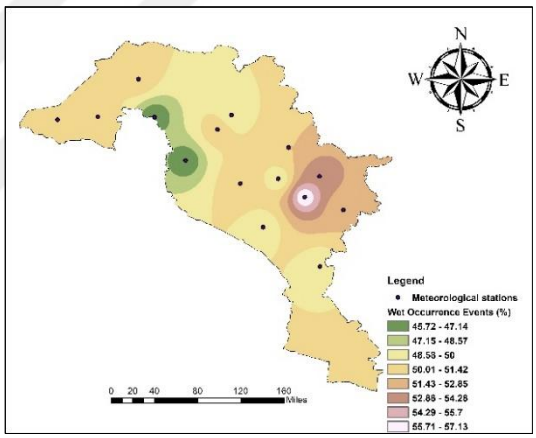
SPI-3 Eylül-Sulak



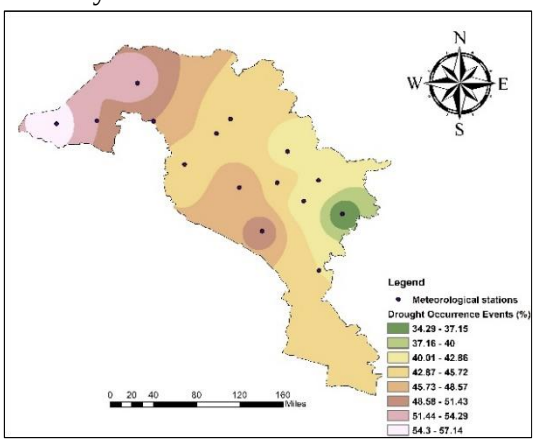
SPI-6 Mart-Kurak



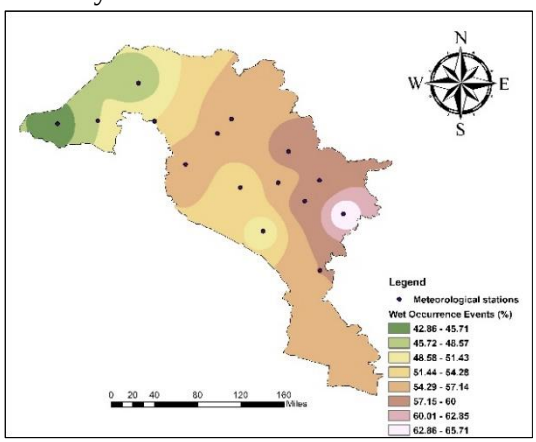
SPI-6 Mart-Sulak



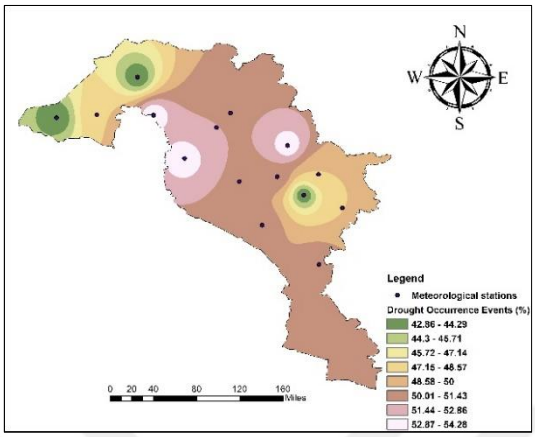
SPI-6 Eylül-Kurak



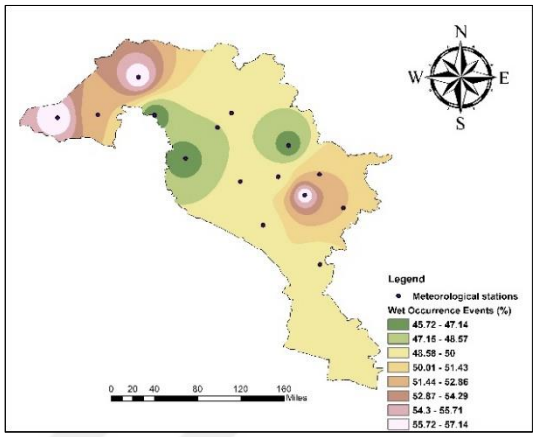
SPI-6 Eylül-Sulak



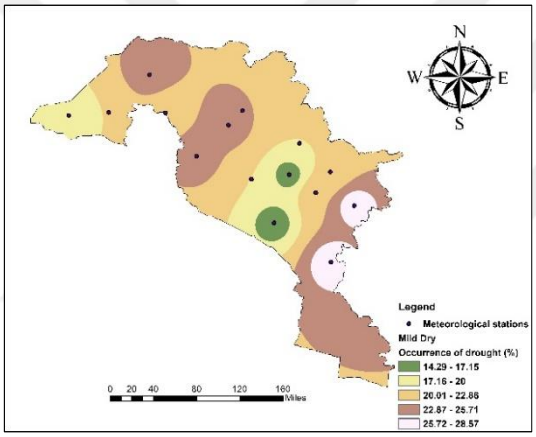
SPI-12-Kurak



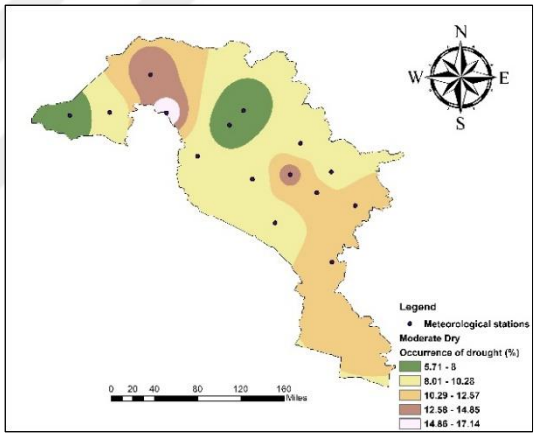
SPI-12-Sulak



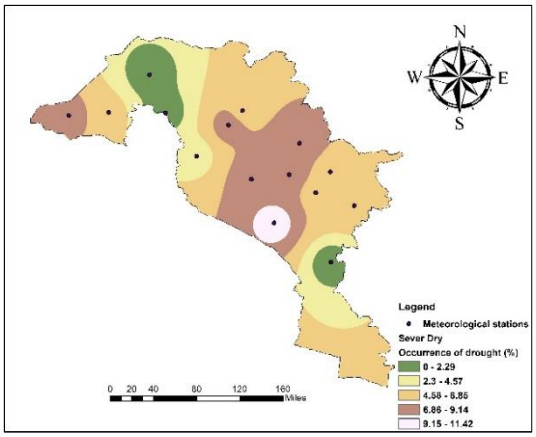
SPI-3 Aralık-Hafif Kurak



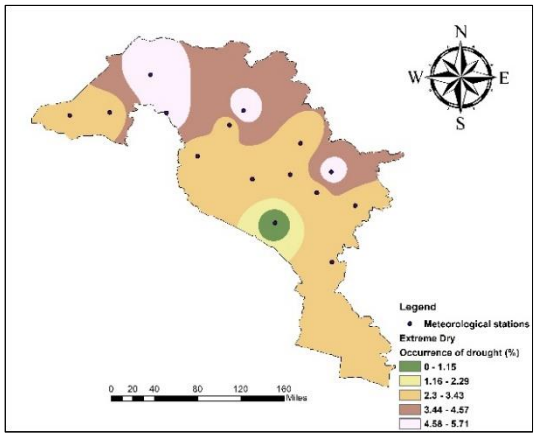
SPI-3 Aralık-Orta Derece Kurak



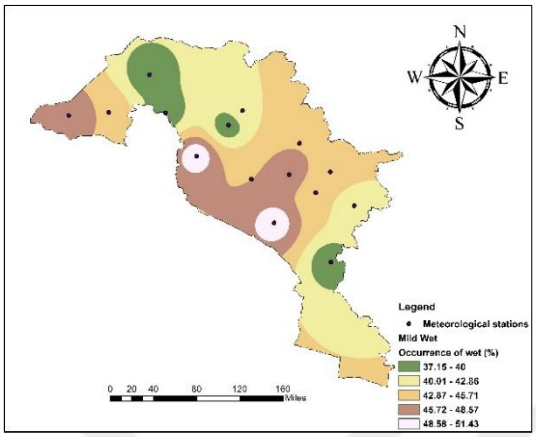
SPI-3 Aralık-Şiddetli Kurak



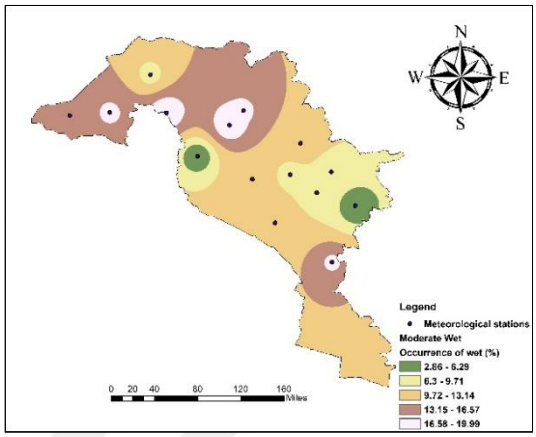
SPI-3 Aralık-Çok Şiddetli Kurak



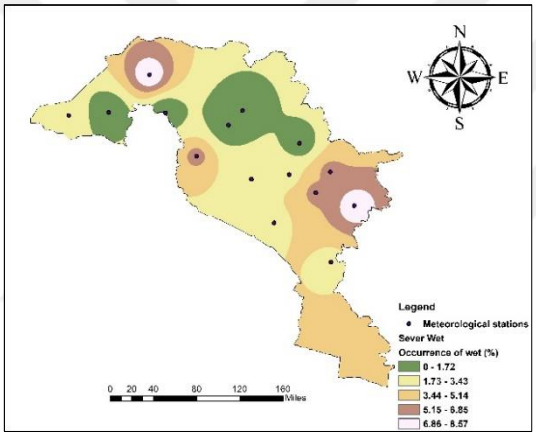
SPI-3 Aralık-Hafif Sulak



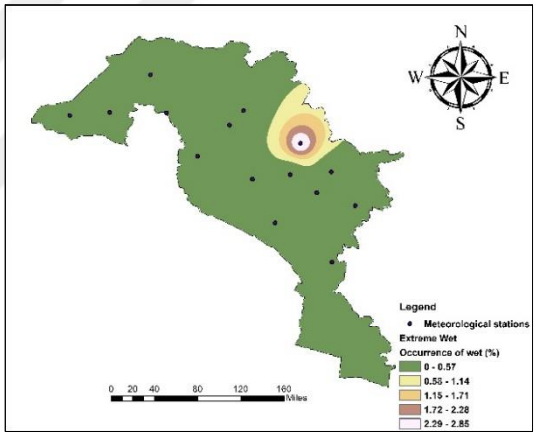
SPI-3 Aralık-Orta Derece Sulak



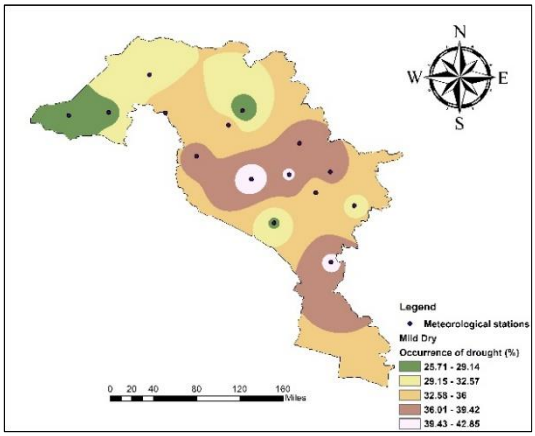
SPI-3 Aralık-Şiddetli Sulak



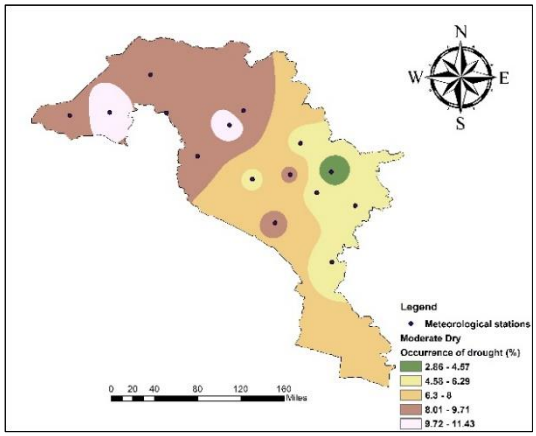
SPI-3 Aralık-Çok Şiddetli Sulak



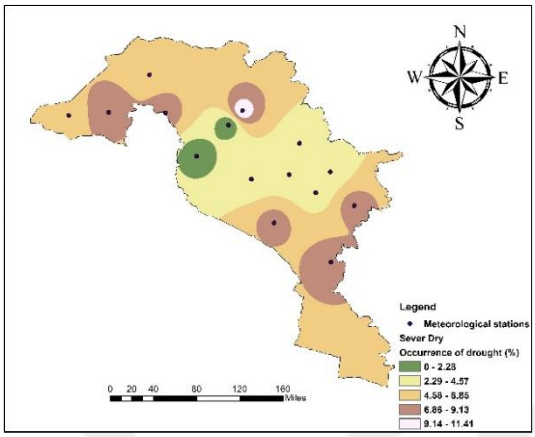
SPI-3 Mart-Hafif Kurak



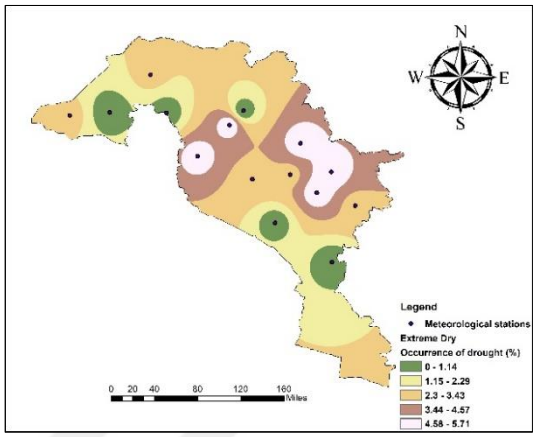
SPI-3 Mart-Orta Derece Kurak



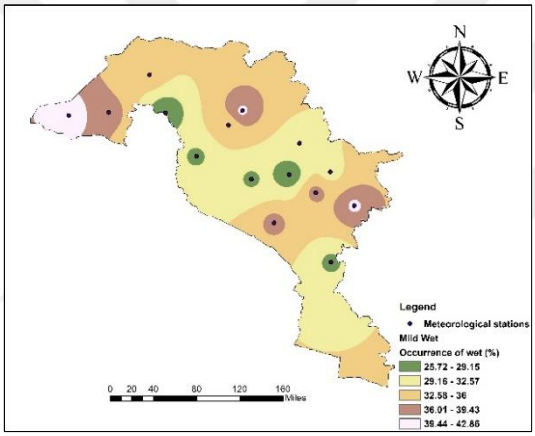
SPI-3 Mart-Şiddetli Kurak



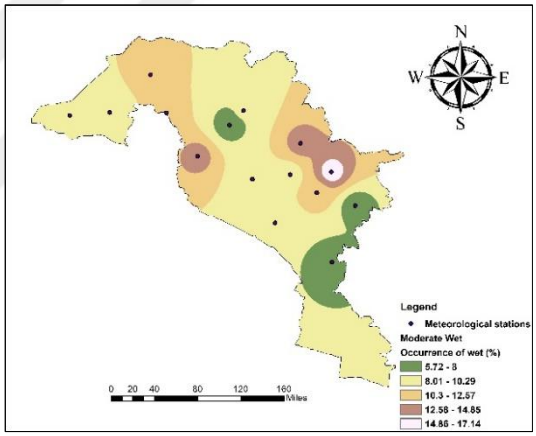
SPI-3 Mart-Çok Şiddetli Kurak



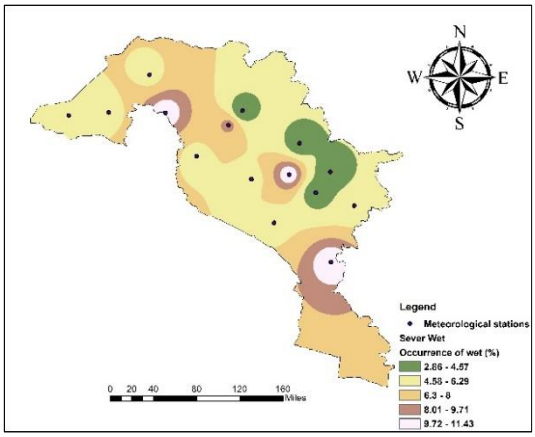
SPI-3 Mart-Hafif Sulak



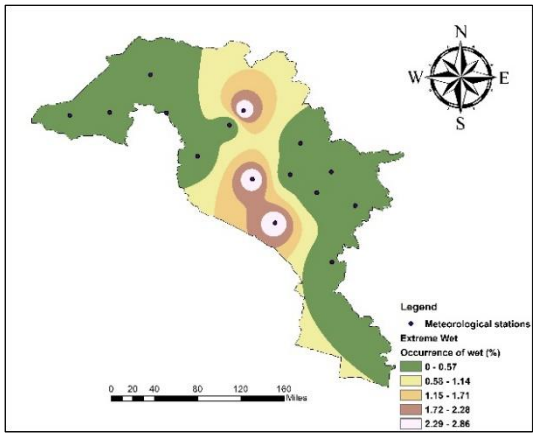
SPI-3 Mart-Orta Derece Sulak



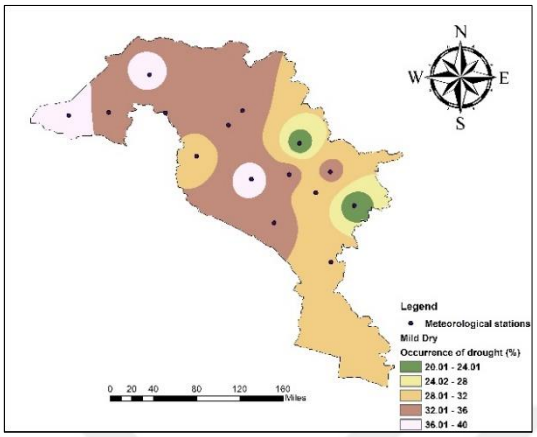
SPI-3 Mart-Şiddetli Sulak



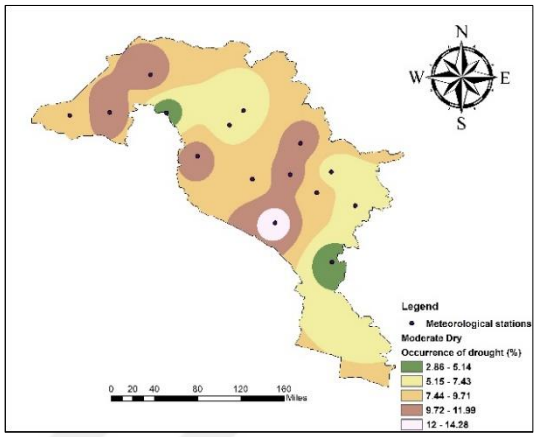
SPI-3 tMart-Çok Şiddetli Sulak



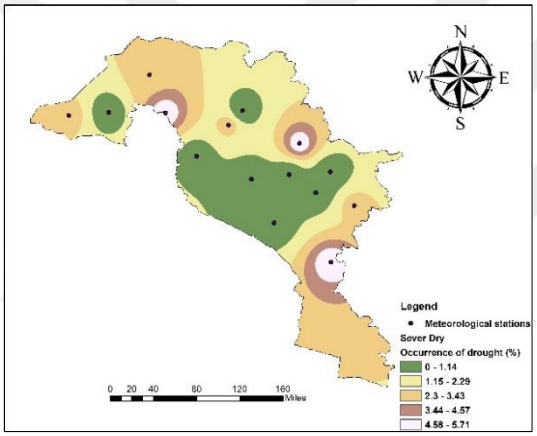
SPI-3 Haziran-Hafif Kurak



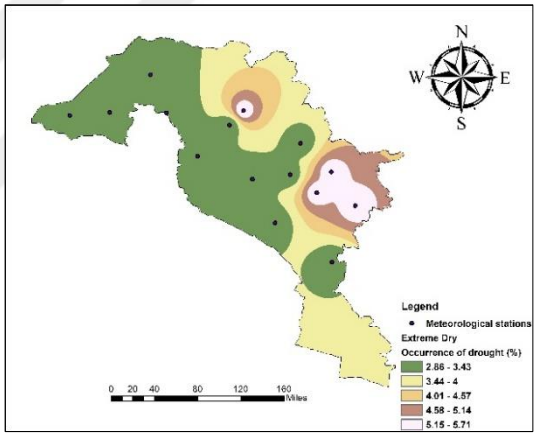
SPI-3 Haziran-Orta Derece Kurak



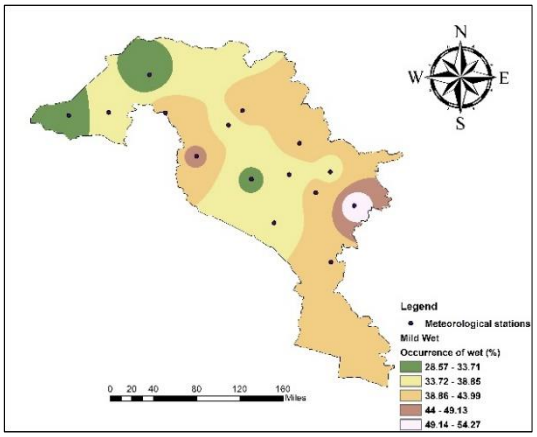
SPI-3 Haziran-Şiddetli Kurak



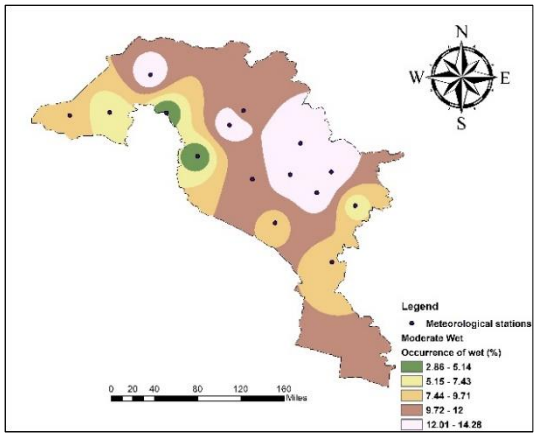
SPI-3 Haziran-Çok Şiddetli Kurak



SPI-3 Haziran-Hafif Sulak

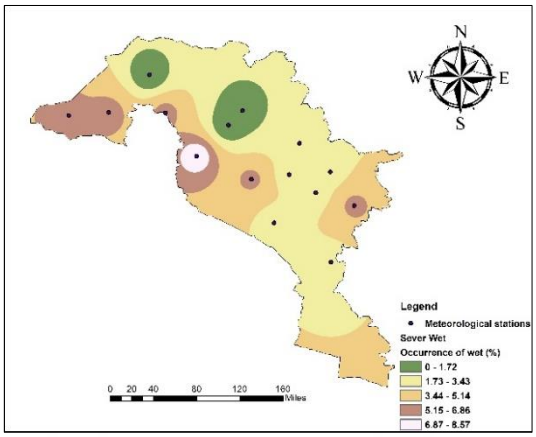


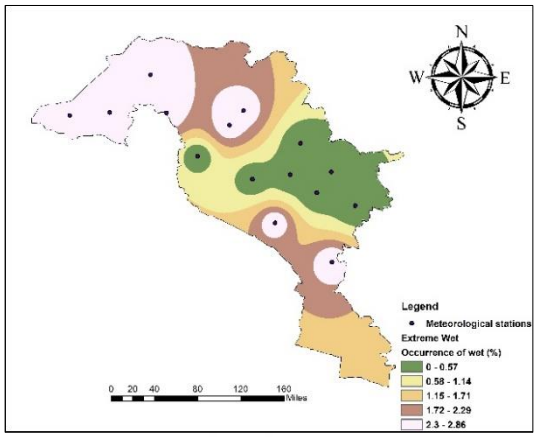
SPI-3 Haziran-Orta Derece Sulak



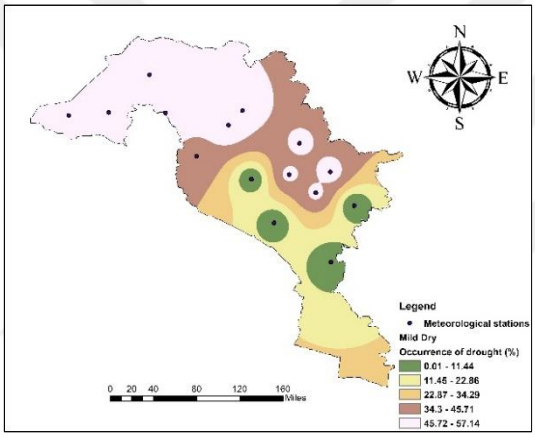
SPI-3 Haziran-Şiddetli Sulak

SPI-3 Haziran-Çok Şiddetli Sulak



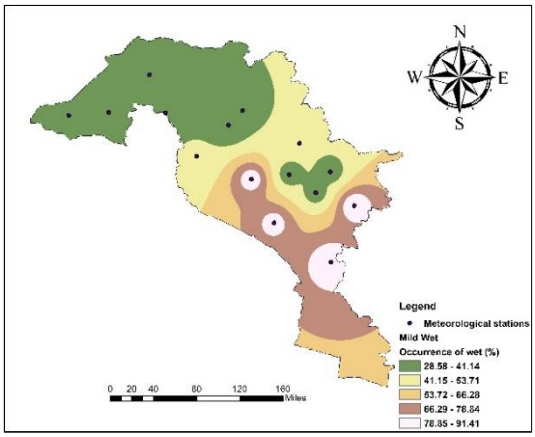


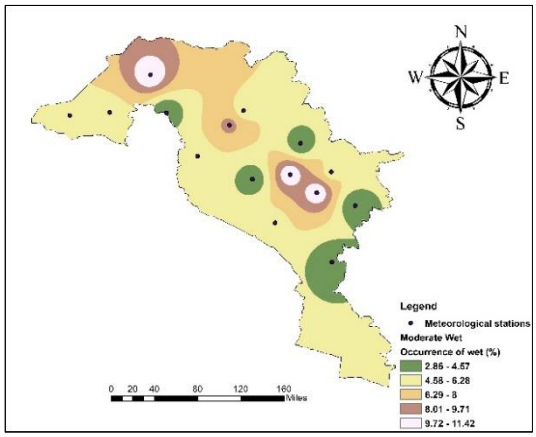
SPI-3 Eylül-Hafif Kurak



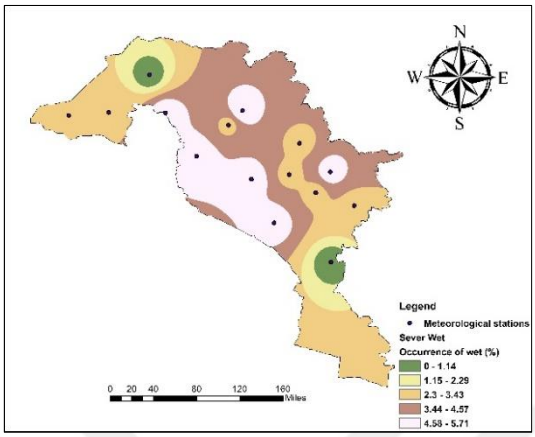
SPI-3 Eylül-Hafif Sulak

SPI-3 Eylül-Orta Derece Sulak

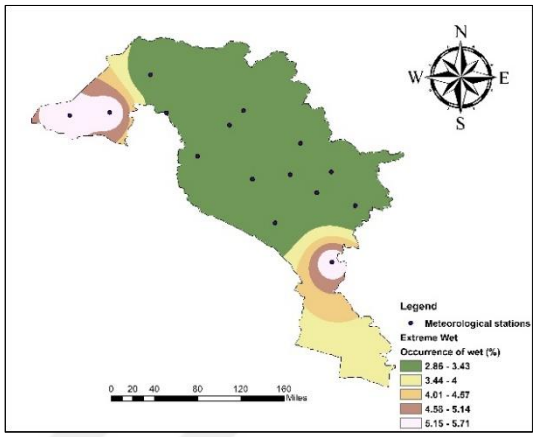




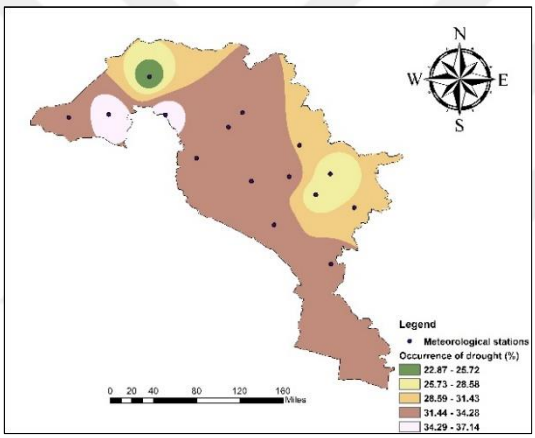
SPI-3 Eylül-Şiddetli Sulak



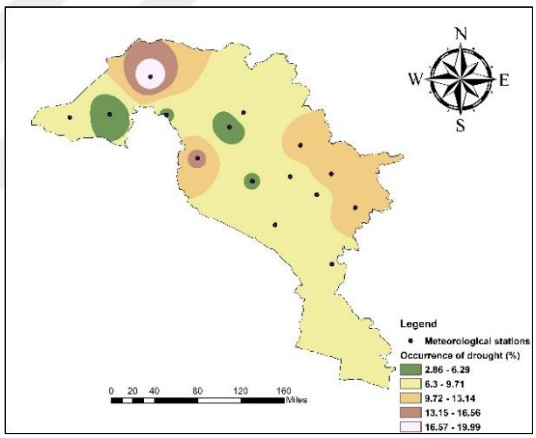
SPI-3 Eylül-Çok Şiddetli Sulak



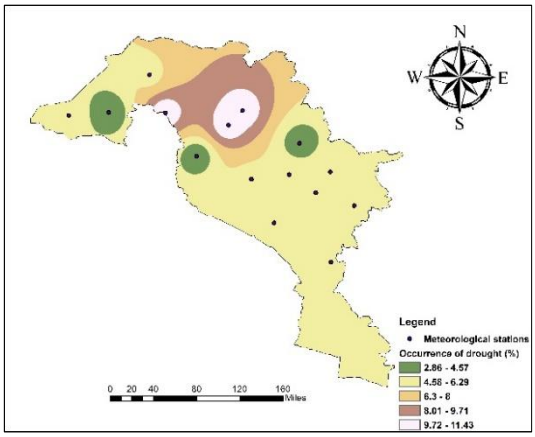
SPI-6 Mart-Hafif Kurak



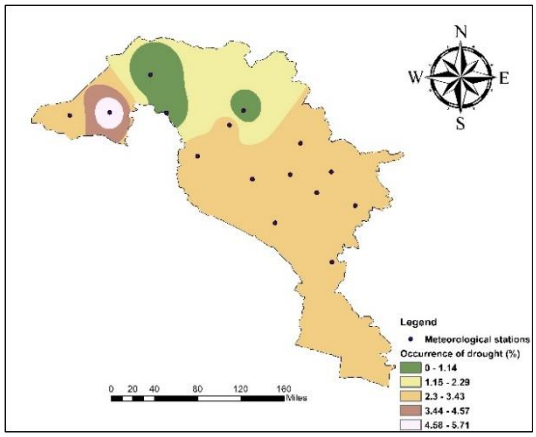
SPI-6 Mart-Orta Derece Kurak



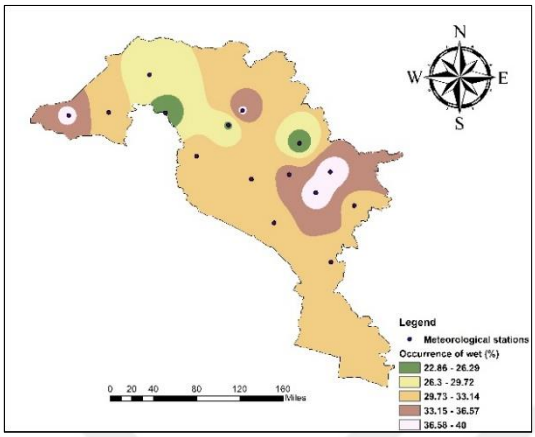
SPI-6 tli Kurak



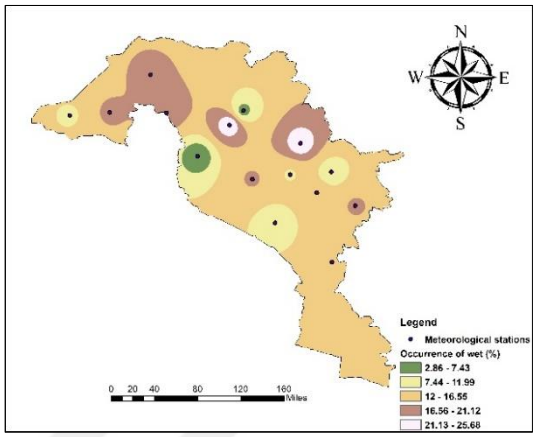
SPI-6 Mart-Çok Şiddetli Kurak



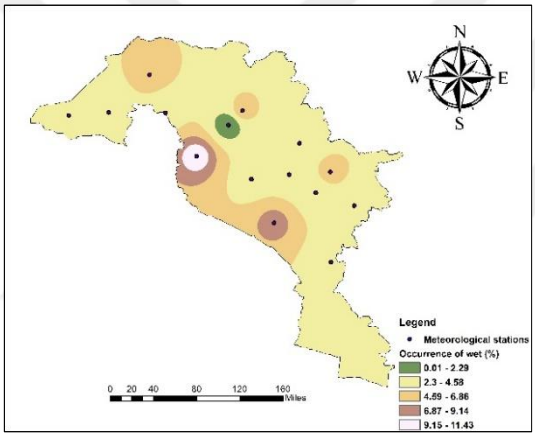
SPI-6 Mart-Hafif Sulak



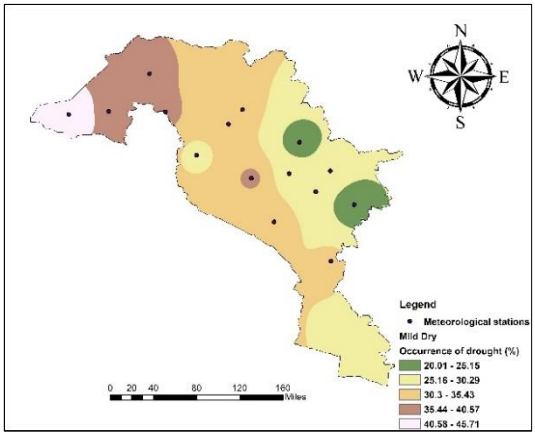
SPI-6 Mart-Orta Derece Sulak



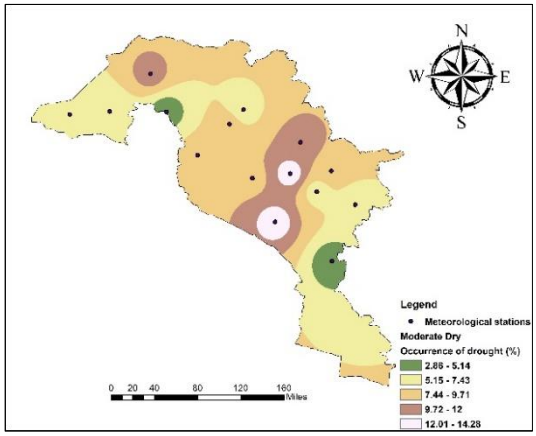
SPI-6 MartMart-Şiddetli Sulak



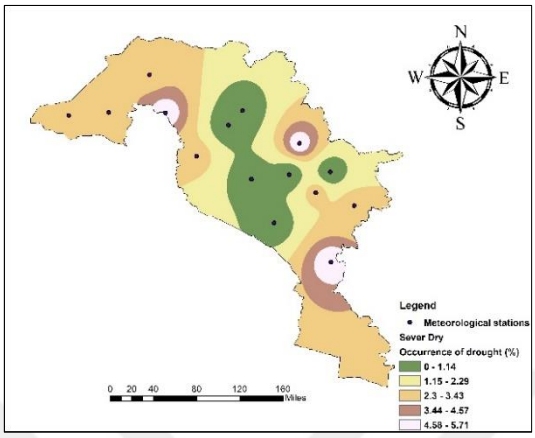
SPI-6 Eylül-Hafif Kurak



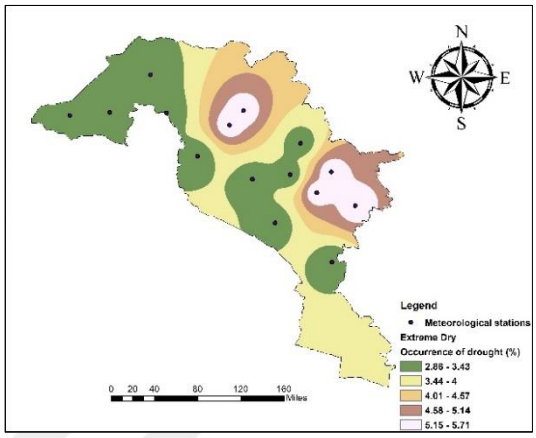
SPI-6 Eylül-Orta Derece Kurak



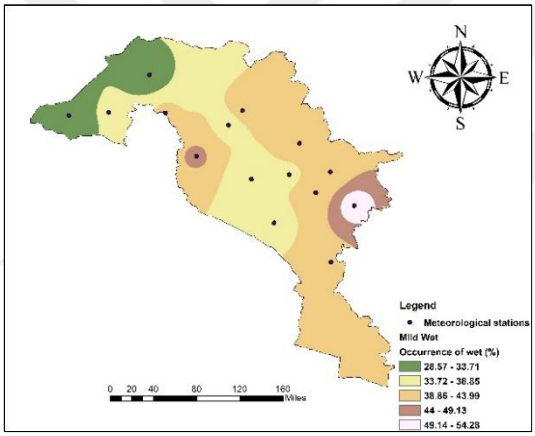
SPI-6 Eylül-Şiddetli Kurak



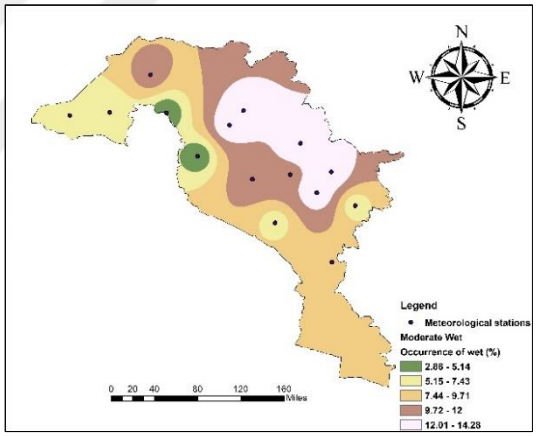
SPI-6 Eylül-Çok Şiddetli Kurak



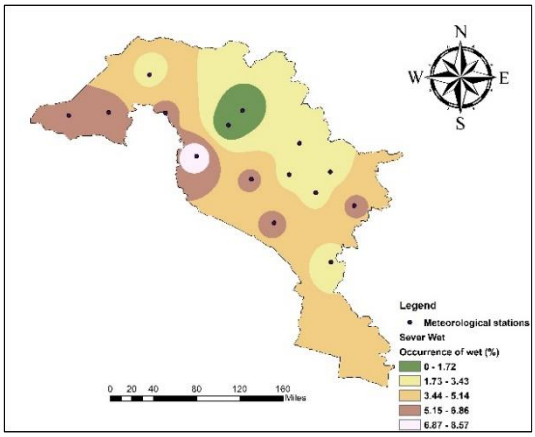
SPI-6 Eylül-Hafif Sulak



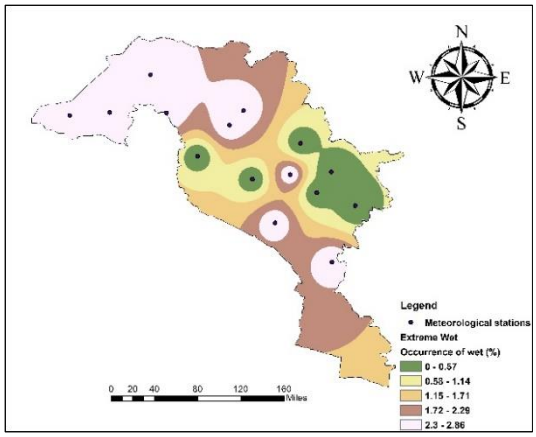
SPI-6 Eylül-Orta Derece Sulak



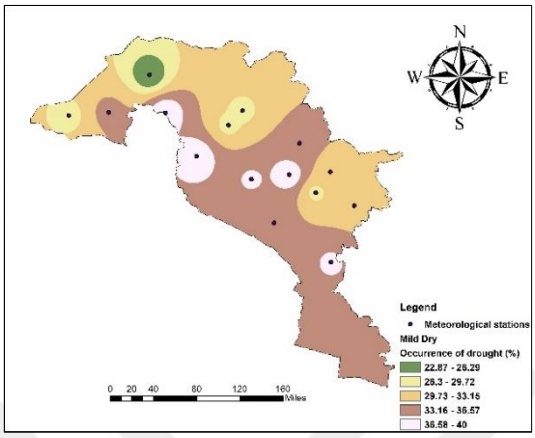
SPI-6 Eylül-Şiddetli Sulak



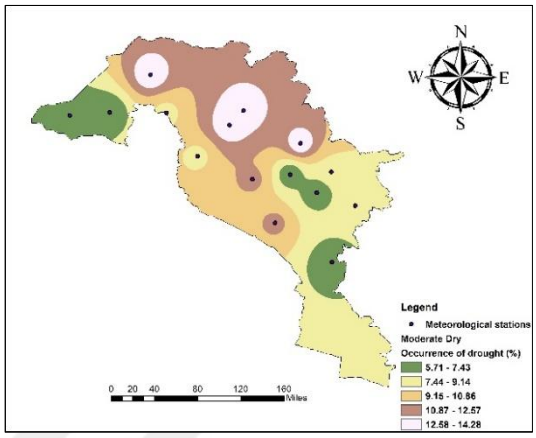
SPI-6 Eylül-Çok Şiddetli Sulak



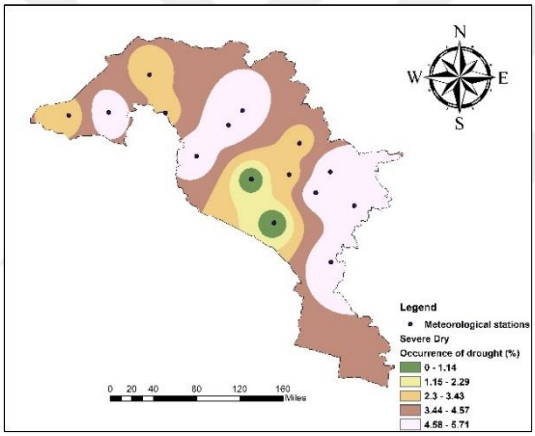
SPI-12-Hafif Kurak



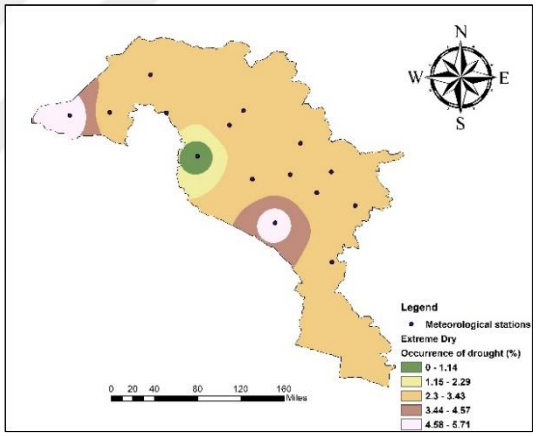
SPI-12-Orta Derece Kurak



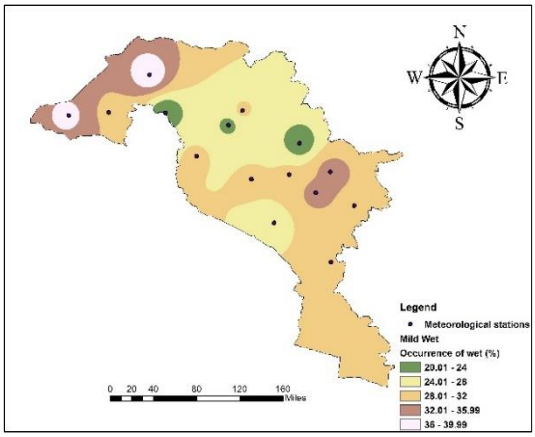
SPI-12- Şiddetli Kurak



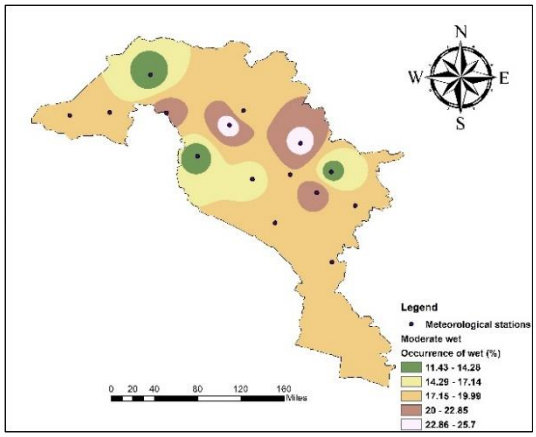
SPI-12-Çok Şiddetli Kurak



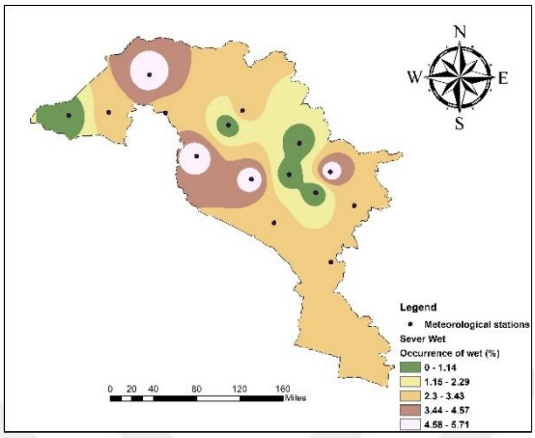
SPI-12-Hafif Sulak



SPI-12-Orta Derece Sulak



SPI-12-Şiddetli Sulak



Şekil 4.39. SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 değerlerine göre kuraklık ve sulaklık olaylarının oluşumu. SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 dağılım değerlerine göre kuraklık ve sulak olaylarının oluşumu.

4.19. Kuzey Irak Bölgesi'nin Kuraklık Durumu Üzerine Tartışma

4.19.1. Kurak Dönemler

SP-1 değerlerine göre kurak dönemlerin incelenmesiyle, kurak dönemlerin uzun süreli verilerinin yüzdeleri arasında en yüksek yüzdeler Erbil, Pirmam, Duhok, Musul'da %40 olarak görülmüş, Kerkük ise yüksek oranlarda bulunmuştur. Erbil'in en yüksek kuraklık oranı %4.52, Musul'unki ise orta derece kuraklık oranıyla %6,9'dır. Duhok %29.7 ile en yüksek kuraklık oranlarına sahiptir.

SPI-3 değerlerine göre; uzun dönem verilerde kurak ayların en yüksek yüzdesi Duhok'ta %50 ile bulunmuştur. Aşırı kurak ayların Makhmur'da %3.43ile en yüksek olduğu görülmektedir. Darbandikhan ve Dokan %5.15 ile en yüksek kuraklık; Duhok %9.31 ile orta derece kuraklık ve Erbil ise %35.78 ile en yüksek hafif kuraklık yüzdelerine sahiptir.

SPI-6 değerlerine göre uzun dönem verilerde kurak ayların en yüksek yüzdesi %50 ile Makhmur, Khanaqin ve Musul'da bulunmuştur. Darbandikhan'ın aşırı kurak aylarının %4.17 ile en yüksek olduğu görülmektedir. Erbil ve Sinjar'ın %5.88 ile şiddetli kuraklığa, Duhok'un %12.25 ile orta derece kuraklığa ve Khanaqin'in de %34.56 ile en yüksek hafif kuraklığa sahip olduğu görülmektedir.

9 aylık SPI (SPI-9) değerlerine göre, %54 ile Makhmur'un en yüksek kurak ay yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek oranda kurak olan istasyon %7.35 ile Tuz Khurma'dır ve %6.95 ile Pirmam şiddetli kurak aylar geçirmiştir. Orta aylar incelendiğinde, orta derece kurak ayların en yüksek yüzdesinin %13.97 ile Duhok'ta olduğu görülmüştür. Ayrıca, Makhmur'un da %36.52 ile en yüksek hafif kuraklık oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

12 aylık değerler incelendiğinde, tüm aylarda kurak ayların yüzdesinin %56 ile Makhmur'da en yüksek olduğu görülmektedir. Bu kurak aylardaki en yüksek kuraklık oranı %3.68 ile Sinjar ve Tuz Khurma idi. Makhmur %6.62 ile en şiddetli kurak istasyon olarak gözlenmiştir. Orta derece kurak ayların en yüksek yüzdesi, %14.95 ile Duhok'ta bulunmuştur. Makhmur'da ise hafif kurak ayların yüzdesinin %40.44 olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.16. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-1 değerlerinin yüzdesi

SPI 1												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Kuraklık Yüzdesi	Kurak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Kuraklık		Şiddetli Kuraklık		Orta Derece Kuraklık		Hafif Kuraklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	420	40	167	5	1.19	19	4.52	26	6.19	117	27.86
358434	Makhmur	420	35	146	6	1.43	15	3.57	21	5.00	104	24.76
364441	Pirmam	420	40	167	7	1.67	15	3.57	23	5.48	122	29.05
354453	Sulaymaniyah	420	35	147	8	1.90	14	3.33	25	5.95	100	23.81
351456	Darbandikhan	420	31	131	6	1.43	14	3.33	27	6.43	84	20.00
354447	Chamchamal	420	35	148	9	2.14	10	2.38	23	5.48	106	25.24
351453	Sangaw	420	35	145	10	2.38	16	3.81	16	3.81	103	24.52
361450	Dokan	420	36	151	8	1.90	16	3.81	26	6.19	101	24.05
370428	Duhok	420	40	169	7	1.67	16	3.81	21	5.00	125	29.76
364419	Sinjar	420	39	164	7	1.67	15	3.57	21	5.00	121	28.81
354444	Kirkuk	420	31	130	12	2.86	9	2.14	21	5.00	88	20.95
345453	Khanaqin	420	31	132	5	1.19	15	3.57	23	5.48	89	21.19
348447	Tuz Khurma	420	33	138	9	2.14	8	1.90	27	6.43	94	22.38
364431	Mosul	420	40	167	7	1.67	12	2.86	29	6.90	119	28.33
364425	Tal Afar	420	39	165	6	1.43	12	2.86	26	6.19	121	28.81

Çizelge 4.17. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-3 değerlerinin yüzdesi

SPI 3												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Kuraklık Yüzdesi	Kurak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Kuraklık		Şiddetli Kuraklık		Orta Derece Kuraklık		Hafif Kuraklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	408	49	199	11	2.70	17	4.17	25	6.13	146	35.78
358434	Makhmur	408	47	192	14	3.43	8	1.96	30	7.35	140	34.31
364441	Pirmam	408	47	190	10	2.45	19	4.66	29	7.11	132	32.35
354453	Sulaymaniyah	408	46	186	9	2.21	18	4.41	32	7.84	127	31.13
351456	Darbandikhan	408	38	155	9	2.21	21	5.15	25	6.13	100	24.51
354447	Chamchamal	391	44	173	9	2.30	14	3.58	35	8.95	115	29.41
351453	Sangaw	408	45	182	10	2.45	17	4.17	27	6.62	128	31.37
361450	Dokan	408	46	189	11	2.70	21	5.15	30	7.35	127	31.13
370428	Duhok	408	50	204	9	2.21	16	3.92	38	9.31	141	34.56
364419	Sinjar	408	49	199	9	2.21	19	4.66	31	7.60	140	34.31
354444	Kirkuk	408	38	157	10	2.45	13	3.19	25	6.13	109	26.72
345453	Khanaqin	408	40	163	6	1.47	14	3.43	33	8.09	110	26.96
348447	Tuz Khurma	408	41	168	8	1.96	18	4.41	29	7.11	113	27.70
364431	Mosul	408	47	192	7	1.72	20	4.90	31	7.60	134	32.84
364425	Tal Afar	408	47	193	9	2.21	18	4.41	30	7.35	136	33.33

Çizelge 4.18. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-6 değerlerinin yüzdesi

SPI 6												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Kuraklık Yüzdesi	Kurak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Kuraklık		Şiddetli Kuraklık		Orta Derece Kuraklık		Hafif Kuraklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	408	48	194	12	2.94	24	5.88	34	8.33	124	30.39
358434	Makhmur	408	50	202	12	2.94	18	4.41	33	8.09	139	34.07
364441	Pirmam	408	48	196	12	2.94	20	4.90	41	10.05	123	30.15
354453	Sulaymaniyah	408	47	190	13	3.19	19	4.66	41	10.05	117	28.68
351456	Darbandikhan	408	47	191	17	4.17	16	3.92	33	8.09	125	30.64
354447	Chamchamal	408	46	188	11	2.70	17	4.17	46	11.27	114	27.94
351453	Sangaw	408	46	186	14	3.43	19	4.66	35	8.58	118	28.92
361450	Dokan	408	47	193	14	3.43	22	5.39	32	7.84	125	30.64
370428	Duhok	408	47	193	9	2.21	21	5.15	50	12.25	113	27.70
364419	Sinjar	408	46	188	11	2.70	24	5.88	32	7.84	121	29.66
354444	Kirkuk	408	47	192	13	3.19	14	3.43	37	9.07	128	31.37
345453	Khanaqin	408	50	202	10	2.45	17	4.17	34	8.33	141	34.56
348447	Tuz Khurma	408	45	183	13	3.19	15	3.68	39	9.56	116	28.43
364431	Mosul	408	50	204	11	2.70	20	4.90	39	9.56	134	32.84
364425	Tal Afar	408	49	200	14	3.43	20	4.90	31	7.60	135	33.09

Çizelge 4.19. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-9 değerlerinin yüzdesi

SPI 9												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Kuraklık Yüzdesi	Kurak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Kuraklık		Şiddetli Kuraklık		Orta Derece Kuraklık		Hafif Kuraklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	408	49	199	11	2.70	25	6.13	45	11.03	118	28.92
358434	Makhmur	408	54	219	7	1.72	20	4.90	43	10.54	149	36.52
364441	Pirmam	408	50	206	8	1.96	30	7.35	45	11.03	123	30.15
354453	Sulaymaniyah	408	47	190	12	2.94	16	3.92	45	11.03	117	28.68
351456	Darbandikhan	408	48	196	14	3.43	20	4.90	40	9.80	122	29.90
354447	Chamchamal	408	49	200	12	2.94	18	4.41	36	8.82	134	32.84
351453	Sangaw	408	45	184	12	2.94	22	5.39	37	9.07	113	27.70
361450	Dokan	408	50	206	13	3.19	16	3.92	39	9.56	138	33.82
370428	Duhok	408	47	190	4	0.98	23	5.64	57	13.97	106	25.98
364419	Sinjar	408	46	189	14	3.43	21	5.15	32	7.84	122	29.90
354444	Kirkuk	408	49	199	11	2.70	15	3.68	35	8.58	138	33.82
345453	Khanaqin	408	51	207	12	2.94	20	4.90	30	7.35	145	35.54
348447	Tuz Khurma	408	48	196	17	4.17	14	3.43	39	9.56	126	30.88
364431	Mosul	408	53	217	8	1.96	19	4.66	43	10.54	147	36.03
364425	Tal Afar	408	50	204	13	3.19	20	4.90	34	8.33	137	33.58

Çizelge 4.20. Kurak aylar ve tüm istasyonların SPI-12 değerlerinin yüzdesi

SPI 12												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Kuraklık Yüzdesi	Kurak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Kuraklık		Şiddetli Kuraklık		Orta Derece Kuraklık		Hafif Kuraklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	408	49	199	10	2.45	23	5.64	51	12.50	115	28.19
358434	Makhmur	408	56	227	2	0.49	27	6.62	33	8.09	165	40.44
364441	Pirmam	408	51	207	7	1.72	24	5.88	55	13.48	121	29.66
354453	Sulaymaniyah	408	48	197	9	2.21	16	3.92	48	11.76	124	30.39
351456	Darbandikhan	408	47	192	10	2.45	26	6.37	41	10.05	115	28.19
354447	Chamchamal	408	51	210	8	1.96	19	4.66	34	8.33	149	36.52
351453	Sangaw	408	44	181	10	2.45	26	6.37	38	9.31	107	26.23
361450	Dokan	408	53	217	10	2.45	15	3.68	42	10.29	150	36.76
370428	Duhok	408	47	192	6	1.47	15	3.68	61	14.95	110	26.96
364419	Sinjar	408	47	191	15	3.68	18	4.41	35	8.58	123	30.15
354444	Kirkuk	408	51	210	10	2.45	11	2.70	48	11.76	141	34.56
345453	Khanaqin	408	50	202	14	3.43	24	5.88	31	7.60	133	32.60
348447	Tuz Khurma	408	48	197	15	3.68	13	3.19	49	12.01	120	29.41
364431	Mosul	408	54	220	7	1.72	14	3.43	50	12.25	149	36.52
364425	Tal Afar	408	51	207	6	1.47	24	5.88	43	10.54	134	32.84

4.19.2. Sulak Dönemler

SPI-1 değerleri için sulaklık yüzdeleri Darbandikhan, Kerkük ve Khanaqin için %67 olarak ölçüldü. Yağışlı dönemlerde, Erbil ve Makhmur'da aşırı yağışların oranı %2.38'di. Musul'da şiddetli yağış yüzdesi yağışlı aylarda %4.76'tı. Orta derece yağışların en yüksek yüzdesi Tuz Khurma'da gözlendi ve miktarı %24.52'ydi. Süleymaniye'de %48.81 ile az miktarda hafif sulaklık gözlendi.

SPI-3 değerleri için sulak ayların en yüksek yüzdesi %55 ile Darbandikhan ve Kerkük'tür. Erbil ve Makhmur'un %2.21 ile en yüksek miktarda aşırı sulak aylara sahip olduğu tespit edilmiştir. Şiddetli sulaklık yüzdesi için ise en yüksek oran %5.15 ile Makhmur'da olmuştur. Orta derece sulaklığın en yüksek yüzdesi Sulaymaniyah'da %10,78 ile görüldü. Hafif sulaklığın en yüksek yüzdesi ise %48.77 ile Darbandikhan olarak belirlendi.

Sulak aylara göre SPI-6 değerleri için, tüm istasyon verilerine kıyasla, Tuz Khurma için sulak ayların yüzdesinin yaklaşık %55 olduğu belirlenmiştir. Aşırı sulak ayların en yüksek yüzdesi Makhmur'da ve %1.96'dır. Şiddetli sulak ayların en yüksek yüzdesi Tuz Khurma'da %5.39'dur. Tüm aylarda orta derece sulaklıkların en yüksek yüzdesi %15.69 ile Musul'dadır. Tuz Khurma'nın ise %40.69 ile en yüksek sulaklık yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Sulak aylara göre SPI-9 değerleri için, tüm istasyon verilerine kıyasla, Sangaw için sulak ayların yüzdesinin yaklaşık %55 olduğu belirlenmiştir. Aşırı sulak ayların en yüksek yüzdesi %0.98 ile Makhmur ve Pirmam'dadır. Şiddetli sulak ayların en yüksek yüzdesi ise %6.13 ile Tuz Khurma'dadır. Tüm aylarda orta derece sulak durumun en yüksek yüzdesi Tal Afar'da ve %18.63 oranındadır. Süleymaniye'nin, %38.24 ile en yüksek sulaklık yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-1 değerlerinin yüzdesi.

SPI 1												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Sulaklık Yüzdesi	Sulak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Sulaklık		Şiddetli Sulaklık		Orta Derece Sulaklık		Hafif sulak	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	ay number	percent (%)
361441	Erbil	420	60	253	10	2.38	16	3.81	41	9.76	186	44.29
358434	Makhmur	420	65	274	10	2.38	13	3.10	68	16.19	183	43.57
364441	Pirmam	420	60	253	8	1.90	17	4.05	74	17.62	154	36.67
354453	Sulaymaniyah	420	65	273	7	1.67	14	3.33	47	11.19	205	48.81
351456	Darbandikhan	420	69	289	8	1.90	14	3.33	96	22.86	171	40.71
354447	Chamchamal	420	65	272	5	1.19	19	4.52	101	24.05	147	35.00
351453	Sangaw	420	65	275	6	1.43	19	4.52	73	17.38	177	42.14
361450	Dokan	420	64	269	8	1.90	18	4.29	39	9.29	204	48.57
370428	Duhok	420	60	251	6	1.43	19	4.52	68	16.19	158	37.62
364419	Sinjar	420	61	256	9	2.14	18	4.29	34	8.10	195	46.43
354444	Kirkuk	420	69	290	7	1.67	19	4.52	98	23.33	166	39.52
345453	Khanaqin	420	69	288	8	1.90	15	3.57	97	23.10	168	40.00
348447	Tuz Khurma	420	67	282	8	1.90	14	3.33	103	24.52	157	37.38
364431	Mosul	420	60	253	7	1.67	20	4.76	33	7.86	193	45.95
364425	Tal Afar	420	61	255	9	2.14	16	3.81	35	8.33	195	46.43

Çizelge 4.22. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-3 değerlerinin yüzdesi

SPI 3												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Sulaklık Yüzdesi	Sulak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Sulaklık		Şiddetli Sulaklık		Orta Derece Sulaklık		Hafif Sulaklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	408	51	209	9	2.21	17	4.17	36	8.82	147	36.03
358434	Makhmur	408	53	216	9	2.21	21	5.15	24	5.88	162	39.71
364441	Pirmam	408	53	218	8	1.96	18	4.41	39	9.56	153	37.50
354453	Sulaymaniyah	408	54	222	5	1.23	13	3.19	44	10.78	160	39.22
351456	Darbandikhan	408	62	253	7	1.72	17	4.17	30	7.35	199	48.77
354447	Chamchamal	391	56	218	3	0.77	20	5.12	41	10.49	154	39.39
351453	Sangaw	408	55	226	5	1.23	15	3.68	41	10.05	165	40.44
361450	Dokan	408	54	219	4	0.98	18	4.41	40	9.80	157	38.48
370428	Duhok	408	50	204	8	1.96	16	3.92	36	8.82	144	35.29
364419	Sinjar	408	51	209	5	1.23	19	4.66	42	10.29	143	35.05
354444	Kirkuk	408	62	251	6	1.47	17	4.17	37	9.07	191	46.81
345453	Khanaqin	408	60	245	8	1.96	17	4.17	35	8.58	185	45.34
348447	Tuz Khurma	408	59	240	7	1.72	16	3.92	35	8.58	182	44.61
364431	Mosul	408	53	216	6	1.47	18	4.41	42	10.29	150	36.76
364425	Tal Afar	408	53	215	9	2.21	14	3.43	40	9.80	152	37.25

Çizelge 4.23. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-6 değerlerinin yüzdesi

SPI 6												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Sulaklık Yüzdesi	Sulak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Sulaklık		Şiddetli Sulaklık		Orta Derece Sulaklık		Hafif Sulaklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	408	52	214	2	0.49	15	3.68	55	13.48	142	34.80
358434	Makhmur	408	50	206	8	1.96	18	4.41	36	8.82	144	35.29
364441	Pirmam	408	52	212	5	1.23	15	3.68	54	13.24	138	33.82
354453	Sulaymaniyah	408	53	218	3	0.74	16	3.92	41	10.05	158	38.73
351456	Darbandikhan	408	53	217	2	0.49	20	4.90	39	9.56	156	38.24
354447	Chamchamal	408	54	220	2	0.49	15	3.68	51	12.50	152	37.25
351453	Sangaw	408	54	222	1	0.25	16	3.92	46	11.27	159	38.97
361450	Dokan	408	53	215	1	0.25	15	3.68	63	15.44	136	33.33
370428	Duhok	408	53	215	3	0.74	21	5.15	47	11.52	144	35.29
364419	Sinjar	408	54	220	2	0.49	14	3.43	55	13.48	149	36.52
354444	Kirkuk	408	53	216	2	0.49	12	2.94	50	12.25	152	37.25
345453	Khanaqin	408	50	206	5	1.23	21	5.15	43	10.54	137	33.58
348447	Tuz Khurma	408	55	225	2	0.49	22	5.39	35	8.58	166	40.69
364431	Mosul	408	50	204	2	0.49	14	3.43	64	15.69	124	30.39
364425	Tal Afar	408	51	208	3	0.74	12	2.94	60	14.71	133	32.60

Çizelge 4.24. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-9 değerlerinin yüzdesi

SPI 9												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Sulaklık Yüzdesi	Sulak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Sulaklık		Şiddetli Sulaklık		Orta Derece Sulaklık		Hafif Sulaklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	408	51	209	1	0.25	9	2.21	74	18.14	125	30.64
358434	Makhmur	408	46	189	4	0.98	22	5.39	48	11.76	115	28.19
364441	Pirmam	408	50	202	4	0.98	15	3.68	55	13.48	128	31.37
354453	Sulaymaniyah	408	53	218	3	0.74	16	3.92	43	10.54	156	38.24
351456	Darbandikhan	408	52	212	0	0.00	14	3.43	56	13.73	142	34.80
354447	Chamchamal	408	51	208	0	0.00	17	4.17	56	13.73	135	33.09
351453	Sangaw	408	55	224	0	0.00	16	3.92	54	13.24	154	37.75
361450	Dokan	408	50	202	0	0.00	18	4.41	68	16.67	116	28.43
370428	Duhok	408	53	218	3	0.74	18	4.41	52	12.75	145	35.54
364419	Sinjar	408	54	219	2	0.49	12	2.94	61	14.95	144	35.29
354444	Kirkuk	408	51	209	2	0.49	13	3.19	58	14.22	136	33.33
345453	Khanaqin	408	49	201	3	0.74	17	4.17	61	14.95	120	29.41
348447	Tuz Khurma	408	52	212	0	0.00	25	6.13	47	11.52	140	34.31
364431	Mosul	408	47	191	2	0.49	13	3.19	73	17.89	103	25.25
364425	Tal Afar	408	50	204	2	0.49	9	2.21	76	18.63	117	28.68

Çizelge 4.25. Sulak aylar ve tüm istasyonların SPI-12 değerlerinin yüzdesi

SPI 12												
İstasyon No	İstasyon Adı	Ay Sayısı	Sulaklık Yüzdesi	Sulak Ay Sayısı	Aşırı Şiddetli Sulaklık		Şiddetli Sulaklık		Orta Derece Sulaklık		Hafif Sulaklık	
					Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)	Ay Sayısı	Yüzde (%)
361441	Erbil	408	51	209	0	0.00	10	2.45	75	18.38	124	30.39
358434	Makhmur	408	44	181	0	0.00	26	6.37	63	15.44	92	22.55
364441	Pirmam	408	49	201	0	0.00	19	4.66	59	14.46	123	30.15
354453	Sulaymaniyah	408	52	211	3	0.74	18	4.41	46	11.27	144	35.29
351456	Darbandikhan	408	53	216	0	0.00	3	0.74	75	18.38	138	33.82
354447	Chamchamal	408	49	198	0	0.00	12	2.94	81	19.85	105	25.74
351453	Sangaw	408	56	227	0	0.00	2	0.49	84	20.59	141	34.56
361450	Dokan	408	47	191	0	0.00	12	2.94	80	19.61	99	24.26
370428	Duhok	408	53	216	4	0.98	16	3.92	56	13.73	140	34.31
364419	Sinjar	408	53	217	1	0.25	7	1.72	69	16.91	140	34.31
354444	Kirkuk	408	49	198	0	0.00	14	3.43	79	19.36	105	25.74
345453	Khanaqin	408	50	206	0	0.00	11	2.70	76	18.63	119	29.17
348447	Tuz Khurma	408	52	211	0	0.00	14	3.43	73	17.89	124	30.39
364431	Mosul	408	46	188	0	0.00	12	2.94	84	20.59	92	22.55
364425	Tal Afar	408	49	201	1	0.25	7	1.72	88	21.57	105	25.74

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kuzey Irak bölgesinin kuraklık analizi Erbil, Süleymaniye, Duhok, Kerkük ve Musul illerinde 15 meteorolojik gözlem istasyonundan ölçülen uzun vadeli aylık toplam yağış verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Her üç özellikteki odak noktalarının mekansal ve iklimsel özellikleri nedeniyle kuraklık elli istasyon arasında incelenmiştir. Makhmur istasyonu, 227 kuraklık oluşumuyla 12 aylık zaman dilimi içerisinde en yüksek kuraklık sıklığına sahiptir. Kerkuk istasyonu, 1 aylık zaman dilimi içinde 290 sulak olay ile en yüksek sulaklık sıklığına sahiptir. Çalışılan ikinci özellik ile ilgili olarak, Erbil istasyonu beş zamanlı tüm ölçeklerde en uzun kuraklık süresine sahiptir. Kerkük ve Chamchamal istasyonları beş zamanlı tüm ölçeklerde en uzun sulaklık süresine sahiptir. Üçüncü özellik kuraklık şiddetidir ve Makhmur istasyonu 12 aylık zaman serilerinde en yüksek kuraklık SPI değeri olan 40.44 değerine sahiptir. Süleymaniye istasyonunun 1 aylık zaman serilerinde en yüksek sulaklık SPI değeri 48.81'dir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, mekânsal ve iklimsel koşullara ilişkin sıcak ve kurak koşullarda bulunan üç özelliğin odak noktaları olarak çıkarılmıştır.

Zamansal kuraklığı belirlemek için (SPI) metodu kullanılmış ve değerler 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman dilimlerine göre değerlendirilmiştir. İstasyonların SPI-1 değerleri incelendiğinde, Erbil, Makhmur, Pirmam, Süleymaniye, Darbandikhan ve Chamchamal istasyonları için en uzun kurak dönemler sırasıyla 162, 131, 97, 93, 60 ve 125 aydır. Aynı değerler Sangaw istasyonu için 58 ay, Dokan istasyonu için 107 ay ve Duhok istasyonu için 62 aydır. Değerler Sinjar, Kerkük ve Khanaqin istasyonları için sırasıyla 86, 118 ve 48 aydır. Tuz Khurma, Musul ve Tal Afar istasyonları ise sırasıyla 82, 118 ve 93 aydır. İncelenen tüm istasyonların en uzun kurak dönemlerinin başlangıç tarihleri, SPI-12 değerlerine göre genel olarak 1997 ile 2012 arasında gerçekleşmiştir.

Erbil, Pirmam, Duhok ve Musul bölgelerindeki tüm istasyonlardan elde edilen SPI-1 değerleri içindeki en yüksek kurak ay yüzdesi %40'tır. Kurak aylardaki en yüksek "aşırı kurak" ay oranı %2.86 ile Kerkük istasyonundadır. Kuraklık sınıflandırmasına göre en yüksek "şiddetli kurak" ay oranı Erbil'de %4.52 ile "hafif kurak" ay yüzdesi Musul'da %6,9 ile ve Duhok istasyonunda ise "hafif kurak" %29.76 ile gerçekleşmiştir.

SPI-3 değerleri incelendiğinde en yüksek kurak ay yüzdesi Duhok istasyonunda %50 ile bulunmuştur. Kurak aylardaki en yüksek "aşırı kurak" ay yüzdesi Makhmur istasyonunda %3.43 ile bulunmuştur. Kuraklığın sınıflandırmasına göre en yüksek "şiddetli kurak" ay oranı, Darbandikhan'da %5.15 olarak; "orta kderece kuraklık" oranı Dokan ve Duhok'da% 9.31; "hafif kuraklık" oranı ise Erbil istasyonunda %35.78 olarak gerçekleşmiştir.

SPI-6 değerlerine göre en yüksek kurak ay yüzdesi Makhmur, Khanaqin ve Musul istasyonlarında %50 ile bulunmuştur. Kurak aylardaki en yüksek "aşırı kurak" ay yüzdesi, %4.17 ile Darbandikhan istasyonunda bulunmuştur. Kuraklık sınıflandırmasına göre en yüksek "şiddetli kurak" ay yüzdesi Erbil ve Sinjar'da %5.88 olarak görülmüş; Duhok'ta "ılımlı kurak" ay yüzdesi %12.25 olarak gözlenmiş ve Hanaqin'de ise "hafif kurak" ay yüzdesi %34.56 olarak bulunmuştur.

SPI-9 değerlerine göre en yüksek kurak ay yüzdesi %54 ile Makhmur'da gerçekleşmiştir. Kurak aylardaki en yüksek "aşırı kurak" ay yüzdesi %4.17 ile Tuz Khurma istasyonunda bulunmuştur. Kuraklığın sınıflandırmasına göre en yüksek "şiddetli kurak" ay oranı Pirmam'da %7.35 iken, "şiddetli kurak" ay oranı Duhok'ta %13.97'ydi. Bu oran, Makhmur istasyonunda% 36.52 idi.

SPI-12 değerlerine göre en yüksek kurak ay yüzdesi %56 ile Makhmur'da bulunmuştur. Kurak aylardaki en yüksek "aşırı kurak" ay yüzdesi %3.68 ile Sinjar ve Tuz

Khurmastation'da bulunmuştur. Kuraklığın sınıflandırmasına göre, en yüksek "şiddetli kurak" ay yüzdesi Makhmur'da %6.62, "ılımlı kurak" ay yüzdesi Duhok'ta %14.95 ve "hafif kurak" ay yüzdesi ise Makhmur'da %40.44 olarak bulunmuştur.

Kuraklığın sulakam ve sosyo-ekonomik ve çevresel yapı üzerinde doğrudan ve dolaylı bir etkisi vardır, bu yüzden bunlar iki gruba ayrılabilir: doğrudan ve dolaylı etkiler. Bu etkiler birinci derece ve ikinci derece olarak da düzenlenebilirler (Paul, 1998). Ekonominin tarım üzerine kuraklu olduğu toplantılarda, ilk kuraklık grubunun doğrudan etkileri, azaltılmış ürün ve ürün verimi nedeniyle gıda üretiminde bir azalma olarak ortaya çıkmaktadır (Krannich ve ark., 1995). İstihdam ve gelir seviyelerinin azalması bu topluluklardaki dolaylı ve ikinci dereceden etkilerden biridir, bunun başlıca nedenleri arazi kullanımının azaltılması, operasyonların azaltılması (sulama) ve hasattır.

Azaltılmış gıda üretiminin bir sonucu olarak, gıda fiyatları genellikle kuraklığın bir sonucu olarak hızla artmaktadır. Gıda üretiminin azalması anormal bir şekilde artan gıda fiyatlarına yol açmakta ve uygun işlere erişimin yetersiz olmasıyla kırsal kesimin gıdaya erişimi azalmakta, özellikle küçük çiftçiler ve topraksız işçiler için bu tür sorunların ortaya çıkması artmaktadır (Paul, 1998). Bu nedenle, kuraklık döneminde, mevcut su kaynaklarının tatsız ve sıra dışı kullanımı, su dağıtım sistemlerinin zayıflığı ile birlikte krizi şiddetlendirmektedir (Karami ve Keshavarz, 2010).

Tarımda kuraklık; ürün, bahçe, hayvancılık, ulaşım, su kaynakları ve toprak üretimini etkilemektedir. Kuraklık ayrıca, bitki ve hayvan türlerine zarar verir, hastalıkların yayılması, köylülerin yaşam tarzını değiştirir, vb. (Ali Mohammadi, 2002). Aşağıda kuraklığın etkileri üç kategoriye ayrılmıştır:

1- Kuraklığın Toprağa Etkisi: Toprağın içindeki organik madde ve besin maddelerinin azaltılması, geçirgenliğinin azaltılması, rüzgârın ve suyun erozyonunun

arttırılması, besinlerin toprağa taşınmasının azaltılması, yapı ve toprak dokusunun yıkılması, topraktan buharlaşmanın arttırılması yüzey ve toprak kalitesinin düşürülmesi.

2- Kuraklığın Tarımsal Suya Etkisi: Nehir suyunun azaltılması veya kurutulması, yeraltı su şebekelerinden su çekilememesi ve beslenmenin azaltılması, su kanallarının drenajının azaltılması, göl seviyelerinin azaltılması, artan tuz yoğunluğu ve su kalitesinin etkilenmesi, artan su sıcaklığı ve artan asitlik.

3- Kuraklığın Tarımsal Üretime Etkisi: Kuraklıkların bahçeler ve doğal kaynaklar üzerindeki etkisi iki yönlüdür:

3-1. Doğrudan Etkiler: Azaltılmış toprak kalitesi ve suya erişimin azalması, azalmış balıkçılık üretimi nedeniyle ürün ve hayvancılık üretiminin azalması, tür çeşitliliğinin azalması.

3-2. Dolaylı Etkiler: Bu etkiler kuraklığın tarım üzerindeki doğrudan etkilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmakta olup, bu durum daha düşük seviyede tarım gelirleri ve tarım işçi sayılarına, artan tarım fiyatları, işsizlik, göç vb. gibi sorunlara yol açmaktadır.

Tarımın tatlı su kullanımında en büyük etken olduğu ve kuraklık fenomeninin en büyük hasarının bu kesime olduğu dikkate alındığında, su kaynaklarının uzun vadeli yönetimi ekonomik kullanımını gerektirmektedir. Bu nedenle su ve toprak kaynaklarına yatırım yapılması, ülkenin iklimsel ve sosyal koşullarına, kısıtlı su ve toprak kaynaklarına daha az zarar veren herhangi bir tarımsal ve endüstriyel gelişime, orman ve meraların yok olmasına engel olmayısacak şekilde yapılmalıdır. Eylemler, aktif ekonomik araştırmalar, araştırma sonuçlarının kullanımı ve koordinasyonu ve kişilerin ve ilgili yetkililerin katılımı ile gerçekleştirilmelidir. Buradaki amaç, kaynakların ekonomik kullanımının

uygun şekilde yönetilmesini sağlamak ve onunla başa çıkmanın neden olduğu kuraklık etkilerini ve sonuçlarını azaltmaktır (Behjati ve ark., 2009).

Kuraklık, türlerde stresin nedenlerinden biri olarak bilinir. Kuraklık nedeniyle, yiyecek ve su türlere daha az erişilebilir hale gelir. Sonuç olarak, nüfus içindeki bireylerin büyümesi ve üremesi azalır ve insanlar gıda yoksulluğu nedeniyle hastalığa karşı savunmasız hale gelir. Farklı ortamlardaki kuraklık koşullarını karşılaştırmayısa yönelik araştırmalar, türlere uygulanan kuraklık koşullarının tür zenginliğini, yerel ölçekte alfa çeşitlilik indekslerini ve bölgesel ölçekte gamma çeşitliliğini azalttığını ve diğer yandan, tekdüzelik endeksinde bir başka artış olduğunu göstermektedir.

Kuraklık, büyümeyi azaltır, mortaliteyi artırır ve bir türe ait bireylerde rejenerasyonu azaltır. Uzun süreli kuraklığa maruz kalan insanlar, dehidrasyon ve gıda eksikliğinden muzdariptir ve aynı zamanda hastalıklara karşı çok hassastırlar. Sonuç olarak, aynı türden insanlar, coğrafi dağılımlarını değiştirerek durumu değiştirmeye çalışırlar ve bunu yapamayısanlar yok olur. Kuraklık koşullarında, toplulukların tür kompozisyonları değişir ve toplumun tür çeşitliliğini değiştirecek ısı ve kuraklık üzerinde daha önemli bir yük taşıyan türler kalır. Ayrıca, kuraklık, ekosistem ölçeğinde üretimi azaltarak türlere daha az gıda verilmesini ve rekabetten dolayı bazı türlerin yok olmasına sebep olur, yerel türlerin zenginliğini azaltır (Karimpour ve ark., 2009).

Ne yazık ki, insanlar iklimi kontrol edemezler, ancak diğer üç tür korumanın, akıllı sulama teknolojisinin ve kuraklığın etkilerini önlemeye ya da en aza indirmeye yardımcı olabilirler. Kuraklığı yönetmenin bazı yolları var.

1. Koruyucu Çalışmalar: - Çevre koruma, kaynakları doğal menzilinde tutacak hidrolojik kuraklığın etkilerini önlemeye veya azaltmasa yardımcı olabilir. Bununla birlikte, eğer hükümet bir bölgede su kısıtlaması uyguluyorsa, bu ipuçları ve öneriler

nüfustan ve mesleklerden istenebilir. Genel kurallar, su atıklarını önlemek için derhal sızıntı tamiri veya musluk suyu organizesini içerir. Su kaynağını korumak için içeride ve dışarıdaki diğer adımlar da atılabilir.

2. İçeride: - Kuraklık alanlarındaki insanlarla konuşurken, bayiler onlara para tasarrufu için değişiklik yöntemlerini öğretebilirler. Mutfak aktiviteleri iyi bir başlangıç noktasıdır. Sadece bulaşık makinesini doldurun, çalıştırın ve bulaşıkları yıkarken musluğunuzu kapatın. Çöp imhası genellikle çok fazla su kullanır. Banyoda, ultra düşük duş kabinleri su kullanımını azaltmada etkilidir ve satıcının ürün yelpazesinin bir parçası olabilir. Bir tuvalet arıtma cihazının lumu aynı zamanda tuvaleti temizlemek için kullanılan su miktarını da azaltır. Diğer adımlar, daha kısa bir duş almak; bitkiler için ek su toplamak için tuvalete bir kova koymak ve dişleri fırçalarken, yüzünü yıkarken ve düzeltirken yapılan işleri suyu kapatarak yapmak şeklinde sıralanabilir.

3. Dışarıda: - Çoğu insanın araba yıkama makinesi veya çim biçme makinesi vardır. Su kıtlığı tehlikeli ise, ev sahipleri ve şirketler bu faaliyetlerin devam etmesi sırasında ihtiyaç duyulan su miktarını azaltmak için adımlar atabilirler. Arabayı evde temizlemek için, her zaman suyu fışkırtan bir nozul kullanın. Bununla birlikte, suyu geri dönüştüren bir yıkama makinesi kullanmak en iyisidir.

4. Akıllı Sulama: - Akıllı sulama tarımsal ve hidrolojik kuraklığı azaltabilir. Ev sahipleri ve işletmeler için Suya Duyarlı Sulama Kontrolörleri, peyzaj düzenlemesinde kullanılan su miktarını azaltmak ve optimize etmek için kullanılan bir programın parçasıdır. Bu sistemler, suyun kullanılma zamanlarını belirlemek için hava koşullarını ve yerel perspektif koşullarını izler. Büyük tarımsal sulama ihtiyaçları için günümüz teknolojisi, izleme koşullarının planlama yeteneğidir ve en uygun su miktarı için işe yarar bir üründür. Pahalı olsa da, bazıları nispi nem, güneş radyasyonu, yağış ve rüzgâr hızı gibi özellikleri

izler. Çiftçilerin suyu korumak ve ürünlerinde en iyi büyüme koşullarını sağlamaları için mümkün olduğunca doğru ve etkili olabilirler.

İster tarım, ister endüstriyel sektörlerde olsun, su tasarrufu özellikle çok önemli ve etkilidir. Su tüketiminin ve yönetiminin tasarrufu esnasında ve sonunda, aşağıda belirtilen maddeleri sayabiliriz:

1- Su yönetim sisteminin modifikasyonu.
2- İletim ve dağıtım ağlarının tamamen ortadan kaldırılması ve şebekede su kaybının önlenmesi.
3- Evlerin, bahçelerin, parkların ve tarlaların sulama sisteminin akıllı sulama sistemine dönüştürülmesi.
4- Sulama, yıkama ve hatta içme için atık suyun geri dönüşümü ve arıtılması.
5- Şehirdeki sellerden gelen yağmur suyunun iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanılmak üzere depolanması ve arıtma için rezervuarlara taşınması.
6- Endüstrilerin su tüketiminin optimize edilmesi.
7- Endüstrilerde ve tarımda daha az su tüketimi gerektiren süreçlerden yararlanılması.
8- Tarımda sulama için mekanize sistemlerin kullanımı ve tarımsal su tüketiminin düzenlenmesi.
9- Ülkenin demografik modelinin kapsamlı bir gözden geçirmesi ve yenilenmesi.

Bazıları kısaca özetlenen farklı yöntemlerle daha fazla su kaynağı sağlamak ve depolamak için atılması gereken adımlar.

1- Tarımsal ve endüstriyel su temini veya bazı durumlarda yıkama için kullanılan geleneksel olmayan suyun çıkarılması.
2- Termik santrallerde, özellikle kazan tesislerinde daha az su tüketimi gerektiren enerji santrallerinin kullanılması.

3- Minimum su gereksinimlerine dayanan endüstrilerin kullanımı.

4- Rüzgâr santrallerinde yenilenebilir enerjiye ciddi bir bakış hiç su gerektirmez ve şu an dünyadaki güneş enerjisi santrallerinde, farklı modellerde, suya ihtiyaç yoktur, ya da varsa bile, tüketilen su miktarı son derece azdır. Öte yandan, yenilenebilir enerjinin kullanılması ülkenin çevre koşullarını iyileştirecek, elektrik üretiminin temiz ve yenilenebilir enerjiden aldığı pay da artacaktır.

5- Bulut verimliliği teknikleri kullanımı.

6- Çok pahalı olsa da, suyun yağış alan alanlardan kurak alanlara transferi.

KAYNAKLAR

AL-TIMIMI, Y. K. and AL-JIBOORI, M. H., 2013. Assessment of spatial and temporal drought in Iraq during the period 1980-2010. Int. J. Energ. Environ, 4(2): 291-302.

AWCHI, T. A. and KALYANA, M. M., 2017. Meteorological drought analysis in northern Iraq using SPI and GIS. Sustainable Water Resources Management, 3(4): 451-463.

BEHJATI, M., MORTAZAVI, A. and PARYAB, J., 2009. Economic effects of drought on agricultural and economic solutions to coop with it. Proceedings of Second National Conference on the Effects of Drought and its Management Solutions, 1: 8-9.

BONACCORSO, B., BORDI, I., CANCELLIERE, A., ROSSI, G. and SUTERA, A., 2003. Spatial variability of drought: an analysis of the SPI in Sicily. Water resources management, 17(4): 273-296.

BOSSY-WETZEL, E., NEWMEYER, D. D. and GREEN, D. R., 1998. Mitochondrial cytochrome c release in apoptosis occurs upstream of DEVD-specific caspase activation and independently of mitochondrial transmembrane depolarization. The EMBO journal, 17(1): 37-49.

ÇALDAĞ, B., ŞAYLAN, L., TOROS, H., SIRDAŞ, S. and BAKANOĞULLARI, F., 2004. Drought Analysis in Northwest Turkey. Role of Multipurpose Agriculture in Sustaining Global Environment, 1: 169-179.

CALOW, R., ROBINS, N., MACDONALD, A. and NICOL. A., 1999. Planning for groundwater drought in Africa. In Proceedings of the International Conference on Integrated Drought Management: Lessons for Sub-Saharan Africa. IHP-V, Technical Documents in Hydrology, 35: 255–270.

CORREIA, F. N., SANTOS, M. A. and RODRIGUES, R. R., 1991. 'Reliability in Regional Drought Studies', in Jacques Ganoulis (ed.). Water Resources Engineering Risk Assessment, NATO ASI Series, 29: 43–62.

DJOZAN, D. and FARAJ-ZADEH, M. A., 1995. Liquid chromatographic determination of aniline and derivatives in environmental waters at nanogram per litre levels using fluorescamine pre-column derivatization. Chromatographia, 41(5-6): 568-572.

DUPIGNY-GIROUX, L. A., 2001. Towards characterizing and planning for drought in vermont-part i: a climatological perspectwe. Jawra journal of the american water resources association, 37(3): 505-525.

EDOSSA, D. C., BABEL, M. S. and GUPTA, A. D., 2010. Drought analysis in the Awash river basin, Ethiopia. Water resources management, 24(7): 1441-1460.

GUMUS, V., and ALGIN, H. M., 2017. Meteorological and hydrological drought analysis of the Seyhan-Ceyhan River Basins, Turkey. Meteorological Applications, 24(1): 62-73.

GUMUS, V., ve BAŞAK, A., 2017. Aşağı firat havzasinda bulunan beş ilin kuraklik analizi ve kuraklik indisinin yapay sinir ağlari ile tahmini. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, şanlıurfa, 141s.

HAYES, S. C., STROSAHL, K. D. and WILSON, K. G., 1999. Acceptance and commitment therapy: An experiential approach to behavior change. Guilford Press, 64: 1152-1168.

KARABULUT, M., 2015. Drought analysis in Antakya-Kahramanmara¸ s Graben, Turkey. J. Arid Land, 7: 741–754.

KARAMI, E. and KESHAVARZ, M., 2010. Sociology of sustainable agriculture. In Sociology, organic farming, climate change and soil science. Springer, 1: 19-40.

KARIMPOUR REYHAN, M., ESMAEILPOUR, Y., MALEKIAN, A.R.M.E.N., MASHHADI, N. and KAMALI, N., 2009. Spatio-temporal analysis of drought vulnerability using the standardized precipitation index (Case study: Semnan province, Iran). Desert, 14(2) :133-140.

KOGAN, F.N., 1990. Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas. International Journal of Remote Sensing, 11: 1405-1419.

KRANNICH, R. S., KEENAN, S. P., WALKER, M. S. and HARDESTY, D. L., 1995. Social Implications of Severe Sustained Drought Case Studies in California and Colorado. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 31(5): 851-865.

LANA, X., SERRA, C. and BURGUEÑO, A., 2001. Patterns of monthly rainfall shortage and excess in terms of the standardized precipitation index for Catalonia (NE Spain). International Journal of Climatology, 21(13): 1669-1691.

LIVADA, I. and ASSIMAKOPOULOS, V. D., 2006. Spatial and temporal analysis of drought in Greece using the standardized precipitation index (SPI). Theor. Appl. Climatol, 89: 143–153.

LLOYD-HUGHESA, B. and SAUNDERSA, MA., 2002. A drought climatology for Europe. international journal of climatology, 22: 1571-1592.

LOUKAS, A., VASILIADES, L. and DALEZIOS, N., 2004. Climate Change Implications on Flood Response of a Mountainous Watershed. Water, Air, and Soil Pollution, 4: 331- 347.

MCKEE, T. B., DOESKEN, N. J. and KLEIST, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology. Boston, MA: American Meteorological Society, 17(22): 179-183.

MENDICINO, G., SENATORE, A. and VERSACE, P., 2008. A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a Mediterranean climate. Journal of Hydrology, 357(3-4): 282-302.

MERKOCI, A. L., MUSTAQI, V., MUCAJ, L. and DVORANI, M., 2013. Arnavutluk Bölgesinde Kuraklık Ve Standart Yağış İndeksinin (Spı) Kullanımı. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(1): 161-166.

MORADI, H. R., RAJABI, M. and FARAJZADEH, M., 2007. Analysis trend and spatial characteristics of droughts intensity in Fars province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 14 (1): 97-109.

PALMER, W. C., 1965. Meteorological drought. U.S. Government Printing Office, Washington, DC. 65s.

PAMUK, G., ÖZGÜREL, M. ve TOPÇUOĞLU, K., 2004. Standart Yağış İndeksi (SYİ) ile Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41:99-106.

PAUL, B.K., 1998. Coping mechanisms practised by drought victims (1994/5) in North Bengal, Bangladesh. Applied Geography, 18(4): 355-373.

RICHARDS, J. A. and RICHARDS, J. A., 1999. Remote sensing digital image analysis .Springer, 3: 1-38.

SA-CORREIA, I., S.P. SALGUEIRO, C.A., VIEGAS. and J. M. NOVAIS., 1989. Leakage induced by ethanol, octanoic and decanoic acids in Saccharomyces cerei'isiae.Yeast, 5:123-127.

SAWE, B. E. (2017, April 25). world atlas. Retrieved from world atlas: https://www.worldatlas.com/articles/the-major-rivers-of-iraq.html

SCHEIDLEDER, A., GRATH, J., WINKLER, G., STA¨RK, U., KOREIMANN, C., GMEINER, C., NIXON, S., CASILLAS, J., GRAVESEN, P., LEONARD, J. and ELVIRA, M., 1999. Ground water quality and quantity in Europe. European Environment Agency, 112s.

SHAFER, B. A. and DEZMAN, L. E., 1982. Development of surface water supply index-A drought severity indicator for Colorado. In Proc. Western Snow Conference, 1: 164-175.

SILVA. V.P.R., 2003. On climate variability in Northeast of Brazil. Journal of Arid Environments, 58(4): 575-596.

ŞIMŞEK, M., TONKAZ, T., KAÇIRA, M., ÇÖMLEKÇIOĞLU, N., and DOĞAN, Z. 2005. The effects of different irrigation regimes on cucumber (Cucumbis sativus L.) yield and yield characteristics under open field conditions. Agricultural water management, 73(3): 173-191.

STEINEMANN, A.C. and CAVALCANTI, L.F.N., 2006. Developing multiple indicators and triggers for drought plans. J. Water Resour. Plann. Manage. ASCE, 132 (3): 164–174.

TONKAZ, T. ve ÇETİN, M., 2005. Şanlıurfa'da Kuraklık Şiddetinin Standardize Yağış İndeksi (SYİ) İle Belirlenmesi ve Kuraklık Gidiş Analizi. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, 1: 1156-1163.

TSAKIRIS, G. and VANGELIS, H., 2003. Towards a Drought Watch System based on in Jacques Ganoulis (ed.). Water Resources Engineering Risk Assessment, NATOASI Series, 8(3):697-709.

TÜRKES M, TATLI H., 2009. Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. Int. J. Climatol, 29: 2270–2282.

WU H. and HAYES M.J., 2001. An evaluation of the standardized precipitation index, the China index and statistical Z- Score. International Journal of Climatology, 21: 741-758.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	:	Wlat Abdulqader IBRAHIM
Uyruğu	:	IRAQ
Doğum Yeri ve Tarihi	:	13.08.1993 and Erbil
Telefon	:	+9647504287193
E-mail	:	Wlat.ibrahim@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı**	**Bitirme Yılı**
High School	:	Kurdistan Preparatory, Erbil, Iraq	2012
B.Sc.	:	Salahaddin Üniversitesi , Iraq	2015
M.Sc.	:	Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Turkey	2018

UZMANLIK ALANI:
Kuraklık izleme, Kuraklık tahmini, CBS.

YABANCI DİLLER:
İngilizce, Türkçe, Arapça, Farsça.

YAYINLAR:

Yenigün, K.,Gümüş, V.,Hakkı, M.,Yenigün, I., Ibrahim, W., 2018. A Study on North Iraq Region's Meteorological Drought: Sulaymaniyah Sampling, 2ND International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management 04-06 MAYIS 2018 (ISHAD2018 Sakarya Turkey), 2:270-277.