



COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VERİLERİYLE

AKARÇAY HAVZASININ STANDART

YAĞIŞ İNDEKSİ (SPI)

DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdullah ALTIN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

EKİM, 2023

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VERİLERİYLE
AKARÇAY HAVZASININ STANDART
YAĞIŞ İNDEKSİ (SPI)
DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Abdullah ALTIN

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

EKİM, 2023

TEZ ONAY SAYFASI

Adı SOYADI tarafından hazırlanan “Tez Onay Sayfası” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 20 / 10 / 2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

Başkan : Prof. Dr. Yılmaz İÇAĞA
Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Kemal SAPLIOĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Bekir YALÇIN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

20/ 10/ 2023

Abdullah ALTIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VERİLERİYLE AKARÇAY HAVZASININ STANDART YAĞIŞ İNDEKSİ (SPI) DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Abdullah ALTIN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

Bu araştırmada, Afyon ili sınırlarında bulunan Akarçay Havzasının, coğrafi bilgi sistemleri verileriyle kuraklık İndekslerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda Drinc yazılımına yüklediğimiz 512 noktanın Standart Yağış İndeksi olan SPI değerlerine dayanarak havzanın kuraklık durumu incelenmiştir. Bu araştırmadan elde edilen değerlerin tarım, sulama ve bölgenin ekonomik gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2023, x + 236 sayfa

Anahtar Kelimeler: Akarçay Havzası, SPI, CBS, Drinc Yazılımı

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF STANDART PRECİPİTATİON INDEX(SPI) VALUES OF AKARÇAY BASIN WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Abdullah ALTIN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Murat KİLİT

In this research, it is aimed to determine the drought indices of the Akarçay Basin, located within the borders of Afyon province, with geographic information systems. In this direction, the drought situation of the basin was examined based on the SPI values, which is the standard precipitation index of 512 points that we loaded into the Drinc software. It is thought that the values obtained from this research will contribute to agriculture, irrigation and the economic development of the region.

2023, x + 236 pages

Keywords: Akarçay Basin, SPI, GIS, Drinc Software

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT'e sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamın yönlendirilip, şekillendirilmesinde bilgi, yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Yılmaz İÇAĞA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tezimin toparlanması için katkılarından dolayı arkadaşım, meslektaşım Muhammedülemin ASLAN'a ve maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme çok teşekkür ederim.

Abdullah ALTIN
Afyonkarahisar 2023

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
3. MATERYAL ve METOT	7
3.1 Akarçay Havzası.....	7
3.2 İklim.....	8
3.2.1 Yağışlar	8
3.3 Sayısal Yükseklik Modeli	8
3.4 SPI	9
3.4.1 Gamma dağılımı.....	11
3.5 Drinc	13
3.6 CHRS Data Portalı	14
4. BULGULAR.....	17
4.1 Akarçay Havzasının Sınırlarının Oluşturulması	17
4.2 Akarçay Havza Verilerinin CHRS Data Portalından Elde Edilmesi.....	18
4.3 Drinc Yazılımı Kullanımı	21
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	45
6. KAYNAKLAR	62
ÖZGEÇMİŞ.....	65
EKLER.....	66

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

X_i	Belirli bir periyottaki toplam yağış (mm)
X_{ort}	Aynı periyot için ortalama toplam yağış (mm)
x	Yağış miktarı
σ	Standart sapma
α	Şekil parametresi
β	Ölçek parametresi
$\gamma(\alpha)$	Gamma fonksiyonu

Kısaltmalar

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
SPEI	Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi
SPI	Standart Yağış İndisi
CHRS	Hidrometeoroloji ve Uzaktan Algılama Merkezi
SDI	Akım Kuraklık İndisi

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 SPI değerleri ve kuraklık sınıfları	10
Çizelge 4.1 Drinc yazılımına yüklenen 1 Nolu noktanın yağış verileri (mm).....	21
Çizelge 4.1 (Devam) Drinc yazılımına yüklenen 1 Nolu noktanın yağış verileri (mm).	22
Çizelge 4.2 Drinc yazılımının oluşturduğu çıktı dosyası.....	24



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 Akarçay Havzası konumu (Su Yönetimi, 2019).....	7
Şekil 3.5 Afyonkarahisar Meteoroloji İstasyonu Yağış ortalama değerleri (DMİ,2023)..	8
Şekil 3.3 Akarçay Havzası Sayısal Yükseklik Modeli (Harita G. Kom, 2023).....	9
Şekil 3.4 Drinc yazılımı ara yüzü	13
Şekil 3.5 CHRS Data Portal ekran görüntüsü (CHRS ,2023)	14
Şekil 4.1 Akarçay Havzasının sınırları.....	17
Şekil 4.2 CHRS data portalına yüklenmiş 2016-12 ayna ait yağış görüntüsü	18
Şekil 4.3 ArcGIS de açılan uydu verisinin görüntüsü	19
Şekil 4.4 ArcGIS yazılımında 512 nokta kullanılarak oluşturulan yağış verisi	20
Şekil 4.5 Drinc yazılımı ekran görüntüsü (Process Menu)	22
Şekil 4.6 Drinc yazılımı ekran görüntüsü (Drought indices Menüsü)	23
Şekil 4.7 Drinc yazılımı ekran görüntüsü (Calculating Process)	24
Şekil 4.8 Drinc yazılımı ile oluşturulan SPI grafiği.....	25
Şekil 4.9 Drinc yazılımı ile oluşturulan nokta 430'a ait SPI grafiği	25
Şekil 4.10 Drinc yazılımı ile oluşturulan nokta 78'e ait SPI grafiği.....	26
Şekil 4.11 Akarçay Havzası 1983-1984 su yılı kuraklık haritası.....	26
Şekil 4.12 Akarçay Havzası 1984-1985su yılı kuraklık haritası.....	27
Şekil 4.13 Akarçay Havzası 1985-1986su yılı kuraklık haritası.....	27
Şekil 4.14 Akarçay Havzası 1986-1987su yılı kuraklık haritası.....	28
Şekil 4.15 Akarçay Havzası 1987-1988su yılı kuraklık haritası.....	28
Şekil 4.16 Akarçay Havzası 1988-1989su yılı kuraklık haritası.....	29
Şekil 4.17 Akarçay Havzası 1989-1990 su yılı kuraklık haritası.....	29
Şekil 4.18 Akarçay Havzası 1990-1991 su yılı kuraklık haritası.....	30
Şekil 4.19 Akarçay Havzası 1991-1992 su yılı kuraklık haritası.....	30
Şekil 4.20 Akarçay Havzası 1992-1993 su yılı kuraklık haritası.....	31
Şekil 4.21 Akarçay Havzası 1993-1994 su yılı kuraklık haritası.....	31
Şekil 4.22 Akarçay Havzası 1994-1995 su yılı kuraklık haritası.....	32
Şekil 4.23 Akarçay Havzası 1995-1996 su yılı kuraklık haritası.....	32
Şekil 4.24 Akarçay Havzası 1996-1997 su yılı kuraklık haritası.....	33
Şekil 4.25 Akarçay Havzası 1997-1998 su yılı kuraklık haritası.....	33

Şekil 4.26 Akarçay Havzası 1998-1999 su yılı kuraklık haritası.....	34
Şekil 4.27 Akarçay Havzası 1999-2000 su yılı kuraklık haritası.....	34
Şekil 4.28 Akarçay Havzası 2000-2001 su yılı kuraklık haritası.....	35
Şekil 4.29 Akarçay Havzası 2001-2002 su yılı kuraklık haritası.....	35
Şekil 4.30 Akarçay Havzası 2002-2003 su yılı kuraklık haritası.....	36
Şekil 4.31 Akarçay Havzası 2003-2004 su yılı kuraklık haritası.....	36
Şekil 4.32 Akarçay Havzası 2004-2005 su yılı kuraklık haritası.....	37
Şekil 4.33 Akarçay Havzası 2005-2006 su yılı kuraklık haritası.....	37
Şekil 4.34 Akarçay Havzası 2006-2007 su yılı kuraklık haritası.....	38
Şekil 4.35 Akarçay Havzası 2007-2008 su yılı kuraklık haritası.....	38
Şekil 4.36 Akarçay Havzası 2008-2009 su yılı kuraklık haritası.....	39
Şekil 4.37 Akarçay Havzası 2009-2010 su yılı kuraklık haritası.....	39
Şekil 4.38 Akarçay Havzası 2010-2011 su yılı kuraklık haritası.....	40
Şekil 4.39 Akarçay Havzası 2011-2012 su yılı kuraklık haritası.....	40
Şekil 4.40 Akarçay Havzası 2012-2013 su yılı kuraklık haritası.....	41
Şekil 4.41 Akarçay Havzası 2013-2014 su yılı kuraklık haritası.....	41
Şekil 4.42 Akarçay Havzası 2014-2015 su yılı kuraklık haritası.....	42
Şekil 4.43 Akarçay Havzası 2015-2016 su yılı kuraklık haritası.....	42
Şekil 4.44 Akarçay Havzası 2016-2017 su yılı kuraklık haritası.....	43
Şekil 4.45 Akarçay Havzası 2017-2018 su yılı kuraklık haritası.....	43
Şekil 4.46 Akarçay Havzası 2018-2019 su yılı kuraklık haritası.....	44
Şekil 4.47 Akarçay Havzası 2019-2020 su yılı kuraklık haritası.....	44
Şekil 5.1 Afyonkarahisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	46
Şekil 5.2 Afyonkarahisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	46
Şekil 5.3 Akşehir bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	47
Şekil 5.4 Afyonkarahisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	48
Şekil 5.5 Akşehir bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	48

Şekil 5.6 Bolvadin bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	49
Şekil 5.7 Çay bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	50
Şekil 5.8 Çay bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	50
Şekil 5.9 Devederesi bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	51
Şekil 5.10 Devederesi bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	52
Şekil 5.11 İscehisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	52
Şekil 5.12 İscehisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	53
Şekil 5.13 Karaadilli bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	54
Şekil 5.14 Karaadilli bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	54
Şekil 5.15 Sinanpaşa bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	55
Şekil 5.16 Sinanpaşa bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	56
Şekil 5.17 Sultandağı bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	56
Şekil 5.18 Sultandağı bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	57
Şekil 5.19 Şuhut bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	58
Şekil 5.20 Şuhut bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	58
Şekil 5.21 Taşoluk bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin	

karşılaştırma grafiği.....	59
Şekil 5.22 Taşoluk bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	60
Şekil 5.23 Çay bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği.....	60
Şekil 5.24 Tuzlukçu bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	61



1. GİRİŞ

Kuraklık, yağışların olması gereken seviyelerinin altında seyretmesi durumunda oluşan doğal bir iklim olayıdır. Yaşadığımız dönemin en önemli sorunlarından olan kuraklığın sosyal ve ekonomik hayata olumsuz yönde etkisi çok fazladır. Kuraklık sonucunda su kaynakları olumsuz yönde etkilenir, doğadaki hidrolojik dengede olumsuzluklar meydana gelir. Kuraklık ani bir şekilde gelişmez. Genellikle uzun bir süreçte yavaş olarak gelişir.

Kuraklığın ne zaman başlayıp biteceği de tam olarak tahmin edilemez. Bundan dolayı kuraklığın etkilerini, şiddetini, süresini incelemek için kuraklık indeksleri kullanılmaktadır. Kuraklık indeksleri topraktaki nem, yeraltı su seviyesi, sıcaklık, yağış gibi çeşitli parametrelere dayanmaktadır. Bazı kuraklık indeksleri incelenen bölge için geliştirilmiştir. Bundan dolayı da her indeks her bölgede kullanılamamaktadır. Örnek vermek gerekirse meteorolojik kuraklık için geliştirilen indeksler, tarımsal uygulamalar için yeterli olmayabilir.

Bu zamana kadar yapılan çalışmaların çoğu sadece yağış istasyonları üzerinde yapılmakta ve kuraklık indeksleri bu noktalar üzerinde hesaplanmaktadır. Yapılacak bu çalışma sayesinde kuraklık indeksleri havzanın geneli için alansal olarak hesaplanmış, bu sayede havzanın kurak olan veya olmayan bölgeleri tespit edilebilmiştir.

Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu ile Akarçay Havzasının Kuraklık İndislerinin Belirlenmesi amaçlanmıştır ve bu doğrultuda Akarçay Havzasında, SPI indeks değerleri drinc yazılımına girilerek istenen değerlere ulaşılmaya çalışılmıştır. Çalışmamızda Akarçay Havzası 512 parçaya bölünmüş olup bu bölümlere ait 1983-2020 yılları arasındaki aylık yağış değerleri alınarak 12 aylık zaman dilimlerinde SPI değerleri drinc yazılımı yardımıyla hesaplanmıştır.

Hesaplanan 12 aylık toplam değerlerin pozitif veya negatif olmasına göre havzanın kurak ya da kurak olmadığını tespit etme konusunda bilgi vermiştir. Pozitif değerler havzadaki ilgili alanın kurak olmadığını, negatif değerler ise ilgili alanın kurak olduğunu göstermiştir.

Yapılan çalışma özellikle su kaynakları yönetimi, küresel iklim değışikliği, Akarçay Havzasında tarımsal ve hayvancılık su ihtiyaçlarının belirlenmesinde önemli bir parametre teşkil edecektir. Yapılan çalışmayla, tarım sektöründe, su tahsis planlamalarında bundan önceki yıllarda hangi bölgelerde ne kadar su kıtlığı olduğu, hangi bölgelerde su fazlalığı olduğu üretilen bilgi ve haritalardan belirlenmiş, bundan sonraki yıllara da hangi bölgelerde ne kadar su kıtlığı olabileceği, hangi bölgelerde su fazlalığı oluşacağı üretilen bilgi ve haritalardan kolayca belirlenebilmesi sağlanmıştır.



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Kıymaz, Güneş ve Asar (2011)'de yaptıkları çalışmada SPI analizini kullanarak Seyfe Gölünün meteorolojik kuraklığını incelemişlerdir. Bu incelemeyi 1975-1991 ve 1992-2008 dönemleri olmak üzere 2 dönemde yapmışlardır. Bu iki yıllar arasında yapılan analizler sonucu bulunan kuraklık değerlerinin birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. 1992-2008 yılları arasında az kuraklık değerlerinin 1975-1991 yılları arasındaki kuraklık değerlerine göre tüm aylık periyotlarda (3, 6, 12, 24 aylık) artış gözlemlenmiştir. Normal nem şiddetinin ise 1975-1991 yılları arasındaki değeri, 1992-2008 yılları arasındaki değeri göre azaldığı görülmüştür. Her iki tarih aralığında çok şiddetli ve şiddetli kuraklık oluşumları, kısa ve uzun dönemlerde en az değerleri ortaya çıkarmıştır. Bu değerler Kırşehir ilinin gelecek yıllarda su probleminin olacağını belirtmektedir. Bundan dolayı gerekli tedbirlerin acilen alınması gerekmektedir.

Bacanlı ve Kargı (2019) yaptıkları çalışmada Bursa ilinde merkez ve merkeze bağlı 4 ilçesinin (Mustafakemalpaşa, Keleş, Uludağ, İznik) sahip olduğu yağış verileri 1969-2015 tarih aralıkları için incelenmiştir. Yapılan bu incelemede SPI analizi kullanılarak 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 aylık süre zarflarında analizler yapılmıştır. Yıl ve ay bazında elde edilen yağış sonuçlarına göre önemli bir tespit elde edilememiştir. SPI (Standart Yağış İndisi) analizi ile elde edilen sonuçlara dayanarak merkez ve merkeze bağlı bu 4 ilçede istasyonlarda kurak, normal veya sulak zamanların periyot oranlarında benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda kısa zaman aralıklarında (3-6 ay) normal yada hafif kuraklık daha çok oluşurken, uzun zaman aralığında (12-24-48 ay) ise şiddetli ve çok şiddetli kuraklığa rastlanmıştır.

Gümüş, Başak ve Oruç (2016) yaptıkları çalışmada Şanlıurfa bölgesi için (1937-2014) yılları arasındaki yağış değerlerinden faydalanarak SPI yöntemi yardımıyla kuraklık analizini incelemişlerdir. 1, 3, 6, 12 aylık SPI yağış değerleri yardımıyla Şanlıurfa bölgesindeki kurak ve yağışlı dönemlerle ilgili veriler elde edilmiştir. Yapılan bu çalışma neticesinde, incelenen Şanlıurfa bölgesi 1986-2014 yılları arasındaki aşırı kurak olan ayların 1937-1985 yılları arasındaki aylara kıyasla daha çok olduğu tespit edilmiştir. Bu bölge için tüm zaman aralıklarına göre max. SPI verilerinin 1972 yılının Ekim ve Aralık ayları arasında oluştuğu tespit edilmiştir. (Gümüş vd. (2016)) .

Edwards (1997) 1911-1995 tarihleri arasında ABD'deki 1221 adet yağış istasyonundan alınan yağış verilerini SPI kullanarak bölgenin kuraklık durumunu incelemiştir. Bu inceleme neticesinde aşırı kurak ve aşırı nemli bir döneme rastlanmamıştır. İncelenen bölge 1911-1995 yılları arasında nemli olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak Mississippi ve Ohio eyaletlerinde son yıllarda nemli bir iklim gözlemlenmiştir.

Logan ve diğ. (2010) yaptıkları çalışmada SPI analizi yardımıyla 1900-2006 yılları arasındaki Amerika Birleşik Devletleri'nde kuraklık durumunu değerlendirmişlerdir. Yapılan bu çalışma neticesinde Kansas Havzasının kuzey ve batı bölgelerinde şiddetli kuraklık olduğu gözlemlenmiştir.

Saada ve diğ. (2017) SPI analizi yardımıyla 1983-2013 tarihleri aralığında Ürdün'ün Kuzey Batısını kuraklığını incelemişlerdir. Bu incelemeyi yaparken beş tane meteoroloji istasyonundan elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu veriler yardımıyla 12 aylık SPI değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler neticesinde 2007-2009 tarihi aralığının en kurak zaman aralığı olduğu tespit edilmiştir.

Komuscu (1999) 40 tane yağış istasyonundan eldede edilen yağış verilerini kullanarak SPI değerleri hesaplanmıştır. 1940-1997 tarih aralığında 3, 6, 12 ve 24 aylık periyotlarda SPI değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda İzmir bölgesinde bulunan yağış istasyonu verilerine göre bazı dönemlerde kuraklık olduğu tespit edilmiştir.

Çamalan vd. (2017), Dünya Meteoroloji Örgütü, meteorolojik kuraklıkların ölçülmesinde standartlaştırılmış yağış indeksini kabul etmiştir. Fakat SPI, yalnızca yağış verilerine dayalı olup, sıcaklık, bağıl nem, buharlaşma, rüzgar hızı gibi diğer kuraklık faktörlerini dikkate almamaktadır.

Oğuztürk vd. (2014), yaptıkları çalışmada Kırıkkale bölgesinden alınan 1950-2007 tarihleri arasında oluşan aylık yağış sonuçlarıyla (1-3-6-9-12-24 aylık) SDI (Akım Kuraklık İndisi) verileri tespit edilmiştir. Kırıkkale ilinde farklı aylarda oluşan kuraklıklar kuraklığın genliği, süresi, şiddeti de baz alınarak analiz edilmiş ve bu bölgede kayda

değer bir kuraklığın olduğu belirlenmiştir. Acilen gerekli önlemlerin alınması sonucuna varılmıştır.

Arslan, Bilgil ve Veske (2016)'da yaptıkları çalışmada Kızılırmak Havzası'nda 1973-2013 tarihlerinde oluşan kuraklık durumunu SPI metodu ile incelemişlerdir. SPI değerleri 1, 3, 6, 9, 12, 60 aylık zaman dilimleri için belirlenmiştir. Ayrıca 60 aylık zaman dilimi bu incelemede Kızılırmak Havzası için ilk kez değerlendirilmiştir. Sonuç olarak önceki yıllarda oluşan kuraklıklar ile birlikte değerlendirildiğinde oluşan son kuraklık zamanlarında 1 yıl ve 5 yıllık zaman dilimlerinde kayda değer yükselişler olduğu gözlenmiştir.

Poyrazoğlu ve Arıman (2022), Kahramanmaraş ilinde meydana gelen kuraklığı SPI analiziyle 3, 6, 9 ve 12 aylık süre zarfında yapmışlardır. Afşin, Elbistan, Göksun, Kahramanmaraş-merkez bölgelerindeki 1990-2000 tarihlerinde aylık ortalama yağış verileriyle yapılan değerlendirmede, bu bölgelerin, tüm tarihlerde, özellikle 2000 yılı dahil sonraki yıllarda kuraklık artmıştır. SPI analizinde, Kahramanmaraş-Merkez ve Göksun mevkinde uzun zaman kuraklık olduğu belirlenmiştir. Kahramanmaraş-merkezde kuraklık olduğu zamanlarda toplam yağışın kayda değer olmadığı, kuraklığın, yağışlı sürenin sayısında azalma olması sonucunda olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Afşin ve Elbistan ilçelerinde oluşan kuraklığın, diğer bölgelere göre kısa süreli olduğu belirlenmiştir.

Vicente-Serrano vd. (2010) tarafından geliştirilen Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI) yağışla birlikte evapotranspirasyona etki eden faktörleri de dahil ederek kuraklığı çok yönlü bir şekilde belirlemektedir. Sayısal açıdan SPEI İndisi, SPI İndisine yakındır, ancak SPEI kuraklık analizinde evapotranspirasyon değerlerini de içermektedir. SPI ve SPEI değişik zaman aralıklarına göre kuraklık analizini diğer İndislere göre daha sağlıklı belirleyen İndisler olarak tespit edilmiştir (SPInoni vd., 2014; Hong vd., 2015). SPI ve SPEI İndisleri ülkemizde ve dünya çapında kabul gören kuraklık İndisleridir. SPEI değeri belirlenirken ilk önce buharlaşma belirlenmelidir. Buharlaşmanın tahmini; sıcaklık, nem, buhar basıncı gibi birçok verinin de eklenmesinden ötürü güçtür (Allen vd., 1998; Çetin, 2020). Bundan dolayı Vicente-

Serrano vd. (2010) yalnızca aylık ortalama sıcaklık değerlerini içeren Thornthwaite referans buharlaşma belirleme yöntemini (Thornthwaite, 1948) SPEI belirlenmesinde kullanmışlardır.



3.MATERYAL ve METOT

3.1.Akarçay Havzası

Akarçay Havzası, Türkiye'nin yüz ölçümünün yaklaşık %1'ini oluşturan, 25 havzasından biridir. Akarçay Havzası; Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri arasında konumlanan bir graben havzasıdır. Akarçay Havzasının yüz ölçümü 7995 km²'ye ulaşmaktadır. Akarçay Havzasının konumu Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Akarçay Havzası konumu (Su Yönetimi, 2019)

Akarçay Havzası denize kıyısı bulunmaması ve denizlere su boşaltma kapasitesi olmaması nedeniyle bir kapalı havzadır. Akarçay Havzasının mansap şartını Eber ve Akşehir gölleri sağlamakta, havzadan gelen akışlar bu göllerde toplanmaktadır.

Akarçay havza alanı Afyonkarahisar ve Konya illerinin idari sınırları içerisinde kalmaktadır. Akarçay Havzası içerisinde, Afyonkarahisar'ın yaklaşık % 44'lik bölümü, Konya ilinin yaklaşık %5'i yer almaktadır. (Su Yönetimi, 2015)

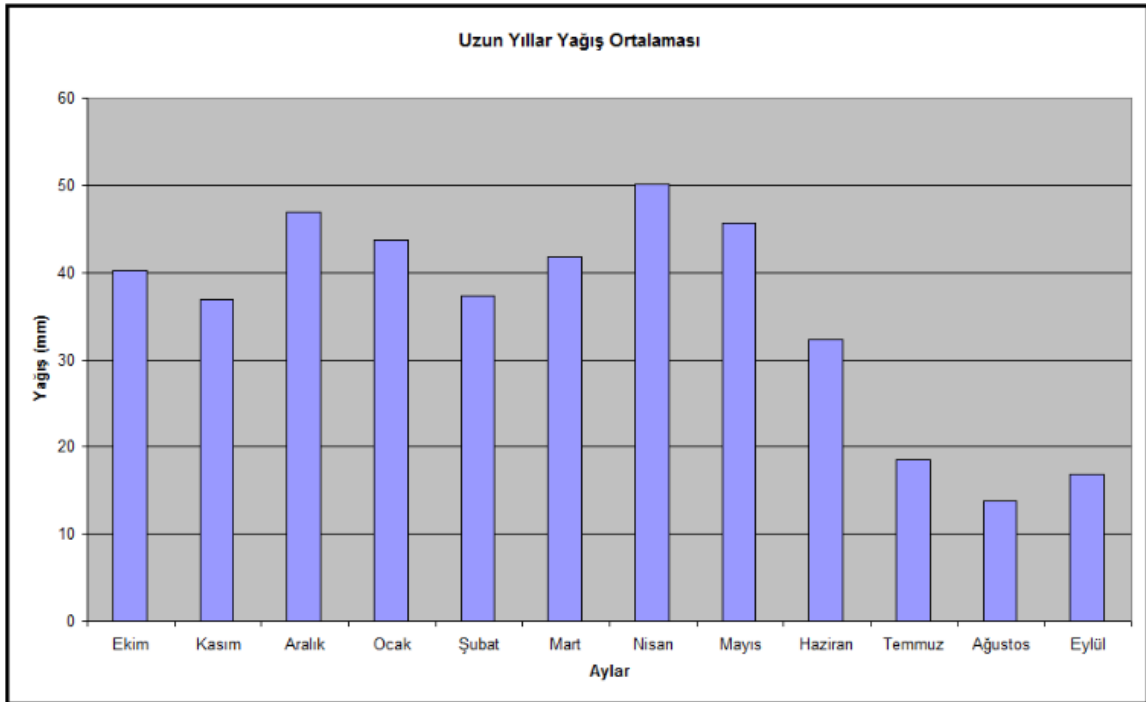
Havza sınırları içinde, Afyonkarahisar il merkezi ve bu ile bağlı, batıdan doğuya doğru, Sinanpaşa, İhsaniye, Şuhut, İncehisar, Çobanlar, Çay, Bolvadin, Sultandağı ilçeleri ile, Konya iline bağlı Akşehir ve Tuzlukçu ilçelerinin de önemli bölümleri yer almaktadır. Proje alanı, Akarçay Havzası'nın tamamı yanında, Karamık Kapalı Havzası (333 km²) ve Karaadilli Kapalı Havzası'nı (316.68 km²) kapsamaktadır.

3.2.İklim

Akarçay Havzasının iklimi, Orta Anadolu Bölgesi'nin sert karasal iklimi ile İç Ege Bölgesi'nin daha yumuşak olan iklimi arasında bir geçiş iklimi özelliği gösterir. Bölge sert karasal iklime göre daha mutedil, buna karşın İç Ege iklimine göre de daha serttir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise yağışlı ve soğuk geçer. Kışın kar yağışları olağandır.

3.2.1 Yağışlar

Afyon–Akarçay Havzası, İç Anadolu Bölgesi'nin özellikleri ile İç Ege Bölgesi'nin geçiş iklimi özelliklerini bünyesinde barındırır. Genel olarak yazlar sıcak ve kurak, baharlar ılık ve yağışlı, kışlar ise soğuk ve kar yağışlı geçer. En yüksek ortalama yağışlar, Afyon Meteoroloji İstasyonu değerlerine göre, Nisan (50 mm) ve Aralık (47 mm) olmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Afyonkarahisar Meteoroloji İstasyonu Yağış ortalama değerleri (DMİ, 2023)

3.3. Sayısal Yükseklik Modeli

Akarçay Havzasının sayısal Yükseklik Modeli Harita Genel Komutanlığından elde edilmiştir. Sayısal haritanın çözünürlüğü 5m*5m dir. Harita “tiff” formatında

Çizelge 3.1 SPI değerleri ve kuraklık sınıfları

SPI	KURAKLIK SINIFI
2,00 ve üzeri	Aşırı Nemli (Extremely Wet)
1,50 – 1,99	Çok Nemli (Very Wet)
1,00 – 1,49	Orta Nemli (Moderately Wet)
(-0,99) – 0,99	Normal (Normal)
(-1,00) – (-1,49)	Orta Kurak (Moderately Dry)
(-1,50) – (-1,99)	Şiddetli Kurak (Severely Dry)
(-2,00) ve altı	Aşırı Kurak (Extremely Dry)

SPI indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki yöntemler izlenmektedir:

1-Aylık toplam yağış verilerinin Gamma olasılık dağılım fonksiyonuna çevrilir, bunun nedeni yağış değerleri 12 ay ve daha kısa periyotlarda normal dağılıma uymadığı için SPI'nın yağış serisini en iyi temsil eden gamma dağılımına dönüştürülmesi gerekir.

2-Gamma dağılım fonksiyonundan elde edilen yağış olasılıkları normal dağılıma dönüştürülerek normal dağılımlı yağış dizini elde edilir.

3-Normal dağılımlı dizi ortalamanın sıfır ve standart sapması bir olacak şekilde standardize edilir.

SPI hesaplanması;

$$SPI = \frac{X_i - X_{ort}}{\sigma} \quad 3.1$$

ile yapılır. Burada,

X_i : Belirli bir periyottaki toplam yağış (mm)

X_{ort} : Aynı periyot için ortalama toplam yağış (mm)

σ : Standart sapma

4- Standardizasyon sonucu elde edilen değerlerde (SPI değerleri) pozitif değerler ortalamadan daha fazla yağışlı (nemli) dönemi, negatif değerler ise ortalamadan daha düşük yağışlı (kurak) dönemi ifade eder,

5-Son aşamada ise elde edilen SPI değerleri McKee vd. (1993)' nin kuraklık sınıflarından (Çizelge 3.1) kontrol edilir (Akbaş, 2013: 35). Kurak ve nemli dönemlerin şiddetinin ve süresinin saptanması ise sıfırdan pozitif yönlü ve negatif yönlü uzaklaşma miktarı ile belirlenmektedir. Kuraklık, SPI değerlerinin sıfırın altına düştüğü değerler olarak yani negatif değerler olarak kabul edilmektedir. Kuraklık süresi, SPI değerlerinin sıfırın altına (negatif) düştüğü zamandan başlayıp, sıfırın üstüne (pozitif) değerlere ulaştığı zaman aralığında son bulan süreyi kapsamaktadır. Kuraklık şiddeti ise, yağışın ortalamadan ne kadar uzaklaştığını belirtir ve indeks içerisinde sıfırdan negatif değerlere doğru gidildikçe kuraklığın şiddeti artar (Çizelge 3.1.)

3.4.1 Gamma Dağılımı

Gamma dağılımı klimatolojik zaman serilerine en uygun dağılımdır. Gamma dağılımı, dağılım frekansı veya olasılık yoğunluk fonksiyonu ile tanımlanmaktadır (Thom, 1958).

$x > 0$ için

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad 3.1$$

α =şekil parametresi $\alpha > 0$

β =ölçek parametresi $\beta > 0$

x =yağış miktarı $x > 0$

$\gamma(\alpha)$ =gamma fonksiyonunu

Yine α ve β 'nin tahmininde maksimum olasılık çözümlerini kullanılır. Buna göre;

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

Ve

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad 3.3$$

olarak tanımlanır

Bu eşitliklerde,

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad 3.4$$

n: yağış gözlemlerinin sayısı

Eldeki mevcut verilerden elde edilen bu olasılık tanımlamaları daha sonra herhangi bir ayda gözlenmiş bir değerin kümülatif olasılığını bulmak için kullanılabilir. Bu durumda kümülatif olasılık dağılım fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)_0} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx \quad 3.5$$

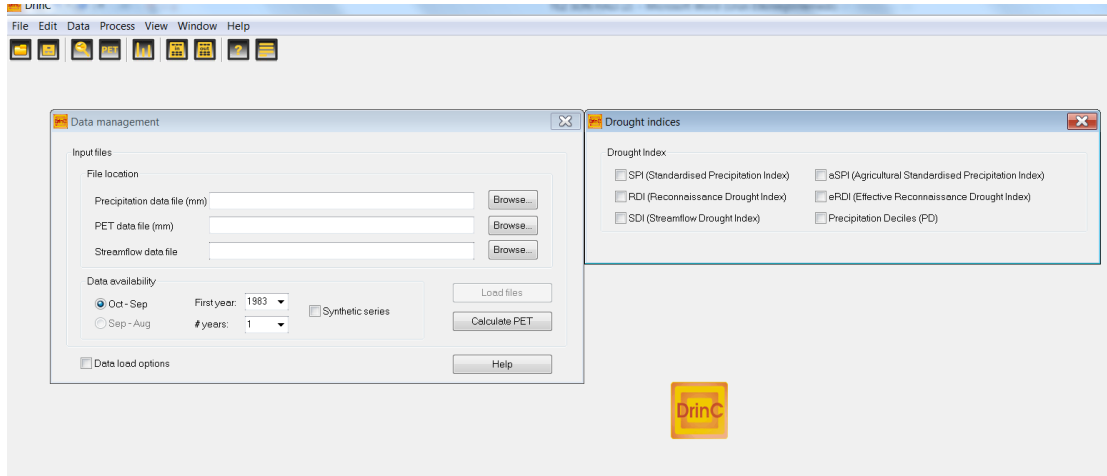
Gamma fonksiyonu $x=0$ için tanımsızdır ve yağış dağılımı sıfır (0) değerler içerebilir; bu durumda kümülatif olasılık dağılımı aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$H(x) = q + 1(1 - q).G(x) \quad 3.6$$

Yukarıdaki eşitlikte q sıfır değeri için olasılığı ifade eder. Eğer m herhangi bir yağış serisindeki sıfır (0) değerleri ifade etmek için kullanılırsa $q=m/n$ olarak tanımlanabilir. Kümülatif olasılık değeri $H(x)$, ortalaması sıfır (0) ve bir (1) varyans değeri taşıyan, SPI değerini ifade eden standart normal rastgele değerli Z değişkenine dönüştürülür. $H(x)$, SPI'nin değeridir. Bu durum Panofsky and Brier (1958) tarafından tanımlanan formun dağılımının, bir değişim olarak yeni bir dağılıma dönüşümü için gerekli olan bir özelliktir. SPI değerlerinin normalize edilmesi ile o istasyona ait yağış dizilerinde hem zaman ve hem de alan bazında olan değişkenliklerin dikkate alınması sağlanmaktadır (McKee ve ark., 1993; Guttman, 1999; Kömüştü ve ark., 2002).

3.5. Drinc

Drinc yazılımı, Atina Ulusal Teknik Üniversitesi Doğal Tehlikelerin Değerlendirilmesi ve Proaktif Planlama Merkezi & Islah İşleri ve Su Kaynakları Yönetimi Laboratuvarı tarafından Visual Basic 6 kullanılarak farklı kuraklık analizlerini hesaplama üzere Dimitri Tigras vd tarafından geliştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Drinc yazılımı ara yüzü

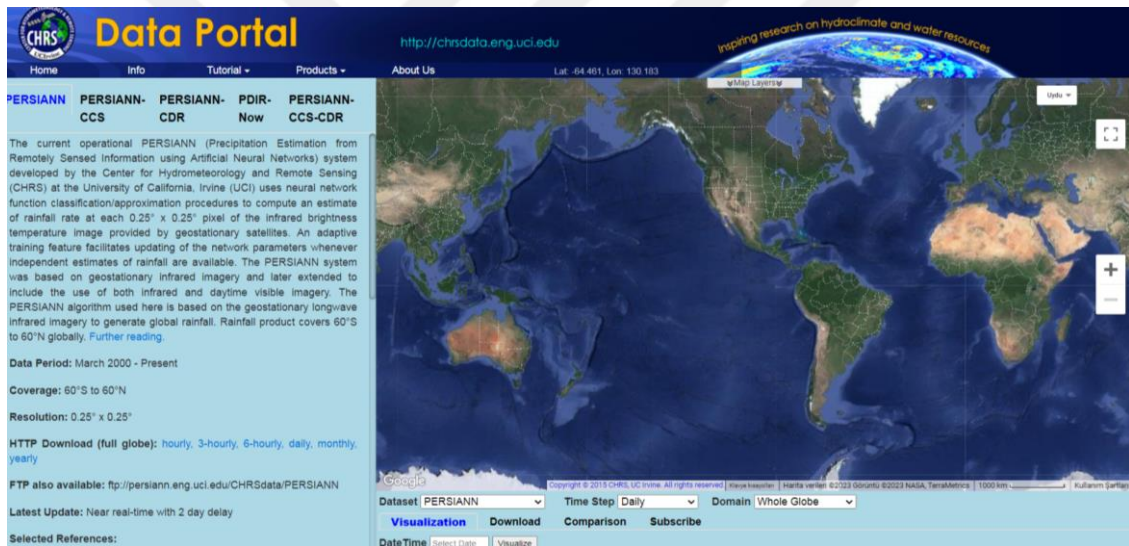
Drinc yazılımı ile çok sayıda kuraklık analizi yapmak mümkündür. Drinc (Kuraklık İndisleri Hesaplayıcı), çeşitli kuraklık İndislerinin hesaplanması için kullanıcı dostu bir araç sağlamayı amaçlamaktadır. Tasarımındaki ana hedef, çeşitli kuraklık türleri (meteorolojik, hidrolojik, tarımsal) ve farklı yerler için mümkün olan en geniş uygulanabilirliği sağlamaktır. Veri mevcudiyetinin genellikle sınırlı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde kuraklık çalışmalarının özellikle gerekli olduğu da dikkate alınmıştır. İndislerin seçiminde ana kriterler şunlardır:

- Yazılımın birçok bölgede uygulanmasına izin verecek şekilde nispeten düşük veri gereksinimlerine sahip olması,
- Doğrudan ve verimli operasyonel kullanım için sonuçlarının net bir şekilde yorumlanmasıdır (Tigras vd., 2015).

Bu kriterlere dayanarak, Drinc'e yakın zamanda geliştirilen iki ve daha yaygın olarak bilinen iki İndis dahil edildi: Keşif Kuraklığı İndisi (RDI), Streamflow Kuraklık İndisi (SDI), Standardize Yağış İndisi (SPI) ve Yağış Desilleri (PD).

3.6.CHRS Data Portalı

Center For Hydrometeorology and Remote Sensing (CHRS), uzay ve meteoroloji kuruluşlarının kullanılmayan geniş teknolojik kaynaklarının faydalarını dünya çapındaki hidrologlara ve su kaynakları yöneticilerine yardımcı olabilecek uygulamalara dönüştürmek amacıyla yapılmış bir portaldır. Bu portal kullanılarak dünyanın herhangi bir noktasında istenen zaman aralıklarını seçerek yağış verisi indirilebilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 CHRS Data Portal ekran görüntüsü (CHRS ,2023)

Bu portalda PERSIANN, PERSIANN CCS, PERSIAN CDR, PDIR-Now, PERSIANN-CCS-CDR olmak üzere 5 ayrı model üzerinden veri görselleştirilebilir ve ‘tiff’, ‘Csv’, ‘Netcad’ ortamlarında veri indirilebilmektedir.

PERSIANN (Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Uzaktan Algılanan Bilgilerden Yağış Tahmini) sistemi, hesaplamak için sinir ağı fonksiyon sınıflandırması/yaklaştırma prosedürlerini kullanır. Sabit uydular tarafından sağlanan kızılötesi parlaklık sıcaklık görüntüsünün her 0,25° x 0,25° pikselindeki yağış oranı tahmini yapar. PERSIANN sistemi sabit kızılötesi görüntülere dayanıyordu ancak daha sonra hem kızılötesi hem de

gündüz görünür görüntülerin kullanımını içerecek şekilde genişletildi. 60°G ila 60°K arasında yağış tahminleri sağlar.

PERSIANN-CCS (Bulut Sınıflandırma Sistemi), Kaliforniya Üniversitesi Hidrometeoroloji ve Uzaktan Algılama Merkezi (CHRS) tarafından geliştirilen, gerçek zamanlı küresel yüksek çözünürlüklü (0,04° x 0,04° veya 4 km x 4 km;) uydu yağış ürünüdür. PERSIANN-CCS sistemi, bulut yüksekliği, alansal kapsam ve uydu görüntülerinden tahmin edilen doku değişkenliğine dayalı olarak bulut yaması özelliklerinin kategorize edilmesini sağlar. PERSIANN-CCS'de değişken eşikli bulut segmentasyon algoritması bulunur. Değişken eşik, ayrı ayrı bulut parçalarının tanımlanmasına ve ayrılmasına olanak sağlar. Bireysel yamalar daha sonra dokuya, geometrik özelliklere, dinamik evrime ve bulut tepe yüksekliğine göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmalar, yağmur oranı ile parlaklık sıcaklığı arasındaki ilişkiyi tanımlayan belirli bir eğriye dayalı olarak her bulut içindeki piksellere yağış değerlerinin atanmasına yardımcı olur.

PERSIANN-CDR uzun vadeli çalışmalar için (37 yıl) yüksek çözünürlüklü yağış veri setidir. 0,25 derecelik günlük yağış tahminleri sağlar. 01/01/1983 ile 31/12/2015 arasındaki dönemde 60K-60G enlem bandında çalışır. İklim değişikliği ve doğal değişkenlik nedeniyle günlük yağışlardaki değişiklikleri ve eğilimleri, özellikle de aşırı yağış olaylarını incelemek için tutarlı, uzun vadeli, yüksek çözünürlüklü ve küresel yağış veri seti ihtiyacını karşılamayı amaçlamaktadır.

PDIR-Now gerçek zamanlı, küresel yüksek çözünürlüklü (0,04° x 0,04° veya = 4 km x 4 km;) uydu yağış ürünüdür. PDIR-Now'un diğer gerçek zamanlıya yakın yağış veri kümeleriyle karşılaştırıldığında ana avantajı, yüksek frekanslı örneklenmiş IR görüntülerine dayanmasıdır. PDIR-Now'un yağışın meydana gelmesinden itibaren gecikme süresi çok kısadır (15-60 dakika). PDIR-Now, çeşitli teknikleri benimseyerek IR görüntülerinin kullanımından kaynaklanan hataları ve belirsizlikleri hesaba katar; en dikkate değer olanı, yağış klimatolojisini kullanarak (Tb-R) eğrilerinin dinamik olarak kaydırılmasıdır. PDIR-Now'un kısa gecikme süresi, veri setini taşkın tahmini ve taşkın su baskını haritalarının geliştirilmesi gibi gerçek zamanlıya yakın hidrolojik uygulamalar için çok uygun hale getirir.

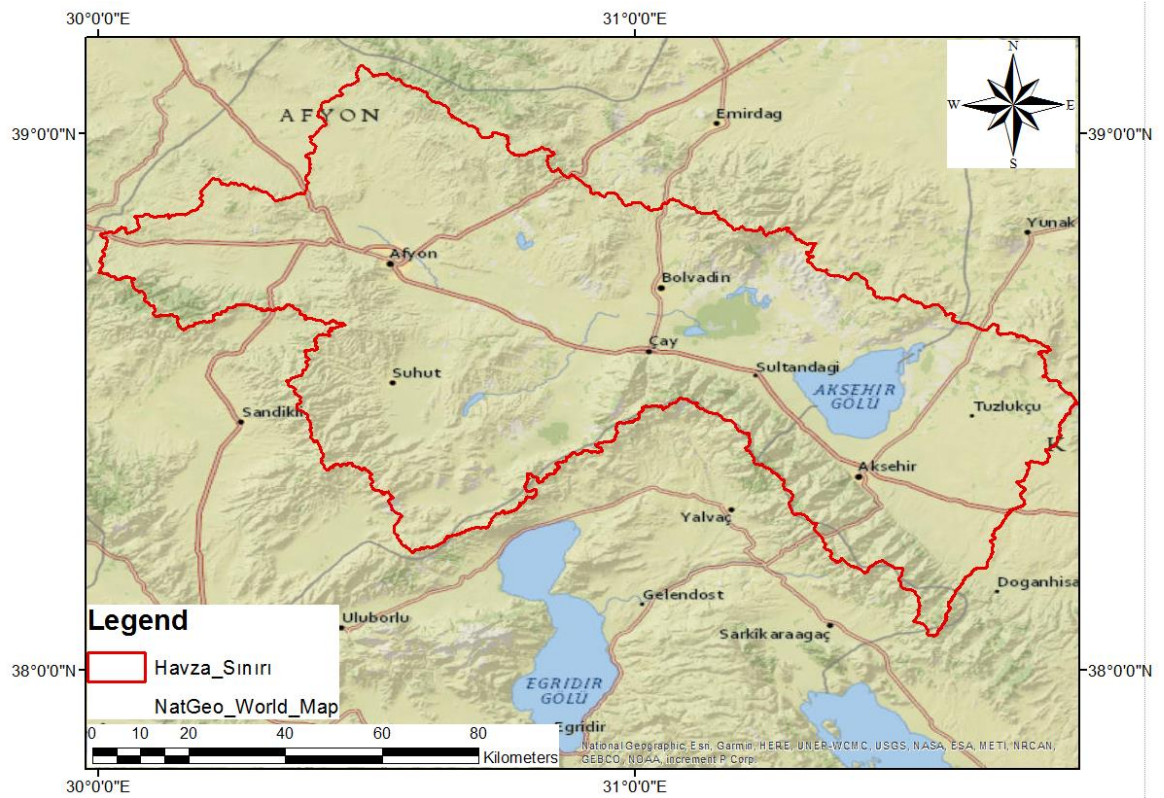
Bu portalı geliştirme amaçları arasında:

- a) Hidrolojik modellerin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve özellikle uzaktan algılama kaynaklarından ileri düzey gözlemlerin kullanılması yoluyla hidrolojik tahmini iyileştirilmesi,
- b) Özellikle yarı kurak ortamlarda, hidrolojik uygulamalarla ilgili uzamsal ve zamansal çözünürlüklerde hem uzay tabanlı hem de yerinde gözlemlerden yağış tahmin edebilen matematiksel algoritmalar geliştirilmesi,
- c) Su kaynakları yönetimi topluluğunun ihtiyaç duyduğu çeşitli hidro-meteorolojik ve hidro-klimatolojik bilgilerin üretilmesi ve değerlendirilmesi için karar destek araçları geliştirilmesi,
- d) Devlet, ulusal ve uluslararası düzeylerde kamu ve özel sektörün artan ihtiyaçlarına yanıt veren iyi eğitilmiş hidrologların ve su kaynakları mühendislerinin eğitimine katkıda bulunulması sayılabilir. (CHRS DATA PORTAL 2023)

4. BULGULAR

4.1. Akarcay Havzasının Sınırlarının Oluşturulması

Akarcay Havzasının sınırları ArcGIS 10.4.1 yazılımı kullanılarak Coğrafi Bilgi sistemlerinde oluşturulmuştur. ArcGIS yazılımına öncelikle Sayısal Yükseklik Modeli yüklenmiş ve sonra sırasıyla, fill, flow direction, accumulation, stream flow, stream order ve poligon komutları kullanılarak havzanın sınırları poligon olarak oluşturulmuştur. Havzanın sınır poligonu Şekil 4.1’de verilmiştir.

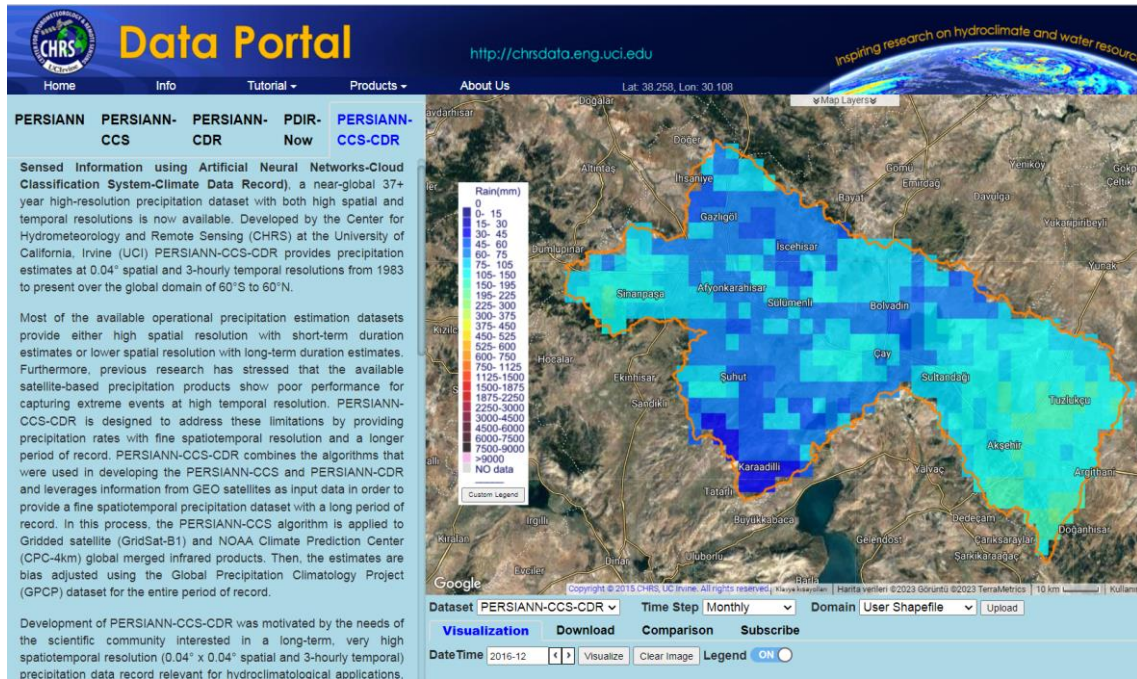


Şekil 4.1 Akarcay Havzasının sınırları

ArcGIS yazılımı ile oluşturulan poligon şeklindeki havza sınırının üretilmesindeki temel amaç havza alanının tespit edilmesi ve ayrıca uydudan indirilecek verinin sınırlarının da temin edilmesidir. Çünkü bu sınır, havzanın yağış alanını temsil etmektedir. Oluşturulan dosya shape file uzantılı olarak teşkil edilmiştir.

4.2. Akarcay Havza Verilerinin CHRS Data Portalından Elde Edilmesi

Çalışmada kullanılan yağış verileri CHRS data portalından indirilmiştir. ArcGIS yazılımı ile üretilen havza sınırı, poligon olarak CHRS data portalına upload menüsü kullanılarak yüklenmiştir. CHRS data portalında PERSIANN-CCS-CDR modülü seçilmiştir (Şekil 4.2)



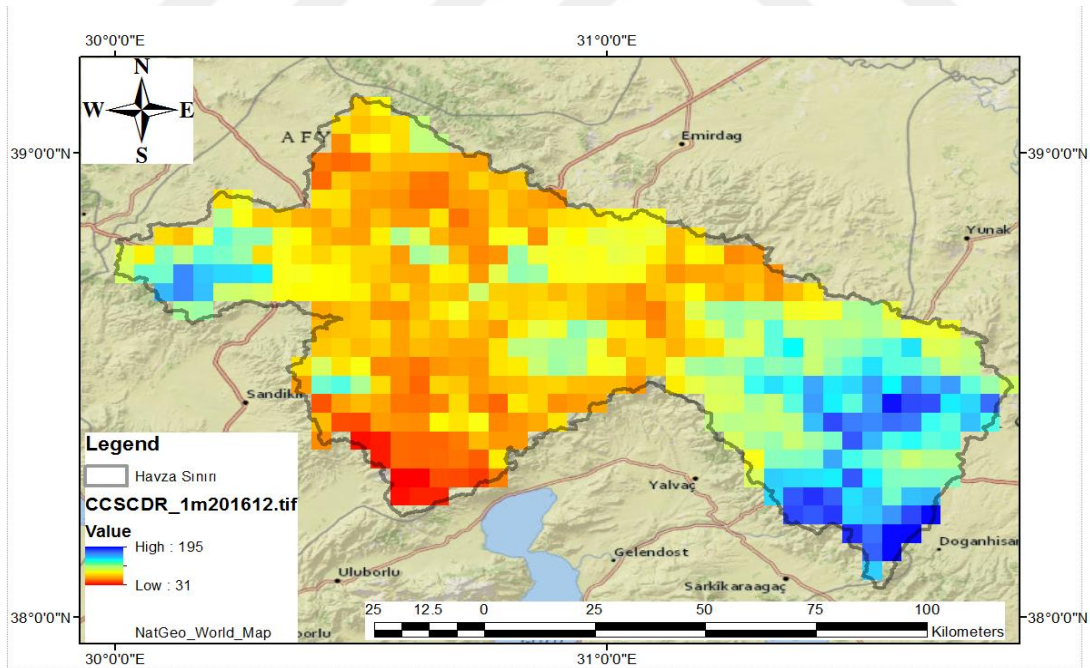
Şekil 4.2 CHRS data portalına yüklenmiş 2016-12 ayına ait yağış görüntüsü

PERSIANN-CCS-CDR (Yapay Sinir Ağları-Bulut Sınıflandırma Sistemi-İklim Veri Kaydı Kullanılarak Uzaktan Algılanan Bilgilerden Yağış Tahmini), hem yüksek uzamsal hem de zamansal çözünürlüğe sahip, yaklaşık küresel 37 yılı aşkın yüksek çözünürlüklü bir yağış veri seti artık kullanıma açılmıştır. Kaliforniya Üniversitesi, Irvine'deki (UCI) Hidrometeoroloji ve Uzaktan Algılama Merkezi (CHRS) tarafından geliştirilen PERSIANN-CCS-CDR, 1983'ten günümüze 60 küresel alan üzerinde 0,04° uzamsal ve 3 saatlik zamansal çözünürlüklerde ve 60°G ila 60°K arasında yağış tahminleri sağlar.

Mevcut işletimsel yağış tahmini veri kümelerinin çoğu, kısa süreli tahminleriyle yüksek uzamsal çözünürlük veya uzun süreli tahminlerle daha düşük uzamsal çözünürlük sağlar. Ayrıca, önceki araştırmalar, mevcut uydu tabanlı yağış ürünlerinin, aşırı olayları yüksek

zamansal çözünürlükte yakalamak için düşük performans gösterdiğini vurgulamıştır. PERSIANN-CCS-CDR, ince uzamsal-zamansal çözünürlük ve daha uzun bir kayıt periyodu ile yağış oranları sağlamak için tasarlanmıştır. PERSIANN-CCS-CDR, PERSIANN-CCS ve PERSIANN-CDR'nin geliştirilmesinde kullanılan algoritmaları birleştirir ve uzun bir kayıt süresine sahip ince bir uzay-zamansal yağış veri seti sağlamak için girdi verileri olarak GEO uydularından gelen bilgileri kullanır. Bu süreçte PERSIANN-CCS algoritması Gridded uydu (GridSat-B1) ve NOAA İklim Tahmin Merkezi (CPC-4km) global birleştirilmiş kızılötesi ürünlerine uygulanmaktadır. Ardından, tüm kayıt dönemi için Küresel Yağış İklimlendirme Projesi (GPCP) veri seti kullanılarak tahminler önyargıya göre ayarlanır.

Akarcay Havzasının 1983-2020 yılları arasında bulunan aylık toplam yağış veri kümesi tiff dosya formatında CHRS data portalından indirilmiştir. ArcGIS ortamında açılan ve düzenlenen veri örneği Şekil 4.3’de verilmiştir. İndirilen tiff dosyası raster veri formunda bulunmaktadır.

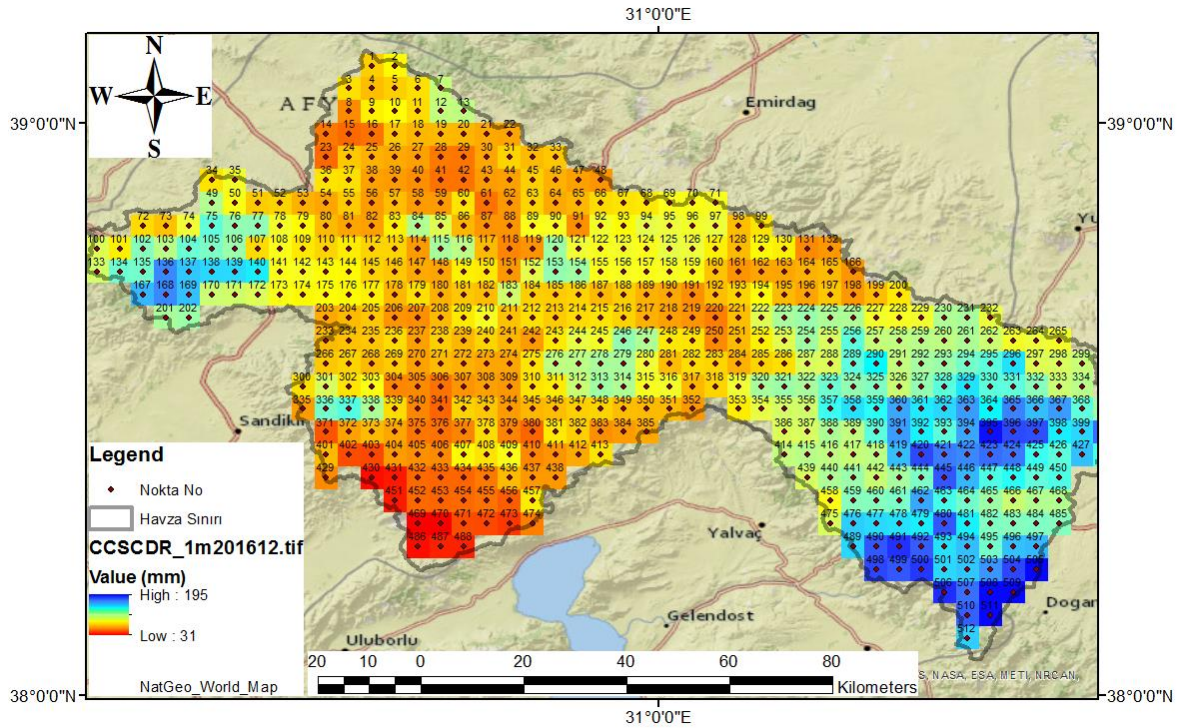


Şekil 4.3 ArcGIS de açılan uydu verisinin görüntüsü

Şekil 4.3 de görüleceği üzere 2016 yılı aralık ayında en yüksek 195 mm en düşük 31 mm yağış hesaplanmıştır. Her bir piksel 3,5x4,5 km uzunluğa sahiptir. Her pikselde bir adet

yağış verisi bulunmaktadır. Pikseldeki sayısal değere bağlı olarak ArcGIS yazılımı renk skalası düzenlemektedir.

İndirilen tiff dosyasındaki verilerin excel kullanılarak hesabının yapılabilmesi için ArcGIS yazılımında bir dönüşüm sağlanmıştır. ArcGIS yazılımının raster to point uygulaması ile Şekil 4.3 de görülen renk skalası tablo formatına dönüştürülmüştür. Bu sayede artık Drinc yazılımında çalışmak için gerekli veri elde edilmiş oldu. Şekil 4.4’de 512 adet piksele karşılık gelen noktalar verilmiştir. Bu noktalara pikseldeki rakamlar atanmıştır.



Şekil 4.4 ArcGIS yazılımında 512 nokta kullanılarak oluşturulan yağış verisi

Bu noktaları kullanarak 512 fiktif yağış istasyonu varmış gibi de düşünülebilir. Çalışma bu şekilde 512 ayrı noktada SPI analizi yapmaya uygun hale getirilmiştir. Bu sayede sadece yağış gözlem istasyonunda değil aynı zamanda Akarçay Havzasında 512 farklı noktadaki kuraklığın durumuna bakma imkanı oluşmuştur.

4.3. Drinc Yazılımı Kullanımı

Drinc yazılımında SPI analizi yapmak için öncelikle ArcGISte rakamsal olarak tablo formatına dönüştürülen veriler, Drinc yazılımında kullanılan formata dönüştürülmüştür. Drinc yazılımına excel dosyası yüklenmeden önce mutlaka template dosyasının web sitesinden indirilmesi ve verilerin bu dosya üzerinde düzenlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde Drinc yazılımı yüklenen dosyayı okuyamayabilir.

Drinc yazılımına yüklenen örnek olarak 1 nolu noktaya ait aylık yağış (mm) değerlerini gösteren tablo Çizelge 4.1’de verilmiştir.

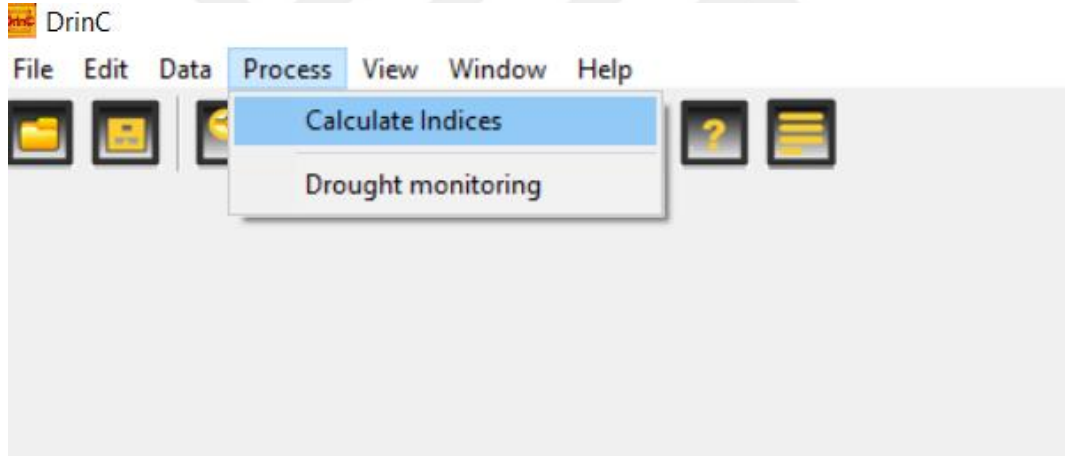
Çizelge 4.1 Drinc yazılımına yüklenen 1 Nolu noktanın yağış verileri (mm)

Station:	1												
Altitude:													
Operating since:													
Monthly Precipitation (mm)													
Hydrological year	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Annual
1983-84	21	61	163	288	0	69	92	0	5	0	0	0	699
1984-85	0	21	0	113	48	11	25	37	16	0	0	0	271
1985-86	51	11	63	66	104	66	0	0	11	0	0	0	372
1986-87	3	36	91	90	49	105	232	61	38	2	0	0	707
1987-88	9	10	32	16	104	21	84	60	29	1	0	0	366
1988-89	12	85	23	0	23	33	11	28	0	0	0	0	215
1989-90	187	114	100	17	0	41	45	112	8	0	18	0	642
1990-91	4	29	48	73	52	19	75	22	24	1	0	0	347
1991-92	40	7	106	15	16	44	18	33	47	10	0	0	336
1992-93	274	43	204	37	113	37	51	35	20	0	0	0	814
1993-94	0	13	84	21	36	41	76	13	0	0	0	21	305
1994-95	143	16	71	62	13	128	71	26	29	12	0	24	595
1995-96	19	45	14	35	93	28	8	57	0	0	1	4	304
1996-97	39	40	104	71	6	6	475	107	135	0	22	0	1005
1997-98	67	198	57	62	42	107	128	173	3	0	0	1	838
1998-99	56	47	155	46	88	79	189	10	57	19	13	0	759
1999-00	24	14	19	23	61	66	77	83	8	0	0	4	379
2000-01	4	17	48	26	87	66	76	62	8	21	0	2	417
2001-02	1	124	169	79	30	62	92	15	10	135	1	32	750
2002-03	103	67	107	60	116	43	74	90	18	0	1	0	679
2003-04	53	32	98	161	61	23	48	47	46	2	6	0	577
2004-05	3	23	21	64	93	133	77	48	3	0	2	3	470
2005-06	35	117	25	158	78	81	68	36	26	6	1	37	668
2006-07	42	142	2	98	41	82	17	57	40	0	22	2	545

Çizelge 4.1 (Devam) Drinc yazılımına yüklenen 1 Nolu noktanın yağış verileri (mm)

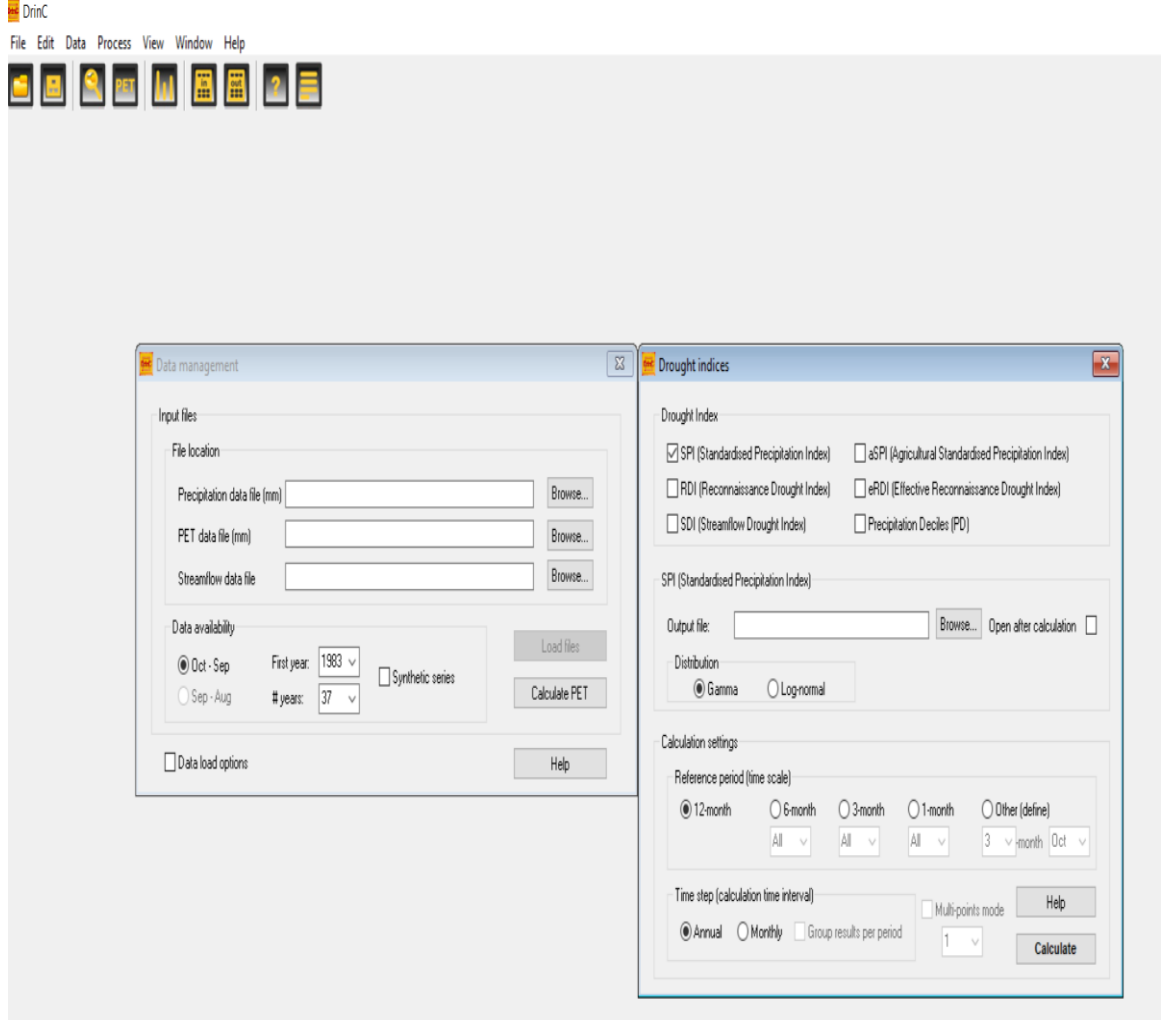
2007-08	18	131	92	21	29	53	45	96	36	0	0	54	575
2008-09	120	113	38	120	122	71	82	133	35	3	1	28	866
2009-10	59	170	82	92	144	34	38	20	78	0	1	17	735
2010-11	160	13	80	78	32	57	70	120	99	0	0	5	714
2011-12	65	1	62	131	101	65	50	95	22	8	0	0	600
2012-13	59	201	79	145	86	91	93	53	19	0	1	8	835
2013-14	46	52	36	63	12	45	41	93	102	0	10	49	549
2014-15	71	65	76	91	125	123	132	75	196	0	23	1	978
2015-16	14	32	1	116	39	75	47	99	71	0	50	47	591
2016-17	9	36	72	100	18	62	44	53	76	0	75	5	550
2017-18	18	74	130	44	66	112	22	182	121	36	28	10	843
2018-19	36	78	127	150	66	29	53	46	48	44	0	3	680
2019-20	56	42	108	92	74	32	16	27	155	0	7	5	614

SPI analizine başlarken öncelikle Drinc yazılımı çalıştırılmıştır. Açılan ekranda üst toolbar daki sekmelerden proces tıklanmış ve Calculate Indices seçeneği seçilmiştir



Şekil 4.5 Drinc Yazılımı ekran görüntüsü (Process Menu)

Bu işlemin sonucunda yeni bir sayfa açılır. Buradan sol tarafta bulunan precipitation data file (mm) yani yağış veri dosyası dosyası seçilerek çalıştırmak istediğimiz noktanın mm cinsinden yıllık yağış verilerinin bulunduğu dosya seçilerek yüklenmiştir (Şekil 4.6).

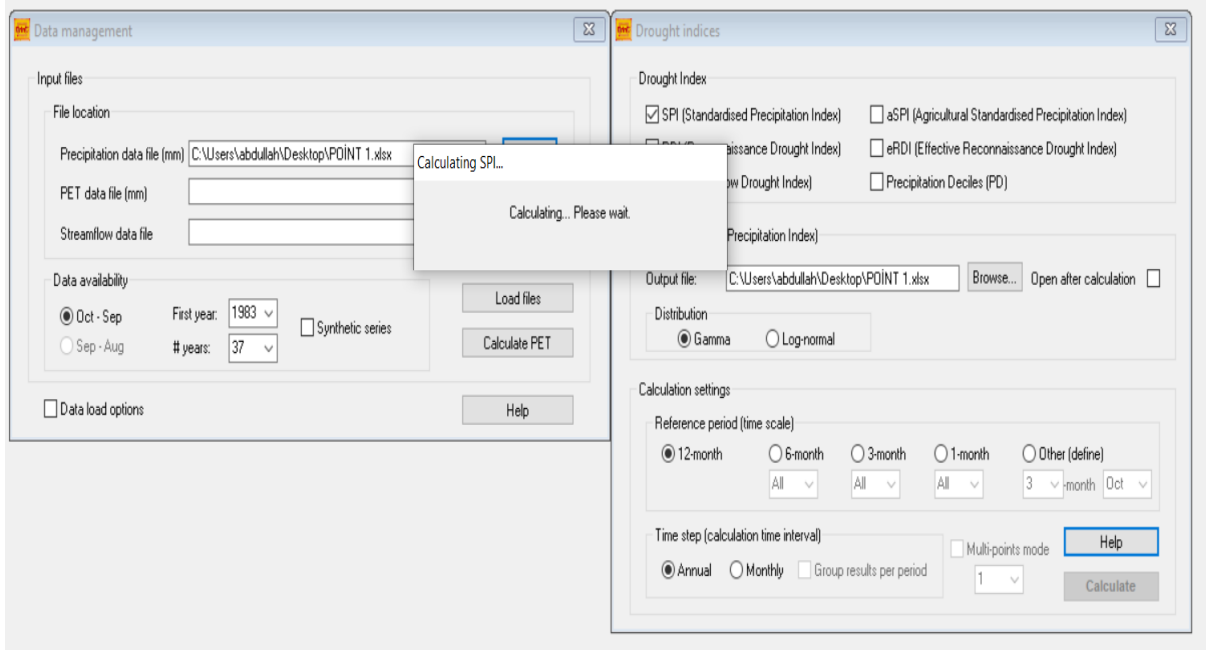


Şekil 4.6 Drinc Yazılımı ekran görüntüsü (Drought indices Menüsü)

Daha sonra Data availability kısmından başlangıç yılı (1983) sisteme girildi. Bu yıldan 2020 yılına kadar olan veriler alınmak istendiği için aradaki yıl farkı olan 37 yıl sisteme girildi.

Sağ tarafta bulunan Drought indices (kuraklık İndisleri) bölümünden standart yağış İndisini hesaplayacağımız için SPI seçeneği seçildi. Bunun sonucunda İndisler altında oluşan SPI ya ait output file (çıktı dosyası) seçildi. Çıktı dosyamızı kaydetmek istediğimiz konumu seçtikten sonra distribution bölümünden Gamma dağılımı seçildi.

Calculation settings (hesaplama ayarları) bölümünden zaman aralığımızı yıllık hesaplayacağımız için 12 month seçildi ve time step bölümünden annual yani yıllık bölümü işaretlenip program çalıştırıldı. Analiz sonucunda kuraklık durumunu hesaplamak istediğimiz SPI değerlerine ulaşıldı (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Drinc yazılımı ekran görüntüsü (Calculating Process)

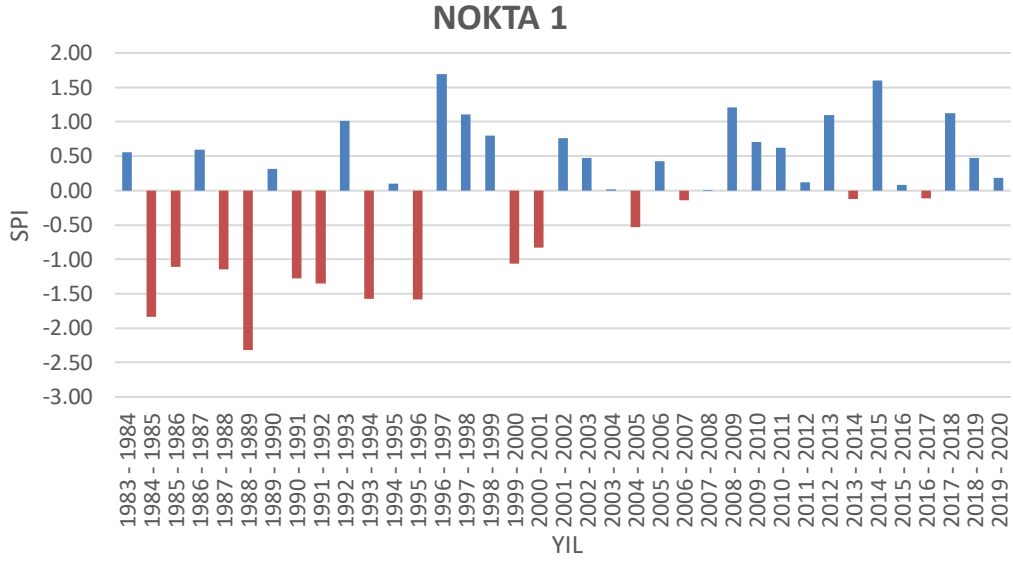
Drinc yazılımı hesaplama neticesinde aynı yükleme dosyasında olduğu gibi excel formatında veri üretir ve bunu belirlenen klasöre kaydeder. 1 nolu noktaya ait veriler çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Drinc yazılımının oluşturduğu çıktı dosyası

12-month SPI:					
Year	SPI	Year	SPI	Year	SPI
1983 - 1984	0,56	1996 - 1997	1,69	2008 - 2009	1,21
1984 - 1985	-1,83	1997 - 1998	1,11	2009 - 2010	0,71
1985 - 1986	-1,11	1998 - 1999	0,80	2010 - 2011	0,62
1986 - 1987	0,59	1999 - 2000	-1,07	2011 - 2012	0,12
1987 - 1988	-1,15	2000 - 2001	-0,83	2012 - 2013	1,09
1988 - 1989	-2,32	2001 - 2002	0,77	2013 - 2014	-0,12
1989 - 1990	0,31	2002 - 2003	0,47	2014 - 2015	1,60
1990 - 1991	-1,28	2003 - 2004	0,01	2015 - 2016	0,08
1991 - 1992	-1,35	2004 - 2005	-0,53	2016 - 2017	-0,12
1992 - 1993	1,01	2005 - 2006	0,42	2017 - 2018	1,12
1993 - 1994	-1,57	2006 - 2007	-0,14	2018 - 2019	0,48
1994 - 1995	0,10	2007 - 2008	0,00	2019 - 2020	0,19
1995 - 1996	-1,58				

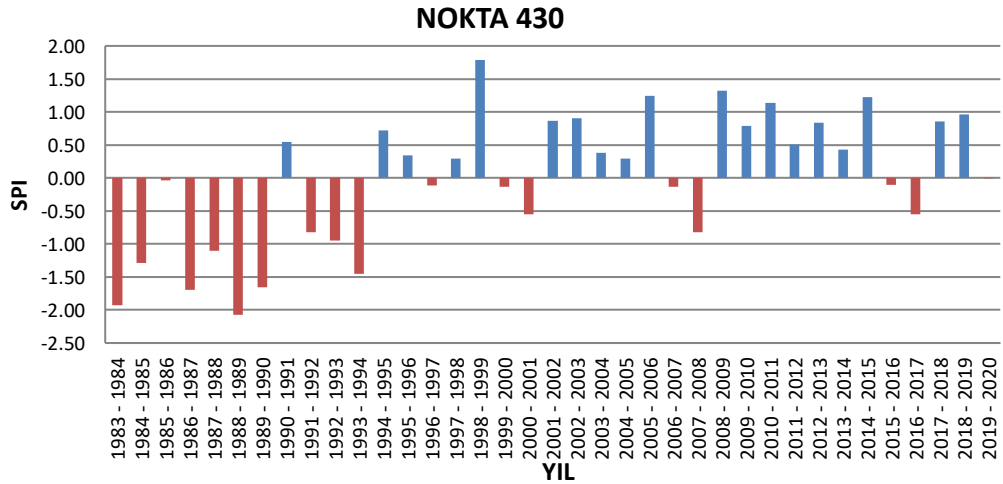
Çizelge 4.2’de görüleceği üzere yıllık periyotla SPI analizi yapılmıştır. Bu verilere göre oluşturulan excel grafiği ise Şekil 4.10 da verilmiştir.

Akarçay Havzasında bulunan 512 noktadan bazılarının (Nokta 1, Nokta 430, Nokta 78) yorumlanması aşağıda verilmiştir:



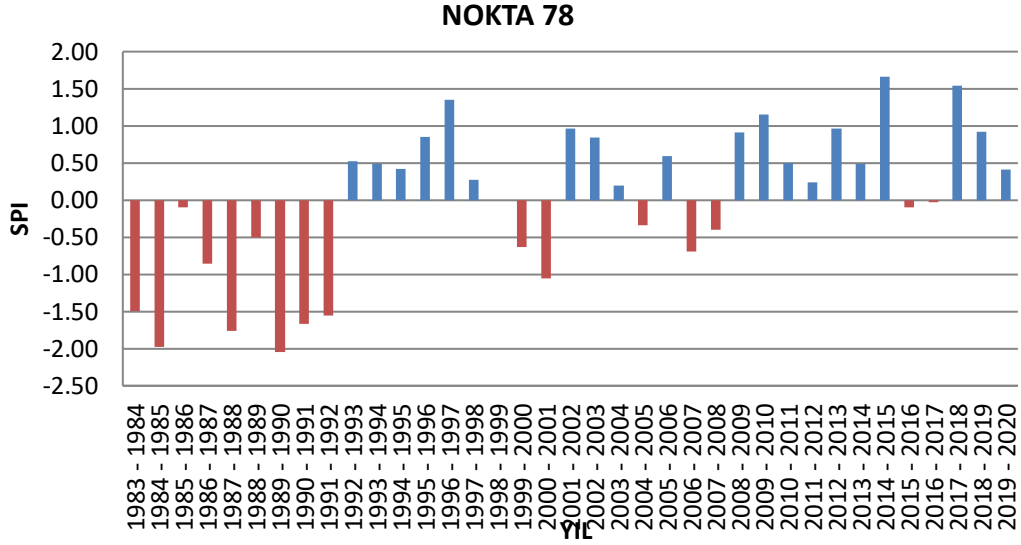
Şekil 4.8 Drinc yazılımı ile oluşturulan nokta 1'e ait SPI grafiği

Şekil 4.8'de görüleceği üzere 1 numaralı noktada 1983-1997 yılları arası kurak ve yarı kurak bir iklim gözlemlenirken 2000 ve sonrasında çok nemli ve nemli bir iklim gözlemlenmiştir.



Şekil 4.9 Drinc yazılımı ile oluşturulan nokta 430'a ait SPI grafiği

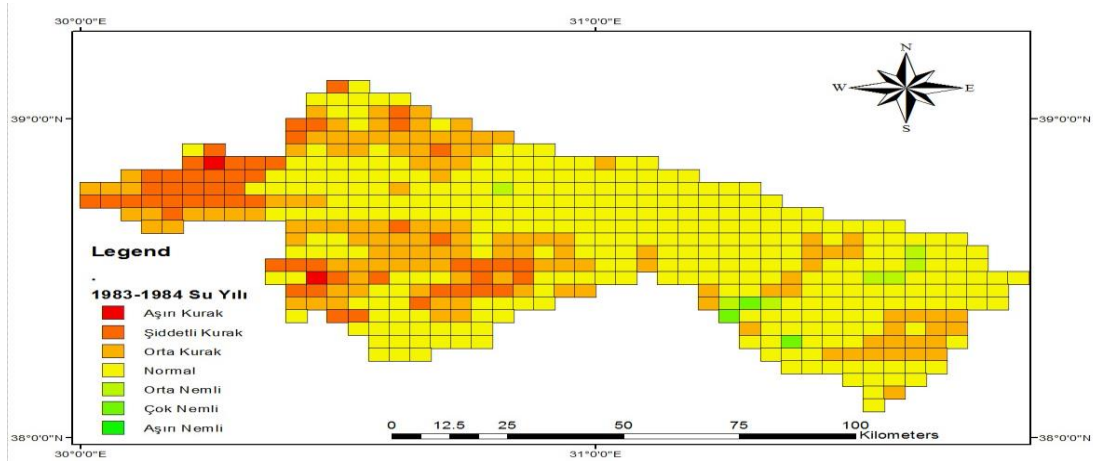
Şekil 4.9'da görüleceği üzere 430 numaralı noktada 1983-1994 yılları arası kurak ve şiddetli kurak bir iklim gözlemlenirken 2008-2015 yılları arası orta nemli bir iklim gözlemlenmiştir. En nemli yıl 1998-1999 yağış yılında görülmüştür. En kurak yıl ise 1988-1989 yağış yılında görülmüştür.



Şekil 4.10 Drinc yazılımı ile oluşturulan nokta 78'e ait SPI grafiği

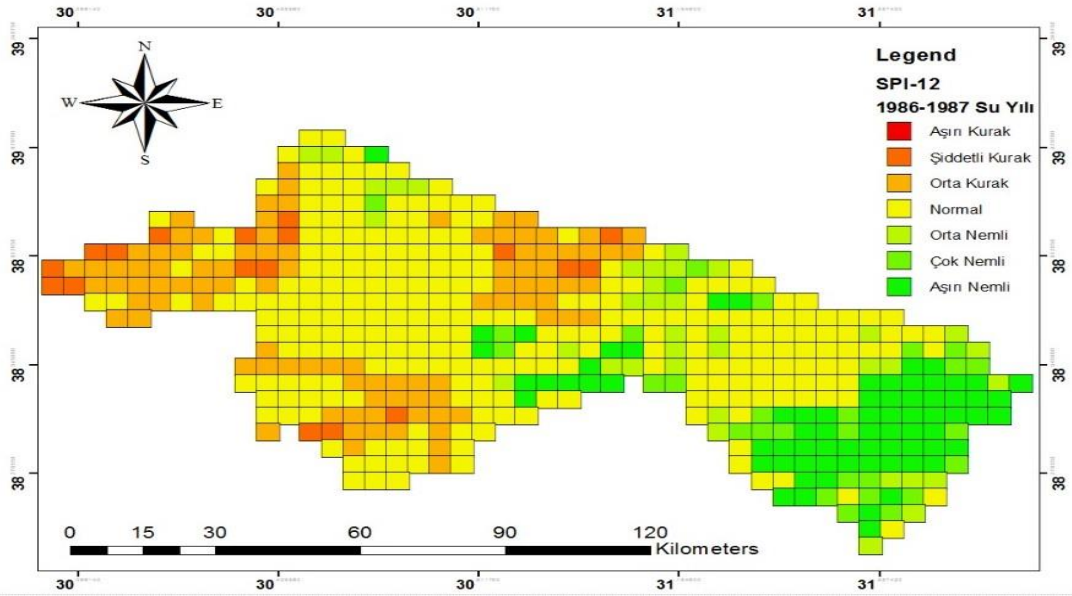
Şekil 4.10'da görüleceği üzere 78 numaralı noktada 1983-1992 yılları arası kurak ve şiddetli kurak bir iklim gözlemlenirken 2008-2015 yılları arası orta nemli bir iklim gözlemlenmiştir. En nemli yıl 2014-2015 yağış yılında görülmüştür. En kurak yıl ise 1989-1990 yağış yılında görülmüştür.

Akarçay Havzasının aylık yağış toplamaları kullanılarak Drinc yazılımı yardımıyla oluşturulan spı değerlerine göre oluşan kuraklık durumu haritaları aşağıda verilmiştir.



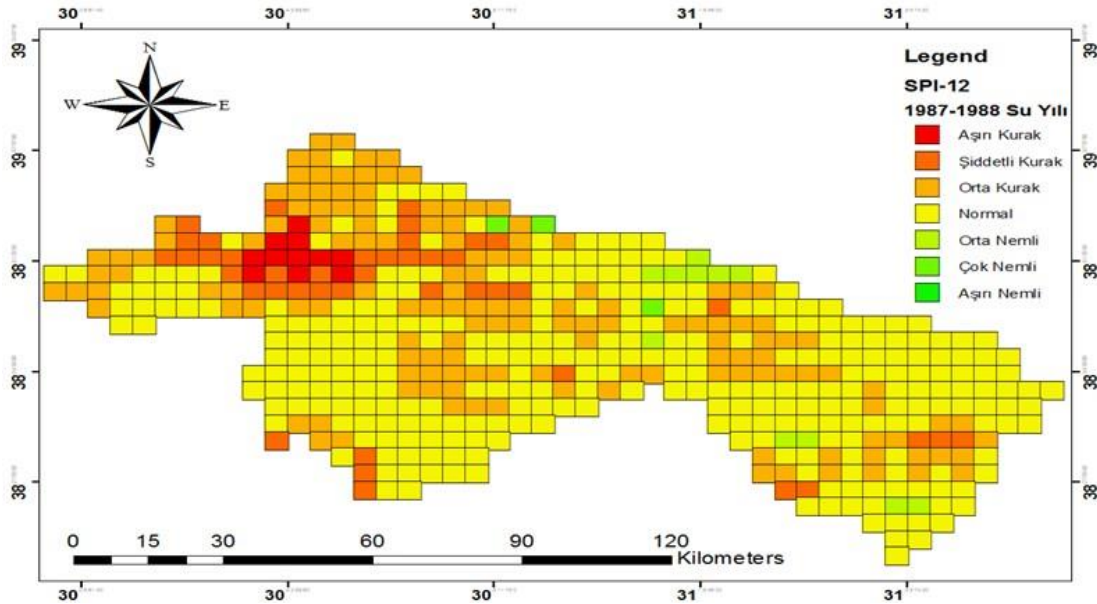
Şekil 4.11 Akarçay Havzası 1983-1984 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.11'de belirtilen 1983-1984 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Fakat Tınaztepe ve Şuhut bölgeleri orta ve şiddetli kuraklık durumu gözlemlenmiştir.



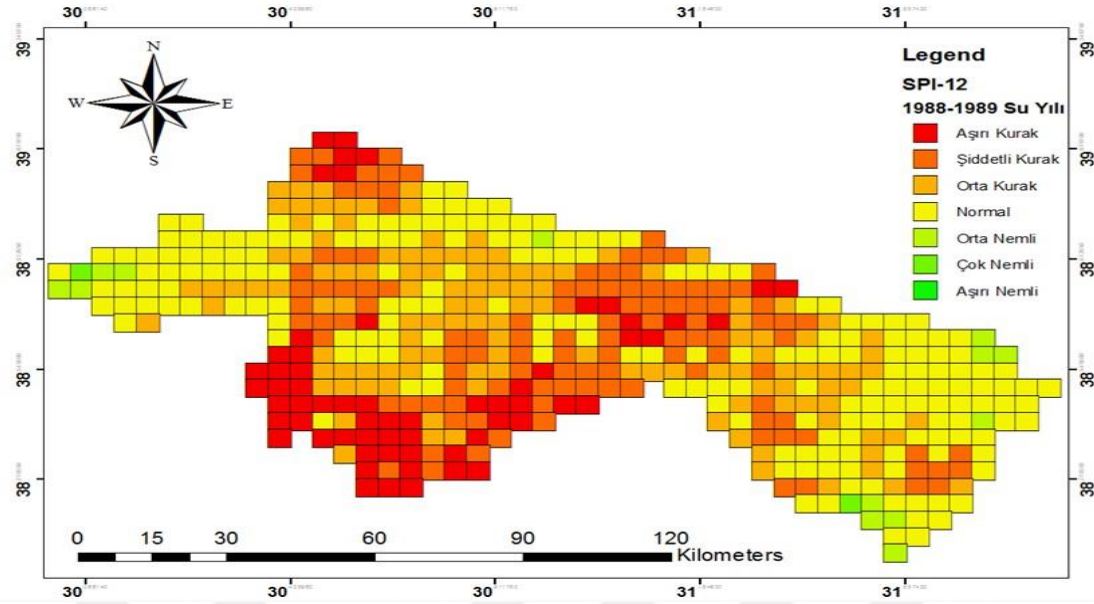
Şekil 4.14 Akarçay Havzası 1986-1987 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.14’de belirtilen 1986-1987 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Fakat Akşehir ve Tuzlukçu bölgeleri çok ve aşırı nemlidir. Tınaztepe ve Şuhut bölgeleri ise orta ve şiddetli kuraktır.



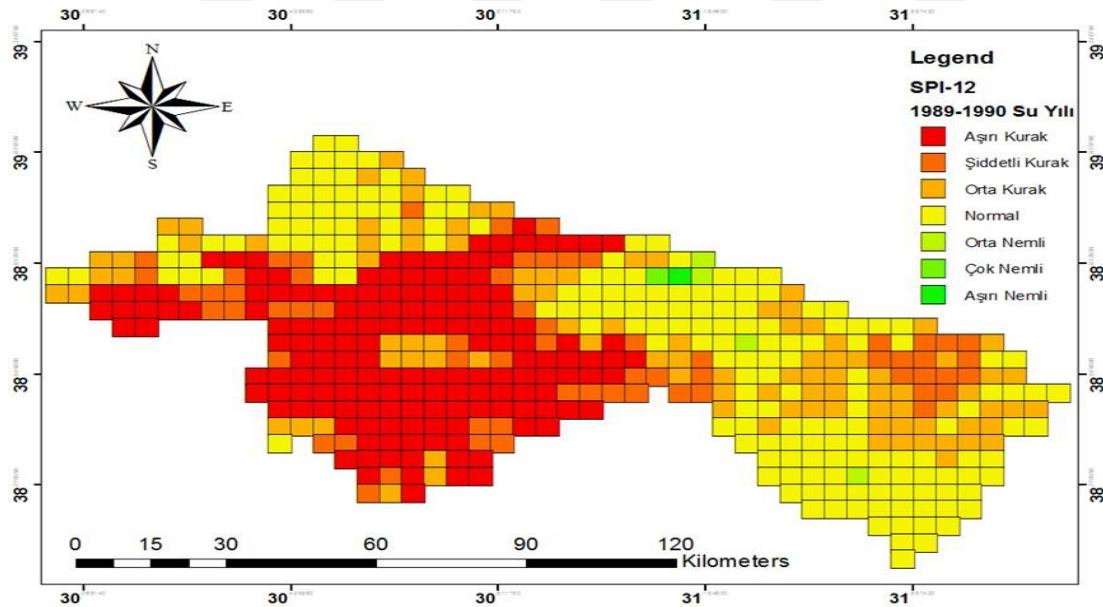
Şekil 4.15 Akarçay Havzası 1987-1988 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.15’te belirtilen 1987-1988 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Fakat Şuhut bölgesi genel olarak şiddetli kurak, İhsaniye ve Akşehir bölgeleri orta ve şiddetli kuraktır.



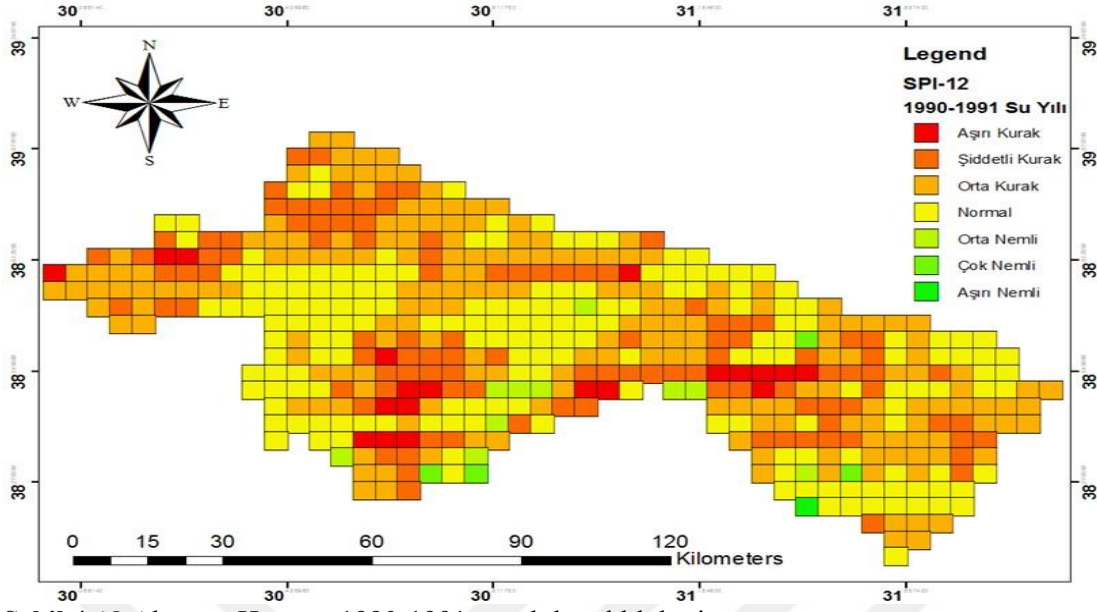
Şekil 4.16 Akarçay Havzası 1988-1989 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.16’da belirtilen 1988-1989 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak aşırı ve şiddetli kuraktır. Fakat Tuzlukçu ve Tınaztepe bölgeleri normal kuraktır.



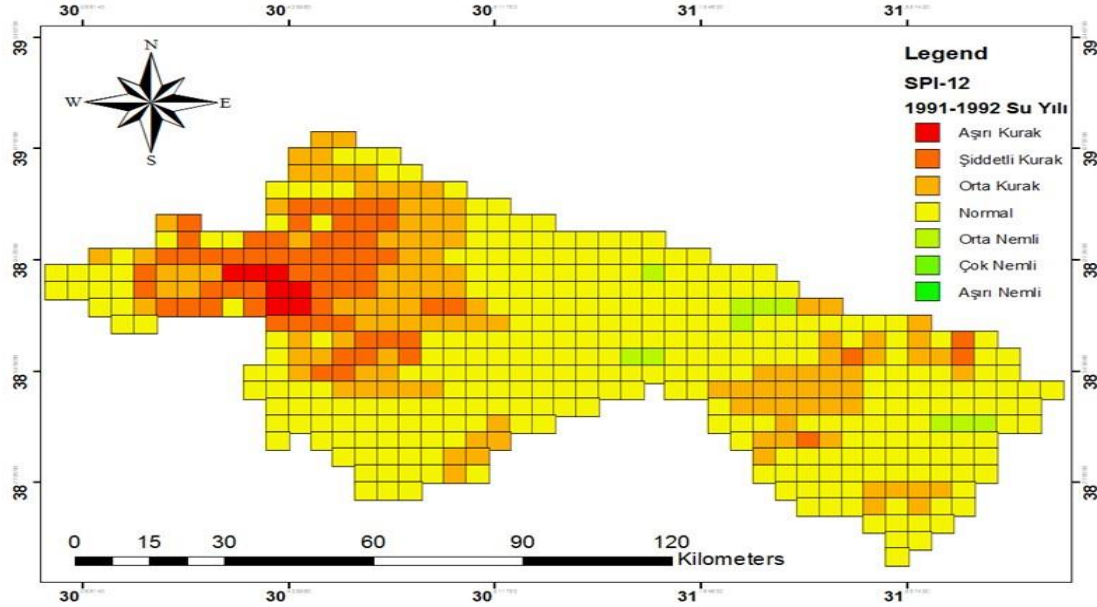
Şekil 4.17 Akarçay Havzası 1989-1990 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.17’de belirtilen 1989-1990 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası Afyonkarahisar bölgesi ve çevresi aşırı kurak diğer bölgeler normal kuraktır.



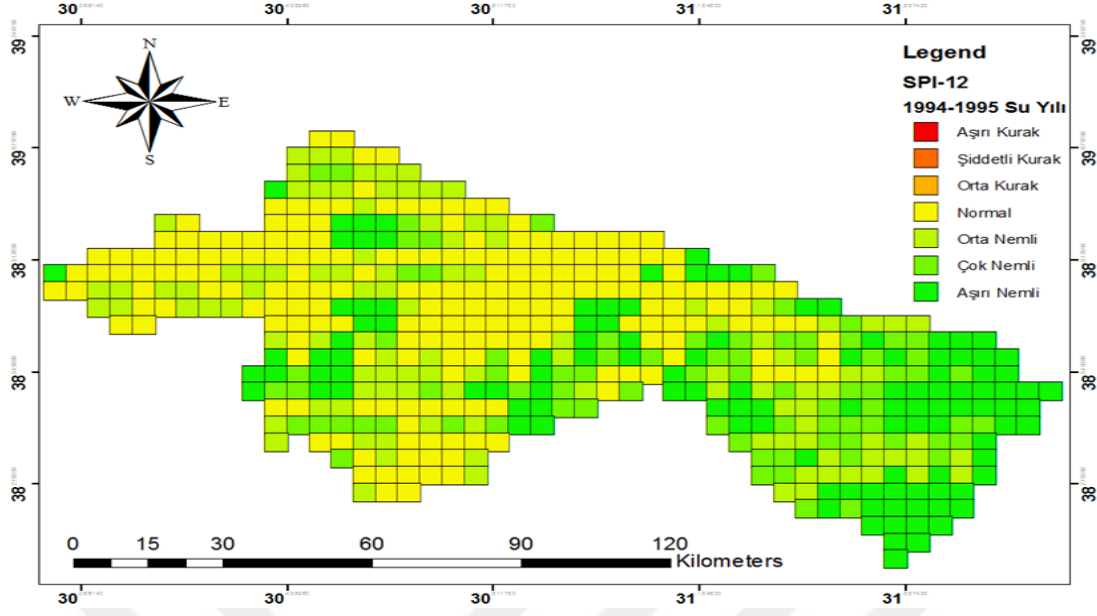
Şekil 4.18 Akarçay Havzası 1990-1991 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.18’de belirtilen 1990-1991 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak orta ve normal kuraktır.



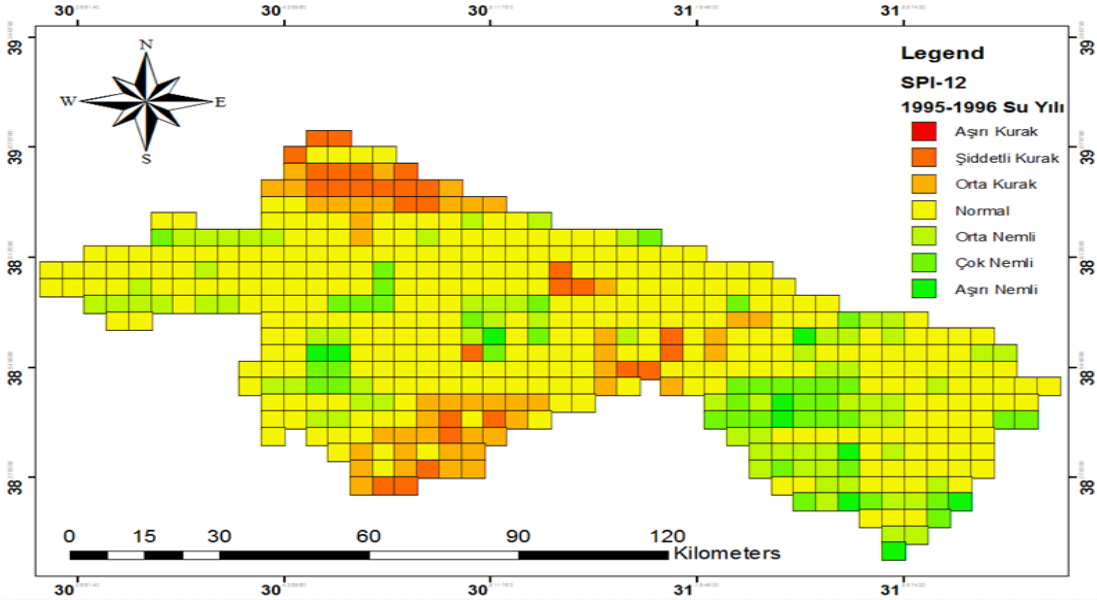
Şekil 4.19 Akarçay Havzası 1991-1992 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.19’da belirtilen 1991-1992 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası Afyonkarahisar, İhsaniye ve Sultandağı bölgeleri orta ve şiddetli kurak kalan bölgeler normal kuraktır.



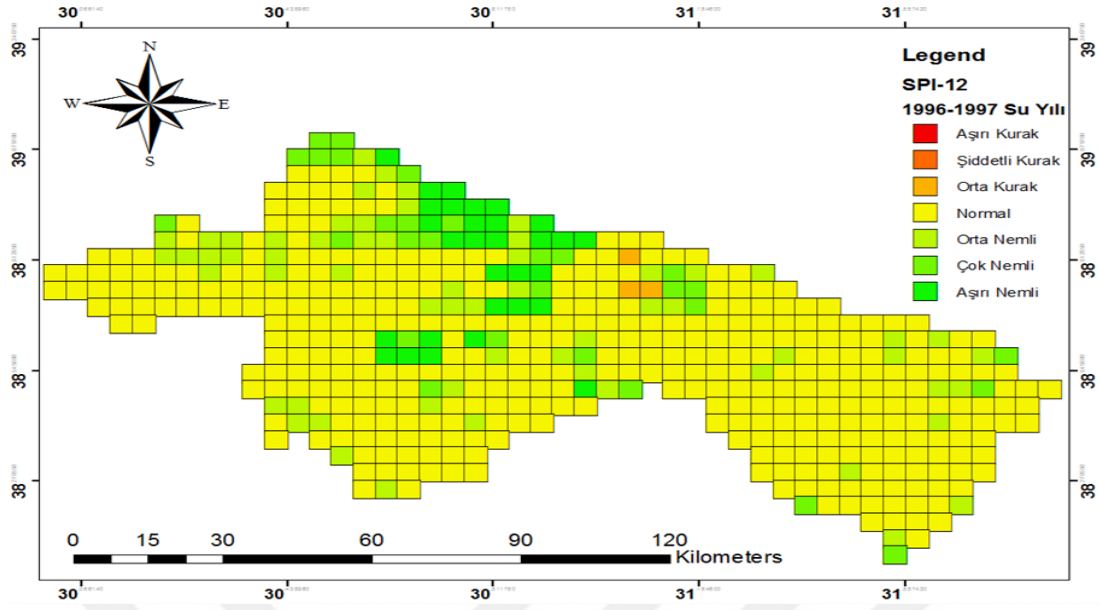
Şekil 4.22 Akarçay Havzası 1994-1995 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.22’de belirtilen 1994-1995 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak çok ve aşırı nemlidir. Fakat Bolvadin ve Sinanpaşa bölgeleri genel olarak normal kuraktır.



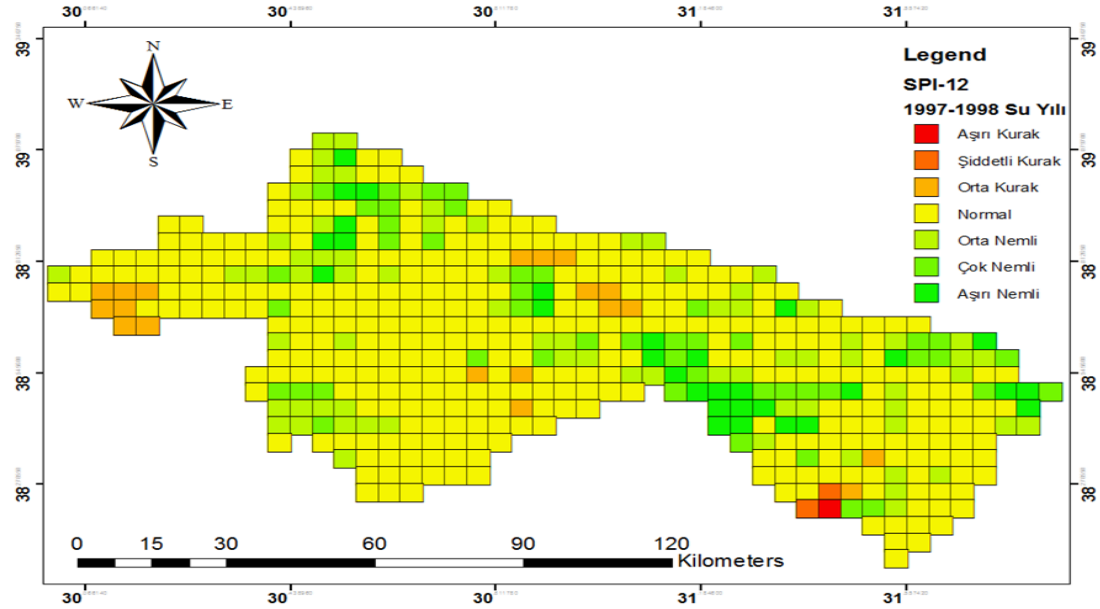
Şekil 4.23 Akarçay Havzası 1995-1996 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.23’te belirtilen 1995-1996 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Karaadilli ve İhsaniye bölgeleri orta ve şiddetli kurak, Sultandağı ve Akşehir bölgeleri ise orta nemli ve çok nemlidir.



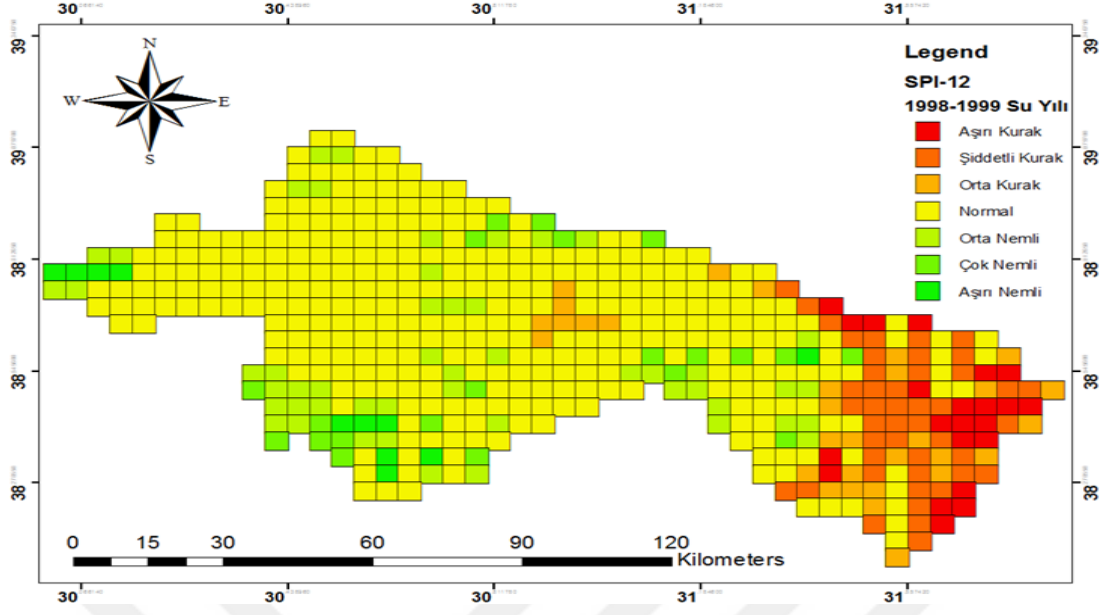
Şekil 4.24 Akarçay Havzası 1996-1997 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.24'te belirtilen 1996-1997 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. İhsaniye bölgesi ise genel olarak orta nemli ve çok nemlidir.



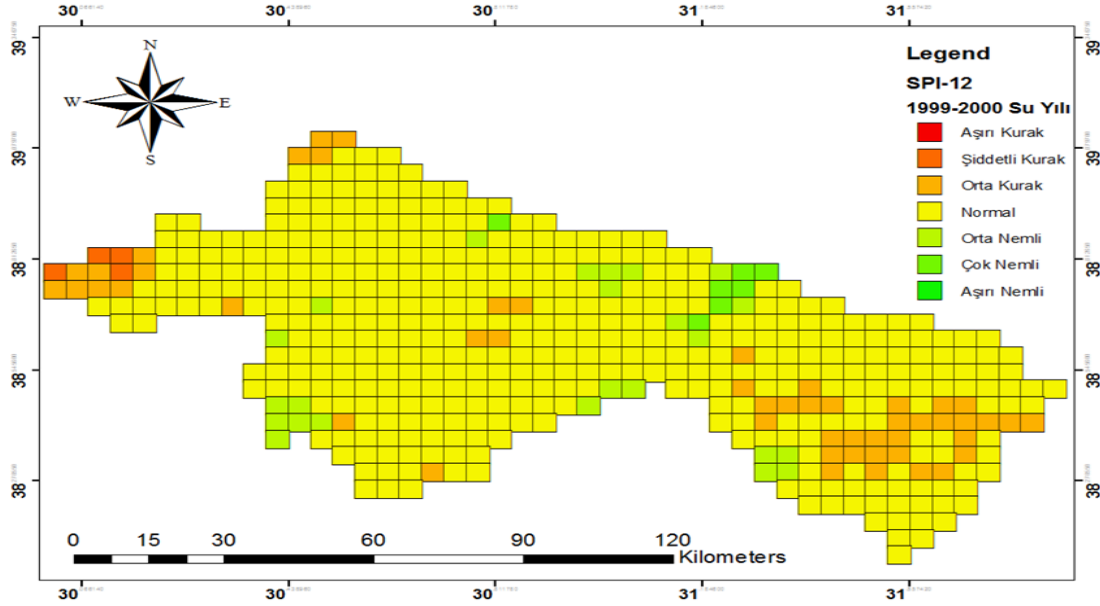
Şekil 4.25 Akarçay Havzası 1997-1998 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.25'te belirtilen 1997-1998 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Sultandağı ve İhsaniye bölgeleri çok ve orta nemlidir.



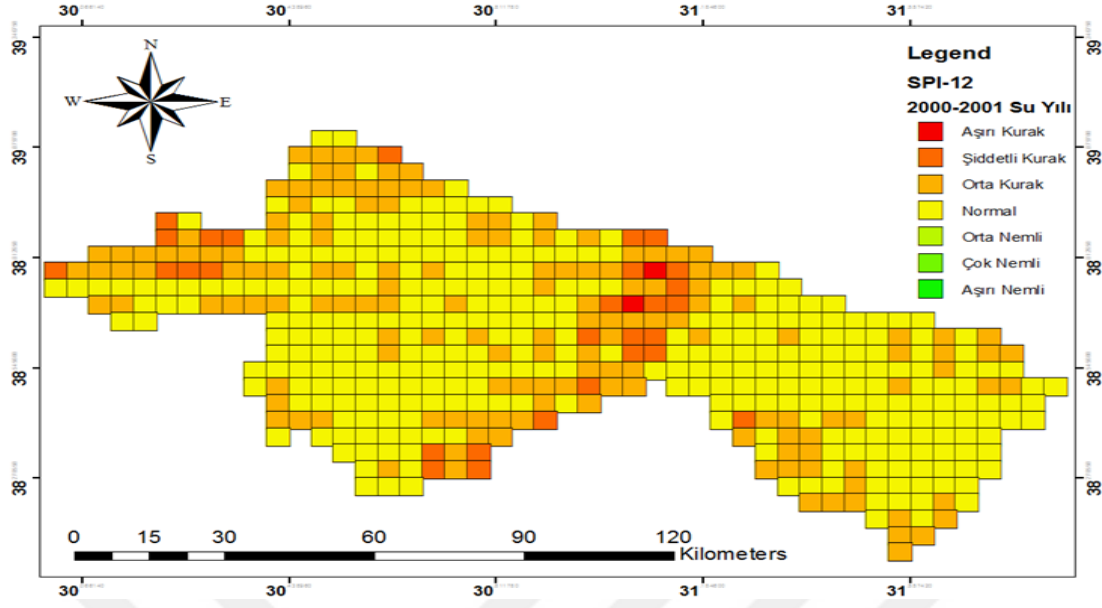
Şekil 4.26 Akarçay Havzası 1998-1999 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.26’da belirtilen 1998-1999 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Akşehir ve Tuzlukçu bölgeleri şiddetli ve aşırı kurak, Şuhut ve Sinanpaşa bölgeleri ise orta ve çok nemlidir.



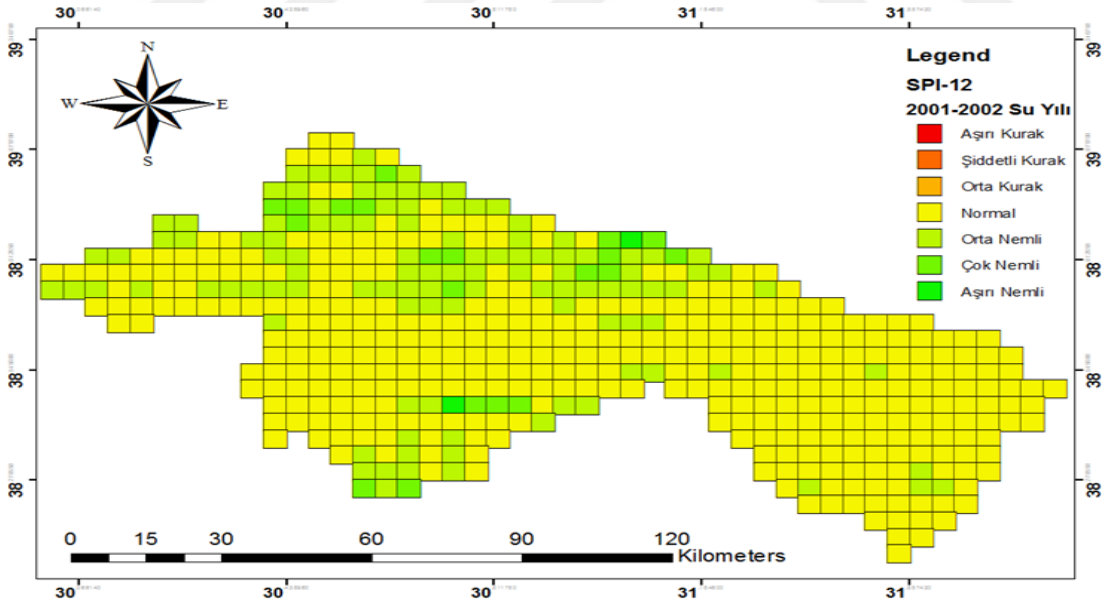
Şekil 4.27 Akarçay Havzası 1999-2000 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.27’de belirtilen 1999-2000 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Akşehir bölgesi ise orta kuraktır.



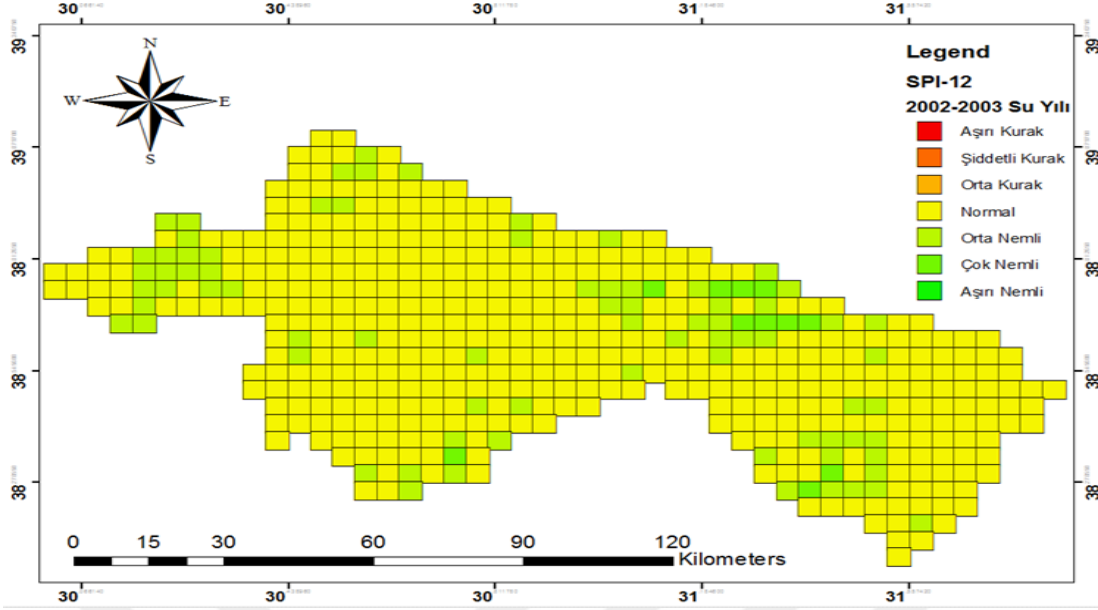
Şekil 4.28 Akarçay Havzası 2000-2001 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.28’de belirtilen 2000-2001 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Bolvadin, Çay, Karaadilli ve Sinanpaşa bölgeleri orta ve şiddetli kurak, kalan bölgeler ise genel olarak normal kuraktır.



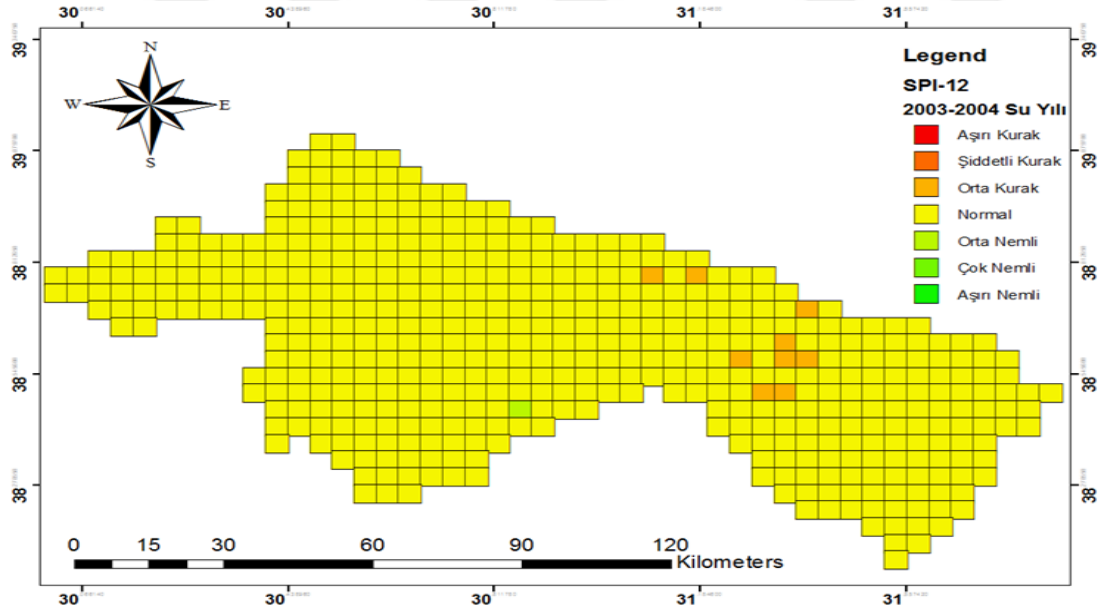
Şekil 4.29 Akarçay Havzası 2001-2002 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.29’da belirtilen 2001-2002 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Karaadilli, Bolvadin, İscehisar ve İhsaniye bölgeleri ise orta ve çok nemlidir.



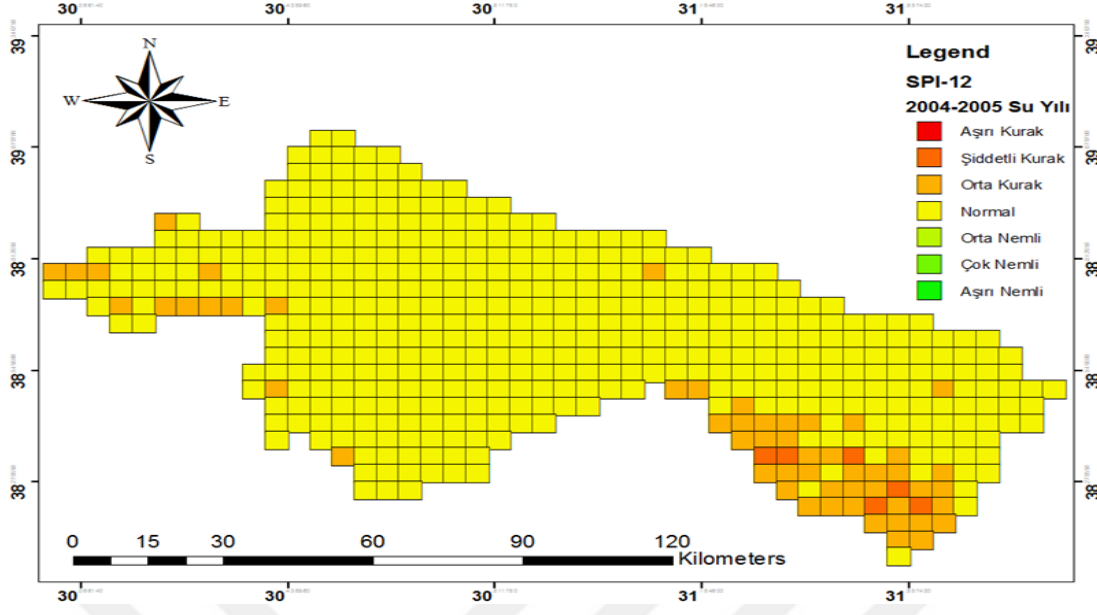
Şekil 4.30 Akarçay Havzası 2002-2003 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.30’da belirtilen 2002-2003 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzası genel olarak normal kuraktır. Sinanpaşa, Bolvadin ve Sultandağı, bölgeleri ise orta ve çok nemlidir.



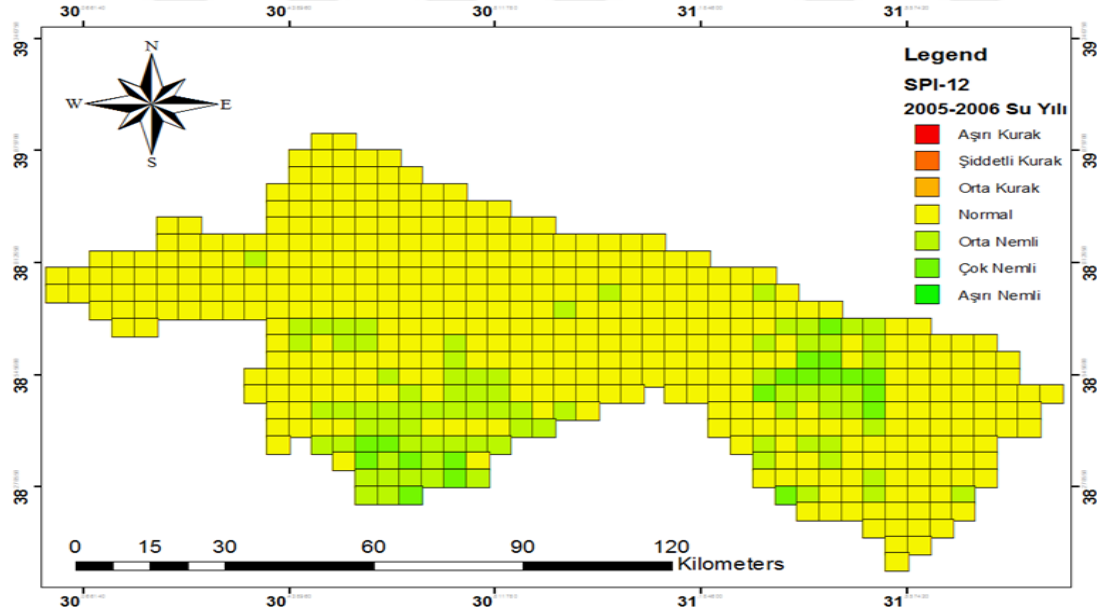
Şekil 4.31 Akarçay Havzası 2003-2004 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.31’de belirtilen 2003-2004 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının neredeyse tamamı normal kuraktır.



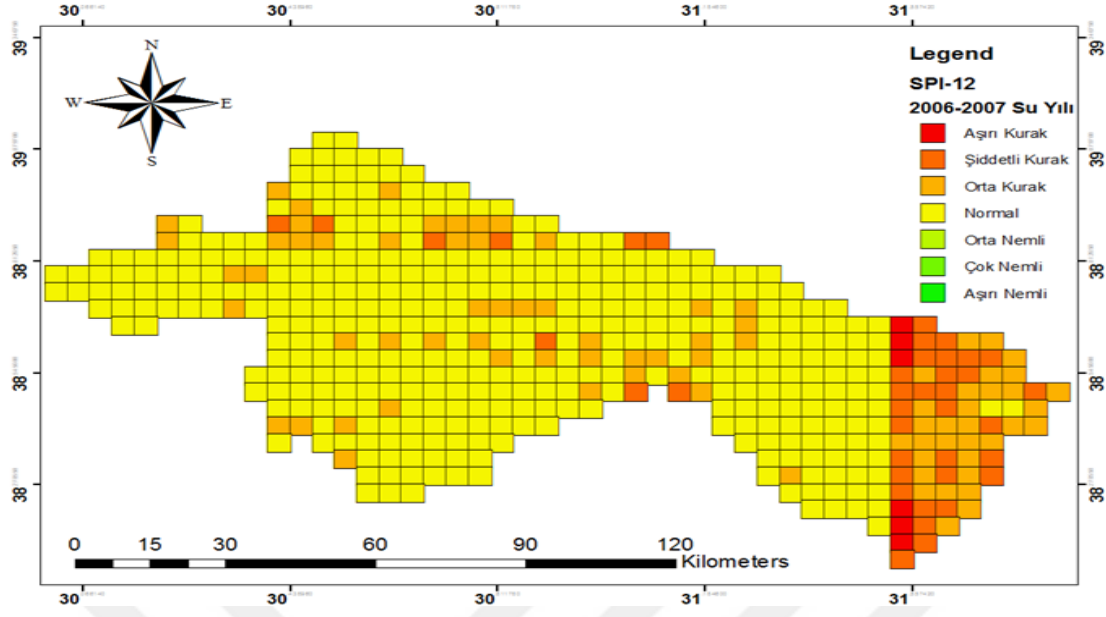
Şekil 4.32 Akarçay Havzası 2004-2005 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.32’de belirtilen 2004-2005 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının çok büyük bir kısmı normal kuraktır. Akşehir ve Tınaztepe bölgesinin çok az bir bölümü orta kuraktır.



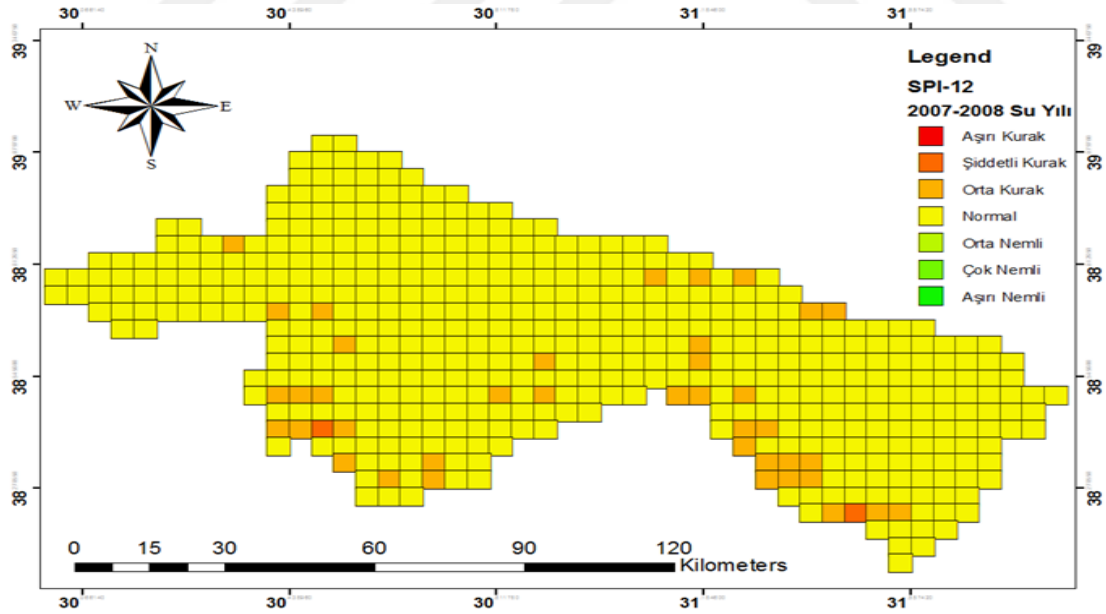
Şekil 4.33 Akarçay Havzası 2005-2006 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.33’te belirtilen 2005-2006 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının geneli normal kuraktır. Karaadilli, Şuhut ve Akşehir bölgeleri orta nemli ve çok nemlidir.



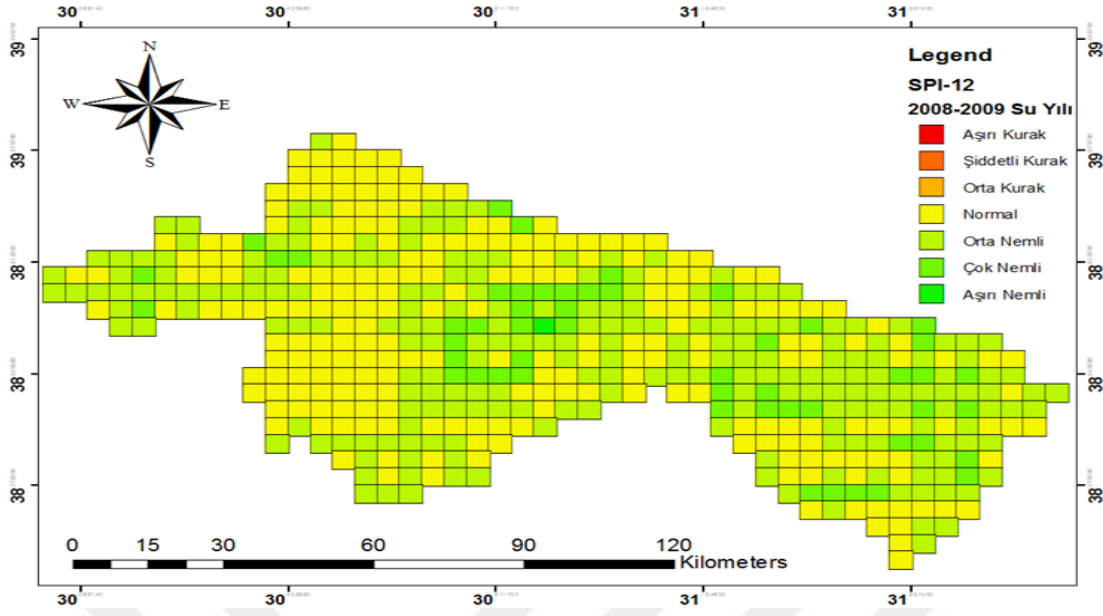
Şekil 4.34 Akarçay Havzası 2006-2007 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.34'te belirtilen 2006-2007 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının geneli normal kuraktır. Akşehir ve Tuzlukçu bölgeleri orta ve şiddetli kuraktır.



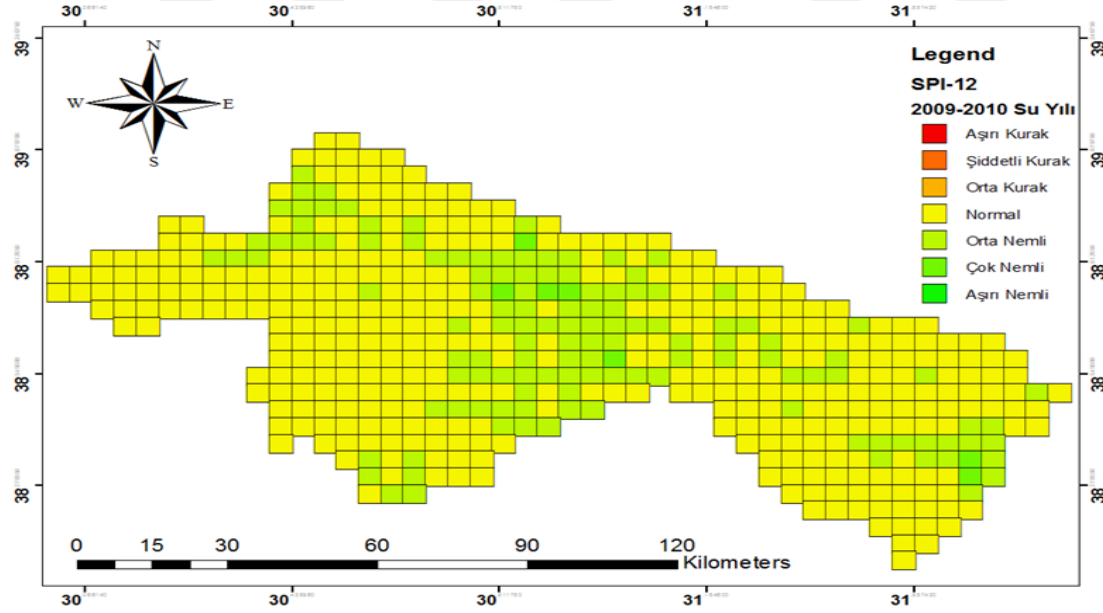
Şekil 4.35 Akarçay Havzası 2007-2008 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.35'te belirtilen 2007-2008 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının neredeyse tamamı normal kuraktır.



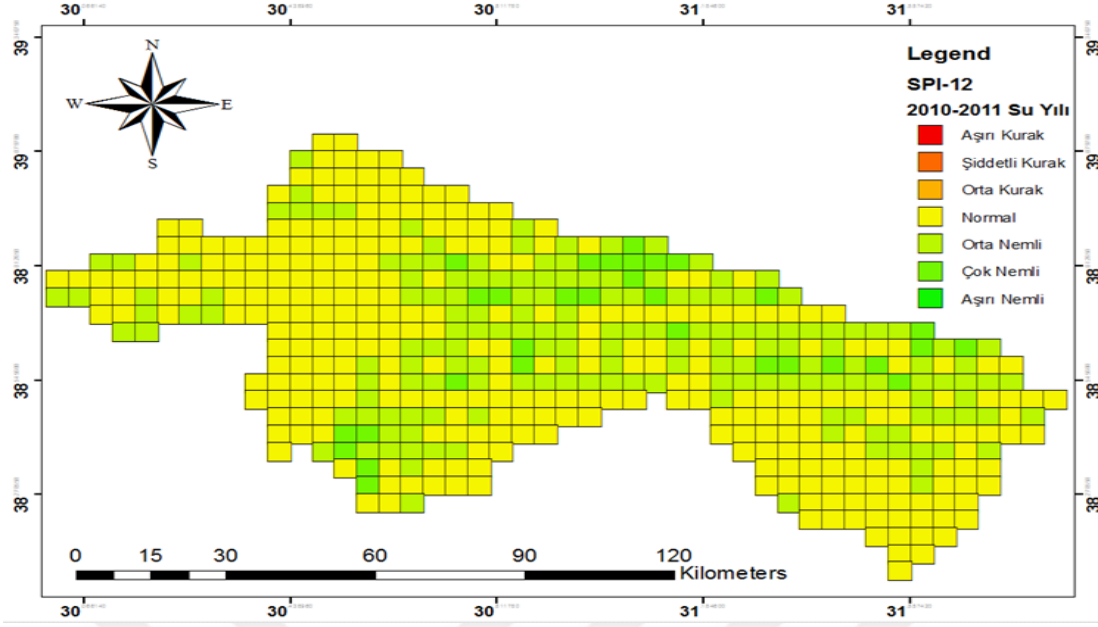
Şekil 4.36 Akarçay Havzası 2008-2009 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.36'da belirtilen 2008-2009 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının geneli orta nemli ve çok nemlidir. Afyonkarahisar ve İhsaniye bölgeleri normal kuraktır.



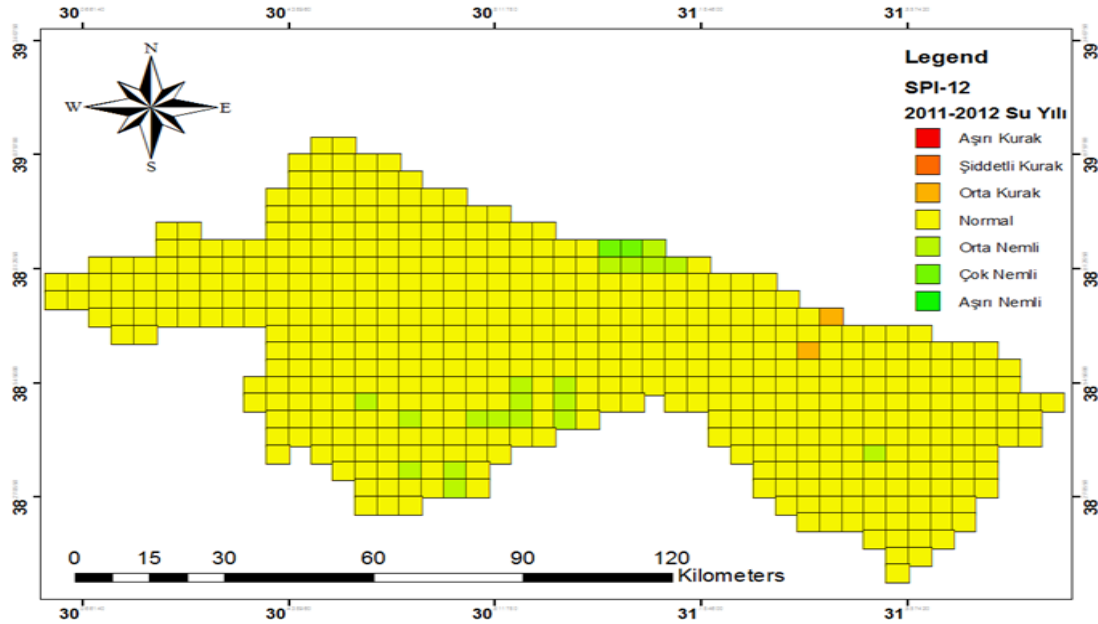
Şekil 4.37 Akarçay Havzası 2009-2010 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.37'de belirtilen 2009-2010 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının geneli normal kuraktır. Çay, Bolvadin, Çobanlar ve İncehisar bölgeleri orta nemli ve çok nemlidir.



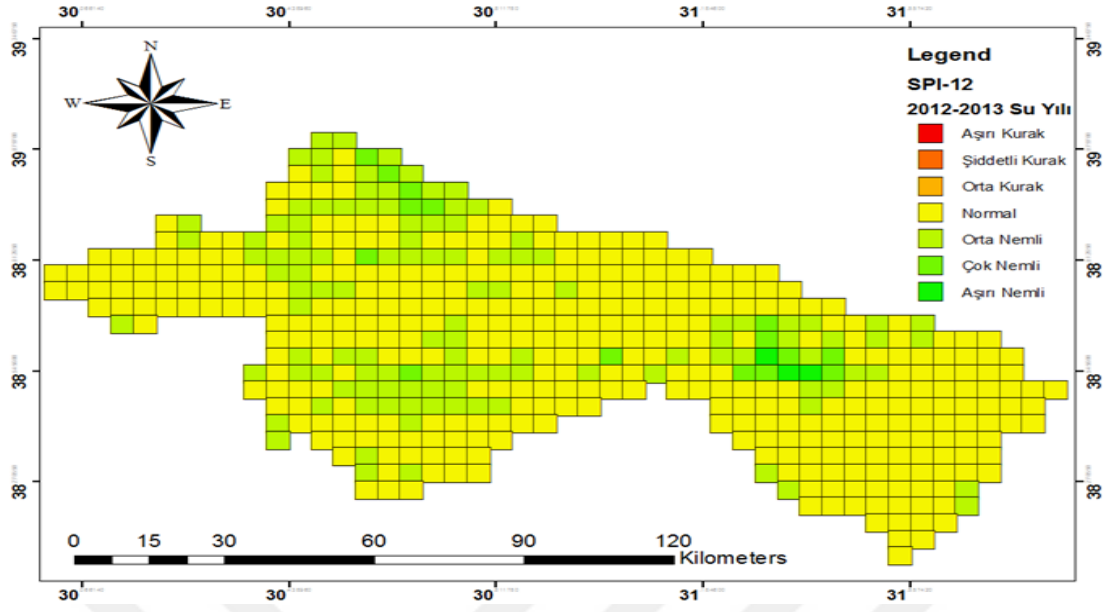
Şekil 4.38 Akarçay Havzası 2010-2011 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.38’de belirtilen 2010-2011 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Çobanlar, Bolvadin, Tuzlukçu, Şuhut ve Karaadilli bölgeleri çok nemli ve orta nemli, kalan bölgeler ise normal kuraktır.



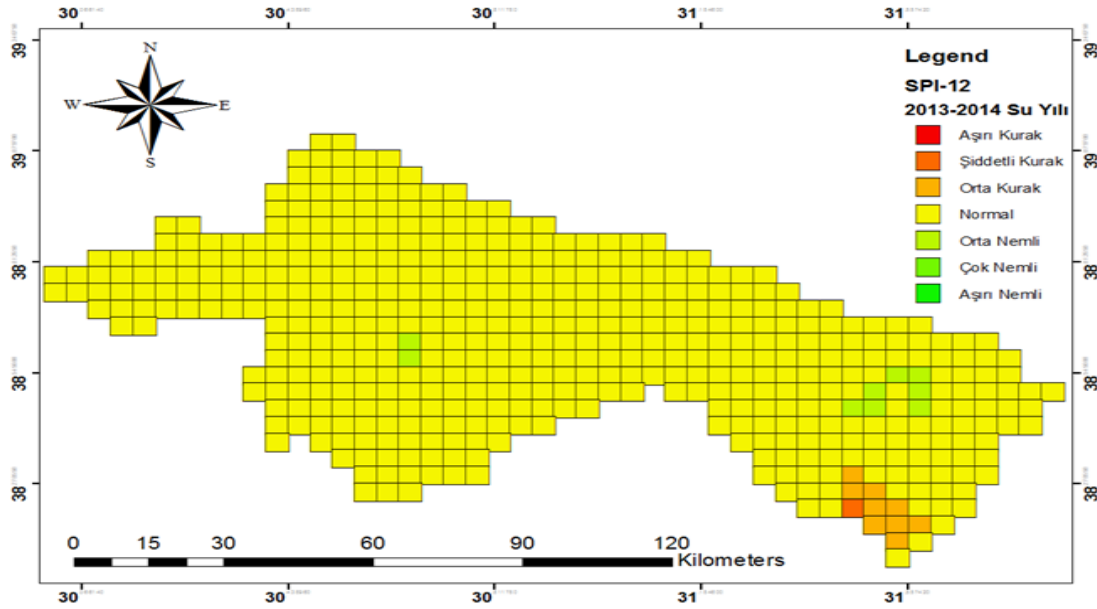
Şekil 4.39 Akarçay Havzası 2011-2012 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.39’da belirtilen 2011-2012 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının neredeyse tamamı normal kuraktır.



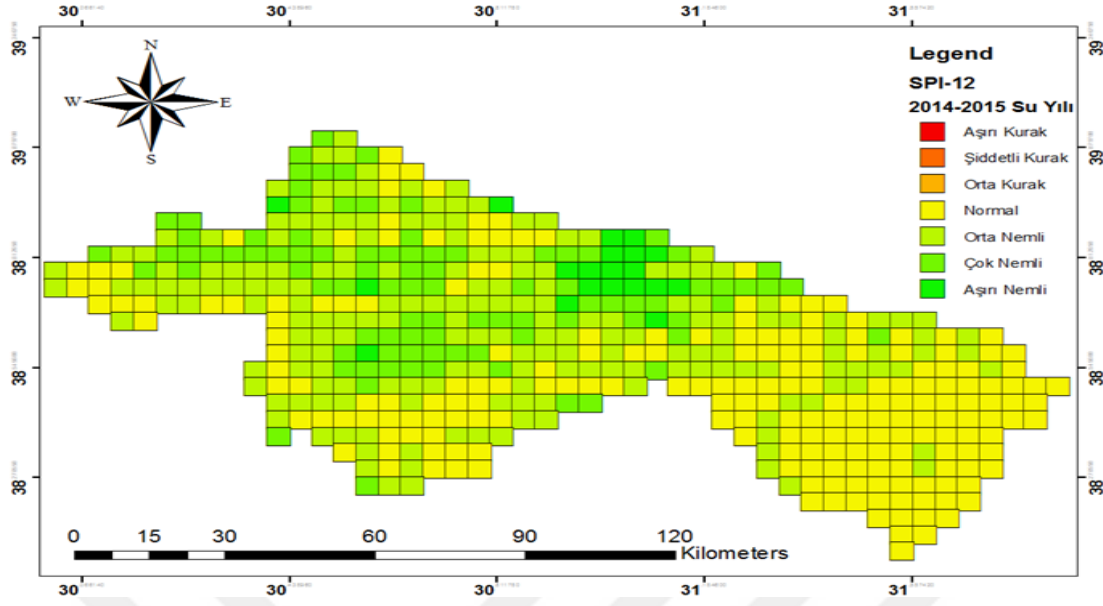
Şekil 4.40 Akarçay Havzası 2012-2013 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.40'ta belirtilen 2012-2013 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının İhsaniye, Sultandağı ve Şuhut bölgeleri orta nemli ve çok nemlidir. Kalan bölgeler normal kuraktır.



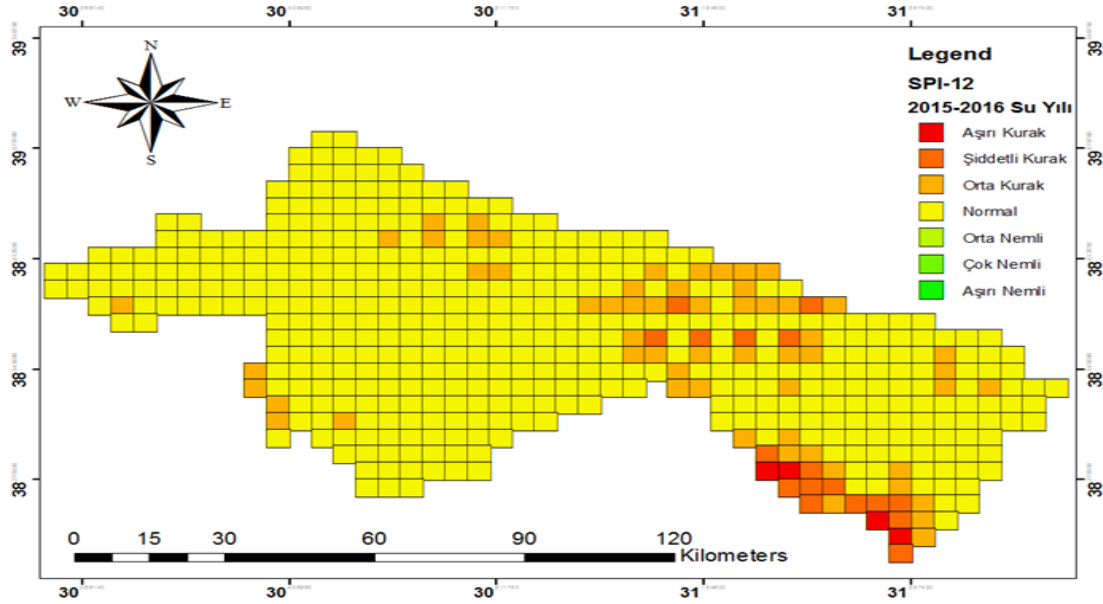
Şekil 4.41 Akarçay Havzası 2013-2014 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.41'de belirtilen 2013-2014 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay Havzasının neredeyse tamamı normal kuraktır. Akşehir bölgesinin alt kısmı orta kuraktır.



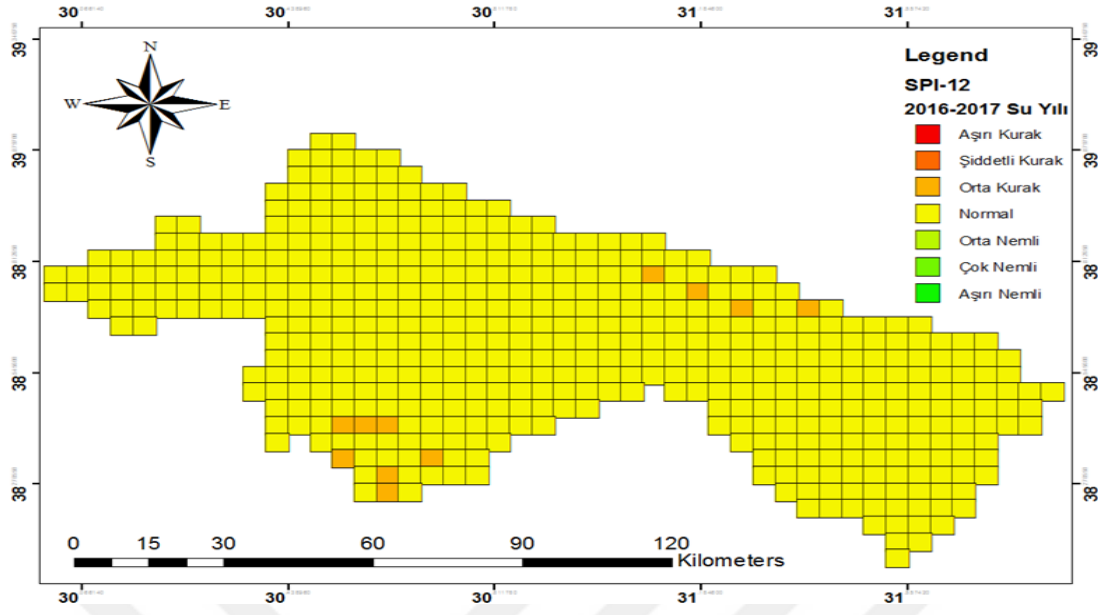
Şekil 4.42 Akarçay Havzası 2014-2015 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.42’de belirtilen 2014-2015 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akşehir ve Tuzlukçu bölgeleri normal kurak, kalan bölgeler ise orta nemli ve aşırı nemlidir.



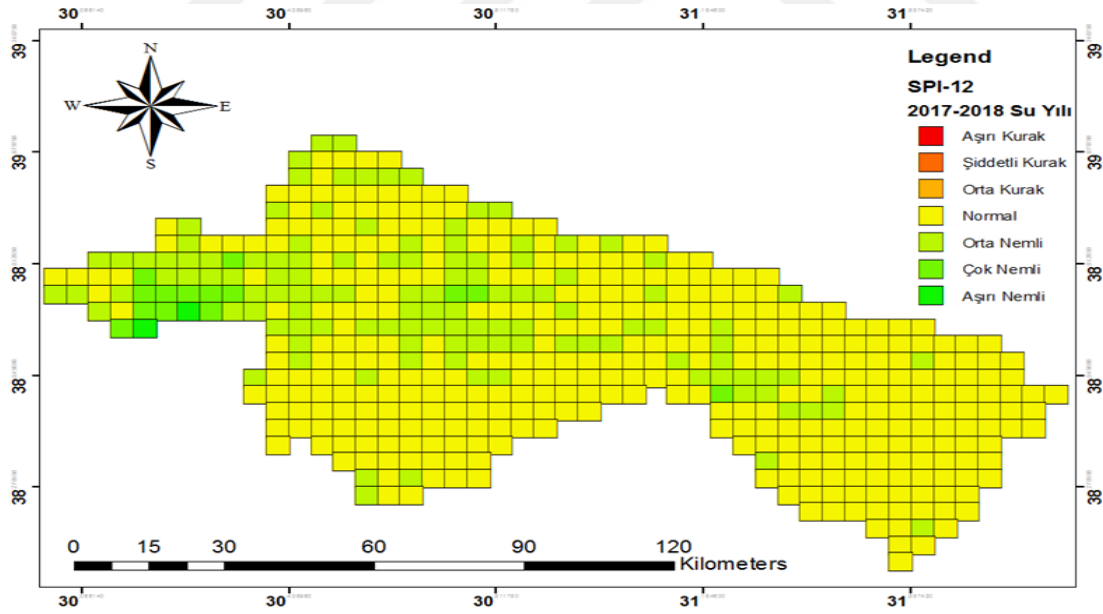
Şekil 4.43 Akarçay Havzası 2015-2016 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.43’te belirtilen 2015-2016 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay havzasının geneli normal kuraktır. Akşehir bölgesinin alt kısmı ve Bolvadin bölgeleri orta ve şiddetli kuraktır.



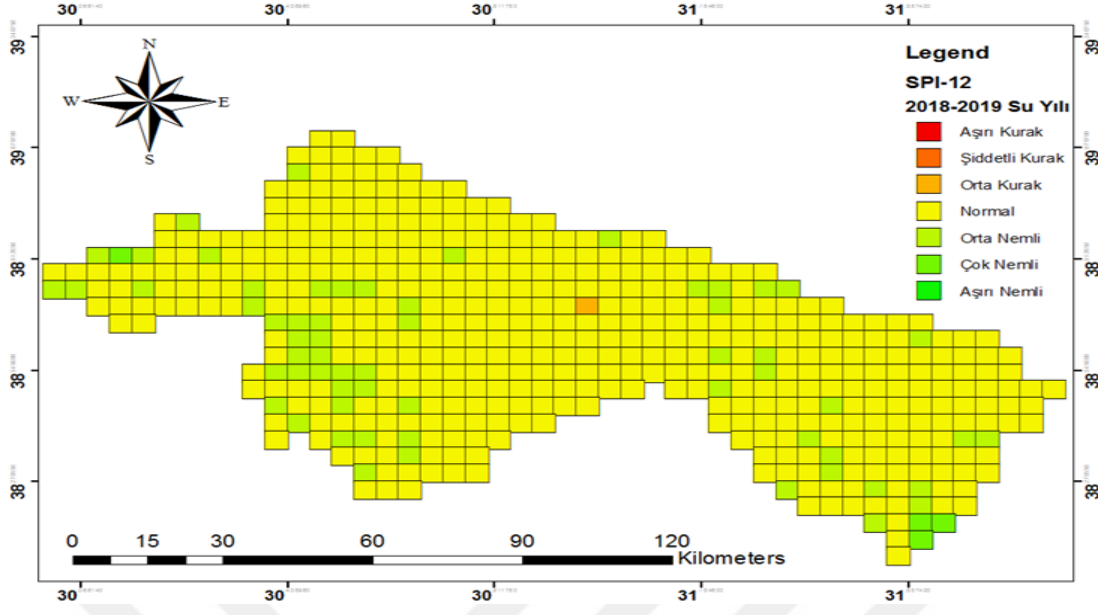
Şekil 4.44 Akarçay Havzası 2016-2017 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.44'te belirtilen 2016-2017 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Akarçay havzasının neredeyse tamamı normal kuraktır



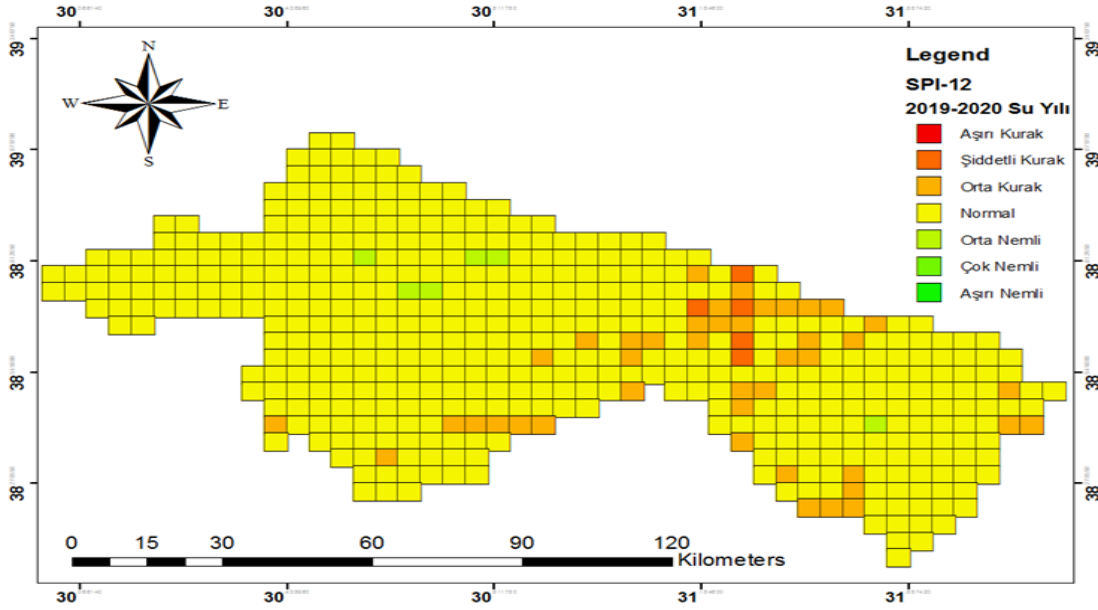
Şekil 4.45 Akarçay Havzası 2017-2018 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.45'te belirtilen 2017-2018 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Sinanpaşa ve Afyonkarahisar bölgeleri orta nemli ve çok nemlidir. Kalan bölgeler ise genel olarak normal kuraktır.



Şekil 4.46 Akarçay Havzası 2018-2019 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.46’da belirtilen 2018-2019 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Tınaztepe bölgesi orta nemli kalan bölgeler ise genel olarak normal kuraktır.



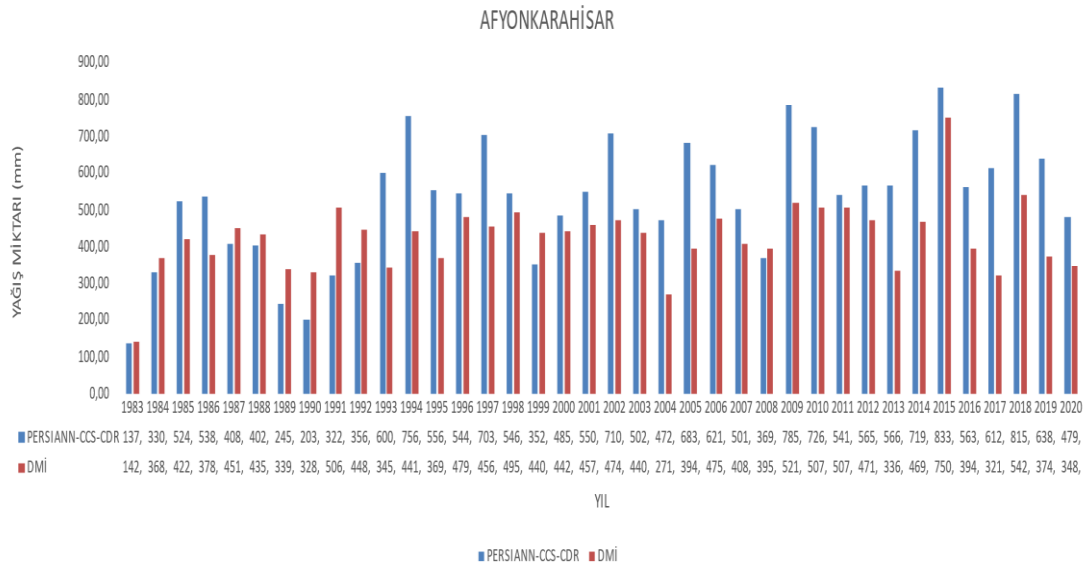
Şekil 4.47 Akarçay Havzası 2019-2020 su yılı kuraklık haritası

Şekil 4.47’de belirtilen 2019-2020 su yılı (12 aylık ortalama) kuraklık haritasına göre Bolvadin bölgesinin Emirdağ sınırları orta ve şiddetli kurak, kalan bölgeler ise genel olarak normal kuraktır.

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

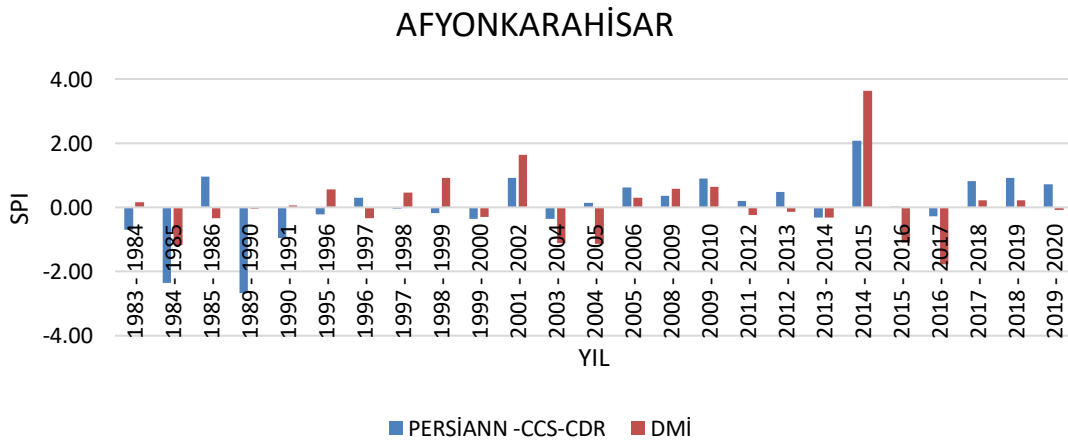
Yapılan çalışma sonucunda aşağıda açıklanan şu önemli hususlar ortaya çıkmıştır.

- 1- Yapılan literatür incelemesinde genellikle Akarçay Havzasının kuraklık hesabı sadece yağış istasyon bazlı yapıldığı, bu sebeple noktasal veriler ışığında hesaplama yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmanın orjinalliği Akarçay Havzası 512 ayrı noktaya ayrılmış ve her bir noktanın SPI hesabı ayrı ayrı yapılarak farklı noktalarda farklı SPI değerleri elde edilmiştir.
- 2- Yapılan literatür çalışmalarında havzada sadece DMİ verilerinden elde edilen değerlere göre SPI indeksi hesaplandığı belirlenmiştir. Bu çalışmada ise uydu verileri analiz yapılmıştır ve bulgular DMI sonuçlarıyla karşılaştırılarak çalışmanın başarısı ortaya konmuştur.
- 3- Literatürde yapılan incelemelere göre havzada genellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) kullanılmamıştır. Bu çalışmada ise gerek verilerin temini gerekse prosesinde ArcGIS yazılımı sayesinde CBS entegrasyonu sağlanmıştır.
- 4- Literatürde genellikle Krigging metodu ile DMİ istasyonları arasında yağış değerleri enterpole edilmiştir, bu çalışmanın farkı ise doğrudan uydudan elde edilen veriler ışığında Yapay Sinir Ağları kullanılarak üretilmiş uydu yağış verileri kullanılmıştır.
- 5- Bu çalışma sonucunda Sultandağı, Sinanpaşa ve Şuhut ilçelerinde 1983-1999 arası kurak ve yarı kurak 2000-2020 yılları arasında nemli ve aşırı nemli bir iklim gözlemlendiği belirlenmiştir.
- 6- Ayrıca Karaadilli, Afyon merkez , Bolvadin İlçelerinde ise 1983-199 yılları arası çok kurak 2000-2020 yılları arasında ise kurak iklim olduğu tespit edilmiştir.
- 7- Diğer kuraklık indekslerinin de bu yöntem ile gerçeğe en yakın kuraklık hesaplaması yapılabilir.
- 8- Elde edilen bilgiler CBS yöntemleri ile görselleştirilerek kurak sulak dönem ve bölge takibe kolaylaşmış olacaktır.
- 9- Havzada bulunan DMİ verileri ile üzerinde çalışma yaptığımız yağış değerleri grafik olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.1 Afyonkarahisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.1’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Afyonkarahisar bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları(mm) 1983 yılında eşit denecek seviyededir. Yıllık yağış toplamaları 1987-1988-1998-2000-2001-2003-2007-2008-2011-2015 yılında birbirine yakınken 1989-1990-1991-1992 yıllarında DMİ ile ölçülen yağış toplamaları PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamalarından belirgin bir şekilde fazladır. Bu yılların dışında kalan yıllarda PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.

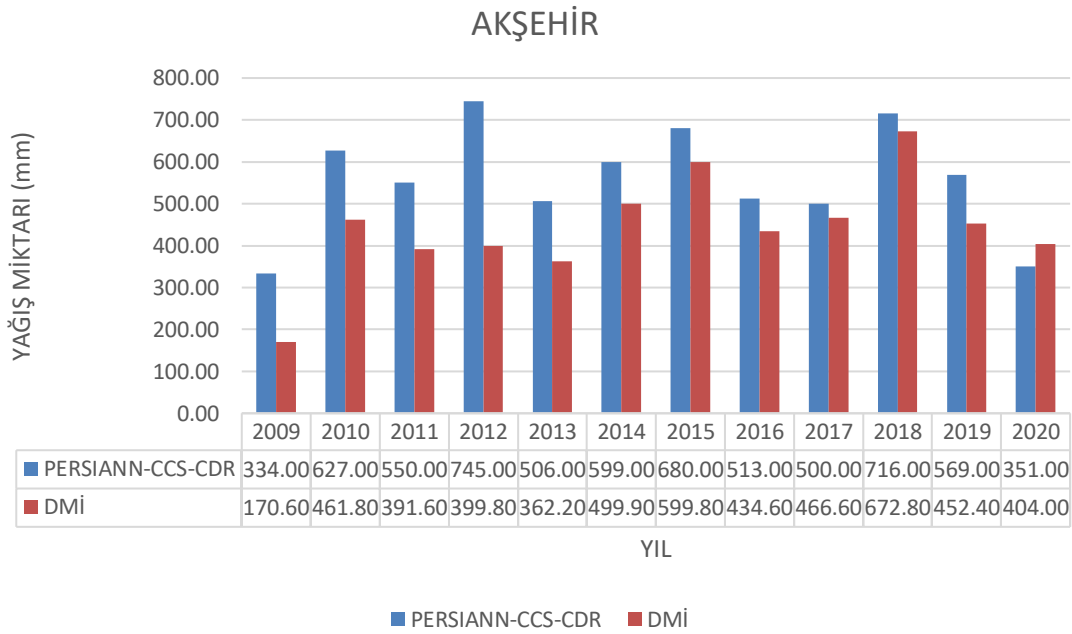


Şekil 5.2 Afyonkarahisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI

değerlerinin karşılaştırma grafiği

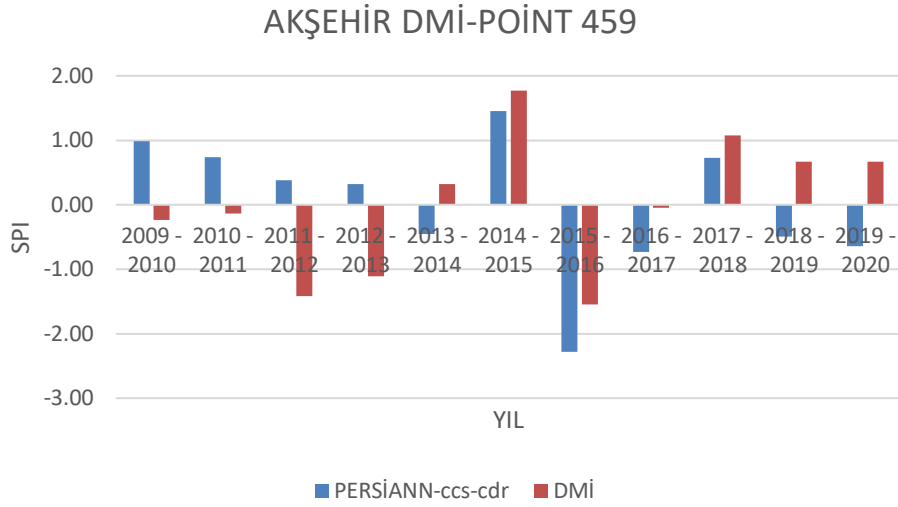
Şekil 5.2’de Afyonkarahisar bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

1983-1984, 1985-1986, 1990-1991, 1997-1998, 2005-2006, 2009-2010, 2018-2019, 2019-2020 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 1989-1990 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge aşırı kurak, DMİ verilerine göre normal, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ verilerine göre bölge aşırı nemlidir.



Şekil 5.3 Akşehir bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

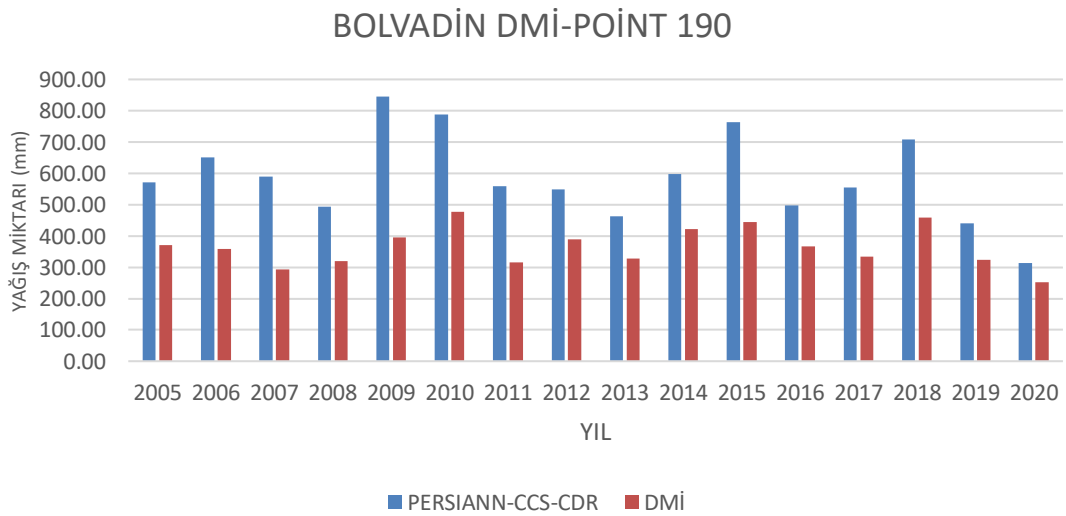
Şekil 5.3’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Akşehir bölgesinde ölçülen yıllık yağış toplamaları 2015-2016-2017-2020 yılında birbirine yakinken diğer yıllarda PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.



Şekil 5.4 Afyonkarahisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

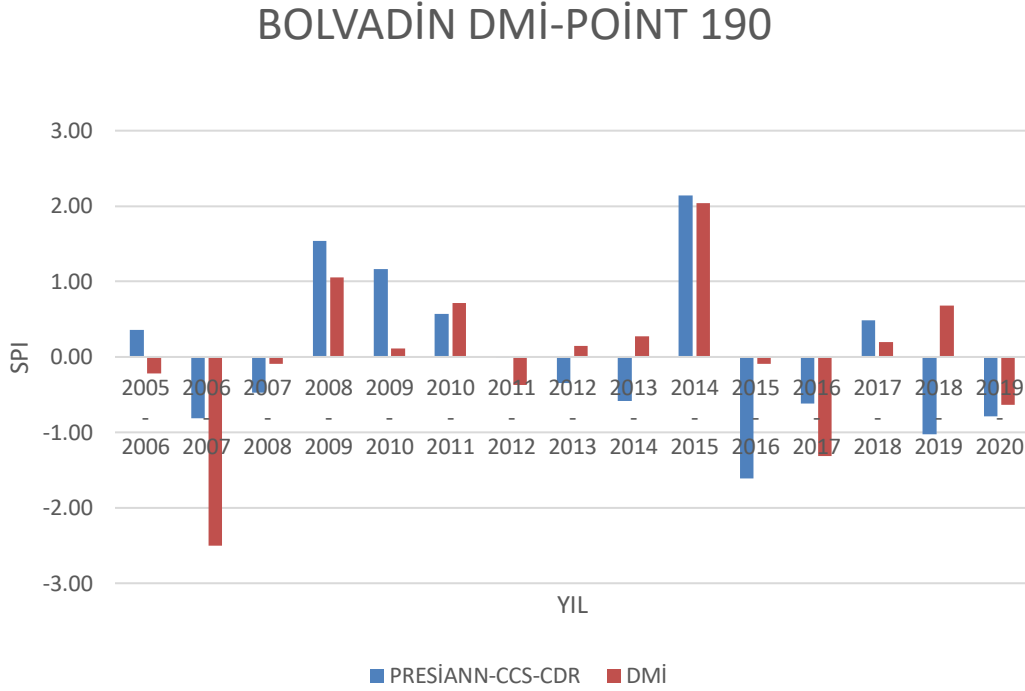
Şekil 5.4’de Akşehir bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

2009-2010, 2010-2011, 2018-2019, 2019-2020 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2015-2016 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge aşırı kurak, DMİ verilerine göre şiddetli kurak, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge orta nemli, DMİ verilerine göre çok nemlidir.



Şekil 5.5 Bolvadin bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

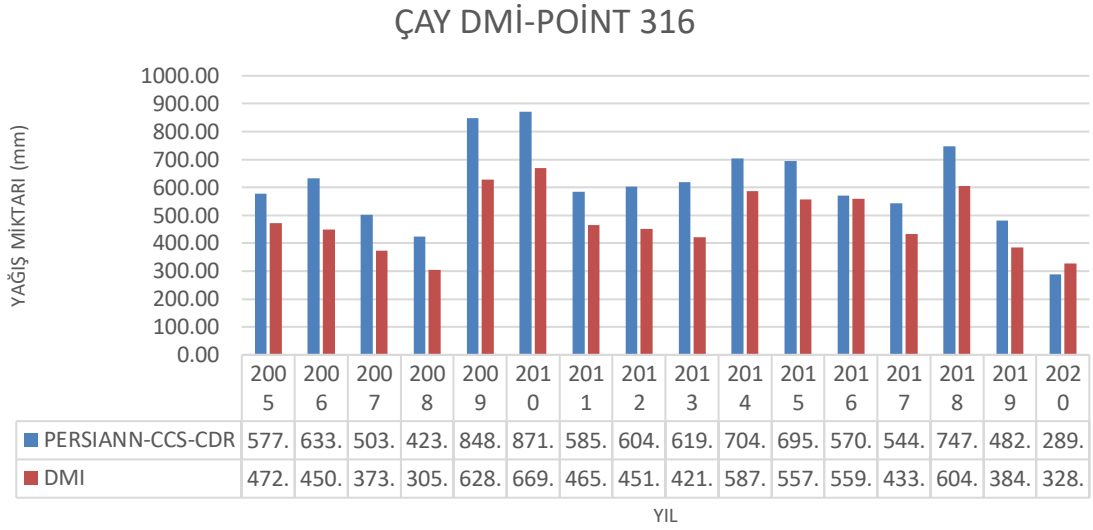
Şekil 5.5’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Bolvadin bölgesinde PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.



Şekil 5.6 Bolvadin bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

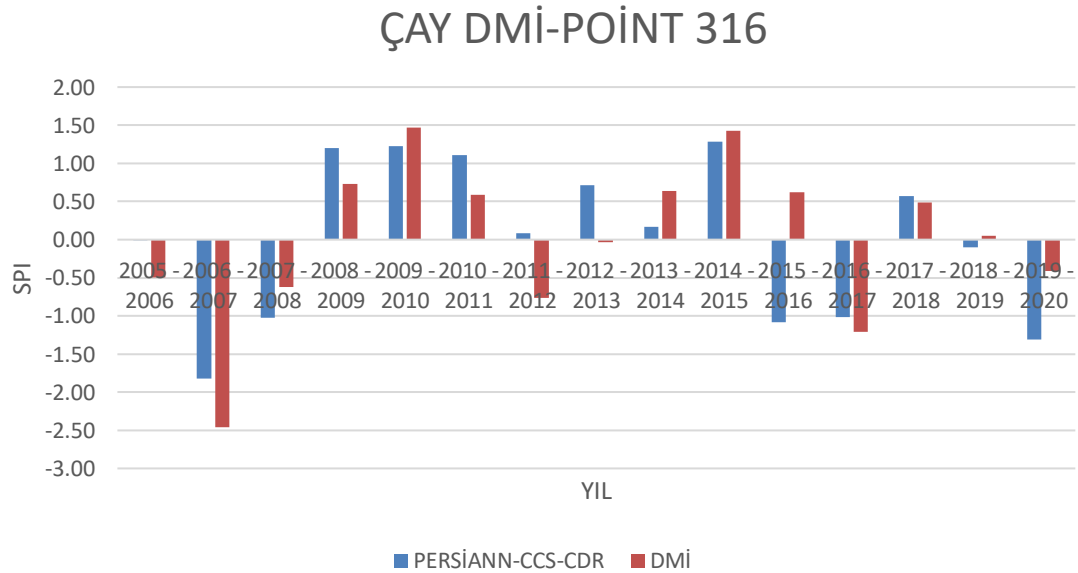
Şekil 5.6’da Bolvadin bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

2005-2006, 2007-2008, 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2018-2019, 2019-2020, 2017-2018, 2018-2019 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2006-2007 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge normal, DMİ verilerine göre aşırı kurak, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ verilerine göre bölge aşırı nemlidir.



Şekil 5.7 Çay bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

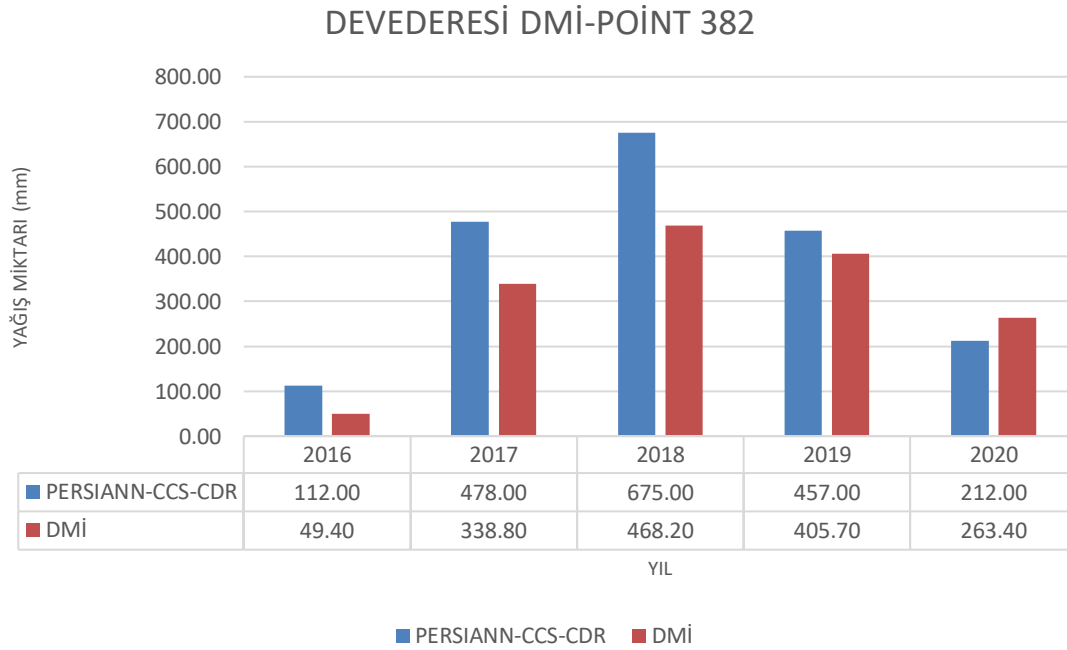
Şekil 5.7’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Çay bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları(mm) 2016 yılında eşit denecek seviyededir. Yıllık yağış toplamaları 2020 yılında birbirine yakınken diğer yıllarda PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.



Şekil 5.8 Çay bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.8’de Çay bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

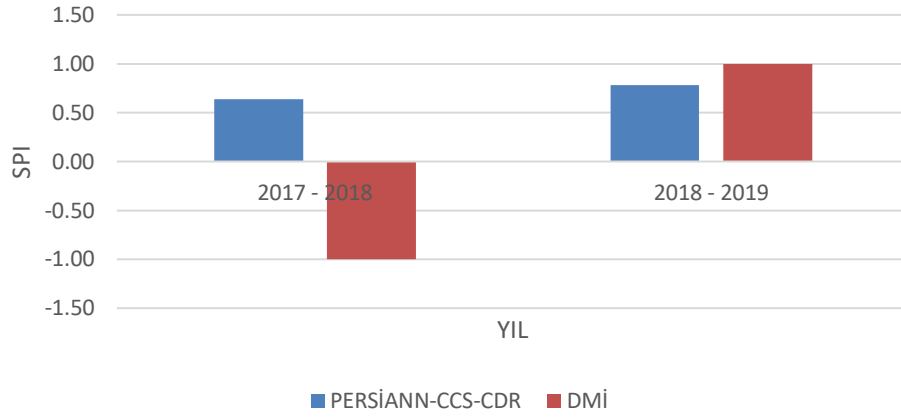
2005-2006, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2017-2018, 2018-2019 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal. 2006-2007 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge şiddetli kurak, DMİ verilerine göre aşırı kurak, 2009-2010, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ verilerine göre bölge orta nemli, 2018-2019 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge orta nemli, DMİ verilerine göre normal.



Şekil 5.9 Devederesi bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.9’da ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Devederesi bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları(mm) 2019-2020 yıllarında birbirine yakınen 2016-2017-2018 yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri DMİ yağış verilerinden göre gözle görülür bir miktarda fazladır.

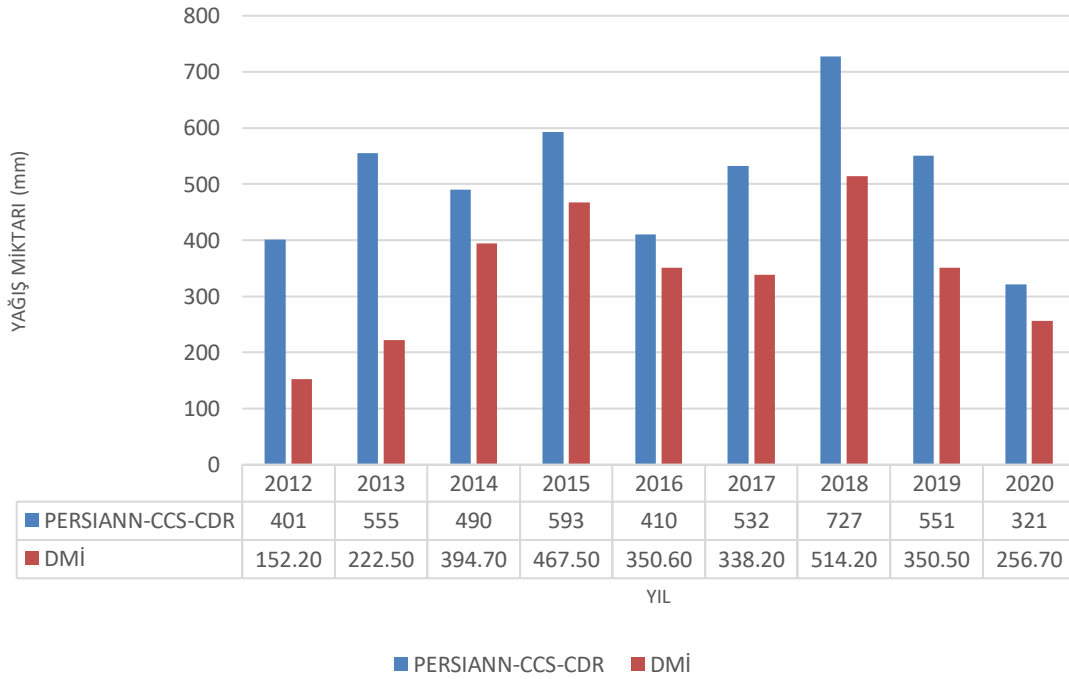
DEVEDERESİ DMI-POINT 382



Şekil 5.10 Devederesi bölgesine ait DMI ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

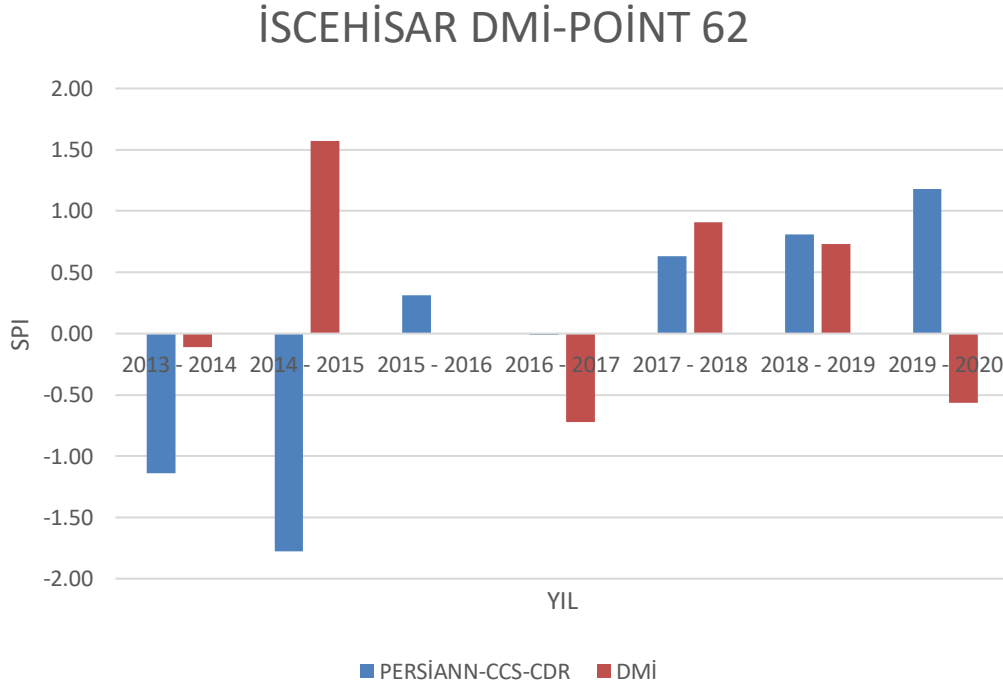
Devederesi bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre: 2017-2018 ve 2018-2019 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMI ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal.

İSCEHİSAR DMI-POINT 62



Şekil 5.11 İscehisar bölgesine ait DMI ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

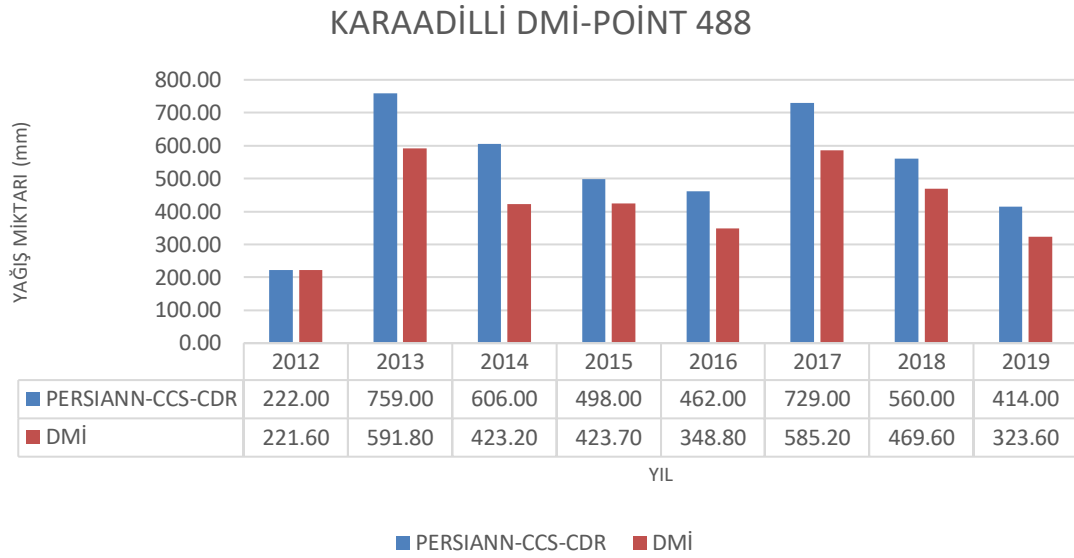
Şekil 5.11’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre İscehisar bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları(mm) 2014-2016-2020 yıllarında birbirine yakınken 2012-2013-2015-2017-2018-2019 yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.



Şekil 5.12 İscehisar bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

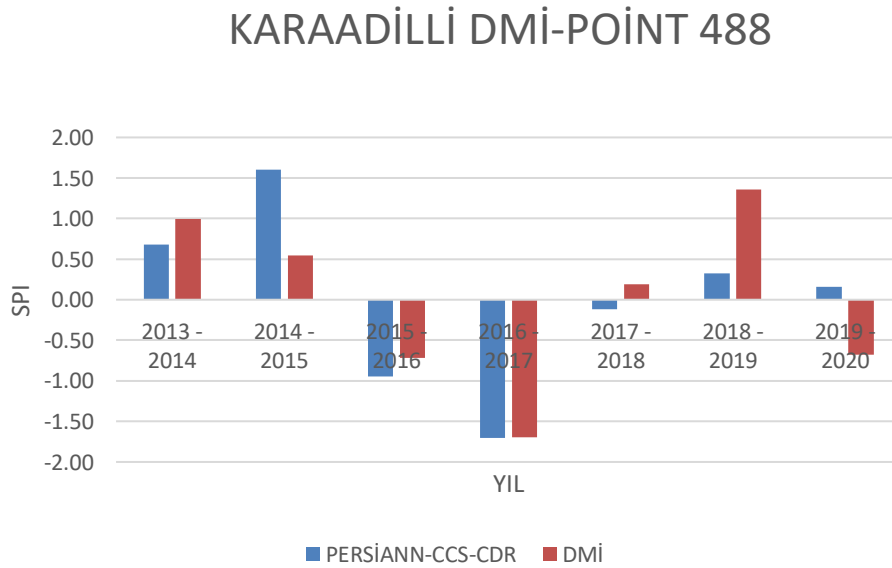
Şekil 5.12’de İscehisar bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

2015-2016, 2017-2018, 2018-2019 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge şiddetli kurak, DMİ verilerine göre çok nemli, 2013-2014 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge orta kurak, DMİ verilerine göre normaldir.



Şekil 5.13 Karaadilli bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.13’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Karaadilli bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları(mm) 2012 yılında eşit denecek seviyededir. Yıllık yağış toplamaları 2015-2018 yıllarında birbirine yakınken 2013-2014-2016-2017-2019 yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.

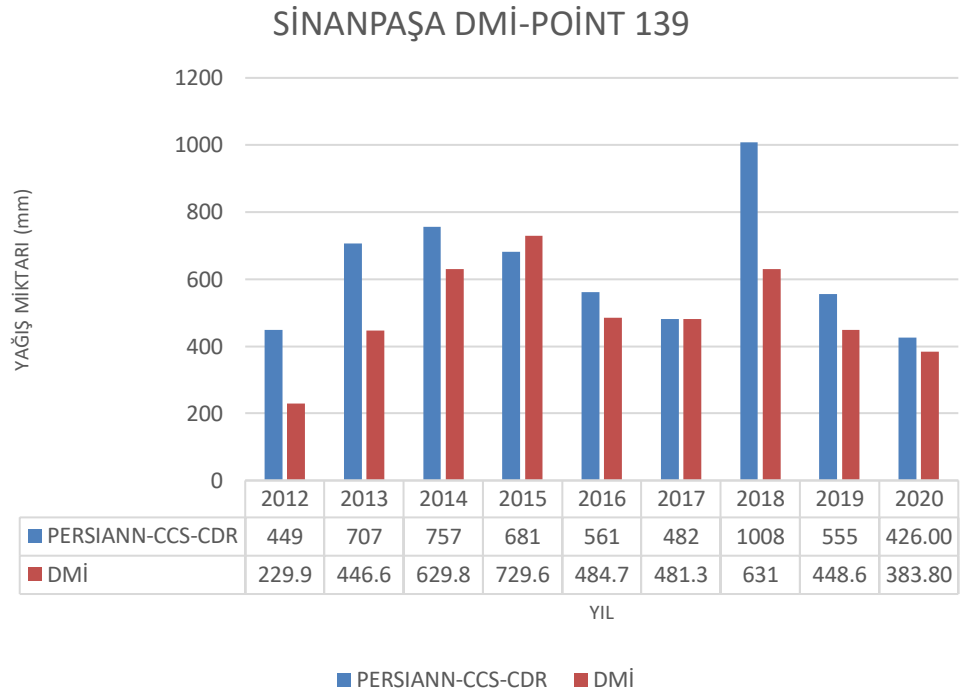


Şekil 5.14 Karaadilli bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.14’de Karaadilli bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

Karaadilli bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

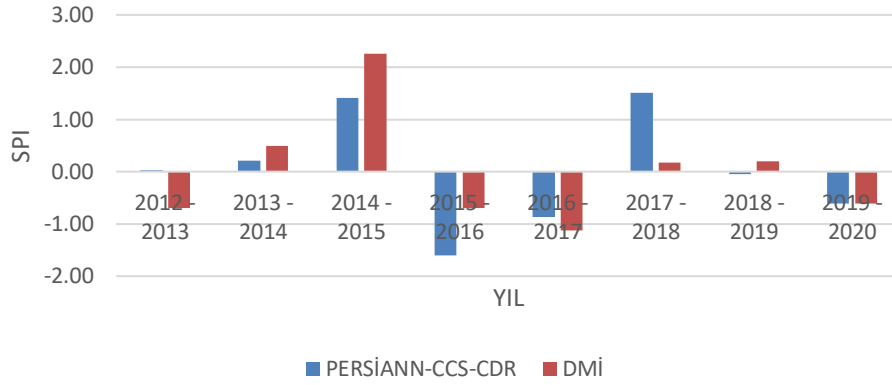
2013-2014, 2015-2016, 2017-2018, 2019-2020 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge çok nemli, DMİ verilerine göre normal, 2016-2017 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ verilerine göre bölge şiddetli kurak, 2018-2019 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge orta nemli, DMİ verilerine göre normaldir.



Şekil 5.15 Sinanpaşa bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.15’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Sinanpaşa bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları(mm) 2017 yılında eşit denecek seviyededir. Yıllık yağış toplamaları 2015-2016-2020 yıllarında birbirine yakınken 2012-2013-2014-2018-2019 yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.

SİNANPAŞA DMİ-POİNT 139

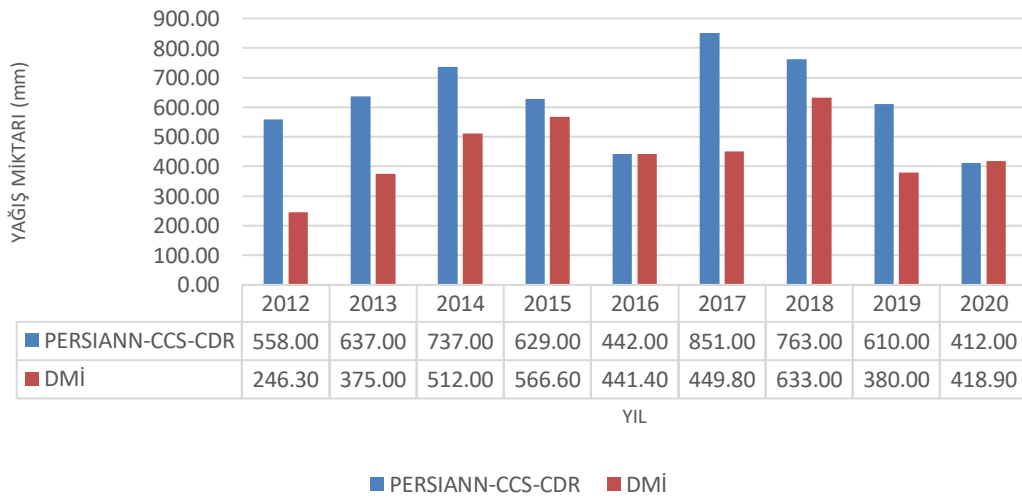


Şekil 5.16 Sinanpaşa bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.16’da Sinanpaşa bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

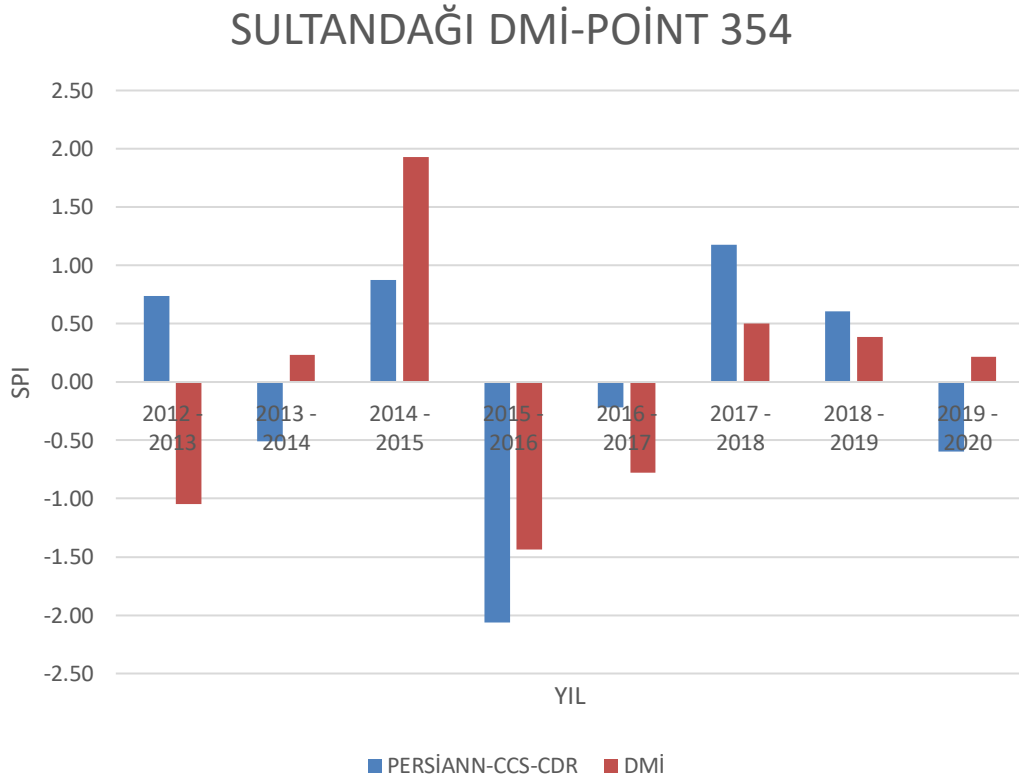
2012-2013, 2013-2014, 2018-2019, 2019-2020 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge orta nemli, DMİ verilerine göre aşırı nemli, 2017-2018 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge orta nemli, DMİ verilerine göre normaldir.

SULTANDAĞI DMİ-POİNT 354



Şekil 5.17 Sultandağı bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

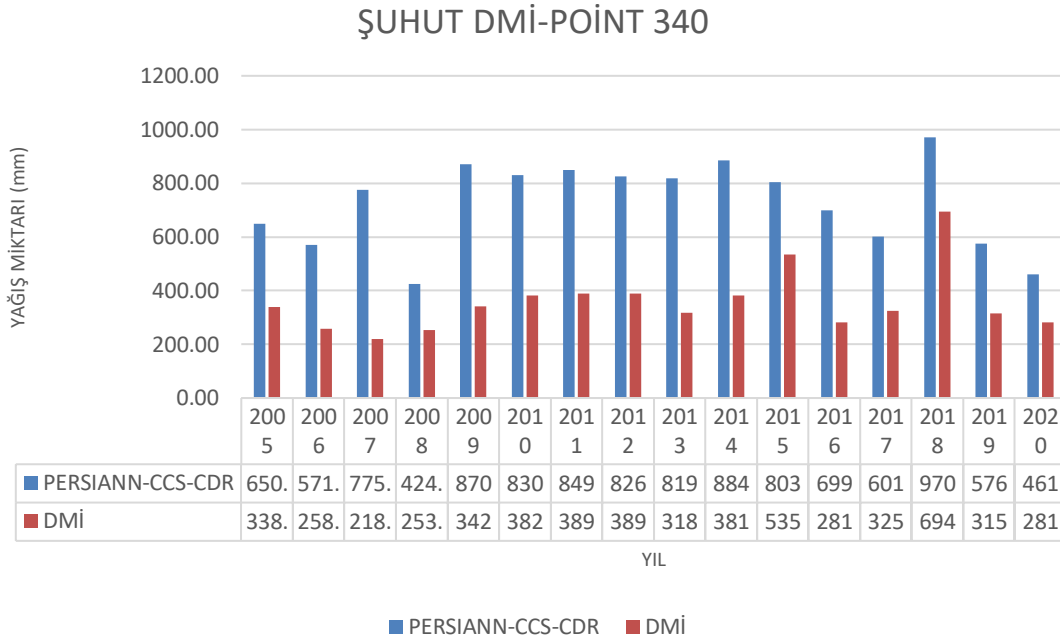
Şekil 5.17’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Sultandağı bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları(mm) 2016-2020 yıllarında eşit denecek seviyededir. Yıllık yağış toplamaları 2015 yılında birbirine yakınken 2012-2013-2014-2017-2018-2019 yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.



Şekil 5.18 Sultandağı bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

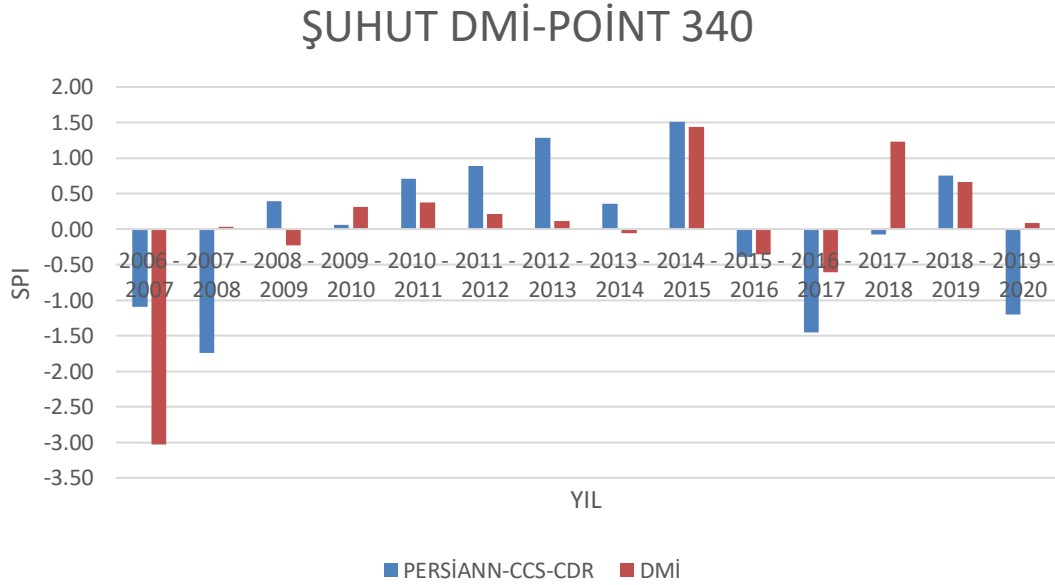
Şekil 5.18’de Sultandağı bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

2013-2014, 2016-2017, 2018-2019, 2019-2020 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2015-2016 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge şiddetli kurak, DMİ verilerine göre orta kurak, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge normal, DMİ verilerine göre çok nemlidir.



Şekil 5.19 Şuhut bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

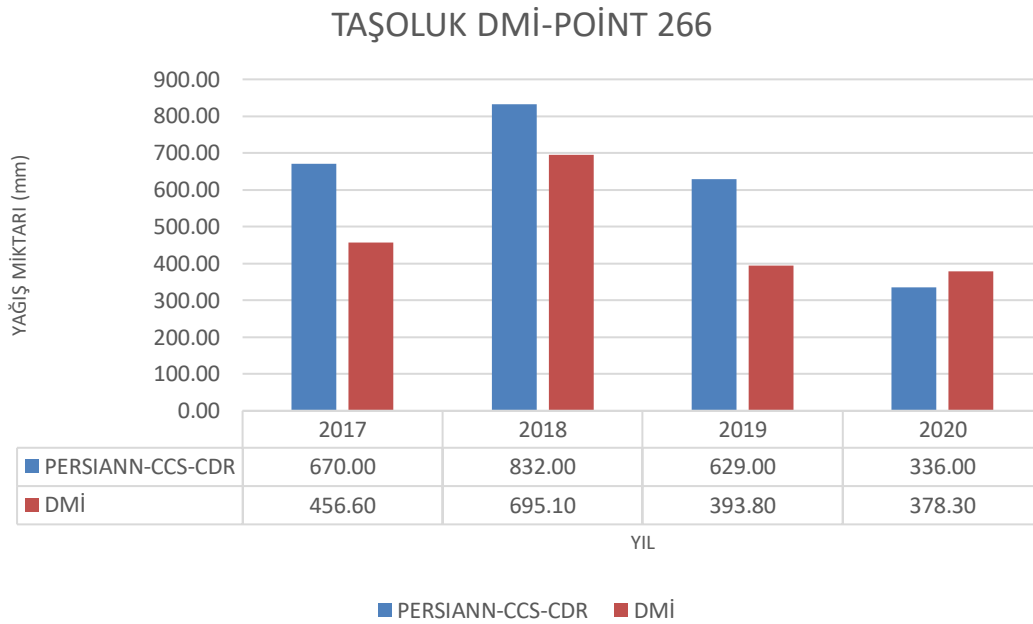
Şekil 5.19’da ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Şuhut bölgesinde PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamlarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.



Şekil 5.20 Şuhut bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.20’de Şuhut bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

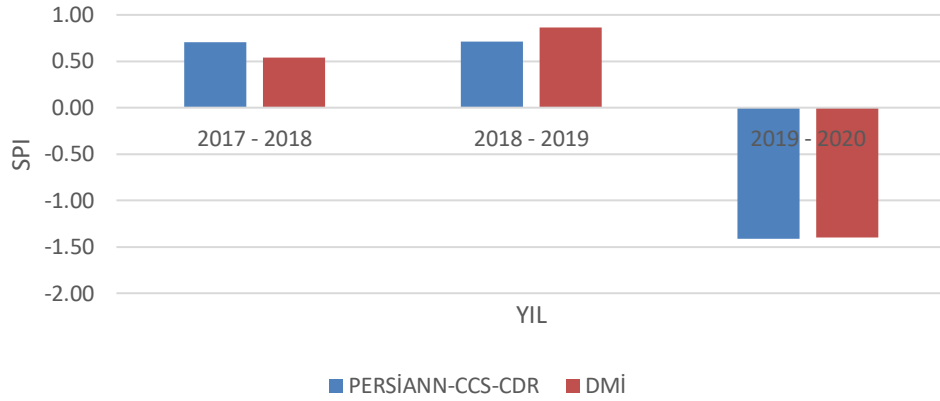
2008-2009, 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012, 2013-2014, 2015-2016, 2018-2019 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2006-2007 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge orta kurak, DMİ verilerine göre aşırı kuraktır.



Şekil 5.21 Taşoluk bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.21’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Taşoluk bölgesinde ölçülen yıllık yağış toplamaları 2020 yılında birbirine yakınken 2017-2018-2019 yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.

TAŞOLUK DMİ-POİNT 266

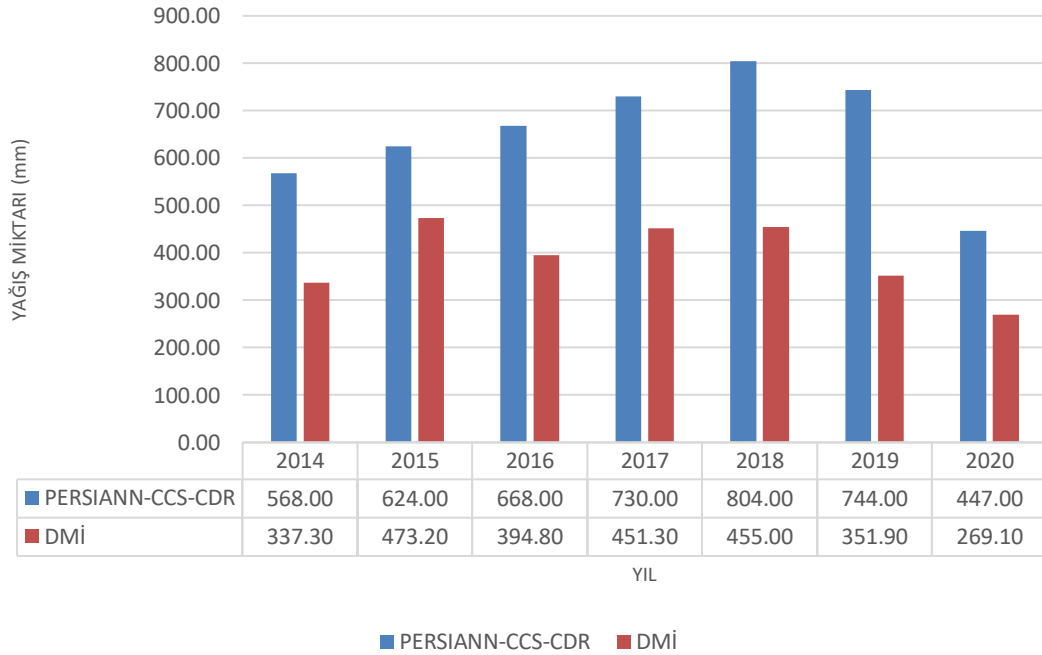


Şekil 5.22 Taşoluk bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.22’de Taşoluk bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

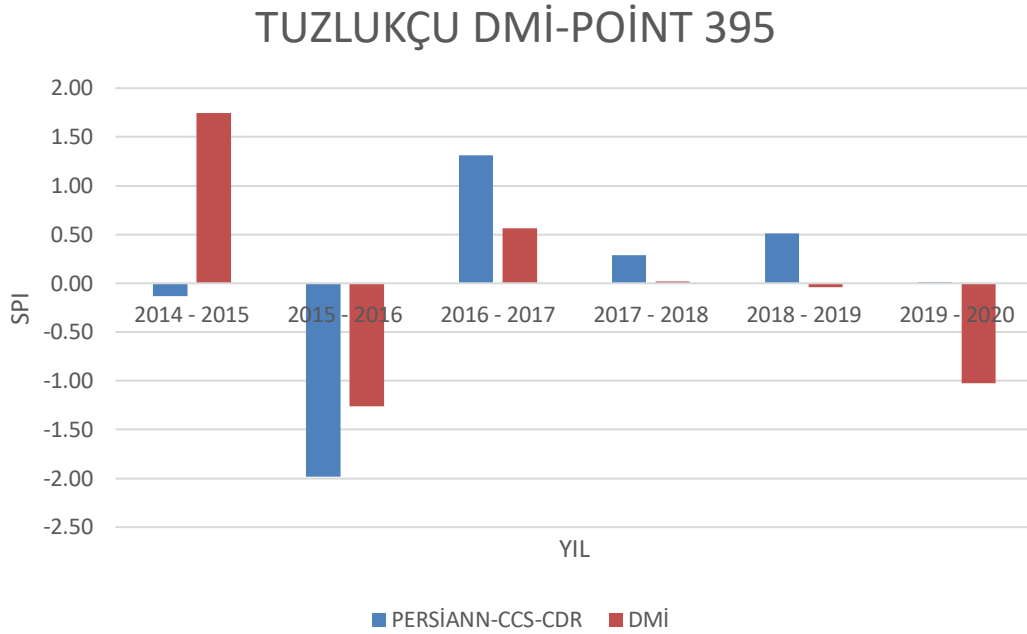
2017-2018, 2018-2019 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2019-2020 yağış yılında orta kuraktır.

TUZLUKÇU DMİ-POİNT 395



Şekil 5.23 Tuzlukçu bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.23’de ölçülen yağış değerlerin karşılaştırılmasına göre Tuzlukçu bölgesinde PERSIANN-CCS-CDR ile ölçülen yağış verileri toplamaları DMİ yağış verileri toplamalarından göre gözle görülür bir miktarda fazladır.



Şekil 5.24 Tuzlukçu bölgesine ait DMİ ve PERSIANN-CCS-CDR yağış verilerine göre SPI değerlerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 5.24’de Tuzlukçu bölgesinde ölçülen yıllık yağış miktarı toplamaları baz alınarak oluşturulan SPI değerlerine göre:

2017-2018, 2018-2019, 2019-2020 yağış yıllarında PERSIANN-CCS-CDR ve DMİ ölçümlerine göre bölge kuraklığı normal, 2014-2015 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge normal, DMİ verilerine göre çok nemli, 2015-2016 yağış yılında PERSIANN-CCS-CDR verilerine göre bölge şiddetli kurak, DMİ verilerine göre orta kuraktır.

6. KAYNAKLAR

- Arslan O., Bilgil A., & Veske O., (2016), Standart Yağış İndisi Yöntemi İle Kızılırmak Havzası'nın Meteorolojik Kuraklık Analizi, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 5, Sayı 2, 188-194.
- Bae, S., Lee, S. H., Yoo, S. H. ve Kim, T. (2018). Analysis of Drought Intensity and Trends Using the Modified SPEI in South Korea from 1981 to 2010. *Water*, 10(3), 327
- Bakanoğulları, F. (2020b). SPEI ve SPI İndisleri Kullanılarak İstanbul-Damlıca Deresi Havzasında Kuraklık Şiddetlerinin Analizi. *Toprak Su Dergisi*, 9(1), 1-10.
- Bakanoğulları, F. (2020a). Kırsal Havzalarda Kuraklığın İki Yöntem (SPEI ve SPI) Kullanılarak Belirlenmesi: Kumdere Havzası Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 146-156.
- Beden, N., Demir, V. ve Keskin, A. Ü. (2019). Samsun İlinde SPI ve PNI Kuraklık İndislerinin Eğilim Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 22(64), 107-116.
- Çamalan G, Akgündüz AS, Ayvacı H, Çetin S, Arabacı H, Coşkun M (2017). SPEI indeksine göre Türkiye geneli kuraklık değişim ve eğilim projeksiyonları. IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 5-7 Temmuz, İstanbul.
- Dinç, N., Aydınşakir, K., Işık, M., Büyüктаş, D., 2016. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) Yöntemi ile Antalya İli Kuraklık Analizi. *Derim Dergisi*, 33 (2):279-298.
- Edwards, D. C. (1997). Thesis Characteristics of 20th Century Drought in the United States at Multid7le Time Scales Submitted by. 298(0704).
- Pamuk G., Özgürel M., Topçuoğlu K., (2004), Standart Yağış İndisi (SPI) ile Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 41(1), 99-106

- Gümüş V., Başak A. & Oruç N., (2016), Standartlaştırılmış yağış İndisi (SYİ) yöntemi ile Şanlıurfa istasyonunun kuraklık analizi, Harran University Journal of Engineering, 1(1), 36-44
- Güner Bacanlı, Ü. ve Aksan, G. N. (2019). Drought Analysis in Mediterranean Region. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 25(6).
- Kale M., Akarçay Kapalı Havzası için Hidrolojik Kuraklık Analizi, Dergipark, 2021, Sayı: 42 ,165 - 180
- Kıymaz S., Güneş V. & Asar M.,(2011), Standartlaştırılmış Yağış İndisi İle Seyfe Gölünün Kuraklık Dönemlerinin Belirlenmesi, GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1), 91-102
- Komuscu, A. U. (1999). Using the SPI to Analyze Spatial and Temporal Patterns of Drought in Turkey Using the SPI to Analyze Spatial and Temporal Patterns of Drought in Turkey. Drought Network News, 11(1), 6–13.
- Logan, K. E., Brunsell, N. A., Jones, A. R., & Feddema, J. J. (2010). Assessing spatiotemporal variability of drought in the U.S. central plains. Journal of Arid Environments, 74(2), 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.08.008>
- Malakiya, A. D. Ve Suryanarayana, T., 2016. Assessment of Drought Using Standardized Precipitation Index (SPI) and Reconnaissance Drought Index 78 (RDI): A Case Study of Amreli District. International Journal of Science and Research (IJSR), 6(14): 2319-7064.
- Oğuztürk, G. ve Yıldız, O., 2014. Kırıkkale ilinde farklı zaman periyotları için kuraklık analizi, International Journal of Engineering Research and Development, 6, (2)
- Pamuk, G., Özgürel, M., Topçuoğlu K. Standardize Yağış İndisi (SPI) ile Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 2004, 41 (1), 99-106.

- Poyrazoğlu, M., Arıman, S., 2022. Drought Analysis of Kahramanmaraş province with standardized precipitation index method. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 39-52.
- Saada, N., Abu-Romman, A. Multi-site modeling and simulation of the standardized precipitation index (SPI) in Jordan. *Journal of Hydrology*. 2017,14, 83- 91.
- Sönmez, F. K., Kömüscü, A. U., Erkan, A. ve Turgu, E. (2005). An analysis of spatial and temporal dimension of drought vulnerability in Turkey using the standardized precipitation index. *Natural Hazards*, 35(2), 243-264.
- Tigkas, D., Vangelis, H. Ve Tsakiris, G., 2015. DrinC: a software for drought analysis based on drought indices, 8: 697–709.
- Vicente-Serrano, S., Beguería, S., López-Moreno, J.I., 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*, 23, 1696–1718.

EKLER

EK 1. PERSIANN-CCS-CDR Yağış Verilerine Göre Oluşan SPI Değerlerinin Grafikleri

