



T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BATMAN VE DİYARBAKIR İLLERİNİN UZUN YILLAR İKLİM VERİLERİ
KULLANILARAK ÇEŞİTLİ KURAKLIK İNDİSLERİYLE KURAKLIK
ANALİZİNİN YAPILMASI VE LİTERATÜRLE KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS

Fatih ÖZMEN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Murat BATAN

Temmuz-2022
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Fatih ÖZMEN tarafından hazırlanan “Batman ve Diyarbakır İllerinin Uzun Yıllar İklim Verileri Kullanılarak Çeşitli Kuraklık İndisleriyle Kuraklık Analizinin Yapılması Ve Literatürle Karşılaştırılması” adlı tez çalışması 19/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof.Dr. Zeynel Fuat TOPRAK

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Murat BATAN

Üye

Doç. Dr.Nizamettin Hamidi

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof.Dr. Osman PAKMA
Enstitü Müdür V.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Fatih ÖZMEN

19.07.2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

BATMAN VE DİYARBAKIR İLLERİNİN UZUN YILLAR İKLİM VERİLERİ KULLANILARAK ÇEŞİTLİ KURAKLIK İNDİSLERİYLE KURAKLIK ANALİZİNİN YAPILMASI VE LİTERATÜRLE KARŞILAŞTIRILMASI

Fatih ÖZMEN

**Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Dr. Öğr. Üyesi Murat BATAN

2022, 44 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Zeynel Fuat TOPRAK

Dr. Öğr. Üyesi Murat BATAN

Doç. Dr. Nizamettin Hamidi

Son yıllarda iklim değişikliğinden kaynaklı, yağışların azalması, buharlaşma miktarının artması ve bunun da su kaynaklarının azalmasına neden olması kuraklık problemini ortaya çıkarmıştır. Kuraklığın en büyük olumsuz etkisi tatlı suyun en büyük tüketicisi olan tarım sektörü üzerinedir. Kuraklık tarım dışında da bir çok sektörü olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle bir çok araştırmacı kuraklık üzerine çalışmalar yapmaya başlamış ve bu çalışmalarla kuraklıktan etkilenen bölgeleri tespit etmiş, hatta gelecek yıllarda kuraklığın artacağı yerleri de modellemeler yaparak belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmada da kuraklıktan etkilenen Güneydoğu Anadolu Bölgesinin illerinden olan Batman ve Diyarbakır illeri için 4 yöntemle kuraklık analizi yapılmıştır. Bu yöntemler Standartlaştırılmış Yağış İndisi(SYİ), Ondalıklar Kuraklık İndisi(OKİ), Keşif Kuraklık İndisi(KKİ) ve Akım Kuraklık İndisi(AKİ)'dir. Bu yöntemlerde kullanılan 31 yıllık, 1990-2020 yılları arası verilerden aylık toplam yağış verileri ve aynı dönem için KKİ yönteminde kullanılmak üzere aylık maksimum ve minimum sıcaklık verileri Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. AKİ yönteminde kullanılan 1990-2019 yılları arası akım değerleri Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; Batman ili için SYİ yöntemine göre 17 yılda, OKİ yöntemine göre 12 yılda, KKİ yöntemine göre 16 yılda ve AKİ yöntemine göre 13 yılda kuraklık etkisi olduğu belirlenmiştir. Diyarbakır ili için ise, SYİ yöntemine göre 17 yılda, OKİ yöntemine göre 12 yılda, KKİ yöntemine göre 18 yılda kuraklık etkisi olduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçları her iki ilin de kuraklıktan etkilendiğini ve önlem alınması gerektiğini göstermiştir. Ayrıca bulunan sonuçlar literatürdeki çalışmalarla da karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada çalışma alanı için yeni metodlar kullanılması nedeniyle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: AKİ yöntemi, DrinC, KKİ yöntemi, Kuraklık analizi, OKİ yöntemi, SYİ yöntemi

ABSTRACT

M.Sc. THESIS

MAKING DROUGHT ANALYSIS WITH VARIOUS DROUGHT INDICES USING LONG-YEAR CLIMATE DATA OF BATMAN AND DIYARBAKIR PROVİNCES AND COMPARING WITH THE LITERATURE

Fatih ÖZMEN

**INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES
OF BATMAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN
CIVIL ENGINEERING**

Assist. Prof.Dr. Murat BATAN

2022, 44 Pages

Jury

Prof. Dr. Zeynel Fuat TOPRAK

Assist. Prof. Dr. Murat BATAN

Associate Prof. Dr. Nizamettin Hamidi

In recent years, the decrease in precipitation due to climate change, the increase in the amount of evaporation and the decrease in water resources have revealed the problem of drought. The biggest negative impact of the drought is on the agriculture sector, which is the biggest consumer of fresh water. However, drought negatively affects many sectors other than agriculture. For this reason, many researchers have started to work on drought and have identified the regions affected by drought with these studies, and even tried to determine the places where drought will increase in the coming years by making modelling. In this study, drought analysis was carried out with 4 methods for the provinces of Batman and Diyarbakir, which are among the provinces of the Southeast Anatolian Region affected by drought. These methods are Standardised Precipitation Index (SPI), Deciles Drought Index (DDI), Reconnaissance Drought Index (RDI) and Streamflow Drought Index(SDI). The monthly total precipitation data of the 31-years between 1990-2020 data used in these methods and the monthly maximum and minimum temperature data used in the RDI method for the same period were obtained from the Meteorology Regional Directorate. Streamflow data between 1990-2019 used in the SDI method were obtained from the State Hydraulic Works Regional Directorate. According to the analysis results; It has been determined that there is a drought effect for the province of Batman in 17 years according to the SPI method, 12 years according to the DDI method, 16 years according to the RDI method and 13 years according to the SDI method. For Diyarbakir, the existence of a drought impact was discovered in 17 years according to the SPI method, 12 years according to the DDI method, and 18 years according to the RDI method. The analysis' findings revealed that both provinces were affected by drought and precautions should be taken. In addition, the findings were compared to previous research. This research is expected to add to the literature due to the use of new methods for the study area.

Keywords: DDI method, DrinC, Drought analysis, RDI method, SDI method, SPI method

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesinde, araştırılmasında ve yürütülmesinde yardımlarını, değerli bilgilerini, desteğini ve zamanını esirgemeyen sayın danışmanım Dr. Öğr.Üyesi Murat BATAN’a teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans tez jürime katılan Prof. Dr. Zeynel Fuat TOPRAK’a ve Doç.Dr.. Nizamettin Hamidi ’ye katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Son olarak hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili babam Halil ÖZMEN’e, annem Hüsna ÖZMEN’e, ablam Melek ÖZMEN’e ve kardeşlerim Veysel – Derya – Elif ÖZMEN’e sabır ve desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatih ÖZMEN
BATMAN-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİL ÇİZELGESİ.....	x
TABLO ÇİZELGESİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Konu ve Kapsam.....	1
1.2.İklim Değişikliğinin Kuraklığa Etkisi.....	2
1.3.Çalışmanın Amacı.....	2
1.4.Çalışmanın Önemi.....	3
2.LİTERATÜR İNCELEMESİ.....	4
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1.Çalışma Alanı ve İklim Özellikleri.....	9
3.2.Çalışmada Kullanılan Veriler.....	10
3.3.Çalışmada Kullanılan Kuraklık Analizi Yöntemleri.....	10
3.3.1.Standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ) yöntemi.....	10
3.3.2.Ondalıklar kuraklık indisi (OKİ) yöntemi.....	11
3.3.3.Keşif kuraklık indisi (KKİ) yöntemi.....	12
3.3.4.Akım kuraklık indisi (AKİ) yöntemi.....	13
3.4.Çalışmada Kullanılan Program (DrinC).....	14

3.4.1.DrinC Programında Kullanılan Hargreaves Yöntemi.....	14
4.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	16
4.1.Batman İli Kuraklık Analizleri.....	16
4.1.1.Batman ili SYİ analizi.....	16
4.1.2.DrinC programında SYİ metodu için örnek uygulama.....	18
4.1.3.Batman ili OKİ analizi.....	21
4.1.4.Batman ili KKİ analizi.....	22
4.1.5.DrinC programında KKİ metodu için örnek uygulama.....	25
4.1.6.Batman ili AKİ analizi.....	28
4.2.Diyarbakır İli Kuraklık Analizleri.....	30
4.2.1.Diyarbakır ili SYİ analizi.....	30
4.2.2.Diyarbakır ili OKİ analizi.....	32
4.2.3.Diyarbakır ili KKİ analizi.....	33
4.3.Kuraklık Analizlerinin Karşılaştırılması.....	36
4.3.1.Batman ili için kuraklık analizlerinin karşılaştırılması.....	36
4.3.2.Diyarbakır ili için kuraklık analizlerinin karşılaştırılması.....	37
4.4.Kuraklık Analizlerinin Literatürle Karşılaştırılması.....	40
4.4.1.Batman ili kuraklık analizlerinin literatürle karşılaştırılması.....	40
4.4.2.Diyarbakır ili kuraklık analizlerinin literatürle karşılaştırılması.....	40
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	49

SİMGELER VE KISALTMALAR

<i>AKİ</i>	:Akım kuraklık indisi
<i>BGI</i>	:Bagnouls Gaussen İndisi
<i>BMÇP</i>	:Birleşmiş Milletler Çevre Programı
<i>CBS</i>	:Coğrafi Bilgi Sistemi
<i>ÇZİ</i>	:Çin-Z İndisi
<i>DÇOM</i>	:Diyarbakır İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
<i>DMİ</i>	:De Martonne İndisi
<i>DMGİ</i>	:De Martonne-Gotmann İndisi
<i>DrinC</i>	:Kuraklık indisi hesaplayıcısı
<i>DSİ</i>	:Devlet Su İşleri
<i>EKİ</i>	:Etkili kuraklık indisi
<i>ERKİ</i>	:Erinç kuraklık İndisi
<i>ET₀</i>	:Referans bitki su tüketimi
<i>Kİ</i>	:Kuraklık indisi
<i>KKİ</i>	:Keşif kuraklık indisi
<i>MÇZİ</i>	:Modifiye Çin-Z İndisi
<i>MGM</i>	:Meteoroloji Genel Müdürlüğü
<i>MFİ</i>	:Modifiye Fournier İndisi
<i>N</i>	:Yıl Sayısı
<i>NYİ</i>	:Normalin yüzdesi indisi
<i>OKİ</i>	:Ondalıklar kuraklık indisi
<i>P</i>	:Yağış
<i>PET</i>	:Potansiyel evapotranspirasyon tahmini
<i>Q</i>	:Debi
<i>S</i>	:Akarsu akımlarında standart sapma
<i>SYİ</i>	:Standartlaştırılmış yağış indisi
<i>V</i>	:Kümülatif akarsu akımı
<i>X_{ij}</i>	:Aylık yağış
<i>X_{im}</i>	:Uzun dönemli yağış ortalaması
<i>YAI</i>	:Yağış anomalisi indisi
<i>ZSİ</i>	:Z-Skoru indisi
<i>σ</i>	:Standart sapma

ŞEKİL ÇİZELGESİ

Şekil 3.1.Batman ve Diyarbakır illerinin harita üzerinde konumları.....	9
Şekil.4.1.SYİ yöntemi için yağış verisinin DrinC programına yüklenmesi.....	19
Şekil.4.2.SYİ yöntemi için girilen yağış verilerinin yüklendiğinin denetlenmesi.	19
Şekil.4.3.SYİ analizi için yöntem, dağılım ve süre seçimi.....	20
Şekil.4.4.SYİ yöntemi Batman kuraklık analizi.....	21
Şekil.4.5.KKİ yöntemi PET veri giriş modülünden görünüm.....	25
Şekil.4.6.KKİ yönteminde PET ve yağış verileri giriş modülünden görünüm.....	26
Şekil.4.7.KKİ analizi için yöntem, dağılım ve süre seçimi.....	27
Şekil 4.8.KKİ yöntemi Batman kuraklık analizi.....	28

TABLO ÇİZELGESİ

Tablo 3.1.SYİ sınıflandırma tablosu.....	11
Tablo 3.2.OKİ kategorileri.....	11
Tablo 3.3.KKİ sınıflandırma tablosu.....	12
Tablo 3.4.AKİ sınıflandırma tablosu.....	13
Tablo 4.1.Batman ili (1990-2020) yılları arası aylık ve yıllık toplam yağış değerleri (mm).....	17
Tablo 4.2.Batman ili SYİ analizlerine göre indis değerleri ve kuraklık şiddetleri.....	18
Tablo.4.3.Batman ili OKİ analizi.....	22
Tablo.4.4.DrinC programında Batman ili için hesaplanan tahmini PET değerleri (mm).....	23
Tablo.4.5.Batman ili KKİ analizi.....	24
Tablo 4.6.Batman Çayı (Malabadi Köprüsü) akım değerleri (m ³ /sn).....	28
Tablo.4.7.Batman İli (1990-2019) yılları arası AKİ yöntemi kuraklık analizi	29
Tablo 4.8.Diyarbakır ili (1990-2020) yılları arası aylık ve yıllık toplam yağış değerleri (mm).....	31
Tablo 4.9.Diyarbakır ili SYİ analizine göre indis değerleri ve kuraklık şiddetleri.....	32
Tablo 4.10.Diyarbakır ili OKİ analizi.....	33
Tablo.4.11.DrinC programında Diyarbakır ili için hesaplanan tahmini PET değerleri (mm).....	34
Tablo.4.12.Diyarbakır ili KKİ analizi.....	35
Tablo 4.13.Batman ve Diyarbakır illerinin kuraklık analizleri.....	39

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

1.1.Konu ve Kapsam

Son yıllarda küresel ısınmayla beraber kuraklık, taşkın gibi doğal afetlerde artış gözlenmiştir. Bu aşırılıklar tarımsal faaliyetler başta olmak üzere birçok sektörü olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle özellikle kuraklık üzerine birçok uzman bilimsel araştırmalar yapıp, kuraklığın hangi bölgelerde etkisini artırdığı, hangi periyotlarla tekrarlandığı, gelecekle ilgili kuraklık tahminleri yapmakta ve kuraklığın olumsuz etkilerini azaltmaya ya da en aza indirmeye çalışmaktadırlar (Batan, 2014, 2021). Bazı çalışmalar da bu çalışmalarla beraber iklim değişikliğine uyum çalışmalarının yapılmasını önermektedir (Batan ve Toprak, 2015).

Kuraklık doğal afetler arasında ekosistemi ve ekonomiyi en çok etkileyen farklı meteorolojik ve çevresel şartlar ile gelişen en önemli afet türüdür (Sırdaş ve Şen, 2003). Kuraklık, yağış miktarının uzun yıllar ortalamasından farklı olarak daha az gerçekleşmesi ile meydana gelen ve herhangi bir zaman ve herhangi bir yerde ortaya çıkan iklim olayıdır (Kaplukan, 2013).

Kuraklık geçmişten beri canlıların ve insan faaliyetlerinin su kaynaklarına bağımlılığı nedeni ile toplum ve ekosistem üzerinde bir çok olumsuz etkisi olmuştur (Wilhite, 2000).

Kuraklık çeşitleri ile ilgili literatürde yaygın olarak tanımı yapılmış üç çeşit kuraklık tipi vardır. Bunlar; meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık ve hidrolojik kuraklıktır. Meteorolojik kuraklık; belirli bir zaman periyoduna ait yağışın (en az 30 yıllık) normal değerlerinden düşük gelmesi olarak tanımlanır. Meteorolojik kuraklık kuraklık evresinin ilk aşamasıdır. Bölgeden bölgeye değişiklik gösterir. Tarımsal Kuraklık; toprak neminin bitki ihtiyacını karşılayamayacak ölçüde eksikliği olarak tanımlanır. Su kaynaklarında kıtlık ve nem kaybının artması sonucu meydana gelir. Tarımsal kuraklık meteorolojik kuraklıktan sonra, hidrolojik kuraklıktan önce ortaya çıkar. Hidrolojik kuraklık; yağış eksikliği nedeni ile yer altı ve yer üstü su kaynaklarındaki azalış olarak tanımlanır. Meteorolojik kuraklıktan çok sonraları bile hidrolojik kuraklık etkisini devam ettirebilir (İlgar, 2010).

Bu çalışmada da yazın sıcaklığın çok arttığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerinden Batman ve Diyarbakır illeri için farklı yöntemlerle uzun yıllar meteorolojik veriler kullanılarak kuraklık analizleri yapılmıştır. Bu analizlerle bu illerde kuraklık etkisinin görüldüğü yıllar belirlenmiştir.

1.2.İklim Değişikliğinin Kuraklığa Etkisi

Küresel iklim değişikliği ya da bilim adamlarının bir kısmının küresel ısınma olarak tanımladığı meteorolojik ve hidrolojik değişimler bir çok alanı etkilemesi bakımından uluslararası arenada üzerinde çok çalışılan bir konudur. Bu çalışmalar sonucunda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelleri (IPCC), Kyoto Protokolü (KP), Avrupa İklim Değişikliği Programı (ECCP) ve son olarak Paris Anlaşması gibi protokol ve programlar yapılmıştır (Batan ve Toprak, 2020).

İnsan faaliyetleri sonucu açığa çıkan sera gazlarının neden olduğu kabul edilen küresel ısınma su kaynaklarının azalmasına, kuraklık, taşkın gibi aşırı iklim olaylarına neden olduğundan tarımsal faaliyetleri olumsuz etkilemekte ve çok fazla yıkıcı etkisi olabilmektedir (Batan, 2014).

İklim değişiminin son 50 yılda sıcaklık artışının insan hayatı üzerinde fark edilebilir etkiler oluşturduğu bilim çevrelerince kabul edilir (Toprak ve diğ., 2009). Sıcaklığın artmasıyla buharlaşmada artış meydana gelip, su kaynaklarında azalma meydana gelir. Zaten sınırlı olan tatlı ve kullanılabilir su kaynakları küresel ısınmanın da etkisiyle daha fazla azalmaktadır. Bir çok çalışmada iklim değişikliğinin birçok bölgede kuraklığı tetiklediği belirtilmiş ve kuraklığın görülme sıklığını da artırdığı ifade edilmiştir (Guardiola-Claramonte ve diğ., 2011, Yaltu ve Aksu, 2019).

1.3.Çalışmanın Amacı

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin en kurak bölgeleri arasında yer almaktadır. Çalışmamızın ana konusunu teşkil eden Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Batman ve Diyarbakır illerinin kuraklık analizlerinin; Standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ), Ondalık Kuraklık indisi (OKİ) ve Keşif Kuraklık İndisi (KKİ) ve Akım Kuraklık İndisi (AKİ) yöntemleri ile yapılmasıdır. Batman ve Diyarbakır illeri kuraklık analizi için literatürde birkaç çalışma bulunmaktadır. Mevcut çalışmalarda da SYİ yöntemi dışında bu çalışmada kullanılan OKİ, KKİ ve AKİ yöntemleriyle kuraklık analizi yapılmamıştır. Bu çalışmanın amacı kuraklıktan etkilenen bir bölgede bulunan Batman ve Diyarbakır illerinin uzun dönem kuraklık durumlarını başka yöntemlerle de

gözlemleyebilmek ve literatürdeki diğer yöntem sonuçlarıyla karşılaştırıp daha güvenilir sonuçlara varabilmektir.

1.4.Çalışmanın Önemi

Kuraklık son 20-30 yılda küresel ısınmanın bir sonucu olarak tüm dünyayı etkileyen ciddi bir problemdir. Bu nedenle bu çalışmalar için gerek akademisyenler, gerekse de hükümetler çok çaba harcamakta ve bunun için büyük bütçeler ayrılmaktadır. Ayrıca tatlı suyun en büyük kullanıcısı olan tarımsal ürünlerde kuraklıktan dolayı meydana gelen zararlar da düşünüldüğünde kuraklık analizi çalışmalarının önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Bu nedenle bir bölgedeki ya da ildeki kuraklık durumunun belirlenmesi ve buna göre tedbir alınması kuraklıktan etkilenen sektörlerin zararlarını azaltmak ve kuraklığa uyum sağlayabilmek için önemlidir. Bu çalışmada da yazın çok yüksek sıcaklık değerlerine ulaşan ve bu nedenle buharlaşma ile su kayıplarının çok fazla olduğu Batman ve Diyarbakır illeri için literatürde en fazla kullanılan SYİ yöntemi ve Batman ve Diyarbakır illeri için literatürde kullanılmayan OKİ, KKİ ve AKİ yöntemleriyle kuraklık analizi yapılmıştır. Literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılıp daha güvenilir sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM 2

2.LİTERATÜR İNCELEMESİ

Kuraklık analizi bir çok bölgeyi ve birçok sektörü olumsuz etkilediği için literatürde birçok çalışma mevcuttur. Ülkemiz ve ülkemiz dışında yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Kıymaz, Güneş ve Asar (2011)'de SYİ yöntemini kullanarak Seyfe gölünün meteorolojik kuraklık analizini yapmıştır. 1975-1991 ve 1992-2008 dönemleri olmak üzere 2 dönemde analizler yapılmıştır. 2.Dönemdeki hafif kuraklık değerleri 1.döneme göre tüm periyotlarda (3,6,12 ve 24 aylık) artmıştır. Normal nem şiddeti ise 1.dönemden 2.döneme doğru azaldığı tespit edilmiştir.

Oğuz, Pekin ve Çamalan (2021)'de Muğla ilinin 1960-2018 yılları arasındaki yağış eğilimi, meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık durumunu analiz etmişlerdir. Çalışmada meteoroloji genel müdürlüğünün verilerinden faydalanılmış ve Muğla meteoroloji istasyonuna ait 1960-2018 periyodundaki veriler kullanılmıştır. Alınan yağış verilerine Run (Swed-Eisenhart) homojenlik testi, Mann-Kendall metodu ve Standart Yağış İndisi yöntemi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarında Muğla ilinde hafif nemli ve hafif kurak ayların daha fazla görüldüğü belirlenmiştir. Ayrıca yapılan analizler, zamansal sürenin artmasıyla, kuraklığın daha az tekrarlandığı ama daha uzun etki ettiğini göstermiştir.

Bacanlı ve Kargı (2019)'da Bursa ilinde uzun süreli yağış verisi bulunan 4 istasyonda 1969-2015 dönemi için analizler yapmışlardır. Yapılan çalışmada SYİ yöntemi ile 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 aylık dönemler için analizler yapılmıştır. SYİ yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarında istasyonlarda kurak, normal veya sulak dönemlerin oranlarında benzerlik olduğu görülmüştür. Diğer yandan, kısa süreli periyotlarda (3-6 ay) kuraklığa pek rastlanmazken, uzun süreli periyotlarda (12-24-48 ay) etkili kuraklığa rastlanmıştır.

Yetmen, Aytaç ve Özcanlı (2017)'de Akçakale ile Şanlıurfa meteoroloji istasyonlarının 1975-2012 periyotlarındaki yağış verilerini kullanıp, Harran Ovası'ndaki kuraklık durumunu, SYİ ve Thornthwaite yöntemi ile analiz etmişlerdir. Yapılan çalışmada yıl içerisindeki sulama dönemi ve miktarında yol gösterici olması için kurak dönemin özellikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte kuraklık ihtimali, kuraklık durumu, kuraklık genliği ve kurak dönemler belirlenmiştir.

Gümüş, Başak ve Oruç (2016)'da Şanlıurfa istasyonu için (1937-2014) arası dönem yağış verileri alınarak SYİ metodu kullanılarak kuraklık durumunu araştırmışlardır. Yapılan çalışmada 1,3,6,12 aylık yağış verileri kullanılarak Şanlıurfa istasyonundaki kurak ve yağışlı dönemler hakkında bulgulara ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda, verileri kullanılan istasyonda 1986-2014 (29 yıl) dönemindeki aşırı kurak ayların 1937-1985 (49 yıl) dönemindekine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Özfidaner ve Topaloğlu (2020)'de SYİ Yöntemi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuraklık analizini yapmıştır. Çalışmada Siirt, Gaziantep ve Siverek istasyonlarından elde edilen 40 yıllık yağış verileri kullanılarak analizler yapılmış ve 1 ve 12 aylık meteorolojik kuraklık belirlenmiştir. 1 ay kaydırma durumunda % 52 ile %71 oranında normal, %16 ile %48 oranında şiddetli kuraklık meydana gelmiştir. 12 ay kaydırma durumunda ise %80 ile %88 oranında normal, %12 ile %20 oranında şiddetli kuraklık yaşandığı tespit edilmiştir.

Arslan, Bilgil ve Veske (2016)'da Kızılırmak Havzası'nın 1973-2013 yılları arasındaki kuraklık durumu SYİ yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada Kızılırmak Havzası'nın 1, 3, 6, 9, 12 ve 60 aylık periyotlarda SYİ değerleri hesaplanmıştır. Havza'da meydana gelen kuraklıklar geçmiş yıllar ile karşılaştırıldığında 12 ve 60 aylık periyotlar için önemli artışlar gösterdiği tespit edilmiştir.

Yetmen (2013), Türkiye'deki 133 istasyon için aylık toplam yağış verileri kullanarak SYİ yöntemiyle Türkiye'nin 1975-2018 yılları arası kuraklık olaylarını incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda Türkiye'de en uzun kurak dönemler ortalaması 20 ay sürdüğü tespit edilmiştir. Maksimum kuraklık şiddetinin 4 dönemde gözlemlendiği ve kuraklık genliğinin istasyonların %72'sinde artış yönünde olduğu belirlenmiştir.

Topçu, Seçkin (2020)'de Türkiye'nin güneyinde yer alan Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi havzalarına ait 35 meteoroloji istasyonundan elde edilen yağış verileri kullanarak OKİ ile kuraklık analizi yapmışlardır. OKİ yöntemiyle istasyonların yağış bakımından en kurak yılları tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda havza genelinde yağışların azaldığı tespit edilmiştir.

Ünlükara, Yürekli, Anlı Ve Örs (2010)'da Kayseri ili için KKİ yöntemi kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. Kayseri merkez meteoroloji istasyonundan 1975-2009 yılları arası ölçülen toplam yağış verileri alınarak yapılan çalışmada FA056

Penman-Monteith ilişkisine göre bulunan ET_0 (referans bitki su tüketimi değerleri materyal olarak kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Kayseri ilinde hesaplanan $KKİ$ indislerine göre hafif kuraklığın daha fazla görüldüğü; orta, şiddetli ve aşırı kuraklıkların da çok sık olmasa da görüldüğü belirlenmiştir.

Yaltı ve Aksu (2019)'da yaptıkları çalışmalarında iklim değişikliğinin dünyanın birçok bölgesinde kuraklığı tetiklediklerini ifade etmişlerdir. Kuraklığın Türkiye genelinde farklı şiddet ve dönemlerde hakim olacağına vurgu yapmışlardır. Türkiye'nin doğusunda yer alan Iğdır ovası, verimli toprakları ve mikro iklim özellikleri nedeniyle birçok tarım ürününün yetiştirilmesine elverişlidir.

Bu çalışmada Iğdır ilinde $SYİ$, $KKİ$ ve $AKİ$ kullanılarak kuraklık analizleri yapılmıştır. Çalışma, düşük yağışların ve yüksek sıcaklıkların hidrolojik ve meteorolojik kuraklık üzerindeki bütünsel etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu yöntemler ile Iğdır Ovasında çeşitli kurak ve orta kurak yıllar belirlenmiş ve ovadaki kuraklıkların daha iyi anlaşılmasını hedeflemişlerdir.

Ansarifard ve Shamsnia (2018), Kuraklığın, ekonomik, tarımsal, sosyal ve çevresel etkisi olan önemli bir olgu olduğunu ifade etmişler ve bu nedenle özellikle kurak iklime sahip bölgelerde kuraklığın izlenmesinin çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada İran'ın güneybatısında yer alan Şiraz'da 1982-2017 yılları arasında kuraklık izlenmiştir.

Kuraklığı araştırmak için $SYİ$ ve $KKİ$ indisleri ile analizler yapılmış ve her iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır. $SYİ$ ve $KKİ$ yöntemleri yıllık sonuçları, 1983-1984 ve 2008-2009 yılları için benzer olarak aşırı kurak değerler tespit ettiği belirlenmiştir. 1999-2000 yılı için, $SYİ$ normale yakın bir durum gösterirken, $KKİ$ bu yılı orta derecede kurak olarak tespit etmiştir. 1995-1996'da; $SYİ$ bu yılı çok yağışlı olarak sınıflandırmış, ancak $KKİ$ bunu orta derecede yağışlı olarak sınıflandırmıştır. Bu araştırmada yazarlar, kuraklığın izlenmesinde özellikle yağış miktarlarının düşük olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde hem yağış hem de evapotranspirasyon değerlerini dikkate aldığı için $KKİ$ 'yi önermişlerdir.

El-Tantawi, Bao, Liu ve Gamal (2021)'de yaptıkları çalışmada Kuzey-Batı Mısır'daki meteorolojik kuraklığı üç kuraklık indisi olan; Yağış Oranları İndisi($YOİ$), $SYİ$ ve $KKİ$ ile analiz yapıp değerlendirmişlerdir. Üç istasyon için bulunan sonuçlar kurak yıllar ile yağışlı yılların neredeyse eşit olduğunu göstermiştir. Ancak günümüze yakın yıllarda şiddetli kuraklığın arttığını tespit etmişlerdir.

SYİ ve KKİ analiz değerleri, tüm istasyonlarda %99 oranında benzer sonuçlar gösterdi. Ayrıca SYİ'nin 2021-2050 yılları üzerindeki eğilimi çeşitli iklim modelleri ile simüle edilerek analizler yapıldı. 2 istasyonda bazı iklim modellerine (RCP4.5 ve RCP8.5) göre negatif trend elde edilirken, 1 istasyonda RCP8.5 iklim modeline göre yıllık SYİ-12'de pozitif trend elde edilmiştir.

Verma, Verma, Yadu ve Murmu (2016)'da yaptıkları çalışmada; kuraklığın, nemin daha az mevcudiyeti ile karakterize edilen bir iklim durumu olduğunu belirtmişlerdir. Hindistan'ın yaklaşık % 33'ünün kuraklığa eğilimli bölge altına girdiğinden kuraklık analizi için çalışma alanı olarak Seonath nehir havzası (Hindistan'ın Chhattisgarh eyaletindeki başlıca yüzey suyu kaynağı) alınmıştır. Mevcut çalışmada (1980-2013) yılları arası yağış verileri kullanılarak SYİ yöntemi ile kuraklığın sıklığı belirlenmiştir. (1984-2013) yılları arası yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak da KKİ yöntemiyle yine kuraklık sıklığı belirlenmiştir.

Mohammed, Scholz (2017) çalışmasında meteorolojik kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde güçlü bir indis olarak kabul edilen KKİ kullanmışlardır. KKİ, yağış (P) ve evapotranspirasyona (ET) dayalı olduğundan, KKİ tarafından hesaplanan kuraklık şiddetinin karakterizasyonu üzerindeki ET tahmini etkilerini değerlendirir. Mevcut çalışma, en yaygın deneysel ET tahminlerinden üçünü kullanarak, ET yöntemlerinin etkisine ve KKİ yıllık sonuçları üzerindeki yükseklik ve iklim koşullarına ışık tutması beklenmektedir.

Zehtabian, Karimi, Fard, Mirdashtvan ve Khosravi (2013) çalışmasında; SYİ ve KKİ arasındaki benzerlikleri/farklılıkları araştırmak için, yağış ve yağışın potansiyel buharlaşma üzerindeki oranı kullanıldı (ET0). Veriler İran'ın Güney Horasan eyaletindeki altı sinoptik istasyondan alındı. İlk olarak SYİ hesaplamak için her periyodun yükselti-yağış regresyonu elde edilip daha sonra bu ilişki CBS yazılımı kullanılarak DEM katmanına uygulanmıştır. Sonuç, en şiddetli kuraklıkların sırasıyla 2008, 2000, 2006 ve 2001 yıllarında meydana geldiğini göstermiştir.

KKİ indisini elde etmek için yıllık sıcaklık verileri kullanıldı. İstasyonlardan gelen yağış verileri de kullanılıp potansiyel evapotranspirasyon Tornthwhite yöntemi ile elde edildi. Sonuçlar, 2008 yılında 4 istasyonun aşırı ve şiddetli sınıflarda sınıflandırıldığını ve orta ve küçük sınıf olmadığını göstermiştir.

Morid, Smakhtin ve Moghaddasi (2006)'da yaptıkları çalışmada İran'ın Tahran eyaletinde kuraklık izleme için yedi indeksin performansını karşılaştırmışlar. Kullanılan

indeksler arasında Ondalıklar Kuraklık İndisi(OKİ), Normalin Yüzdesi İndisi(NYİ), Standart Yağış İndisi (SYİ), Çin-Z İndisi(ÇZİ), Modifiye CZI (MÇZİ), Z-Skoru İndisi(ZSİ) ve Etkili Kuraklık İndisi(EKİ) bulunur. İndislerin karşılaştırılması, ilde 32 yıllık verilerin yanı sıra en son 1998-2001 kuraklık dönemi boyunca tespit edilen kuraklık durumları dikkate alınmıştır. Sonuçlar, SYİ, ÇZİ ve MÇZİ'nin kuraklık tanımlaması açısından benzer şekilde performans gösterdiğini ve kuraklığın başlangıcına yavaş tepki verdiklerini göstermiştir.

OKİ, belirli bir yılın yağış olaylarına çok duyarlı olduğu, ancak tutarsız mekansal ve zamansal varyasyona sahip olduğu belirlenmiştir. SYİ ve EKİ'nin kuraklığın başlangıcını, bunun mekansal ve zamansal değişimini tutarlı bir şekilde tespit edebildiği ve kuraklığın izlenmesi için önerilebileceği belirlenmiştir. Ancak, EKİ'nin ortaya çıkan kuraklığa daha duyarlı olduğu ve daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Salehnia ve diğerleri(2017)'de yaptıkları çalışmada kuraklığın izlenmesi için çok indeksli bir yaklaşım benimsemişlerdir. Sekiz yağışa dayalı kuraklık indisinin SYİ (Standardize Yağış İndisi), NYİ (Normalin Yüzdesi İndisi), OKİ (Ondalıklar Kuraklık İndisi), EKİ (Etkili Kuraklık İndisi), ÇZİ (Çin-Z indisi), MÇZİ (Modifiye edilmiş ÇZİ), YAI (Yağmur Anomalisi İndisi) ve ZSİ (Z-Skor İndisi) istasyon tarafından gözlemlenen yağış verilerinden ve 1987–2010 döneminde Kashaftood Havzası için tarihsel kuraklık olaylarını değerlendirmek için AgMERRA ızgaralı yağış verilerinden hesaplanmıştır.

Tüm indislerde, çalışma dönemi için en şiddetli kuraklıkların 2001 ve 2008'de meydana geldiğini göstermiştir. Veri girdi kaynağından bağımsız olarak, SYİ, NYİ ve OKİ, birbiriyle yüksek oranda ilişkiliydi ($R^2=0.99$). Ayrıca, ÇZİ ile MÇZİ arasında ve ZSİ ile YAI arasında daha yüksek korelasyonlar ($R^2=0.99$) tespit edildi.

Tüm indisler kuraklık yoğunluğunu takip edebildi, ancak EKİ ve YAI, diğer indislerle kıyasla daha yüksek kuraklık derecesi değerleri gösterdi. AgMERRA yağış verilerinden elde edilen kuraklık indisleri ile istasyon tarafından gözlemlenen yağış verilerinden elde edilen kuraklık indisleri arasındaki güçlü korelasyona dayanarak, İran'da gelecekteki çalışmalarda istasyon tarafından gözlemlenen yağış verilerinde var olan boşlukları doldurmak için AgMERRA yağış verilerinin kabul edilebileceği belirlenmiştir.

BÖLÜM 3

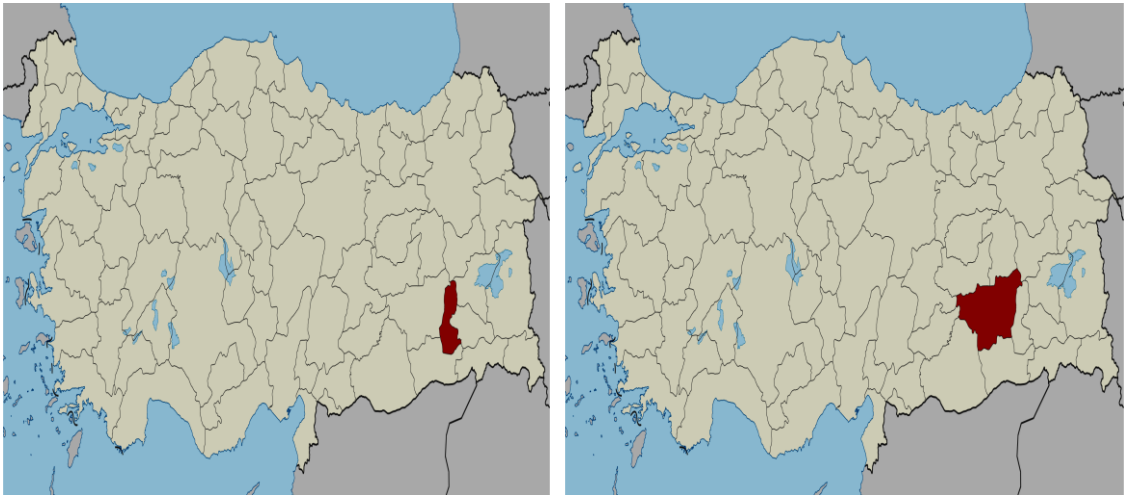
3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Çalışma Alanı ve İklim Özellikleri

Batman ili, Dicle havzasında il topraklarından geçen Dicle nehri ve Batman çayı kenarındaki verimli ovalardan oluşan düz bir alanda bulunmaktadır. Çevresinde Siirt, Diyarbakır, Bitlis, Muş ve Mardin illeri bulunmakta olup, $41^{\circ} 10'$ ve $41^{\circ} 40'$ doğu boylamları ile $38^{\circ} 40'$ ve $37^{\circ} 50'$ kuzey enlemleri arasındadır. Şehir merkezinin denizden yüksekliği 540-560 m arasındadır. Şehirde karasal iklim hakimdir. Karasal iklimden dolayı yazın aşırı sıcak geçmekte, kışın ise soğuk ve kar yağışlı geçmektedir (Aydın, 2019).

Diyarbakır ili, Batman ilinin batısında ve Batman iline komşu olup $37^{\circ}30'$ ve $38^{\circ}43'$ kuzey enlemleri ile $40^{\circ}37'$ ve $41^{\circ}20''$ doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Şehir merkezinin denizden yüksekliği 670 m'dir. (Gürsoy ve diğ., 2013) İlin çevresindeki diğer iller Muş, Mardin, Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya, Elazığ ve Bingöl illeridir. Diyarbakır ilinde de yine karasal iklim hüküm sürer. Gündüz ile gece arasında sıcaklık farkı olmaktadır. Kış ve bahar ayları yağışlı geçmekte, yaz ayları kurak geçmektedir. (DÇOM, 2015)

Aşağıda Şekil.3.1'de Batman ve Diyarbakır illerinin konumu harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil.3.1.Batman ve Diyarbakır illerinin harita üzerinde konumları (Vikipedi, 2022)

3.2.Çalışmada Kullanılan Veriler

Bu çalışmada kuraklık analizinde 4 farklı yöntem kullanılmıştır. Kuraklık analizinde kullanılan yöntemlerden SYİ ve OKİ yöntemi sadece uzun dönem aylık toplam yağış verilerini kullanmaktadır. Ve bu iki yöntemle Batman ve Diyarbakır illeri için SYİ yöntemiyle 1990-2020 yılları arası 31 yıllık dönem için, OKİ yöntemiyle de 1991-2020 yılları arası 30 yıllık dönem için kuraklık analizi yapılmıştır. OKİ yöntemiyle kuraklık analizi yapabilmek için veri serisi 10'un katları olması gerektiğinden verilerin başlangıç yılı 1990 yerine 1991 yılı alınmış ve 30 yıllık veri kullanılmıştır.

AKİ yöntemiyle kuraklık analizi yapabilmek için uzun dönem akarsu akım verileri kullanılmıştır. Ancak, sadece Batman iline daha yakın konumda bulunan Malabadi köprüsü istasyonu akım değerleri temin edilebilmiştir. Bu nedenle sadece Batman çayı için bu yöntemle kuraklık analizi yapılabilmektedir. AKİ yönteminde kullanılan veriler 1990-2019 yılları arasını kapsamaktadır.

KKİ yöntemiyle kuraklık analizi yapabilmek için Batman ve Diyarbakır illeri için aylık toplam yağış verileri ve DrinC programında PET(potansiyel evapotranspirasyon tahmini) hesabı yapabilmek için aylık maksimum ve minimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. KKİ yöntemiyle kuraklık analizleri 1990-2020 yılları arası, 31 yıllık dönem için yapılmıştır.

Analizlerin daha güvenilir sonuç vermesi için uzun dönemli veri kullanılmasına özen gösterilmiştir. Yağış ve sıcaklık verileri Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Akarsu akım verileri ise Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

3.3.Çalışmada Kullanılan Kuraklık Analizi Yöntemleri:

3.3.1.Standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ) yöntemi

Kuraklığın belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan SYİ yöntemi, yağış toplamalarına gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunu eklemesini içerir. Denklem (3.1)'den anlaşıldığı üzere aylık yağışlar ve uzun dönemli yağış ortalamaları arasındaki farkın standart sapmaya bölünmesi ile standartlaştırılması sonucu bulunmaktadır. (Gümüş vd. 2016).

$$SYI = \left(\frac{X_{ij} - X_{im}}{\sigma} \right) \quad (3.1)$$

Burada X_{ij} ; i. yağış istasyonundaki j. gözlemdeki aylık yağış, X_{im} ; uzun dönemli yağış ortalamasını ve σ standart sapmayı ifade etmektedir.

Tablo 3.1.SYİ sınıflandırma tablosu (Gümüş vd. 2016; Batan M. 2021).

STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ	
$SYİ > 2.0$	Aşırı Yağışlı
$1.5 < SYİ \leq 2.0$	Çok Yağışlı
$1.0 < SYİ \leq 1.5$	Orta Yağışlı
$0 < SYİ \leq 1.0$	Hafif Yağışlı
$-1 < SYİ \leq 0$	Hafif Kurak
$-1.5 < SYİ \leq -1.0$	Orta Kurak
$-2.0 < SYİ \leq -1.5$	Çok Kurak
$SYİ \leq -2$	Aşırı Kurak

3.3.2.Ondalıklar kuraklık indisi (OKİ) yöntemi

OKİ değerleri hesaplanması istenen istasyonun her bir hidrolojik yılının yağış serileri en az yağıştan en çok yağışa doğru sıralanır. Yağış serisi %10'luk kısımlara ayrılır (10 parçaya bölünür). İlk ondalık en düşük %10'luk kısmın yağış miktarını aşamayan yağış miktarı olarak belirlenir (Topçu, 2020).

Aşağıda Tablo 3.2'de OKİ kuraklık kategorileri görülmektedir.

Tablo 3.2.OKİ kategorileri (Topçu,2020)

Ondalık 1-2	en düşük %20, normalin çok altı yağış
Ondalık 3-4	diğer en düşük %20, normalin altı yağış
Ondalık 5-6	orta %20, normal civarı yağış
Ondalık 7-8	diğer en yüksek %20, normalin üstünde yağış
Ondalık 9-10	en yüksek %20, normalin çok üstünde yağış

3.3.3. Keşif kuraklık indisi (KKİ) yöntemi

KKİ indisinin k-referans periyotlarındaki değerlerinin tahmininde gerekli olan α_k^i değerleri aşağıdaki ilişki ile bulunmaktadır.

$$\alpha_k^i = \frac{\sum_{j=1}^{3k} p_{ij}}{\sum_{j=1}^{3k} ET_{0ij}} \quad i=1...N \quad k=1, 2, 3, 4 \quad (3.2)$$

Denklem (3.2)'de P_{ij} ve ET_{0ij} sırasıyla i. yılın j. ayının toplam yağış ve referans bitki su tüketimini (ET_o) ifade etmektedir. KKİ indisi, seçilmiş bir zaman dilimi (k-referans periyodu) için hesaplanan (α_k^i) değerleri ile hesaplanan (α_k^i) değerlerinin ortalama miktarının farkının, hesaplanan (α_k^i) değerlerinin standart sapmasına bölünmesi sonucu elde edilir.

$$KKİ = \frac{\alpha_k^i - \mu_\alpha}{\sigma_\alpha} \quad (3.3)$$

μ_α ve σ_α , sırasıyla α_k 'nın ortalama ve standart sapmasıdır. Bu ilişkiden KKİ değerlerini elde etmek için α_k değerlerinin normal dağılım göstermesi gerekir. KKİ indisinin hesaplanması için öncelikle α_k değerlerinin frekans dağılımının standartı test edilmelidir. (Yürekli ve diğ., 2010)

KKİ yöntemine ait sınıflandırma tablosu Tablo 3.3'de verilmiştir. SYİ yöntemi sınıflandırma tablosuyla benzerlik göstermektedir. Hatta bazı kaynaklarda aynı sınıflandırma tablosu da kullanılmaktadır.

Tablo 3.3.KKİ sınıflandırma tablosu (Cai ve diğerleri,2015)

KEŞİF KURAKLIK İNDİSİ	
$KKİ \geq 2.0$	Aşırı Nemli
$1.5 \leq KKİ < 2.0$	Çok Nemli
$1.0 \leq KKİ < 1.5$	Orta Nemli
$-1.0 \leq KKİ < 1.0$	Normale Yakın
$-1.5 \leq KKİ < -1.0$	Orta Kurak
$-2.0 \leq KKİ < -1.5$	Çok Kurak
$KKİ < -2$	Aşırı Kurak

3.3.4. Akım kuraklık indisi (AKİ) yöntemi

Hidrolojik kuraklık indisi olarak da bilenen akım kuraklık indisi Nalbantis ve Tsakiris(2009) tarafından verilen denklemlere göre belirlenir. Hidrolojik yıl (i), yılın ayını (j), akım değeri ise (Q_{ij}) ile tanımlanırsa, kümülatif akarsu akımlarına ($V_{i,k}$) ait zaman serisi denklem 3.4'ten elde edilir.

$$V_{i,k} = \sum_{j=1}^{3K} Q_{ij} \quad i=1, 2, N, J=1,2,\dots,12, k=1,2,3,4 \quad (3.4)$$

$V_{i,k}$ yılın k referans periyodu için kümülatif akım miktarını verir. N yıl sayısını, $k=1,2,3,4$ değerleri sırasıyla Ekim-Aralık; Ekim-Mart; Ekim-Haziran; Ekim-Eylül dönemlerini yansıtır. Ekim-Eylül dönemi de yıllık akımlara karşılık gelir. AKİ değerleri, kümülatif akarsu akımlarına ($V_{i,k}$) göre aşağıda verilen denklem 3.5'ten her yıl için 4 defa elde edilir.

$$AKI = \frac{V_{i,k} - V_k}{S} \quad i=1, 2, N, J=1,2,\dots,12, k=1,2,3,4 \quad (3.5)$$

V_k ve S , k referans periyodu için kümülatif akarsu akımlarının ortalama ve standart sapma değerlerini verir (Özfıdaner, 2018).

Aşağıda Tablo 3.4'de, AKİ yöntemine ait 8 sınıftan oluşan kuraklık şiddeti sınıflandırma tablosu verilmiştir. Bu sınıflandırma tablosu da SYİ ve KKİ yöntemlerinin sınıflandırma tablolarıyla çok benzerlik göstermektedir.

Tablo 3.4. AKİ sınıflandırma tablosu (Gümüş, 2017)

AKIM KURAKLIK İNDİSİ	
$AKİ > 2.0$	Aşırı Nemli
$1.5 < AKİ \leq 2.0$	Şiddetli Nemli
$1.0 < AKİ \leq 1.5$	Orta Nemli
$0 < AKİ \leq 1.0$	Hafif Nemli
$-1 < AKİ \leq 0$	Hafif Kurak
$-1.5 < AKİ \leq -1.0$	Orta Kurak
$-2.0 < AKİ \leq -1.5$	Şiddetli Kurak
$AKİ \leq -2$	Aşırı Kurak

3.4.Çalışmada Kullanılan Program (DrinC)

Tigkas D., Vangelis H., Tsakiris G., (2015)'e göre kuraklık, şiddeti, süresi ve alansal büyüklüğü ile tanımlanabilen bir olgudur. Bu üç ölçü arasında kuraklık şiddeti kuraklık analizleri için kullanılabilecek etkin bir parametredir. Kuraklık indisleri de kuraklık şiddetini doğru olarak değerlendirmek için kullanılır.

Drought Indices Calculator (DrinC) kuraklık indislerinin hesaplanması için basit, ancak uyarlanabilir bir arayüz sağlamak üzere geliştirilmiş bir yazılım paketidir. Tigkas ve diğerleri (2015)'te geliştirdikleri bu program ile KKİ, AKİ ve yaygın olarak bilinen 2 indis olan SYİ ve OKİ hesaplamalarını yapmışlardır. Ayrıca program KKİ hesabı yapmak için yağış verileri ile birlikte sıcaklık verilerini de kullanan Potansiyel Evapotranspirasyon Tahmini (PET hesabı) modülü de içerir.

Program, Hargreaves, Thornthwaite, Blaney-Criddle metodlarıyla kuraklık analizi yapabilmektedir. Ancak, Hargreaves yöntemi daha iyi sonuçlar verdiği için, bu çalışmada analizlerde Hargreaves yönetimine göre analiz yapılmıştır. Programda sonuçlar, aylık, yıllık ya da dönemsel periyotlar halinde elde edilebilir.

DrinC programı, kuraklık izleme, kuraklığın mekansal dağılımını değerlendirme, iklim ve kuraklık senaryolarının araştırılması vb. gibi çalışmalarda kullanılmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki uygulamaları, kuraklık analizi için yararlı bir program olduğunu göstermektedir.

3.4.1.DrinC Programında Kullanılan Hargreaves Yöntemi

Hargreaves, 8-15 cm arasında yüksekliğe sahip otlak alandan ölçülen evapotranspirasyon (ET_g) değerleri ile ortalama sıcaklık (TF) ve yüzeydeki küresel güneş radyasyonu (R_s) arasında bir ilişki kurmuştur. Elde ettiği lineer denklem ile ET_g değerlerinin %94'ünü tespit ettiğini belirtmiştir. Aşağıda denklem (3.6)'da sıcaklık birimi fahrenheit olarak alındığında, denklem (3.7)'de de sıcaklık birimi derece olarak alındığında PET değerini veren formüller verilmiştir (Hargreaves, 1975).

$$PET = 0,0075R_sTF \quad (3.6)$$

$$PET = 0,0135R_s(TC + 17,8) \quad (3.7)$$

1977 yılında yaptığı çalışmada gözlem verileri analizinden ve literatürden yararlanarak amprir R_s 'nin güneşlenme süresi(S) ve uzay radyasyonu(R_a) ile

hesaplanabileceğini belirlemiş ve aşağıda denklem (3.8)'i önermiştir (Hargreaves, 1977).

$$R_s = 0,075 R_a S^{0,50} \quad (3.8)$$

Hargaves ve Samani çalışmalarında R_s 'nin hesabını denklem (3.9)'da görüldüğü üzere sıcaklık değişkenine bağlamıştır (Hargreaves ve Samani, 1982).

$$R_s = K_{RS} R_a TR^{0,50} \quad (3.9)$$

TR ortalama günlük maksimum ve minimum sıcaklık farkıdır. K_{RS} ampirik katsayıdır. Hargreaves Senegal'de bir nehir havzasından temin edilen iklim verilerini kullanmış ve K_{RS} 'i 0,16 bulmuştur. Denklem 3.7 ve 3.9'dan ve K_{RS} de 0,16 alınarak denklem (3.10)'u elde etmiştir (Hargreaves, 1983). Bu denklemde TC, TR'nin yarısıdır.

$$PET = 0,0022 R_a (TC + 17,8) TR^{0,50} \quad (3.10)$$

Hargreaves ve Samani pik taleplerin olduğu aylarda katsayının 0,0023 alınabileceğini belirtmişlerdir. Ve bu haliyle denklem (3.11) elde edilmiş ve bu denklem Hargreaves ve Samani denklemi olarak bilinmektedir (Hargreaves ve Samani, 1982).

$$PET = 0,0023 R_a (TC + 17,8) TR^{0,50} \quad (3.11)$$

Bu denklemde sadece sıcaklık verisinin bulunduğu bölgelerde sık kullanılmaktadır. Ayrıca basit ve kolay hesaplanabilir olması açısından da tercih edilmektedir. Allen çalışmasında Hargreaves ve Samani denklemini geliştirerek aşağıdaki denklem 3.12'yi önermiştir (Hargreaves ve Allen, 2003).

$$PET = 0,0029 R_s (TC + 20) TR^{0,40} \quad (3.12)$$

BÖLÜM 4

4.BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1.Batman İli Kuraklık Analizleri

Batman ili için DrinC programı ile 4 kuraklık analizi yöntemi kullanılarak 1990-2020 yılları arası, 1991-2020 yılları arası ve 1990-2019 yılları arası 31 yıllık sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak analizler yapılmıştır. Batman ili için 1990-2020 yılları arası 31 yıllık yağış verileri kullanılarak SYİ, 1991-2020 yılları arası 30 yıllık yağış verileri kullanılarak OKİ ile 1990-2020 yılları arası 31 yıllık yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak KKİ ile ve son olarak 1990-2019 yılları arası 30 yıllık akım verileri kullanılarak AKİ ile kuraklık analizi yapılmıştır.

4.1.1.Batman ili SYİ analizi

Kuraklık analizi yöntemlerinden en yaygın olan yöntemlerin başında gelen SYİ yöntemi ile kuraklıktan etkilenen Güneydoğu Anadolu Bölgesinin illerinden biri olan Batman ili için 1990-2020 yılları arasını kapsayan 31 yıllık yağış verileri ile 12 ay için (yıllık) kuraklık analizi yapılmıştır. DrinC kuraklık analizi programı ile analiz yapabilmek için aylık toplam yağış verileri Ekim ayından başlayacak şekilde düzenlendikten sonra programa girilir. Programda SPI(Standardised Precipitation Index) seçildikten sonra Gamma dağılımı seçilir. SYİ yöntemi 1-3-6-9-12-24-48 ay gibi farklı periyotlar için hesaplanabilmektedir. Ancak, 12 ay ve daha düşük zaman periyotları için dağılım normal dağılıma uymayabilmektedir. Bu nedenle programda Gamma dağılımı seçilip analiz yapılmış ve dağılım normal dağılıma uydurulmuştur. Analizde kullanılan 1990-2020 yılları arası 31 yıllık aylık toplam ve yıllık toplam yağış değerleri Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden temin edilmiş olup, aşağıda Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.1. Batman ili (1990-2020) yılları arası aylık ve yıllık toplam yağış değerleri (mm), (MGM)

YIL	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz	Tem	Ağus	Eylül	Yıllık
1990	9,9	59,1	39,6	63,5	57,7	4,9	92,9	16,2	3,6	0	0	0	347,4
1991	42,1	50,1	148,1	38,2	67,3	125,8	27,5	44,6	3	0	0	2,8	549,5
1992	0	97,1	63,9	45,9	111,3	24,8	49,4	64,9	35,4	0	0,5	1,3	494,5
1993	10,5	108,3	21,4	45,4	97,4	49,6	39,2	192,3	5,2	1	0,8	0	571,1
1994	46,5	133,2	84,2	73,6	68,2	38,5	18,89	38,1	0	0	0	8,3	596,8
1995	9,3	51,6	0,5	70,2	50,3	133,3	87,3	12,7	25,7	0	0	2,7	443,6
1996	35,1	0,4	130,4	85	62,4	259,4	71,3	12,6	0	0	0	7,3	663,9
1997	58,5	36,4	65,4	47,2	65,3	53,3	63,7	37,1	14,9	4	0	14	459,8
1998	0	12,9	51,2	38,2	51,6	93,8	76,7	56	9,6	0,5	0,8	0,4	391,7
1999	11,8	1,8	53,1	25,1	33,5	90,8	98	7,2	1,7	1	0	3,6	327,6
2000	12,2	18,8	106,5	57,8	55,9	52,9	57,3	3,1	6,6	0	0	0,5	371,6
2001	31,6	29,3	116,9	15,8	54,9	102,4	32,9	73,4	0,1	0	0	1,2	458,5
2002	24,7	48,7	102,8	40,1	47,9	75,9	128,4	2,4	4	0	0	3,8	478,7
2003	57,9	0	0	61	141,3	111,5	104	28,8	12	0	0	0	516,5
2004	1,3	146,8	11,4	0	0	0,6	55,2	91,9	0,3	0	0	0	307,5
2005	12,2	21,4	82,1	96,6	71,2	68,2	21,9	6,6	17,2	0	2,2	0,5	400,1
2006	69,6	106,3	37,4	128	97,2	46,6	101,7	31,2	0	0,6	0	1	619,6
2007	4,6	21,3	30,3	45,1	67,9	63,1	116,7	21,2	9,4	1,6	0	0	381,2
2008	31,1	31,7	49,3	26,3	39,3	17,3	24,4	16,3	9,4	0	13,7	38,1	296,9
2009	36,5	36,1	92,4	27,2	73,6	82,5	45,4	5	3,8	3	0	1,5	407
2010	42,6	0	18,2	73,5	40,4	60,1	13,5	39,8	12,8	0	0	0,2	301,1
2011	37	26,4	39,1	45	38,7	31,9	193,9	109,8	1,6	2,1	0	9,4	534,9
2012	114,2	36	120,7	72,5	104,6	55,5	41	77,7	0	7,5	0	0	629,7
2013	3,4	68,3	86,5	83,2	84,9	39	53	62,5	9,5	0	0	0	490,3
2014	39,2	62,4	88,5	44,8	36,2	56,2	52,3	14,2	16,2	6	1,8	34,2	452
2015	68,3	29,9	20,2	38	104,2	82,2	56,6	18,2	1,5	0	0,3	6	425,4
2016	21	26,1	93,6	118,5	35,6	68,4	52,5	23,5	18,1	0	0	1,1	458,4
2017	7,8	42,6	40,1	54	13	129,9	86	43,8	0	0	0	0	417,2
2018	106,8	87,7	84,9	53,4	55,2	41,1	47,7	113,1	7,9	0,1	0	1	598,9
2019	42,1	18,2	81,8	70,6	79,9	116,1	160,7	32,4	1,2	0	0,3	0,3	603,6
2020	0	30,4	44,5	53,1	111,9	159,1	95,1	85,9	0	0,5	0	0,4	580,9

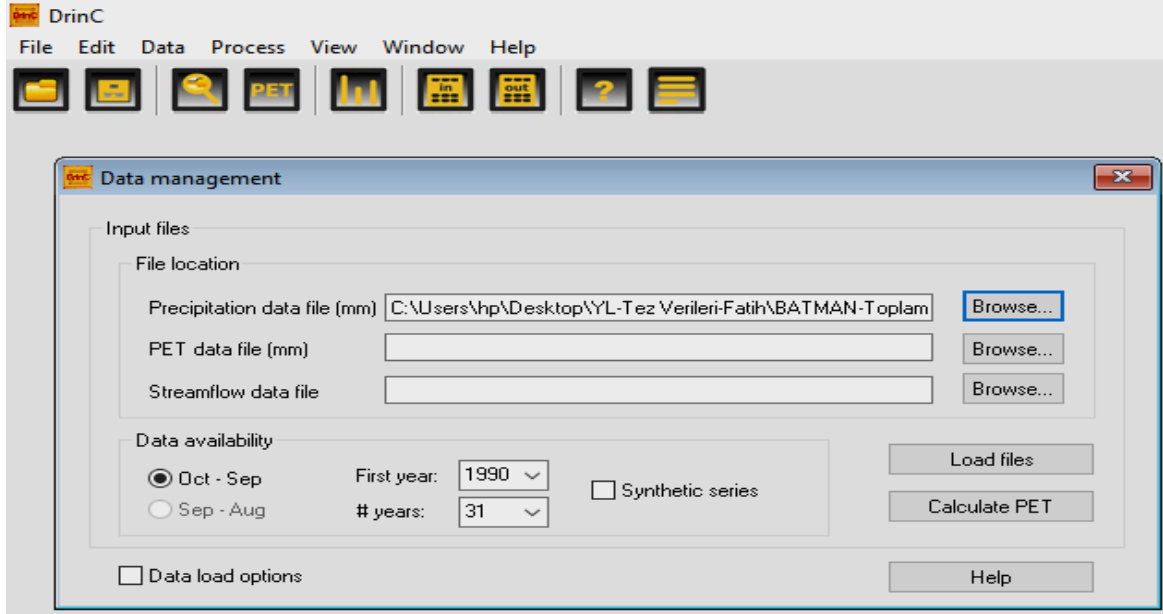
Batman ili için SYİ metodu analiz sonuçlarına göre 31 yıl için Tablo.1'deki sınıflandırmadaki indis değerlerine göre kuraklık şiddetleri belirlenmiştir. SYİ metodu analiz sonuçlarına göre, 3 yılın çok kurak, 2 yılın orta kurak, 12 yılın hafif kurak olduğu, 1 yılın çok yağışlı, 6 yılın orta yağışlı, 7 yılın hafif yağışlı olduğu belirlenmiştir. 17 yılda kuraklık etkisi görüldüğü, 14 yılda yağış etkisi görüldüğü belirlenmiştir. Çok kurak geçen yılların 2004, 2008 ve 2010 yılları olduğu görülmüştür.

Tablo 4.2.Batman İli SYİ analizlerine göre indis değerleri ve kuraklık şiddetleri

YILLAR	İndis D.	Kuraklık Şiddeti	YILLAR	İndis D.	Kuraklık Şiddeti	YILLAR	İndis D.	Kuraklık Şiddeti
1990 - 1991	-1,21	Orta Kurak	2001 - 2002	-0,01	Hafif kurak	2012 - 2013	1,50	Orta yağışlı
1991 - 1992	0,83	Hafif Yağışlı	2002 - 2003	0,18	Hafif yağışlı	2013 - 2014	0,29	Hafif yağışlı
1992 - 1993	0,33	Hafif yağışlı	2003 - 2004	0,54	Hafif yağışlı	2014 - 2015	-0,08	Hafif kurak
1993 - 1994	1,02	Orta yağışlı	2004 - 2005	-1,71	Çok kurak	2015 - 2016	-0,35	Hafif kurak
1994 - 1995	0,47	Hafif yağışlı	2005 - 2006	-0,62	Hafif kurak	2016 - 2017	-0,01	Hafif kurak
1995 - 1996	-0,16	Hafif kurak	2006 - 2007	1,42	Orta yağışlı	2017 - 2018	-0,43	Hafif kurak
1996 - 1997	1,77	Çok yağışlı	2007 - 2008	-0,82	Hafif kurak	2018 - 2019	1,25	Orta yağışlı
1997 - 1998	0,00	Hafif kurak	2008 - 2009	-1,85	Çok kurak	2019 - 2020	1,29	Orta yağışlı
1998 - 1999	-0,71	Hafif kurak	2009 - 2010	-0,54	Hafif kurak	2020 - 2021	1,10	Orta yağışlı
1999 - 2000	-1,45	Orta kurak	2010 - 2011	-1,79	Çok kurak			
2000 - 2001	-0,93	Hafif kurak	2011 - 2012	0,70	Hafif yağışlı			

4.1.2.DrinC programında SYİ metodu için örnek uygulama

Programda kuraklık analizi yapabilmek için öncelikle verilerin Ekim ayından başlayacak şekilde, SYİ analizi için Ekim-Eylül ayı arası yağış verisi sütunları oluşturmamız gerekmektedir(Tablo 3'e bakın). Verileri düzenledikten sonra programda Data Management (veri yönetimi) butonuna tıklayıp, Precipitation data file (mm) butonundan yağış verilerini yükleriz. Aynı sayfada alt bölümde bulunan First year (ilk yıl) kısmına 1990 girilir. Year (yıl) kısmına da kaç yıllık analiz yapılıyorsa toplam yıl sayısı girilir. Yani 31 girilir. Sonra Load files (Dosyaları yükle) butonuna basıp, verileri yükleriz (Şekil 4.1'e bakın).



Şekil 4.1.SYİ yöntemi için yağış verisinin DrinC programına yüklenmesi

Veri formatı ya da düzeni uygun değilse program hata mesajı verecektir. Verilerin yüklendiğinden emin olmak için view input data (girilen verileri görme) butonuna tıklayıp Şekil 4.2’de görüldüğü gibi giriş yapılan veriler görülebilir.

Data type	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Annual
☒ Precipitation (mm)	9,9	59,1	39,6	63,5	57,7	4,9	92,9	16,2	3,6	0	0	0	347,4
☐ PET (mm)	42,1	50,1	148,1	38,2	67,3	125,8	27,5	44,6	3,0	0	0	2,8	549,5
☐ Streamflow	0	97,1	63,9	45,9	111,3	24,8	49,4	64,9	35,4	0	0,5	1,3	494,5
	10,5	108,3	21,4	45,4	97,4	49,6	39,2	192,3	5,2	1,0	0,8	0	571,1
	46,5	133,2	84,2	73,6	68,2	38,5	18,9	38,1	0	0	0	8,3	509,5
	9,3	51,6	0,5	70,2	50,3	133,3	87,3	12,7	25,7	0	0	2,7	443,6
	35,1	0,4	130,4	85,0	62,4	259,4	71,3	12,6	0	0	0	7,3	663,9
	58,5	36,4	65,4	47,2	65,3	53,3	63,7	37,1	14,9	4,0	0	14,0	459,8
	0	12,9	51,2	38,2	51,6	93,8	76,7	56,0	9,6	0,5	0,8	0,4	391,7
	11,8	1,8	53,1	25,1	33,5	90,8	98,0	7,2	1,7	1,0	0	3,6	327,6
	12,2	18,8	106,5	57,8	55,9	52,9	57,3	3,1	6,6	0	0	0,5	371,6
	31,6	29,3	116,9	15,8	54,9	102,4	32,9	73,4	0,1	0	0	1,2	458,5
	24,7	48,7	102,8	40,1	47,9	75,9	128,4	2,4	4,0	0	0	3,8	478,7
	57,9	0	0	61,0	141,3	111,5	104,0	28,8	12,0	0	0	0	516,5
	1,3	146,8	11,4	0	0	0,6	55,2	91,9	0,3	0	0	0	307,5
	12,2	21,4	82,1	96,6	71,2	68,2	21,9	6,6	17,2	0	2,2	0,5	400,1
	69,6	106,3	37,4	128,0	97,2	46,6	101,7	31,2	0	0,6	0	1,0	619,6
	4,6	21,3	30,3	45,1	67,9	63,1	116,7	21,2	9,4	1,6	0	0	381,2
	31,1	31,7	49,3	26,3	39,3	17,3	24,4	16,3	9,4	0	13,7	38,1	296,9
	36,5	36,1	92,4	27,2	73,6	82,5	45,4	5,0	3,8	3,0	0	1,5	407,0
	42,6	0	18,2	73,5	40,4	60,1	13,5	39,8	12,8	0	0	0,2	301,1
	37,0	26,4	39,1	45,0	38,7	31,9	193,9	109,8	1,6	2,1	0	9,4	534,9
	114,2	36,0	120,7	72,5	104,6	55,5	41,0	77,7	0	7,5	0	0	629,7
	3,4	68,3	86,5	83,2	84,9	39,0	53,0	62,5	9,5	0	0	0	490,3
	39,2	62,4	88,5	44,8	36,2	56,2	52,3	14,2	16,2	6,0	1,8	34,2	452,0
	68,3	29,9	20,2	38,0	104,2	82,2	56,6	18,2	1,5	0	0,3	6,0	425,4
	21,0	26,1	93,6	118,5	35,6	68,4	52,5	23,5	18,1	0	0	1,1	458,4
	7,8	42,6	40,1	54,0	13,0	129,9	86,0	43,8	0	0	0	0	417,2
	106,8	87,7	84,9	53,4	55,2	41,1	47,7	113,1	7,9	0,1	0	1,0	598,9
	42,1	18,2	81,8	70,6	79,9	116,1	160,7	32,4	1,2	0	0,3	0,3	603,6
	0	30,4	44,5	53,1	111,9	159,1	95,1	85,9	0	0,5	0	0,4	580,9

Şekil 4.2.SYİ yöntemi için girilen yağış verilerinin yüklendiğinin denetlenmesi

Verilerin yüklendiği, yani program tarafından analize hazır hale getirildiği anlaşıldıktan sonra Calculate indices (İndis hesapla) butonuna tıklayıp, analiz yapılacak yöntem seçilir. Yani SPI (Standardised Precipitation Index) seçilir. Dağılım kısmında, verileri normalize etmek için Gamma dağılımı seçilir. Output File (Çıktı dosyası) kısmına analiz sonuçlarının kaydedileceği dosyanın ismi yazılır. Örneğin, “Batman-SYİ Sonuçları” yazılır. Reference period (referans alınan dönem) kısmına yıllık analiz yapacağımız için 12 ay seçilir. Yine aynı şekilde time step (zaman adımı) kısmında da Annual (senelik) seçeneği seçilir. Ve analiz yapılması için Calculate butonuna basılır. Belli bir süre beklendikten sonra program analizi tamamlar (Şekil 4.3’e bakın).

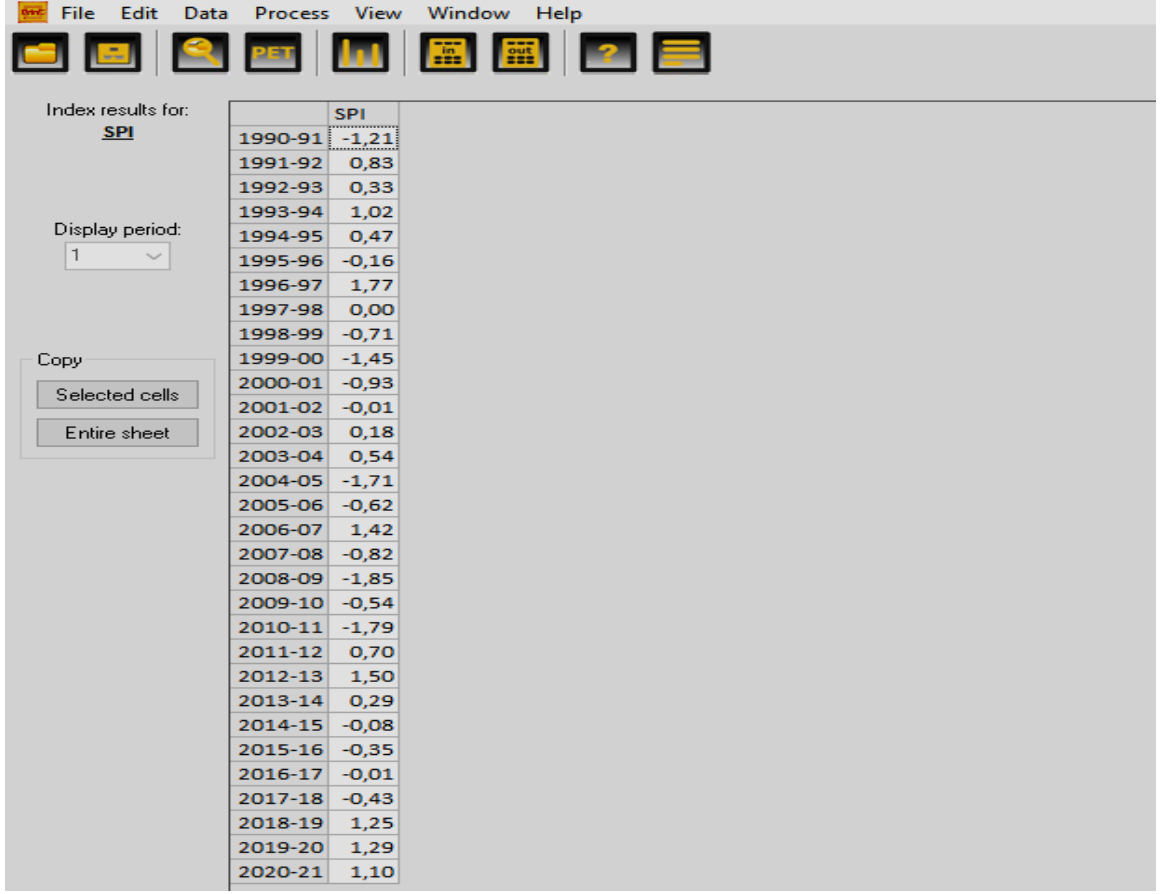
The screenshot shows the 'Drought indices' window with the following settings:

- Drought Index:**
 - ☒ SPI (Standardised Precipitation Index)
 - ☐ aSPI (Agricultural Standardised Precipitation Index)
 - ☐ RDI (Reconnaissance Drought Index)
 - ☐ eRDI (Effective Reconnaissance Drought Index)
 - ☐ SDI (Streamflow Drought Index)
 - ☐ Precipitation Deciles (PD)
- SPI (Standardised Precipitation Index):**
 - Output file: ☐ Open after calculation
 - Distribution: ☒ Gamma ☐ Log-normal
- Calculation settings:**
 - Reference period (time scale):
 - ☒ 12-month ☐ 6-month ☐ 3-month ☐ 1-month ☐ Other (define)
 - month
 - Time step (calculation time interval):
 - ☒ Annual ☐ Monthly ☐ Group results per period
 - ☐ Multi-points mode
-

Şekil 4.3.SYİ analizi için yöntem, dağılım ve süre seçimi

Analiz sonuçlarını görmek için programda view results (Sonuçları gör) butonuna tıklayıp Şekil 4.4’te gösterildiği gibi sonuçlar görülebilir. Açılan sayfada istenilen sonuçlar seçilip kopyalanabilir. Ancak analiz sonuçlarının tümü zaten bilgisayarımızda “Belgeler” kısmında verdiğimiz isimle kaydedilmektedir. KKİ indisi ile kuraklık analizinde PET hesabının da (Potansiyel Evapotranspirasyon Tahmini) yapılması gerektiği için ve sıcaklık verileri de girilmesi gerektiği için biraz daha

kapsamlı bir uygulama yapılması gerekmektedir. Bu analiz ileriki bölümlerde ayrıntılı açıklanmıştır



Şekil 4.4.SYİ yöntemi Batman kuraklık analizi

4.1.3.Batman ili OKİ analizi

OKİ analizi için 31 yıllık veri kullanılamamaktadır. Çünkü veri serisi 10'un katları olması gerekmektedir. Bu nedenle 30 yıllık veri kullanılmıştır. Veriler 1991 yılından başlayacak şekilde 30 yıllık olarak düzenlenmiştir. Ayrıca veriler, en küçük değerden en büyük değere doğru sıralanıp, 10 parçaya bölünmüştür. Bu durumda her bir parçaya 3 veri düşmektedir. İlk 3 veriden büyük, 4. veriden küçük olarak belirlenen 1.eşik değer altında kalan yılların verisi Tablo.2'de verilen kategorilerden %10'luk dilimde kalmaktadır. %10'luk dilim de aşağıda Tablo 4.5'te verilen analiz sonuçlarında görüldüğü üzere 1 rakamıyla ifade edilmektedir. Aynı şekilde ilk 6 veriden büyük, 7. veriden düşük eşik değer 2.eşik değer olarak belirlenir. Ve 1. eşik değer ile 2. eşik değer arasında kalan veriler %20'lik kısma girer ve 2 rakamıyla ifade edilir. Bu şekilde program tarafından 10 eşik değer belirlenir. Veri serisindeki yılların yıllık yağış

değerleri hangi kategoride ya da hangi yüzdelik dilimde kaldığı program tarafından analizi yapıp belirlenmiş ve Tablo 4.5'te görüldüğü üzere karşılırlarına yazılmıştır.

OKİ yöntemi kategorileri yağış kategorize etmektedir. Analiz sonuçlarına göre Batman'da 6 yılda normalin çok altı yağış olduğu, 6 yılda normalin altı yağış olduğu, 6 yılda normal düzeyde yağış olduğu, 6 yılda normalin üstü yağış olduğu, 6 yılda da normalin çok üstü yağış olduğu belirlenmiştir. Yani 12 yılda kuraklık etkisi olduğu söylenebilir. Normalin çok altı yağış alan, yani çok kurak olarak nitelendirebileceğimiz yıllar, 1999, 2000, 2004, 2007, 2008, 2010 yıllarıdır.

Tablo 4.3.Batman ili OKİ analizi

YILLAR	Kategori	Yağış Düzeyi	YILLAR	Kategori	Yağış Düzeyi	YILLAR	Kategori	Yağış Düzeyi
1991 - 1992	8	Normalin üstü	2002 - 2003	6	Normal yağış	2013 - 2014	6	Normal yağış
1992 - 1993	7	Normalin üstü	2003 - 2004	7	Normalin üstü	2014 - 2015	5	Normal yağış
1993 - 1994	8	Normalin üstü	2004 - 2005	1	çok altı	2015 - 2016	4	Normalin altı
1994 - 1995	7	Normalin üstü	2005 - 2006	3	Normalin altı	2016 - 2017	5	Normal yağış
1995 - 1996	4	Normalin altı	2006 - 2007	10	Normalin çok üstü	2017 - 2018	4	Normalin altı
1996 - 1997	10	Normalin çok üstü	2007 - 2008	2	çok altı	2018 - 2019	9	Normalin çok üstü
1997 - 1998	6	Normal yağış	2008 - 2009	1	çok altı	2019 - 2020	9	Normalin çok üstü
1998 - 1999	3	Normalin altı	2009 - 2010	3	Normalin altı	2020 - 2021	9	Normalin çok üstü
1999 - 2000	2	Normalin çok altı	2010 - 2011	1	çok altı			
2000 - 2001	2	Normalin çok altı	2011 - 2012	8	Normalin üstü			
2001 - 2002	5	Normal yağış	2012 - 2013	10	Normalin çok üstü			

4.1.4.Batman ili KKİ analizi

Keşif kuraklık indisi, hesaplanırken 31 yıllık Batman aylık toplam yağış verileri ve potansiyel evapotranspirasyon (PET) değerleri programa girdi olarak girilmiştir. Ancak PET değerleri bilinmediğinden önce programda PET değeri hesaplama modülünden tahmini PET değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama için Batman'ın 31 yıllık aylık maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık verileri programa girilmiştir. Yani KKİ yöntemi, kuraklık analizi için yağış verilerinin yanında, sıcaklık verilerini de dikkate alır. Program tahmini PET değerlerini hesaplarken ortalama

sıcaklık verilerini, ilgili ayın minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin toplamının yarısı olarak kabul edip, hesaplamada kullanmıştır. Ayrıca programın PET modülünde hesaplama yapılan ilin bulunduğu yarım küre seçildikten sonra enlem değeri de derece ve dakika olarak girilmelidir.

Bu veriler girildikten sonra Batman için 31 yıllık aylık tahmini PET değerleri hesaplanır (Tablo 4.4). Daha sonra bu PET değerleri ve 31 yıllık Batman aylık toplam yağış verileri programa girilip Batman ilinin 1990-2020 yılları arası 31 yıllık dönem için yıllık (12 aylık) kuraklık analizi yapılmıştır.

Tablo 4.4.DrinC programında Batman ili için hesaplanan tahmini PET değerleri (mm)

YILLAR	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Senelik
1990-1991	128,8	84,2	53,9	44,0	58,6	118,6	183,7	266,0	280,4	299,9	243,3	185,9	1947,4
1991-1992	137,0	61,7	44,5	45,8	67,2	130,5	178,5	215,0	288,6	278,7	268,6	189,1	1905,1
1992-1993	129,4	79,8	37,6	32,9	49,1	109,1	153,4	218,5	245,9	271,3	237,8	198,6	1763,5
1993-1994	127,2	66,8	45,6	47,0	52,8	128,2	167,6	213,8	270,9	292,5	250,6	190,6	1853,8
1994-1995	133,1	72,8	40,6	50,3	62,5	118,1	171,4	249,7	257,9	283,4	256,3	194,6	1890,7
1995-1996	134,1	76,0	46,0	47,6	68,4	113,0	152,1	255,1	262,2	278,7	254,8	212,6	1900,6
1996-1997	138,6	65,2	50,4	43,0	69,4	101,3	161,3	223,7	264,5	279,6	252,2	195,9	1845,2
1997-1998	137,8	65,0	43,6	46,7	60,1	106,2	195,4	232,0	276,6	280,4	249,0	185,6	1878,5
1998-1999	133,1	77,6	51,2	39,6	68,8	108,1	181,9	246,4	290,2	309,1	262,2	201,1	1969,3
1999-2000	149,9	72,3	45,6	49,9	65,0	114,3	177,1	242,7	273,0	274,9	268,5	182,9	1916,1
2000-2001	124,7	70,3	44,7	46,6	60,9	119,9	166,0	236,5	274,0	313,7	279,2	188,3	1924,9
2001-2002	134,3	76,6	47,1	49,6	71,5	128,1	179,4	230,8	278,9	306,3	263,8	188,0	1954,4
2002-2003	144,6	76,1	44,9	47,9	67,3	123,4	145,8	229,7	275,7	285,4	254,5	190,1	1885,5
2003-2004	139,6	0,0	0,0	45,6	59,2	96,3	163,1	233,0	269,5	285,4	253,9	200,8	1746,5
2004-2005	142,1	72,7	44,8	57,4	83,8	133,9	177,4	222,2	261,4	287,4	256,4	186,0	1925,4
2005-2006	140,3	66,3	54,7	46,2	63,2	124,4	161,4	239,0	263,6	293,2	254,5	180,1	1886,9
2006-2007	128,4	65,6	42,9	39,4	67,1	114,0	157,0	247,3	278,2	277,4	266,9	199,4	1883,7
2007-2008	133,8	70,6	48,6	30,4	59,4	101,0	135,7	251,0	270,3	282,0	258,4	203,4	1844,6
2008-2009	132,7	65,8	40,3	41,0	62,0	151,5	211,8	251,6	278,6	289,7	265,1	204,6	1994,8
2009-2010	128,7	68,7	44,9	45,3	64,4	114,6	149,6	233,6	267,0	273,1	253,8	189,1	1832,7
2010-2011	129,8	72,4	61,2	52,5	66,6	126,1	166,9	233,1	295,2	291,7	255,9	200,2	1951,6
2011-2012	133,6	60,3	40,5	47,8	62,4	119,2	168,6	220,8	263,4	319,4	278,0	191,3	1905,3
2012-2013	148,5	75,6	45,3	44,6	63,1	99,6	169,7	232,6	292,7	308,3	253,8	197,9	1931,6
2013-2014	133,6	73,9	37,1	50,1	67,9	124,0	188,0	228,3	279,4	287,8	249,2	206,5	1925,9
2014-2015	125,8	65,5	51,7	49,8	75,0	122,1	190,7	262,6	289,1	290,8	277,9	208,6	2009,7
2015-2016	131,1	66,9	45,2	51,9	62,3	106,2	180,4	247,4	275,1	307,1	270,1	203,3	1947,1
2016-2017	131,1	66,2	40,3	35,3	76,5	113,5	169,4	230,0	290,3	301,5	268,5	199,5	1922,2
2017-2018	125,1	68,6	50,1	42,6	65,7	115,0	167,7	243,0	284,5	293,0	276,1	203,9	1935,4
2018-2019	136,0	73,1	42,9	48,3	63,6	124,6	173,3	234,3	294,2	313,7	260,6	204,9	1969,6
2019-2020	141,3	69,0	46,8	52,3	57,2	102,8	145,8	243,2	281,0	291,6	279,2	195,9	1906,3
2020-2021	132,6	83,3	45,6	44,3	66,1	123,6	154,4	246,8	267,9	294,6	255,3	211,5	1926,0
Ortalama	134,4	68,7	44,5	45,7	64,7	117,1	169,2	237,4	275,5	291,7	260,5	196,5	1905,8

Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen sıcaklık ve yağış verileri programa girilmeden önce, veriler Ekim ayından başlayacak şekilde düzenlenir. Yöntem olarak RDI (Reconnaissance Drought Index) seçildikten sonra, verileri normal dağılıma uydurmak için Gamma dağılımı seçilir. Çünkü 12 ay ve daha düşük dönemler için dağılım normal dağılıma uymayabilmektedir. Bu metodla 1-3-6-9-12-24-48 aylık periyodlar için kuraklık analizi yapılabilir.

Aşağıda Tablo 4.5'te görüldüğü üzere, program KKİ analiz sonuçlarını 3 sütun halinde veriyor. α 12 yazan ilk sütun başlangıç değerleridir. Bu değerlerin toplamının yıl sayısı olan 31'e bölünmesiyle, tablonun sağ altında verilen Birleşmiş Milletler Çevre Programı (BMÇP)'nin kuraklık analizinde kabul ettiği "Kuraklık indisi (Aridity index)"e göre Batman ilinin 31 yıllık dönemde kuraklık şiddetini verir. Bu değer, Batman için 0,25 (yarı kurak) bulunmuştur. İkinci sütun sonuçların normalleştirildiğini gösterir. Üçüncü sütun ise KKİ indis değerleridir. Sonuçların standartlaştırılmış halidir. Üçüncü sütunda elde edilen indis değerlerine göre her bir yılın KKİ kuraklık şiddeti belirlenmiştir. KKİ sınıflandırmasında hafif kurak ve hafif nemli sınıfa girecek değerler normale yakın olarak isimlendirilmiştir. Diğer yöntemlerle karşılaştırma yapabilmek için normale yakın değerlerden pozitif olanlar hafif nemli, negatif olanlar hafif kurak olarak isimlendirilebilir. Buna göre KKİ sonuçlarına göre, 3 yıl çok kurak, 2 yıl orta kurak, 11 yıl hafif kurak(normale yakın) çıkmıştır. KKİ sonuçlarına göre, 1 yıl çok nemli, 6 yıl orta nemli, 8 yıl hafif nemli (normale yakın) çıkmıştır. Yani 16 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Çok kurak olan yıllar, 2004, 2008 ve 2010 yılları çıkmıştır.

Tablo 4.5.Batman ili KKİ analizi

YIL	α 12	Norm.	KKİ indisi	Kuraklık şiddeti	YIL	α 12	Norm.	KKİ İndisi	Kuraklık şiddeti
1990-1991	0,18	-0,27	-1,25	Orta kurak	2006-2007	0,33	0,34	1,41	Orta nemli
1991-1992	0,29	0,17	0,79	Normale yakın	2007-2008	0,21	-0,16	-0,66	Normale yakın
1992-1993	0,28	0,14	0,66	Normale yakın	2008-2009	0,15	-0,39	-1,94	Çok kurak
1993-1994	0,31	0,25	1,10	Orta nemli	2009-2010	0,22	-0,10	-0,36	Normale yakın
1994-1995	0,27	0,10	0,48	Normale yakın	2010-2011	0,15	-0,37	-1,81	Çok kurak
1995-1996	0,23	-0,05	-0,15	Normale yakın	2011-2012	0,28	0,14	0,67	Normale yakın
1996-1997	0,36	0,46	1,84	Çok nemli	2012-2013	0,33	0,33	1,36	Orta nemli
1997-1998	0,24	0,00	0,06	Normale yakın	2013-2014	0,25	0,04	0,23	Normale yakın

1998-1999	0,20	-0,19	-0,81	Normale yakın	2014-2015	0,22	-0,09	-0,31	Normale yakın
1999-2000	0,17	-0,30	-1,41	Orta kurak	2015-2016	0,22	-0,11	-0,43	Normale yakın
2000-2001	0,19	-0,21	-0,94	Normale yakın	2016-2017	0,24	-0,03	-0,06	Normale yakın
2001-2002	0,23	-0,05	-0,13	Normale yakın	2017-2018	0,22	-0,12	-0,48	Normale yakın
2002-2003	0,25	0,03	0,22	Normale yakın	2018-2019	0,30	0,24	1,03	Orta nemli
2003-2004	0,30	0,20	0,90	Normale yakın	2019-2020	0,32	0,29	1,22	Orta nemli
2004-2005	0,16	-0,35	-1,68	Çok kurak	2020-2021	0,30	0,23	1,00	Orta nemli
2005-2006	0,21	-0,14	-0,55	Normale yakın	Kuraklık İndisi (BMCP):			0,25	Yarı Kurak

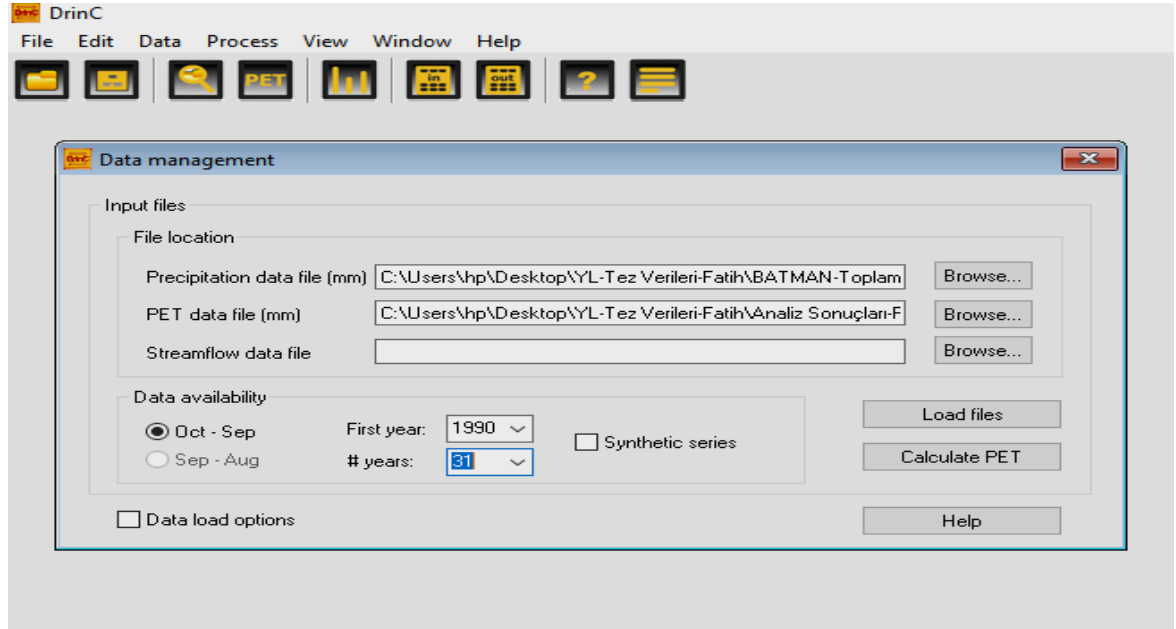
4.1.5.DrinC programında KKİ metodu için örnek uygulama

Batman ilinin KKİ yöntemiyle PET değerlerini elde etme ve kuraklık analizini yapmak için, programda işlem adımlarını gösteren ekran görüntüleri verilerek açıklanmıştır. Programda önce PET değerleri olmadığı için maksimum ve minimum aylık sıcaklık verileri kullanılarak PET hesabı modülünden tahmini PET değerleri hesaplanmıştır. PET hesabı için minimum ve maksimum aylık sıcaklık değerlerinin yanında, aylık ortalama sıcaklık değerleri de gerekmektedir. Program maksimum ve minimum değerlerinin toplamının yarısı alınarak ortalama sıcaklık verilerini elde etmektedir. Veriler programa girilmeden önce sütunlar Ekim ayından başlayacak şekilde düzenlenir.

Ayrıca PET hesaplama modülünde Batman ilinin enlem değeri de derece-dakika olarak girilir. Aşağıda Şekil 4.5'te PET hesaplama modülü görüntüsü verilmiştir.

Şekil 4.5.KKİ yöntemi PET veri giriş modülünden görünüm

PET değerleri hesaplandıktan sonra kuraklık analizi için hesaplanan bu değerlerle beraber Batman ili 31 yıllık aylık toplam yağış değerleri de programa girilir. Ve veriler Load files (Dosyaları yükle) butonuna tıklanarak yüklenir. PET değerleri ve aylık toplam yağış değerleri giriş modülü ekran görüntüsü aşağıda Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6.KKİ yönteminde PET ve yağış verileri giriş modülünden görünüm

Veriler yüklendikten sonra “View input data” (Girilen verileri gör) butonu tıklanarak verilerin düzgün girilip girilmediğini görebiliriz. Veriler düzgün girilmişse “Calculate Indices” (İndis Hesapla) butonu tıklanarak kullanılacak kuraklık analizi yöntemi seçilir. Yani RDI (Reconnaissance Drought Index) yöntemi seçilir. Verileri normalize etmek için Gamma dağılımı seçilir. Output File (Çıktı dosyası) kısmına analiz sonuçlarının kaydedileceği dosyanın ismi yazılır. Örneğin, “Batman-KKİ Sonuçları” yazılır. Reference period (referans alınan dönem) kısmına yıllık analiz yapacağımız için 12 ay seçilir. Yine aynı şekilde time step (zaman adımı) kısmında da Annual (senelik) seçeneği seçilir. Ve analiz yapılması için Calculate butonuna basılır. Belli bir süre beklendikten sonra program analizi tamamlar (Şekil 4.7’e bakın).

The screenshot shows the 'Drought indices' window with the following settings:

- Drought Index:**
 - ☐ SPI (Standardised Precipitation Index)
 - ☒ RDI (Reconnaissance Drought Index)
 - ☐ SDI (Streamflow Drought Index)
 - ☐ aSPI (Agricultural Standardised Precipitation Index)
 - ☐ eRDI (Effective Reconnaissance Drought Index)
 - ☐ Precipitation Deciles (PD)
- RDI (Reconnaissance Drought Index):**
 - Output file: ☐ Open after calculation
 - Distribution: ☒ Gamma ☐ Log-normal
 - ☒ a0 (initial value) ☒ Normalised ☒ Standardised
 - ☒ Aridity Index (UNEP)
- Calculation settings:**
 - Reference period (time scale):
 - ☒ 12-month ☐ 6-month ☐ 3-month ☐ 1-month ☐ Other (define)
 - month
 - Time step (calculation time interval):
 - ☒ Annual ☐ Monthly ☐ Group results per period
 - ☐ Multi-points mode

Buttons:

Şekil 4.7.KKİ analizi için yöntem, dağılım ve süre seçimi

Analiz sonuçlarını görmek için programda view results (Sonuçları gör) butonuna tıklayıp Şekil 4.8’de gösterildiği gibi sonuçlar görülebilir. RDİst olarak verilen 3.sütun KKİ yöntemi Batman ili, analiz dönemini kapsayan her bir yıla ait kuraklık derecelerini gösterir. Bu sütundaki rakamlara göre sınıflandırma tablosuna bakılır ve o ile ait kuraklık durumu belirlenir (Tablo.2’ye bakın).

Index results for:
RDI

Display period:
1

Aridity Index:
0,25 [semi-arid]

Copy
Selected cells
Entire sheet

	$\alpha 0$	RDInorm	RDIST
1990-91	0,18	-0,27	-1,25
1991-92	0,29	0,17	0,79
1992-93	0,28	0,14	0,66
1993-94	0,31	0,25	1,10
1994-95	0,27	0,10	0,48
1995-96	0,23	-0,05	-0,15
1996-97	0,36	0,46	1,84
1997-98	0,24	0,00	0,06
1998-99	0,20	-0,19	-0,81
1999-00	0,17	-0,30	-1,41
2000-01	0,19	-0,21	-0,94
2001-02	0,23	-0,05	-0,13
2002-03	0,25	0,03	0,22
2003-04	0,30	0,20	0,90
2004-05	0,16	-0,35	-1,68
2005-06	0,21	-0,14	-0,55
2006-07	0,33	0,34	1,41
2007-08	0,21	-0,16	-0,66
2008-09	0,15	-0,39	-1,94
2009-10	0,22	-0,10	-0,36
2010-11	0,15	-0,37	-1,81
2011-12	0,28	0,14	0,67
2012-13	0,33	0,33	1,36
2013-14	0,25	0,04	0,23
2014-15	0,22	-0,09	-0,31
2015-16	0,22	-0,11	-0,43
2016-17	0,24	-0,03	-0,06
2017-18	0,22	-0,12	-0,48
2018-19	0,30	0,24	1,03
2019-20	0,32	0,29	1,22
2020-21	0,30	0,23	1,00

Şekil 4.8.KKİ yöntemi Batman kuraklık analizi

4.1.6.Batman ili AKİ analizi

Malabadi köprüsünden geçen Batman çayı akım değerlerine göre hesaplanmıştır. Malabadi köprüsü, Diyarbakır il sınırları içindedir. Ancak, Batman'a daha yakın konumlu olup Batman çayı üzerindedir. Batman çayı da Batman ili içinden geçmektedir.

AKİ yöntemi ile kuraklık analizinde kullanılan veriler, Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğünden 1990-2019 yılları arası olmak üzere 30 yıllık olarak temin edilebilmiştir (Tablo 4.6'e bakın).

Tablo 4.6.Batman Çayı (Malabadi Köprüsü) akım değerleri (m³/sn), (DSİ)

YILLAR	Ekm	Kas	Arl	Oc	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Yıllık
1990-1991	49,3	268	408	130	276	248	362	278	84,7	17,6	10,2	9,49	2141,29
1991-1992	44,1	101	83,3	33	138	429	322	198	36,7	9,97	7,92	7,78	1410,47
1992-1993	17,2	48,9	60,8	45	113	274	506	408	173	24,8	10,2	8,86	1690,16
1993-1994	22,9	67	87,5	87	114	415	577	527	133	25,1	10,9	9,44	2075,94
1994-1995	13,4	51,8	38,1	82	86,6	153	237	155	24,6	13,4	10,8	9,67	874,97
1995-1996	17	53,4	102	76	119	372	472	525	114	14,9	11,8	11,5	1888,5
1996-1997	49,1	56,2	39,6	70	162	271	423	261	65,2	19,5	8,18	7,54	1432,72
1997-1998	28,6	26,6	193	145	150	230	478	337	72,2	20,7	8,49	9,22	1698,81
1998-1999	69,3	71,2	90,8	85	141	309	596	321	98,9	17,4	10,1	8,38	1817,68
1999-2000	15	72,2	0,39	0,8	80,1	92	352	137	16,1	29,9	14,7	14,9	825,1
2000-2001	74,9	0,3	0,15	21	151	196	341	162	60	44,2	19,4	24,7	1094,75
2001-2002	20,3	9,98	3,88	0,2	0,31	4,33	297	140	33,9	14,6	20,4	20,7	565,59

2002-2003	1,15	0,75	216	216	184	259	388	179	65,8	18,6	23,2	22,2	1573,7
2003-2004	16,9	83,5	105	82	171	319	418	273	36,6	32,3	31,4	57,5	1625,7
2004-2005	109	84,9	104	365	167	460	311	267	186	184	83,2	35,4	2356,5
2005-2006	6,78	9,57	16,9	44	92,6	253	179	131	65,7	58,8	22	11,6	890,55
2006-2007	9,12	13,2	33,6	84	290	169	418	271	53,5	27,7	29,1	19,7	1418,12
2007-2008	3,96	117	18	15	82,4	168	186	267	54,3	47,3	47,4	30,3	1036,96
2008-2009	6,1	5,96	13,6	55	26,8	28,3	106	69	29,1	18,7	12,3	6,01	376,67
2009-2010	4,24	3,23	3,84	24	24,8	91	289	177	24,9	48,6	21,4	14,4	726,61
2010-2011	14,1	84,8	83,4	540	327	247	138	131	29,9	47,7	31,1	6,2	1680,2
2011-2012	26,7	21,5	4,25	34	5,77	194	542	326	159	45,5	71,6	15,3	1445,62
2012-2013	25,5	48,6	77	102	121	211	310	209	59	41	24,9	15,6	1244,6
2013-2014	4,52	37	144	197	189	300	191	65	20,7	49,4	104	11,3	1312,42
2014-2015	12,8	7,55	33	10	36,3	99,5	26	6,8	5,56	15,8	12,4	17	282,81
2015-2016	35,3	61,1	8,42	74	156	125	299	163	17,2	33,5	23,5	13,8	1009,92
2016-2017	35,6	9,8	12,2	161	95,1	222	121	11	26,7	13,9	34,3	11,9	754,4
2017-2018	33,2	6,76	107	44	66,2	91,6	262	110	9,14	13,2	25,7	10,5	779,3
2018-2019	4,77	5,1	32,7	105	55,7	104	13	11	18,9	14,9	20,8	20,4	406,17
2019-2020	19,5	78,9	257	228	127	199	464	361	50,2	296	10,4	21,5	2112,5

AKİ yöntemiyle analiz yapabilmek için, Batman çayına ait 30 yıllık akarsu akım değerleri kullanılmıştır. Bu yöntemle programda kuraklık analizi yapmak, SYİ yöntemi işlem adımlarına benzerdir. Sadece yağış verileri yerine veri giriş modülünde bulunan“data management” (Veri yönetme) butonuna tıklayıp, “streamflow data file” kısmında akarsu verilerinin yüklenmesi gerekmektedir. Yöntem olarak da programda SDI (Streamflow Drought Index) seçilmelidir. AKİ yönteminde de sonuçlar SYİ yöntemi gibi tek sütun halinde verilir. Ve sınıflandırma tablosuna göre kuraklık şiddetleri bulunup, her bir yılın kuraklık durumu belirlenir. AKİ yöntemine göre Batman çayının analiz sonuçları Tablo.4.7’de verilmiştir. AKİ yöntemi sonuçlarına göre, 1 yıl aşırı kurak, 2 yıl şiddetli kurak, 1 yıl orta kurak, 9 yıl hafif kurak çıkmıştır. AKİ sonuçlarına göre 1 yıl şiddetli nemli, 4 yıl orta nemli, 12 yıl hafif nemli çıkmıştır.13 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Aşırı kurak yıl 2004 yılı, Şiddetli kurak yıllar 2008 ve 2018 yıllarıdır.

Tablo 4.7.Batman İli (1990-2019) yılları arası AKİ yöntemi kuraklık analizi

YIL	AKİ indisi	Kuraklık şiddeti	YIL	AKİ İndisi	Kuraklık şiddeti
1990-1991	1,31	Orta Nemli	2005-2006	-0,55	Hafif kurak
1991-1992	0,36	Hafif nemli	2006-2007	0,37	Hafif nemli
1992-1993	0,75	Hafif nemli	2007-2008	-0,26	Hafif kurak
1993-1994	1,23	Orta nemli	2008-2009	-1,94	Şiddetli kurak

1994-1995	-0,58	Hafif kurak	2009-2010	-0,91	Hafif kurak
1995-1996	1,01	Orta nemli	2010-2011	0,74	Hafif nemli
1996-1997	0,39	Hafif nemli	2011-2012	0,41	Hafif nemli
1997-1998	0,76	Hafif nemli	2012-2013	0,10	Hafif nemli
1998-1999	0,92	Hafif nemli	2013-2014	0,21	Hafif nemli
1999-2000	-0,69	Hafif kurak	2014-2015	-2,33	Aşırı kurak
2000-2001	-0,16	Hafif kurak	2015-2016	-0,31	Hafif kurak
2001-2002	-1,33	Orta kurak	2016-2017	-0,85	Hafif kurak
2002-2003	0,59	Hafif nemli	2017-2018	-0,79	Hafif kurak
2003-2004	0,67	Hafif nemli	2018-2019	-1,83	Şiddetli kurak
2004-2005	1,55	Şiddetli nemli	2019-2020	1,28	Orta nemli

4.2.Diyarbakır İli Kuraklık Analizleri

Diyarbakır ili için DrinC programı ile 3 kuraklık analizi yöntemi kullanılarak 1990-2020 yılları arası 31 yıllık sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak analizler yapılmıştır. Batman ili için yağış verileri kullanılarak Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) ve Ondalıklar Kuraklık İndisi (OKİ) ile yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak PET (potansiyel evapotranspirasyon) değerleri elde edilip Keşif Kuraklık İndisi (KKİ) ile kuraklık analizi yapılmıştır. Diyarbakırdan geçen Dicle nehri için akım değerleri temin edilemediği için Akım Kuraklık İndisi (AKİ) ile analiz yapılamamıştır.

4.2.1.Diyarbakır ili SYİ analizi

Kuraklık analizi yöntemlerinden en yaygın olan yöntemlerin başında gelen SYİ yöntemi ile kuraklıktan etkilenen Güneydoğu Anadolu Bölgesinin illerinden biri olan Diyarbakır ili için 1990-2020 yılları arasını kapsayan 31 yıllık yağış verileri ile 12 ay için (yıllık) kuraklık analizi yapılmıştır. DrinC kuraklık analizi programı ile analiz yapabilmek için aylık toplam yağış verileri Ekim ayından başlayacak şekilde düzenlendikten sonra programa girilir. Programda SPI (Standardised Precipitation Index) seçildikten sonra Gamma dağılımı seçilir. SYİ yöntemi 1-3-6-9-12-24-48 ay gibi farklı periyotlar için hesaplanabilmektedir. Ancak, 12 ay ve daha düşük zaman periyotları için dağılım normal dağılıma uymayabilmektedir. Bu nedenle programda Gamma dağılımı seçilip analiz yapılmış ve dağılım normal dağılıma uydurulmuştur.

Analizde kullanılan 1990-2020 yılları arası 31 yıllık aylık toplam ve yıllık toplam yağış değerleri Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden temin edilmiş olup, aşağıda Tablo.4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8.Diyarbakır ili (1990-2020) yılları arası aylık ve yıllık toplam yağış değerleri (mm), (MGM)

YIL	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz	Tem	Ağus	Eyl	Yıllık
1990	1,3	34,4	40,1	69,5	89,9	29	79	1,3	25,4	0	0	0	369,9
1991	25,8	58,8	147,9	66,8	65,3	123,2	31,5	46	4,3	0	0	0	569,6
1992	0,5	77,7	43,4	39,9	111	14,8	20,9	79,8	39,8	0	0	0,7	428,5
1993	11,6	99,1	8,7	65,8	91,9	54,9	58,5	119,5	5,5	0	1,6	0	517,1
1994	55,7	115,4	89,1	133,6	54,2	45,2	48,1	34,2	1	0	0	0,6	577,1
1995	10,9	56,2	0	83,1	55,2	49,5	115,6	20,8	20,3	0	0	0	411,6
1996	27,4	3,5	133,5	142,8	71,7	210,3	54,8	8	0,2	2,4	0	8,5	663,1
1997	91	59,4	80,9	25,3	48,7	44,7	34,6	12,8	4,3	0	0	25,2	426,9
1998	0,2	27,2	62,3	75,2	41,7	71,8	75,6	86,3	1,7	0,5	0	0,2	442,7
1999	2,7	1,9	31,5	15,6	45,5	52	76,1	22,4	1,1	0,9	0	10,5	260,2
2000	35,1	34	118,5	70,9	58,2	30,7	33	6,1	0,3	0	0	0,9	387,7
2001	67	52,3	131,7	14,9	72,4	126,1	54	86,9	0	0	0	0	605,3
2002	15,7	36,6	74,1	31,2	46,1	73	65	34,9	1,3	0	0	5,5	383,4
2003	33,3	62,5	87,9	68,4	151,8	80,7	80,6	5,4	26,9	0	0,3	0,9	598,7
2004	0,7	123,1	4,7	84,6	93,4	1,5	54,9	97,5	16	0	0	0	476,4
2005	14,9	38	94,3	58,7	46,8	58,4	36,8	26,5	33,1	0	0	0,7	408,2
2006	104,5	67,3	25,9	121,3	121	26,6	77,9	38,4	0	6,1	0	3,5	592,5
2007	4,7	15,7	43,5	44,5	79,8	55,5	88,2	45,5	19,5	0	0,2	0	397,1
2008	59,2	50,5	52,2	25	40,8	17,3	19	34,9	2,2	0	2	68,2	371,3
2009	62,4	55,6	87,2	12,4	70	63,9	43,7	9,1	25,8	1,4	0	25,2	456,7
2010	63	0	48	113,4	40,2	68,7	22,4	31,6	11,2	0	0	0,4	398,9
2011	11,8	73	40,2	40	49,9	46,6	209	80,1	13,6	0,6	0	9,2	574
2012	107,4	83,2	160,8	78,3	74,4	44	26,2	41	7	1,6	0	1,8	625,7
2013	0	53,8	47,8	82,2	85,2	19,8	39,4	98	2,8	0	0	0	429
2014	34,2	96,4	73,6	43	38,6	60,6	39,9	48,8	21,4	0,6	0	27,4	484,5
2015	79,1	10,2	32	64,6	55,2	127	48,6	48,2	7,4	0	0	0	472,3
2016	13,6	52	135,6	77,4	69,2	55,6	29	41,4	18,4	0	0,2	5,2	497,6
2017	22	21,2	12,8	20,6	3,8	90,2	98,8	30,6	2,6	0	0	0	302,6
2018	76,6	88,2	190,8	86,4	86,2	12,8	48,6	157,6	14,4	0	0,8	6,2	768,6
2019	52	9	185,4	67,6	77,4	135,2	152,6	45,8	1	0	0	0,4	726,4
2020	0	54	11,6	53	58,6	164,8	110	63,2	0,6	0,8	0	0	516,6

Diyarbakır ili için SYİ metodu analiz sonuçlarına göre 31 yıl için Tablo.1’deki sınıflandırma tablosuna göre kuraklık şiddetleri belirlenmiştir. SYİ yöntemi analiz sonuçlarına göre, 1 yılın aşırı kurak, 1 yılın çok kurak, 2 yılın orta kurak, 13 yılın hafif kurak olduğu belirlenmiştir. SYİ yöntemi analiz sonuçlarına göre 1 yılın aşırı yağışlı, 1 yılın çok yağışlı, 3 yılın orta yağışlı, 9 yılın hafif yağışlı olduğu belirlenmiştir. 17 yılda

kuraklık etkisi görüldüğü, 14 yılda yağış etkisi görüldüğü belirlenmiştir. Aşırı ve çok kurak geçen yılların 1999 ve 2017 yılları olduğu görülmüştür.

Tablo 4.9.Diyarbakır ili SYİ analizine göre indis değerleri ve kuraklık şiddetleri

YILLAR	İndis D.	Kuraklık Şiddeti	YILLAR	İndis D.	Kuraklık Şiddeti	YILLAR	İndis D.	Kuraklık Şiddeti
1990 - 1991	-1,03	Orta Kurak Hafif	2001 - 2002	1,01	Orta yağışlı Hafif	2012 - 2013	1,16	Orta yağışlı Hafif
1991 - 1992	0,74	Yağışlı Hafif	2002 - 2003	-0,89	kurak Hafif	2013 - 2014	-0,45	kurak Hafif
1992 - 1993	-0,46	kurak Hafif	2003 - 2004	0,96	yağışlı Hafif	2014 - 2015	0,05	yağışlı Hafif
1993 - 1994	0,32	yağışlı Hafif	2004 - 2005	-0,02	kurak Hafif	2015 - 2016	-0,06	kurak Hafif
1994 - 1995	0,80	yağışlı Hafif	2005 - 2006	-0,65	kurak Hafif	2016 - 2017	0,16	yağışlı Çok
1995 - 1996	-0,62	kurak Orta	2006 - 2007	0,92	yağışlı Hafif	2017 - 2018	-1,78	kurak Aşırı
1996 - 1997	1,43	yağışlı Hafif	2007 - 2008	-0,76	kurak Orta	2018 - 2019	2,13	yağışlı Çok
1997 - 1998	-0,47	kurak Hafif	2008 - 2009	-1,02	kurak Hafif	2019 - 2020	1,86	yağışlı Hafif
1998 - 1999	-0,32	kurak Aşırı	2009 - 2010	-0,20	kurak Hafif	2020 - 2021	0,32	yağışlı
1999 - 2000	-2,31	kurak Hafif	2010 - 2011	-0,74	kurak Hafif			
2000 - 2001	-0,85	kurak	2011 - 2012	0,77	yağışlı			

4.2.2.Diyarbakır ili OKİ analizi

Ondalık kuraklık analizi için 31 yıllık veri kullanılamamaktadır. Çünkü veri serisi 10'un katları olması gerekmektedir. Bu nedenle 30 yıllık veri kullanılmıştır. Veriler 1991 yılından başlayacak şekilde 30 yıllık olarak düzenlenmiştir. Ayrıca veriler, en küçük değerden en büyük değere doğru sıralanıp, 10 parçaya bölünmüştür. Bu durumda her bir parçaya 3 veri düşmektedir. İlk 3 veriden büyük, 4. veriden küçük olarak belirlenen 1.eşik değer altında kalan yılların verisi Tablo.2'de verilen kategorilerden %10'luk dilimde kalmaktadır. %10'luk dilim de aşağıda Tablo 4.12'de verilen analiz sonuçlarında görüldüğü üzere 1 rakamıyla ifade edilmektedir. Aynı şekilde ilk 6 veriden büyük, 7. veriden düşük eşik değer 2.eşik değer olarak belirlenir. Ve 1. eşik değer ile 2.eşik değer arasında kalan veriler %20'lik kısma girer ve 2 rakamıyla ifade edilir. Bu şekilde program tarafından 10 eşik değer belirlenir. Veri serisindeki yılların yıllık yağış değerleri hangi kategoride ya da hangi yüzdelik dilimde

kaldığı program tarafından analizi yapıp belirlenmiş ve Tablo 4.12’de görüldüğü üzere karşılırlarına yazılmıştır.

OKİ yöntemi kategorileri yağış kategorize etmektedir. Analiz sonuçlarına göre Diyarbakır’da 6 yılda normalin çok altı yağış olduğu, 6 yılda normalin altı yağış olduğu, 6 yılda normal düzeyde yağış olduğu, 6 yılda normalin üstü yağış olduğu, 6 yılda da normalin çok üstü yağış olduğu belirlenmiştir. Yani 12 yılda kuraklık etkisi olduğu söylenebilir. Normalin çok altı yağış olan yıllar, yani çok kurak olarak nitelendirebileceğimiz yıllar, 1999, 2000, 2002, 2007, 2008, 2017 yıllarıdır.

Tablo 4.10.Diyarbakır ili OKİ analizi

YILLAR	Kategori	Yağış Düzeyi	YILLAR	Kategori	Yağış Düzeyi	YILLAR	Kategori	Yağış Düzeyi
1991 - 1992	7	Normalin üstü	2002 - 2003	2	Normalin çok altı	2013 - 2014	4	Normalin altı
1992 - 1993	4	Normalin altı	2003 - 2004	9	Normalin çok üstü	2014 - 2015	6	Normal yağış
1993 - 1994	7	Normalin üstü	2004 - 2005	6	Normal yağış	2015 - 2016	5	Normal yağış
1994 - 1995	8	Normalin üstü	2005 - 2006	3	Normalin altı	2016 - 2017	6	Normal yağış
1995 - 1996	3	Normalin altı	2006 - 2007	8	Normalin üstü	2017 - 2018	1	Normalin çok altı
1996 - 1997	10	Normalin çok üstü	2007 - 2008	2	Normalin çok altı	2018 - 2019	10	Normalin çok üstü
1997 - 1998	4	Normalin altı	2008 - 2009	1	Normalin çok altı	2019 - 2020	10	Normalin çok üstü
1998 - 1999	5	Normal yağış	2009 - 2010	5	Normal yağış	2020 - 2021	7	Normalin üstü
1999 - 2000	1	Normalin çok altı	2010 - 2011	3	Normalin altı			
2000 - 2001	2	Normalin çok altı	2011 - 2012	8	Normalin üstü			
2001 - 2002	9	Normalin çok üstü	2012 - 2013	9	Normalin çok üstü			

4.2.3.Diyarbakır ili KKİ analizi

Keşif kuraklık indisi, hesaplanırken 31 yıllık Diyarbakır aylık toplam yağış verileri ve potansiyel evapotranspirasyon (PET) değerleri programa girdi olarak girilmiştir. Ancak PET değerleri bilinmediğinden önce programda PET değeri hesaplama modülünden tahmini PET değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama için Batman’ın 31 yıllık aylık maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık verileri programa girilmiştir. Yani KKİ yöntemi, kuraklık analizi için yağış verilerinin yanında, sıcaklık verilerini de dikkate alır. Program tahmini PET değerlerini hesaplarken ortalama

sıcaklık verilerini, ilgili ayın minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin toplamının yarısı olarak kabul edip, hesaplamada kullanmıştır. Ayrıca programın PET modülünde hesaplama yapılan ilin bulunduğu yarım küre seçildikten sonra enlem değeri de derece ve dakika olarak girilmelidir.

Bu veriler girildikten sonra Diyarbakır için 31 yıllık aylık tahmini PET değerleri hesaplanır (Tablo 4.11). Daha sonra bu PET değerleri ve 31 yıllık Diyarbakır aylık toplam yağış verileri programa girilip Diyarbakır ilinin 1990-2020 yılları arası 31 yıllık dönem için yıllık (12 aylık) kuraklık analizi yapılmıştır.

Tablo 4.11.DrinC programında Diyarbakır ili için hesaplanan tahmini PET değerleri (mm)

YILLAR	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Senelik
1990-1991	129,2	75,9	50,8	44,5	53,7	113,8	159,5	263,7	274,4	288,9	232,4	180,1	1866,9
1991-1992	130,7	61,4	37,8	48,5	62,1	122,8	169,0	204,6	279,8	273,5	261,4	184,4	1836,1
1992-1993	126,9	76,6	32,5	33,2	33,1	99,2	148,0	214,3	234,4	269,2	239,3	195,3	1702,2
1993-1994	124,6	65,6	43,4	43,3	55,2	118,7	149,8	204,8	262,2	288,0	242,2	187,1	1785,0
1994-1995	130,7	68,3	35,4	46,4	58,9	110,2	167,4	254,2	258,4	278,9	252,6	191,2	1852,6
1995-1996	135,9	70,9	42,8	47,0	69,2	106,0	144,9	245,6	261,4	273,6	247,4	207,9	1852,6
1996-1997	137,2	64,9	49,9	44,7	64,7	96,1	151,9	224,6	258,4	283,8	252,6	193,5	1822,3
1997-1998	127,6	68,3	40,9	47,3	54,8	98,4	168,9	237,4	274,6	272,6	240,3	188,2	1819,2
1998-1999	130,2	73,7	45,2	38,2	63,6	102,9	166,6	232,6	282,5	299,5	275,9	192,0	1903,0
1999-2000	143,4	68,6	47,6	49,9	63,7	115,9	171,1	234,5	279,5	271,1	262,3	180,7	1888,4
2000-2001	121,4	71,7	43,6	44,8	57,7	118,6	166,2	230,9	266,0	306,9	268,5	181,9	1878,0
2001-2002	128,8	69,5	40,8	49,3	70,1	116,2	171,0	219,5	278,1	293,0	257,5	183,5	1877,3
2002-2003	144,1	72,7	43,1	45,9	67,6	118,6	136,1	223,0	275,2	281,3	257,7	180,3	1845,5
2003-2004	135,7	74,3	42,6	47,0	56,1	92,4	145,3	224,8	259,7	275,2	262,4	198,7	1814,3
2004-2005	140,2	72,0	43,8	43,4	55,2	119,3	184,4	225,7	256,9	271,5	249,0	188,3	1849,7
2005-2006	129,8	60,6	53,5	44,4	58,9	113,3	155,1	231,4	260,1	284,3	255,8	191,2	1838,4
2006-2007	126,9	61,3	43,0	35,0	68,4	109,3	151,6	250,6	276,2	279,5	269,8	190,2	1861,7
2007-2008	129,9	71,3	48,4	25,1	50,0	101,7	136,0	231,5	267,7	271,6	259,5	201,7	1794,2
2008-2009	125,7	65,1	48,4	38,5	58,1	140,8	208,7	242,3	277,7	279,9	260,2	201,7	1947,2
2009-2010	124,8	67,0	47,0	42,8	58,7	107,6	144,2	234,2	260,1	267,2	249,5	190,8	1794,0
2010-2011	124,9	72,1	60,8	51,0	67,2	117,7	158,8	230,7	288,3	288,8	257,7	195,0	1913,1
2011-2012	131,0	58,6	38,5	43,1	59,1	114,7	161,4	216,9	263,6	302,3	272,8	182,6	1844,6
2012-2013	141,8	71,7	46,6	40,5	57,2	96,8	164,7	221,0	289,0	299,5	244,8	185,9	1859,4
2013-2014	129,4	73,8	39,8	48,2	63,4	121,6	187,1	220,9	284,2	261,8	231,5	202,4	1864,1
2014-2015	120,3	61,7	46,6	51,6	69,7	112,6	168,8	252,6	264,3	274,7	254,0	199,9	1876,7
2015-2016	126,9	64,7	48,8	44,6	58,0	104,5	163,4	234,5	270,6	291,9	260,6	191,1	1859,7
2016-2017	125,6	67,5	37,4	37,0	76,7	109,0	171,4	224,8	274,9	280,2	250,3	186,9	1841,6
2017-2018	117,1	65,9	48,4	43,9	64,4	105,3	153,3	225,8	286,7	287,2	268,0	200,6	1866,6
2018-2019	134,3	73,8	43,8	48,8	62,2	122,4	170,9	222,5	279,1	297,8	242,7	194,6	1892,8
2019-2020	135,2	69,2	48,5	51,5	57,7	100,0	139,9	246,1	282,8	276,6	260,7	181,0	1849,3
2020-2021	129,1	77,8	45,9	40,0	62,6	114,7	149,2	236,7	269,5	284,6	249,0	200,1	1859,2
Ortalama	130,3	68,9	44,7	43,9	60,6	111,0	160,8	231,0	270,8	282,4	254,5	191,2	1850,2

Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen sıcaklık ve yağış verileri programa girilmeden önce, veriler Ekim ayından başlayacak şekilde düzenlenir. Yöntem olarak Reconnaissance Drought Index (RDI) seçilir. 12 ay ve daha düşük dönemler için dağılım normal dağılıma uymayabileceği için gamma dağılımı seçilir. Bu metodla 1-3-6-9-12-24-48 aylık periyodlar için kuraklık analizi yapılabilir.

Aşağıda Tablo 4.12'de görüldüğü üzere, program KKİ analiz sonuçlarını 3 sütun halinde vermektedir. α_{12} yazan ilk sütun başlangıç değerlerdir. Bu değerlerin toplamının yıl sayısı olan 31'e bölünmesiyle, tablonun sağ altında verilen BMÇP'nin kuraklık analizinde kabul ettiği "Kuraklık İndisi (Aridity index)"e göre Diyarbakır ilinin 31 yıllık dönemde kuraklık şiddetini verir. Bu değer, Diyarbakır için 0,26 (yarı kurak) bulunmuştur. İkinci sütun sonuçların normalleştirildiğini gösterir. Üçüncü sütun ise KKİ indis değerleridir. Sonuçların standartlaştırılmış halidir. Üçüncü sütunda elde edilen indis değerlerine göre her bir yılın KKİ kuraklık şiddeti belirlenmiştir. KKİ sınıflandırmasında hafif kurak ve hafif nemli sınıfa girecek değerler normale yakın olarak isimlendirilmiştir. Diğer yöntemlerle karşılaştırma yapabilmek için normale yakın değerlerden pozitif olanlar hafif nemli, negatif olanlar hafif kurak olarak isimlendirilebilir. Buna göre Diyarbakır KKİ sonuçlarına göre, 1 yıl aşırı kurak, 1 yıl çok kurak, 2 yıl orta kurak, 14 yıl hafif kurak(normale yakın) çıkmıştır. KKİ sonuçlarına göre, 1 yıl aşırı nemli, 1 yıl çok nemli, 3 yıl orta nemli, 8 yıl hafif nemli(normale yakın) çıkmıştır. Yani 18 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Aşırı ve çok kurak olan yıllar, 1999 ve 2017 yıllarıdır.

Tablo 4.12.Diyarbakır ili KKİ analizi

YIL	α_{12}	Norm.	KKİ indisi	Kuraklık şiddeti	YIL	α_{12}	Norm.	KKİ İndisi	Kuraklık şiddeti
1990-1991	0,20	-0,25	-1,06	Orta kurak	2006-2007	0,32	0,20	0,87	Normale yakın
1991-1992	0,31	0,17	0,76	Normale yakın	2007-2008	0,22	-0,16	-0,63	Normale yakın
1992-1993	0,25	-0,05	-0,12	Normale yakın	2008-2009	0,19	-0,28	-1,20	Orta kurak
1993-1994	0,29	0,10	0,47	Normale yakın	2009-2010	0,25	-0,04	-0,07	Normale yakın
1994-1995	0,31	0,18	0,78	Normale yakın	2010-2011	0,21	-0,21	-0,86	Normale yakın
1995-1996	0,22	-0,16	-0,62	Normale yakın	2011-2012	0,31	0,18	0,78	Normale yakın
1996-1997	0,36	0,38	1,48	Orta nemli	2012-2013	0,34	0,27	1,12	Orta nemli
1997-1998	0,23	-0,11	-0,40	Normale yakın	2013-2014	0,23	-0,13	-0,48	Normale yakın
1998-1999				Normale					Normale

	0,23	-0,12	-0,43	yakın	2014-2015	0,26	-0,02	-0,01	yakın
1999-2000	0,14	-0,48	-2,35	Aşırı kurak	2015-2016	0,25	-0,04	-0,08	Normale
2000-2001	0,21	-0,22	-0,90	Normale	2016-2017	0,27	0,02	0,17	yakın
2001-2002	0,32	0,22	0,93	yakın	2017-2018	0,16	-0,39	-1,79	Normale
2002-2003	0,21	-0,21	-0,88	Normale	2018-2019	0,41	0,54	2,00	yakın
2003-2004	0,33	0,25	1,04	yakın	2019-2020	0,39	0,49	1,84	Çok kurak
2004-2005	0,26	-0,03	-0,02	Orta nemli	2020-2021	0,28	0,05	0,29	Aşırı nemli
2005-2006	0,22	-0,16	-0,62	Normale	Kuraklık İndisi(Kİ)			(BMÇP):	
				yakın			0,26		Yarı Kurak

4.3.Kuraklık Analizlerinin Karşılaştırılması

Batman ve Diyarbakır illeri için SYİ, OKİ, KKİ yöntemleriyle uzun yıllar kuraklık analizleri yapılmıştır. Ayrıca Batman ile Diyarbakır illeri arasında, Batman'a daha yakın konumda bulunan Malabadi köprüsünde Batman çayından alınan akım değerlerine göre de AKİ yöntemiyle kuraklık analizi yapılmıştır. Analizler DrinC programına aşağıda belirtilen veri girişleri yapılarak yapılmıştır. Ayrıca, KKİ yöntemiyle programda analiz yapıldığında, program BMÇP'nin kuraklık analizinde kabul ettiği Kuraklık İndisi (Aridity Index)'e göre de kuraklık analizi sonucunu vermektedir. Bu yöntem sonucu da dikkate alındığında 5 yöntemle kuraklık analizi yapılmıştır.

SYİ yönteminde 1990-2020 yılları arası 31 yıllık yağış verisi kullanılmıştır. OKİ yönteminde veri serisi 10'un katı olması gerektiği için 1991-2020 arası 30 yıllık veri kullanılmıştır. KKİ yönteminde ise 1990-2020 yılları arası 31 yıllık sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Son olarak AKİ yönteminde ise 1990-2019 yılları arası 30 yıllık Batman çayı akım değerleri kullanılmıştır.

4.3.1.Batman ili için kuraklık analizlerinin karşılaştırılması

Batman ili için SYİ yöntemine göre, 3 yılın çok kurak, 2 yılın orta kurak, 12 yılın hafif kurak olduğu, 1 yılın çok yağışlı, 6 yılın orta yağışlı, 7 yılın hafif yağışlı olduğu belirlenmiştir. 17 yılda kuraklık etkisi görüldüğü belirlenmiştir. Çok kurak geçen yılların 2004, 2008 ve 2010 yılları olduğu görülmüştür

Batman ili için OKİ yöntemine göre, 6 yılda normalin çok altı yağış olduğu, 6 yılda normalin altı yağış olduğu, 6 yılda normal düzeyde yağış olduğu, 6 yılda normalin üstü yağış olduğu, 6 yılda da normalin çok üstü yağış olduğu belirlenmiştir. Yani 12 yılda kuraklık etkisi olduğu söylenebilir. Normalin çok altı yağış alan, yani çok kurak

olarak nitelendirebileceğimiz yıllar, 1999, 2000, 2004, 2007, 2008, 2010 yılları olduğu belirlenmiştir.

Batman ili için KKİ yöntemine göre, 3 yıl çok kurak, 2 yıl orta kurak, 11 yıl hafif kurak (normale yakın) çıkmıştır. KKİ sonuçlarına göre, 1 yıl çok nemli, 6 yıl orta nemli, 8 yıl hafif nemli (normale yakın) çıkmıştır. Yani 16 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Çok kurak olan yıllar, 2004, 2008 ve 2010 yılları çıkmıştır.

Batman ili için AKİ yöntemine göre, 1 yıl aşırı kurak, 2 yıl şiddetli kurak, 1 yıl orta kurak, 9 yıl hafif kurak çıkmıştır. AKİ sonuçlarına göre 1 yıl şiddetli nemli, 4 yıl orta nemli, 12 yıl hafif nemli çıkmıştır. 13 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Aşırı kurak yıl 2004 yılı, Şiddetli kurak yıllar 2008 ve 2018 yıllarıdır.

Batman ili için SYİ yöntemi ve KKİ yöntemi sonuçları birbirine çok yakın çıkmıştır. Hatta çok kurak olan yıllar birebir aynı çıkmıştır. SYİ yöntemine göre 17 yılda kuraklık etkisi görülmüşken, KKİ yöntemine göre 16 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Her iki yöntemde de çok kurak çıkan yıllar tamamen aynı olup, 2004, 2008 ve 2010 yıllarıdır. SYİ yöntemi ve KKİ yöntemi çok kullanılan yöntemler olması nedeniyle sonuçların güvenilir olduğu düşünülmektedir.

Batman ili için diğer 2 yöntem olan OKİ ve AKİ yöntemi sonuçları da SYİ ve KKİ yöntemi sonuçlarından çok farklı sonuç vermemiştir. OKİ yöntemi sonuçlarına göre 12 yılda kuraklık etkisi görülmüşken, AKİ yöntemi sonuçlarına göre de 13 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. OKİ yöntemi sonuçlarına göre 6 yılın çok kurak (normalin çok altı yağış alan) olduğu belirlenmiştir. Bu 6 çok kurak olan yıl içerisinde SYİ ve KKİ yöntemlerinde çok kurak olan 2004, 2008 ve 2010 yılları da vardır. Yine AKİ yöntemine göre aşırı ve çok kurak (şiddetli kurak) çıkan 3 yıl içerisinde SYİ ve KKİ yöntemlerinde çok kurak çıkan 2004 ve 2008 yılları vardır.

Batman ili için bu 4 yöntemin sonuçları değerlendirildiğinde hemen hemen değerlendirmeye alınan yılların yarısında kuraklık etkisi görülmektedir. Yani kuraklıktan etkilenen bir ilimizdir. BMÇP'nin kabul ettiği Kuraklık İndisi (Aridity Index)'e göre de Batman ili 0,25 indis değeri ile yarı kurak çıkmıştır.

4.3.2. Diyarbakır ili için kuraklık analizlerinin karşılaştırılması

Diyarbakır ili için SYİ yöntemine göre, 1 yılın aşırı kurak, 1 yılın çok kurak, 2 yılın orta kurak, 13 yılın hafif kurak olduğu belirlenmiştir. SYİ yöntemi analiz sonuçlarına göre 1 yılın aşırı yağışlı, 1 yılın çok yağışlı, 3 yılın orta yağışlı, 9 yılın hafif

yağışlı olduğu belirlenmiştir. 17 yılda kuraklık etkisi görüldüğü belirlenmiştir. Aşırı ve çok kurak geçen yılların 1999 ve 2017 yılları olduğu görülmüştür.

Diyarbakır ili için OKİ yöntemine göre, 6 yılda normalin çok altı yağış olduğu, 6 yılda normalin altı yağış olduğu, 6 yılda normal düzeyde yağış olduğu, 6 yılda normalin üstü yağış olduğu, 6 yılda da normalin çok üstü yağış olduğu belirlenmiştir. Yani 12 yılda kuraklık etkisi olduğu söylenebilir. Normalin çok altı yağış olan yıllar, yani çok kurak olarak nitelendirebileceğimiz yıllar, 1999, 2000, 2002, 2007, 2008, 2017 yılları olduğu belirlenmiştir.

Diyarbakır ili için KKİ yöntemine göre, 1 yıl aşırı kurak, 1 yıl çok kurak, 2 yıl orta kurak, 14 yıl hafif kurak (normale yakın) çıkmıştır. KKİ sonuçlarına göre, 1 yıl aşırı nemli, 1 yıl çok nemli, 3 yıl orta nemli, 8 yıl hafif nemli (normale yakın) çıkmıştır. Yani 18 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Aşırı ve çok kurak olan yıllar, 1999 ve 2017 yıllarıdır.

Diyarbakır ili için SYİ yöntemi ve KKİ yöntemi sonuçları birbirine çok yakın çıkmıştır. Hatta çok kurak olan yıllar birebir aynı çıkmıştır. SYİ yöntemine göre 17 yılda kuraklık etkisi görülmüşken, KKİ yöntemine göre 18 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Her iki yöntemde de aşırı ve çok kurak çıkan yıllar tamamen aynı olup, 1999 ve 2017 yıllarıdır. SYİ yöntemi ve KKİ yöntemi çok kullanılan yöntemler olması nedeniyle sonuçların güvenilir olduğu düşünülmektedir.

Diyarbakır ili için diğer yöntem olan OKİ yöntemi sonuçları da SYİ ve KKİ yöntemi sonuçlarından çok farklı sonuç vermemiştir. OKİ yöntemi sonuçlarına göre 12 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. OKİ yöntemi sonuçlarına göre 6 yılın çok kurak(normalin çok altı yağış alan) olduğu belirlenmiştir. Bu 6 çok kurak olan yıl içerisinde SYİ ve KKİ yöntemlerinde aşırı ve çok kurak olan 1999 ve 2017 yılları da vardır.

Diyarbakır ili için bu 3 yöntemin sonuçları değerlendirildiğinde hemen hemen değerlendirmeye alınan yılların yarısında kuraklık etkisi görülmektedir. Yani kuraklıktan etkilenen bir ilimizdir. BMÇP'nin kabul ettiği Kuraklık İndisi (Aridity Index)'e göre de Diyarbakır ili 0,26 indis değeri ile yarı kurak çıkmıştır. Aşağıda Batman ve Diyarbakır illeri için kuraklık analiz sonuçları tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.13).

Tablo 4.13.Batman ve Diyarbakır illerinin kuraklık analizleri

Analiz Yapılan İller	Yöntem	Analiz yapılan dönem	Kuraklık etkisi görülen yıl sayısı	Aşırı ve Çok kurak Yıllar
Batman	SYİ	1990-2020	17 yılda	2004, 2008, 2010
Batman	KKİ	1990-2020	16 yılda	2004, 2008, 2010
Batman	OKİ	1991-2020	12 yılda	1999, 2000, 2004,2007,2008,2010
Batman	AKİ	1990-2019	13 yılda	2004, 2008, 2018
Diyarbakır	SYİ	1990-2020	17 yılda	1999, 2017
Diyarbakır	KKİ	1990-2020	18 yılda	1999, 2017
Diyarbakır	OKİ	1991-2020	12 yılda	1999, 2000, 2002,2007,2008,2017

4.4.Kuraklık Analizlerinin Literatürle Karşılaştırılması

4.4.1.Batman ili kuraklık analizlerinin literatürle karşılaştırılması

Literatürde Batman ili için bulunan çalışmalardan Oruç (2017)'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerin “Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ)”, “Erinç Kuraklık İndisi (ERKİ)” ve De Martonne İndisi (DMİ)” ile yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak 1960-2015 yılları arası kuraklık analizleri yapılmıştır.

Bölgedeki iller içinde Batman ili için SYİ yöntemine göre; 12 aylık periyotta kuraklıkların göreceli sıklıklarının toplamı, %27,2, %40,04 normal, %25,76 da sulak çıkmıştır. ERKİ yöntemine göre; %62,26 ile kurak, %30,19 ile yarı kurak olduğu, DMİ yöntemine göre 7,75 indis değeri ile yarı kurak olduğu belirlenmiştir. DMİ yöntemi sonuçlarının bu çalışma sonuçlarıyla uyumlu olduğu, ERKİ yöntemi sonuçlarının bu çalışmanın sonuçlarıyla kısmen uygun olduğu görülmüştür. SYİ yöntemi sonuçlarının ise kuraklık yüzdesinin %50'nin altında çıkması nedeniyle bu çalışma sonuçlarıyla tam uyumlu olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin analiz yapılan dönemlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yine Batman ili için yapılmış başka bir çalışmada Batan (2021)'de Batman ili için 1988-2018 dönemi için Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ), Normalin Yüzdesi İndisi (NYİ), Modifiye Fournier İndisi (MFİ), De Martonne Gotmann İndisi (DMGİ), Bagnouls Gaussen İndisi (BGİ) ile kuraklık analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; SYİ yıllık analiz sonuçlarına göre, 3 yıl çok kurak, 3 yıl orta kurak, 8 yıl hafif kurak olmak üzere 14 yılda kuraklık etkisinin olduğu görülmüştür. NYİ yöntemine göre 8 yılda kuraklık etkisi, 23 yılın normal olduğu görülmüştür. MFİ yöntemine göre 22 yılda kuraklık etkisi görüldüğü, DMGİ yöntemine göre 21 yılda kuraklık etkisi görüldüğü, BGİ yöntemine göre tüm yılların kurak olduğu belirlenmiştir. NYİ ve BGİ sonuçlarının bu çalışma sonuçlarıyla uyumlu olmadığı, ancak SYİ, MFİ ve DMGİ sonuçlarının bu çalışma sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmüştür.

4.4.2.Diyarbakır ili kuraklık analizlerinin literatürle karşılaştırılması

Diyarbakır ili için literatürde bulunan çalışmalardan Oruç (2017)'de Diyarbakır havaalanı istasyonu için “Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ)”, “Erinç Kuraklık İndisi (ERKİ)” ve De Martonne İndisi (DMİ)” ile yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak 1960-2015 yılları arası kuraklık analizleri yapılmıştır.

Diyarbakır ili için SYİ yöntemine göre; 12 aylık periyotta kuraklıkların göreceli sıklıklarının toplamı, %27,56, %40,38 normal, %32,06 da sulak çıkmıştır. EKİ

yöntemine göre; %6,12 tam kurak, %55,10 ile kurak, %38,78 ile yarı kurak olduğu, DMİ yöntemine göre, 7,80 indis değeri ile yarı kurak olduğu tespit edilmiştir. DMİ yöntemi sonuçlarının bu çalışma sonuçlarıyla uyumlu olduğu, EKİ yöntemi sonuçlarının bu çalışmanın sonuçlarıyla kısmen uygun olduğu görülmüştür. SYİ yöntemi sonuçlarının ise kuraklık yüzdesinin %50'nin altında çıkması nedeniyle bu çalışma sonuçlarıyla tam uyumlu olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin analiz yapılan dönemlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Diyarbakır ili için yapılmış başka bir çalışmada Hamidi (2018)'de 1980 öncesi uzun dönem için ve 1980-1999 arası dönemde Thornthwaite yöntemi, Geliştirilmiş Fournier yağış indisi, Bagnouls Gaussen kuraklık indisi ve Aşındırıcı güç indisi yöntemlerine göre kuraklık analizleri yapılmıştır. Her iki dönemde de Thornthwaite yöntemine göre Diyarbakır ili, kuruya yakın, az nemli sınıfta olduğu belirlenmiştir. 1980 öncesi Bagnouls-Gaussen yöntemine göre 219,5 indis değeri ile Diyarbakır çok kurak karakterli, Fournier yağış indisine yöntemine göre 31,25 değeri ile çok az yağışlı, Aşındırıcı güç indisi yöntemine göre 4 indis değeri ile Diyarbakır yağışların aşındırma etkisi orta şiddette olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre Thornthwaite yöntemi sonuçları bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu olduğu, Fournier yağış indisi yöntemi sonuçlarının bu çalışma sonuçlarıyla kısmen uyumlu olduğu görülmüştür. Bagnouls- Gaussen yöntemi ve Aşındırıcı güç etkisi yöntemi sonuçlarının ise bu çalışma sonuçlarıyla pek uyumlu olmadığı görülmüştür. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde aynı yer için, aynı dönemde dahi farklı yöntemlerin farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada çalışma dönemi farklı olduğu için de farklı sonuçlar çıktığı düşünülmektedir.

BÖLÜM 5

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Kuraklıkla mücadele eden Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerinden olan Batman ve Diyarbakır illeri için SYİ, KKI, OKİ yöntemleriyle kuraklık analizi yapılmıştır. Ayrıca, Batman ile Diyarbakır illeri arasında bulunan Batman çayı üzerindeki Malabadi köprüsü akım değerlerine göre AKİ yöntemiyle kuraklık analizi yapılmıştır.

Batman ili için SYİ yöntemine göre, 17 yılda, KKI yöntemine göre 16 yılda kuraklık etkisi görüldüğü belirlenmiştir. Her iki yöntemde de aşırı ve çok kurak olan yıllar, 2004, 2008 ve 2010 yıllarıdır. Bu iki yöntemin sonuçlarının birbirine çok uyumlu çıktığı görülmüştür. Batman ili için OKİ yöntemine göre 12 yılda kuraklık etkisi olduğu belirlenmiştir. Normalin çok altı yağış alan, yani çok kurak olarak nitelendirebileceğimiz yıllar, 1999, 2000, 2004, 2007, 2008, 2010 yılları olduğu belirlenmiştir. Batman ili için AKİ yöntemine göre 13 yılda kuraklık etkisi görülmüştür. Aşırı kurak yıl 2004 yılı, Şiddetli kurak yıllar 2008 ve 2018 yıllarıdır.

Diyarbakır ili için SYİ yöntemine göre, 17 yılda, KKI yöntemine göre 18 yılda kuraklık etkisi görüldüğü belirlenmiştir. Her iki yöntemde de aşırı ve çok kurak olan yıllar, 1999 ve 2017 yıllarıdır. Bu iki yöntemin sonuçlarının birbirine çok uyumlu çıktığı görülmüştür. Diyarbakır ili için OKİ yöntemine göre 12 yılda kuraklık etkisi olduğu belirlenmiştir. Normalin çok altı yağış alan, yani çok kurak olarak nitelendirebileceğimiz yıllar, 1999, 2000, 2002, 2007, 2008, 2017 yılları olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları ve literatürdeki diğer çalışmalar göstermektedir ki Batman ve Diyarbakır illeri kuraklıktan etkilenmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının planlı ve verimli bir şekilde tüketilmesi gerekmektedir. Bunun için de daha az su tüketen ürünlerin yetiştirilip teşvik edilmesi, daha az suyla sulama yapabilen damlama, yağmurlama gibi sulama sistemlerine ivedilikle geçilmesi, buharlaşmayı azaltmak için kapalı basınçlı borularla suyun nakledilmesi, küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçilmesi ve halkın iklim değişikliği ve su tasarrufu konusunda bilinçlendirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu faaliyetler hükümet politikası haline getirilip hızlı bir şekilde hayata geçirilmelidir.

Ayrıca, Batman ve Diyarbakır illerinin bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Ilısu Barajının özellikle Batman ilinin iklimi üzerinde ılıman etkisi olmuş ve

kuraklıkla mücadelede de rezervuarında su depoladığı için özellikle yaz aylarında yararı olmaktadır. Bu bakımdan yapımı devam eden Silvan Barajının da özellikle Diyarbakır ilinin iklimi üzerinde ılıman etkisi olacağından ve kuraklıkla mücadelede yararı olacağı için bir an evvel inşaatının tamamlanıp devreye alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ansarifard S., & Shamsnia S.A, (2018), Monitoring drought by Reconnaissance Drought Index (RDI) and Standardized Precipitation Index (SPI) using DrinC software, *Water Utility Journal*, 20, 29-35.
- 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.
- Aydın Y., (2019), Batman İli Toprak ve Su Kaynaklarının Tarımsal Açından Değerlendirilmesi, *YYÜ Tar Bil Derg*, 29(1): 178-186.
- Bacanlı Ü.G., & Kargı P.G. (2019), Uzun ve Kısa Süreli Periyotlarda Kuraklık Analizi: Bursa Örneği, Research Article, *Doğ Afet Çev Derg*, 5(1): 166-174, DOI: 10.21324/dacd.429391.
- Batan M., (2014), Küresel İklim Değişikliği ve Beklenen Sonuçları, Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, TR.
- Batan M., (2021), Çeşitli Kuraklık İndisleri ile Batman İlinin Kuraklık Analizi ve Kontur Haritalarının Çıkarılması, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 2021; 7(2): 252-265.
- Batan M., & Toprak Z.F., (2015), Küresel İklim Değişikliğinin Olumlu Etkileri ve Bu Etkilerin İklim Değişikliğine Uyum Kapsamında Değerlendirilmesi, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 6(2),93-102.
- Batan M., & Toprak Z.F., (2020), İklim Değişikliğinde Etkenler ile Sonuçların Birbirini Tetiklemesi, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 11(2),759-769.
- Cai W., Zhang Y., Yao Y., & Chen Q., (2015), Probabilistic Analysis of Drought Spatiotemporal Characteristics in the Beijing-Tianjin-Hebei Metropolitan Area in China, *Atmosphere*, 6,431-450.

DÇOM, (2015). Diyarbakır İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Diyarbakır İl Çevre Durum Raporu, Diyarbakır.

DSİ, Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğü, Diyarbakır

El-Tantawi A., Bao A., Liu Y., & Gamal G., (2021), Assessment of Meteorological Drought in North-Western Egypt using Rainfall Deciles, Standardized Precipitation Index and Reconnaissance Drought Index, *Disaster Advances*, Vol 14 (1).

Guardiola-Claramonte M., Troch P.A., Breshears D. D., Huxman T.E., Switanek M.B., Durcik M., Durcik M., Cobb N. S.,(2011), Decreased streamflow semi-arid basins following drought-induced tree die-off: A counter-intuitive and indirect climate impact on hydrology, *Journal of Hydrology*, 406(3-4), 225-233.

Gümüş V., Başak A. & Oruç N., (2016), Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ) yöntemi ile Şanlıurfa istasyonunun kuraklık analizi, *Harran University Journal of Engineering*, 1(1), 36-44.

Gümüş, V., (2017), Akım Kuraklık İndeksi ile Asi Havzasının Hidrolojik Kuraklık Analizi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1),65-73.

Gürsoy S.,Sessiz A. & Akın S., (2013), Diyarbakır İlinde Uygulanan Toprak İşleme Yöntemleri ve Makinalı Ekimde Karşılaşılan Sorunlar, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9 (3), 181-186.

Hamidi. N., (2018), Temperature-rainfall and drought analysis for Diyarbakir city, Turkey, *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(10),572-582.

Hargreaves, G.H., (1975), Moisture Availability and Crop Production. *Transaction of the ASAE*, 18(5), 980–984.

Hargreaves, G.H., (1977), *World Water for Agriculture*. Agency for International Development, 177.

- Hargreaves, G.H., Samani, Z.A., (1982), Estimation of Potential Evapotranspiration. J. Irrig.Drain. Eng., 108 (3), 225–230.
- Hargreaves, G.L., (1983), Water Requirements and Agricultural Benefits for the Senegal River Basin. Master Thesis, Utah State University, Logan, Utah.
- Hargreaves, G.H., Samani, Z.A., (1985), Reference Crop Evapotranspiration from Temperature. Appl. Eng. Agric., 1(2), 96-99.
- Hargreaves, G.H., Allen, R.G., (2003), History and Evaluation of Hargreaves Evapotranspiration Equation. J. Irrig. Drain. Eng., 129(1), 53-63.
- Ilgar, R., (2010), Çanakkale’de Kuraklık Durumu ve Eğilimlerinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi ile Belirlenmesi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, (22), ss. 183-204.
- Kapluhan, Erol. ‘Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi’. *Marmara Coğrafya Dergisi* 27, 487-510.
- Kıymaz S., Güneş V. & Asar M.,(2011), Standartlaştırılmış Yağış İndeksi İle Seyfe Gölünün Kuraklık Dönemlerinin Belirlenmesi, *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 91-102
- MGM, Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Diyarbakır.
- Mahmoudi P., Rigi A., & Kamak M.M. (2019), Evaluating the sensitivity of precipitation-based drought indices to different lengths of record, *Journal of Hydrology*, 579, 124181.
- Mohammed R., & Scholz M., (2017), Impact of Evapotranspiration Formulations at Various Elevations on the Reconnaissance Drought Index, *Water Resour Manage* 31, 531–548.
- Morid S., Smakhtin V., & Moghaddasi M., (2006), Comparison Of Seven Meteorological Indices For Drought Monitoring In Iran, *International Journal Of Climatology*, 26, 971–985.

- Nalbantıs, I., and Tsakiris, G., (2009), Assessment of Hydrological Drought Revisited. *Water Resource Management*, 23, 881-897.
- Oğuz K., Pekin M.A. & Çamalan G., (2021), Muğla İlinde 1960-2018 Dönemi Kuraklık Analizi, *Doğ Afet Çev Derg*, 7(1): 89-100, DOI: 10.21324/dacd.774955.
- Oruç N. (2017), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuraklık analizi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, TR.
- Özfidaner M., Şapolyo D., & Topaloğlu F. (2018), Seyhan Havzası Akım Verilerinin Hidrolojik Kuraklık Analizi, *Toprak Su Dergisi*, 7(1), 57-64.
- Özfidaner M., & Topaloğlu F. (2020), Standart Yağış İndeksi Yöntemi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kuraklık Analizi, *Toprak Su Dergisi*, 9 (2), 130-136.
- Salehnia N., Alizadeh A., Sanaeinejad H., Bannayan M., Zarrin A., & Hoogenboom G., (2017), Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data, *J Arid Land*, 9(6), 797–809, <https://doi.org/10.1007/s40333-017-0070-y>.
- Sırdaş S., & Şen Z., (2003) Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması *İtü dergisi/d*, Cilt 2, Sayı 2
- Tigkas D., Vangelis H., & Tsakiris G., (2015), DrinC: a software for drought analysis based on drought indices. *Earth Science Informatics*, 8(3):697-709.
- Topçu E., & Seçkin N., (2020), Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan Ve Asi Havzalarında Farklı Yöntemler Kullanılarak Kuraklık Analizi, *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 39-6.
- Toprak Z.F., Öztürkmen G., Yılmaz S., Dursun F., Bayar G., Em A., Hamidi N., (2009), Diyarbakır Kent Merkezi için Sıcaklık Verilerinin İstatistiksel Analizi, İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi, Su Vakfı, 2, 26-43.
- Ünlükara A., Yürekli K., Anlı A.S., & Örs İ. (2010), Kayseri İlinin RDI (Reconnaissance) İndeksine Göre Kuraklığının Değerlendirilmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (1), 13-17.

Verma M.K., Verma M.K., Yadu L.K., & Murmu M., (2016), Drought Analysis In The Seonath River Basin Using Reconnaissance Drought Index And Standardised Precipitation Index, *International Journal of Civil Engineering and Technology*, Vol:7,Issu:6, 714-719.

Vikipedi, https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Batman_in_Turkey.svg, (Erişim tarihi: 14.01.2022)

Vikipedi, https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Diyarbakir_in_Turkey.svg, (Erişim tarihi: 14.01.2022).

Wilhite, D.A. & Svoboda, M.D., 2000. Drought early warning systems in the context of drought preparedness and mitigation. In Early warning systems for drought preparedness and drought management (pp. 1-21). Lisboa: World Meteorological Organization.

Yaltı S., & Aksu H., (2019), Drought Analysis of Iğdır Turkey, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(12), 2227-2232, <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i12.2227-2232.3004>.

Yetmen, H. (2013), Türkiye'nin Kuraklık Analizi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 194s.

Yetmen H., Aytaç A.S. & Özcanlı M. (2017), Harran Ovası'nın Kuraklık Analizi, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 5, Sayı: 46, s. 132-146.

Yürekli ve ark. (2010), Farklı Yaklaşımlarla Karaman İlinin Kuraklık Analizi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (1): 19-23.

Zehtabian G., Karimi K., S.N.N. Fard, M. Mirdashtvan, & H. Khosravi, (2013), Comparability Analyses of the SPI and RDIMeteorological Drought Indices in South Khorasan province in Iran, *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, Volume 1, Issue 9, 981-992.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Fatih ÖZMEN
Uyruğu : T.C

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Fatih Anadolu Lisesi Merkez/ Batman	2009
Üniversite	: Mustafa Kemal Üniversitesi, İskenderun, Hatay	2015

YABANCI DİLLER

İngilizce