

ÇANAKKALE’DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİLİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ

*(Drought Status and Trends in the Dardanelles and the Standardized
Precipitation Index Determination)*

Yrd. Doç. Dr. Rüştü ILGAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Coğrafya Eğitimi ABD, Eğitim
Fakültesi, Anafartalar Kampusu, 177100 Çanakkale, mail:ilgar@mail.com

ÖZET

Günümüzde iklim değişiminin en önemli sonuçlarından olan kuraklık gerek Türkiye’nin, gerekse diğer ülkelerin çevre gündemini oluşturmaktadır. Çeşitli hedefler için kuraklığın tanımlanmasının ve şiddetinin belirlenmesinin önemi giderek artmaktadır. Bu alanda çok sayıda kuraklık indisi bulunmaktadır. Bu çalışmada Çanakkale Merkez Meteoroloji İstasyonunda 1929-2007 yılları arasında gözlenmiş aylık yağış toplamlarından oluşan veriler kullanılmıştır. SYİ (Standartlaştırılmış Yağış İndeksi) yöntemini ile 12 aylık (yıllık) ve 3 aylık (mevsimlik) analiz yapılarak incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Çanakkale yıllık kuraklık koşullarında artış mevcuttur. Mevsimsel olarak bakıldığında ise özellikle kış mevsimi kuraklık artış eğilimi vardır. İlkbahar mevsimi kuraklığında azalma eğilimi, yaz ve sonbahar kuraklarında ise çok belirgin olmayan bir artış eğilimi bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çanakkale, kuraklık, standartlaştırılmış yağış indisi, iklim değişikliği

ABSTRACT

Today, climate change, which is one of the most important results to drought in Turkey, as well as other countries constitute the environmental agenda. importance of identification and determination on the drought is more increasing. There are large number of drought index. In this study, the Central Meteorological Station in the Çanakkale between the years 1929-2007 consisting of observed monthly total precipitation data were used. SYİ (Standardized Precipitation Index) method with a 12-month (annual) and 3-month (seasonal) analysis were examined. According to the analysis results, Çanakkale’s annual of drought conditions are increasing. Regarded as the seasonal winter seasonal drought increasing trend can be seen. There is a tendency to decrease in the spring season about drought, dry summer and autumn in an increase.

Keywords: Çanakkale, drought, standardized precipitation index, climate change.

1. GİRİŞ

Uluslararası çölleşme ile mücadele sözleşmesinde kuraklık tanımı şu şekilde yapılmıştır: yağışların kaydedilen normal düzeylerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve kaynak üretim sistemlerini olumsuz olarak etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olaydır (*WMO, 1997*). Literatür de kuraklık tipleri ile ilgili yapılmış çeşitli tanımlar bulunmakla birlikte yaygın olarak kullanılan üç belirgin kuraklık tipi tanımı vardır. Bunlar;

- Meteorolojik Kuraklık
- Tarımsal Kuraklık
- Hidrolojik kuraklık (*Wilhite ve Glantz, 1987*).

Meteorolojik kuraklık, uzun bir zaman içinde yağışın normal seviyesinin altına düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Genellikle bölgeseldir ve bölgesel klimatolojinin tam olarak anlaşılmasının temelini oluşturmuştur. Kuraklığı ifade etmede başta gelen göstergelerdendir.

Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması olarak tanımlanan tarımsal kuraklık, nem kaybının artması ve su kaynaklarında kıtlık oluşması durumunda meydana gelmektedir. Büyüme periyodu boyunca herhangi bir bitkinin suya ihtiyaç duyduğu belirli bir kritik döneminde toprak nemi olmadığı zaman tarımsal kuraklık ortaya çıkmaktadır. Tarımsal kuraklık meteorolojik kuraklıktan sonra ve hidrolojik kuraklıktan önce ortaya çıkan tipik bir durumdur.

Hidrolojik kuraklık ise uzun süre devam eden yağış eksikliği neticesinde ortaya çıkan yeryüzü ve yeraltı sularındaki eksilmeleri ifade eder. Nehir akım ölçümleri, göl rezervuarı, yeraltı su seviyesi ölçümleri ile takip edilebilir. Meteorolojik kuraklık sona erdikten uzun süre sonra dahi hidrolojik kuraklık varlığını sürdürebilir.

Yukarıda belirtilen üç farklı kuraklık tipi dışında sosyo-ekonomik kuraklıktan da bahsedilebilir. Kuraklığın sosyo-ekonomik tanımı meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklıkla bağlantılı bazı ekonomik ürünlerin arz ve talepleriyle ilgilidir (*NDMC, 1995*). Sosyo-ekonomik kuraklık, yukarıda bahsedilen kuraklık tiplerinden farklı bir durum arz eder. Çünkü bu kuraklık yer ve zamana bağlı olarak ortaya çıkar. Kısacası sosyo-ekonomik kuraklık yağışlardaki azalmanın sonucu olarak gelişen ve üretimin ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda ortaya çıkar.

ÇANAKKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİLİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ

Afetlerin şiddeti, oluşum süreleri, toplam ekonomik kayıp sosyal etki ve kalıcılığı esas alınarak yapılan değerlendirmede; kuraklık olayı, önem sırasına göre dünyada etkili olan 31 çeşit doğal afet içinde ilk sıralarda yer almıştır. Kuraklığın başlangıç ve bitişinin belirsiz oluşu, kümülatif olarak artması, aynı anda birden fazla kaynağa etkisi ve ekonomik boyutunun yüksek olması onu diğer doğal afetlerden ayıran en önemli özelliğidir.

Dünya Meteoroloji Teşkilatının 87 ülke arasında yapmış olduğu anket sonuçlarına göre, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 74 ülkenin kuraklıktan en çok etkilendiği tespit edilmiştir (*WMO, 1992*). IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2030 yılında bu yüzyılın başındaki CO₂ miktarının iki katına çıkması ve Türkiye dahil Güney Avrupa'yı içine alan bölgede sıcaklıkların gelecekte Kışın 2 °C, Yazın ise 2-3 °C arasında yükselmesini beklemektedir. Sıcaklıkların artması kurak bölgelerimizin çölleşmesine de neden olabilecektir. Kuraklığın artması ile şehir ve ülke sınırlarını aşan nehirlerin kullanımı dahil bir çok uluslararası, ulusal ve yerel su kaynağının paylaşımı ve yönetimi daha da zorlaşacaktır (*Özgürel ve diğ., 2003*).

Yavaş gelişmesi nedeniyle kuraklık diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kuraklık indisleriyle sürekli olarak izlenmelidir. Kapsamlı bir kuraklık *Yönetim Planı* çerçevesinde yapılması gereken kuraklık belirleme, değerlendirme ve izleme çalışmalarında, çeşitli kuraklık indisi sınıflarının olasılıklarının hesaplanması ve bilinmesi, yönetim planının başarımı açısından önemlidir. Türkiye'de önemli bir doğal afet olan kuraklığın belirlemesi, izlemesi ve ülkenin kuraklıktan etkilenebilirliğini belirlemeyi hedefleyen kuraklık risk çözümlemesinin çalışmaları henüz çok yetersiz olmasına karşın son yıllarda küresel ısınmanın gündeme gelmesiyle birlikte kuraklıkla ilgili çalışmalarda artış göstermiştir.

Kuraklık olaylarını incelemek için çeşitli yaklaşım ve yöntemler önerilmiştir. Bunlardan, Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (*PDSI, Palmer, 1965*) ve Standartlaştırılmış Yağış İndisi (*SPI, Mckee ve diğ., 1993*), kuraklıkları belirleme, değerlendirme ve izlemede etkili olan yöntemler arasında kabul edilmektedir. Bu kuraklık indisleri kullanılarak elde edilen sonuçlar, bir ülke ya da bölgenin iklimi ile ilgili bilgi vermesinin yanında belli dönemler arasında meydana gelen kuraklık eğilimler (artış ya da azalış) hakkında da bilgi edinmeyi sağlamaktadır. Elde edilen bu bilgiler,

kuraklık yönetimi ve kuraklıkla savaşım yeteneklerinin ve olanaklarının gelişmesinde kullanılabilir.

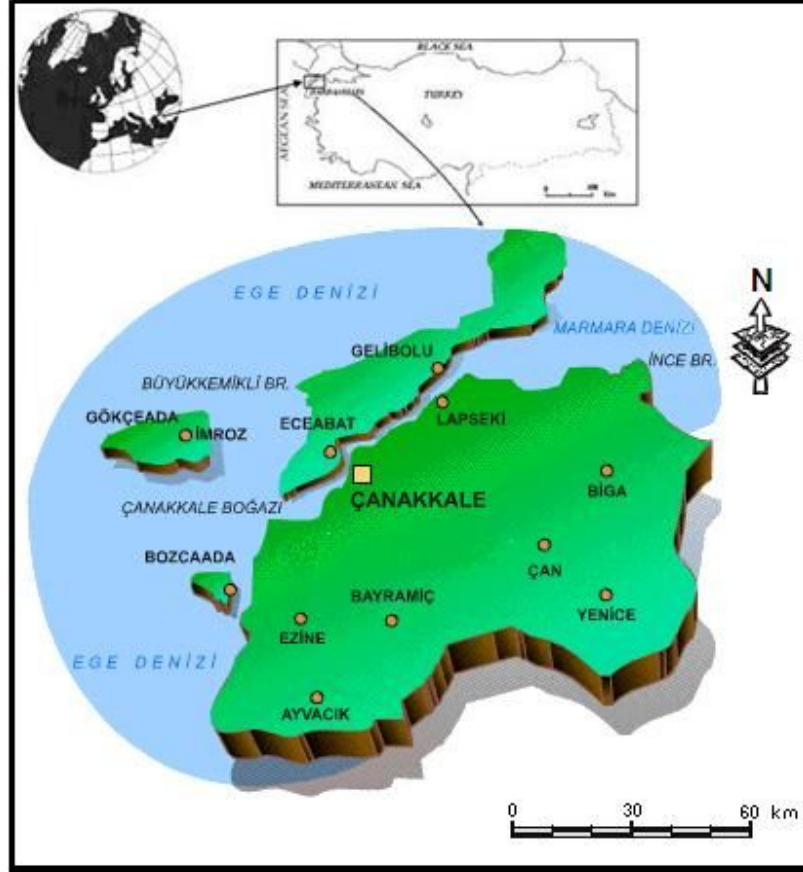
1.1. Araştırma Sahası Hakkında Bilgi

Çanakkale İli'nin büyük bir bölümü Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara Bölümü'nde, Edremit Körfezi kıyısındaki küçük bir bölümü de Ege Bölgesinin, Asıl Ege Bölümü'nde yer almaktadır. İl 25-35° ve 27-45° Doęu boylamları ile 39-30° ve 40-45° Kuzey enlemleri arasında 9.737 km² lik bir alanda kurulmuştur (Şekil 1).

Çanakkale ilinin iklim özelliklerine değerlendirildiğinde il farklı iklimsel özellikler göstermektedir. Genel olarak Akdeniz iklimi hâkim durumdadır. Ancak Akdeniz bölgesi ikliminden farklı olarak Balkanlar üzerinden gelen hava hareketlerinin etkisiyle bölgede kış döneminde soğuk zamanlar yaşanmaktadır. Zaman zaman esen kuzey rüzgârları sıcaklıkların düşmesine neden olmaktadır. Çanakkale'nin kıyıdan uzak iç kesimlerinde ise yazları sıcak, kışların soğuk geçtiği karasal iklim egemendir. Ayrıca kışın genelde etkili olan Lodos rüzgârı da fırtına oluşmasına neden olmakta ve bölgeye yağış getirmektedir. Merkez ilçede yıllık sıcaklık ortalaması 15.4 °C olup en sıcak aylar Temmuz ve Ağustos, en soğuk aylar ise Ocak ve Şubat aylarıdır. Yıllık yağış ortalaması 614.2 mm'dir. Merkez ilçede yılın 102.6 günü açık, 130.8 günü kapalı, geriye kalan zamanlarda ise bulutlu bir hava görülmektedir.

İl orman bakımından Türkiye ortalamasına göre zengindir. Kaz Dağı'nın il alanına girdiği bölgelerde ve Koru Dağı'nda meşelikler göze çarpmaktadır. Bazı kesimlerde kızılāęaç, karaāęaç, yer yerde çam türlerine rastlanır. Kısacası Çanakkale bitki örtüsü açısından geniş bir yelpazeye sahiptir (Armoęlu, 1997).

ÇANAKKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİLİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ



Şekil 1. Çanakkale lokasyon haritası

1.2. Problem Durumu

1.3. Araştırmanın Amacı

Çanakkale ilinde kuraklık durumunun ve eğilimlerinin belirlenmesi ve bu kuraklık durumlarının oluşmasında etkili olan nedenleri ortaya koyabilecek veri tabanı oluşturmak.

1.4. Araştırmanın Önemi

Türkiye iklim sınıflandırmasında yarı-kurak bir bölgede yer almaktadır. Bu nedenle kuraklığın izlenmesi ve önceden önlemlerin

alınması önem arz etmektedir. Dünyanın farklı bölgelerinde geniş alanlarda ortaya çıkan kuraklık beraberinde açlığı, kıtlığı ve işsizliği getirdiğinden toplum üzerinde kalıcı etkileri olan meteorolojik karakterli doğal afettir. Kuraklık eğer izlenebilirse etkileri en aza indirilebilir (*Sırdaş ve Şen, 2003*). Büyük sıkıntılara yol açan kuraklığın, Çanakkale’de meydana getirebileceği sorunları azaltabilmek için, kuraklık şiddeti daha da artmadan önlemlerin alınabilmesinin, kuraklığı önceden belirleme ve izleme çalışmaları ile mümkün olması araştırmanın önemini ortaya koymaktadır.

1.5. Araştırma İle İlgili Varsayımlar

Çanakkale’de kuraklık olasılıklarının belirlenmesinde araştırmayla ilgili, iki tane önemli varsayım diğer bir ifadeyle hipotez ortaya koymak mümkündür. Çalışmanın amacı doğrultusunda ortaya koyabilecek ilk varsayım (hipotez₀), Çanakkale’de kuraklığın etkili olduğu ve son yıllarda gözlenen iklim değişikliklerinin etkisi ile bu kuraklığın arttığıdır. İkinci varsayım (hipotez₁) ise ilk varsayım tersi olup son zamanlardaki iklim değişikliklerinin kuraklıklar üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı yani herhangi bir olumlu ya da olumsuz etkiye sahip olmadığı, şeklinde söylenebilir. Hatta iklim değişikliği kuraklığı etkilemeyi yağışları artırıp kuraklığı azaltmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıklar

Çalışma alanını Çanakkale il sınırları içinde merkez istasyonu oluşturmaktadır. Çanakkale ilinde kurulmuş diğer istasyonlardan bazılarının veri süresinin kısa olması bazılarının ise belirli bir zaman kapatılıp sonra tekrar açılması sonucu meteorolojik veriler arasında bütünlük sağlanamaması gibi nedenlerle kullanılamamıştır.

Çanakkale ili yağış verileri, 1929 yılından 2007 yılına kadar 78 yıllık aralıkta gözlenmiş verilerdir. Bu kayıt süresi gerçek kuraklık değerlerini yansıtmaktan uzaktır. Kayıtlı gözlem süresinin kısalığı mevcuttur. Daha açık ifadeyle; kuraklık çok yavaş gelişen bir doğal afet olduğundan, kuraklık eğiliminin (artış ve ya azalış) tam olarak tespit edilebilmesi için çok uzun süreli kaydedilmiş iklim verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uzun süreli veriler kuraklık ile ilgili daha doğru sonuçlara ulaşmayı sağlayacaktır. Bu süre Çanakkale’deki kuraklık hakkında net bir bilgi edinmek için yeterli olmayıp, yaklaşık olarak bir

ÇANAKKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ

fikir ya da bilgi vermesi açısından yeterli görülebilir. Çanakkale'de kuraklık belirlenmesi için kullanılacak yeterli uzunlukta verinin sadece Çanakkale merkez istasyonundan elde edilmesi bir diğer sınırlılıktır.

1.7. İlgili Çalışmalar

Yapılmış çalışmaların bir kısmı bir bölgedeki kuraklıkları izleme, belirleme çalışmalarıyken bir kısmı da farklı kuraklık belirleme yöntemlerinin karşılaştırması şeklinde yapılmıştır. Bu çalışmalardan, Sırdaş S. doktora tezi olarak “Meteorolojik Kuraklık Modellemesi ve Türkiye Uygulaması” çalışmasını yaptı. Bu çalışmada meteorolojik kuraklığı belirlemek için SYİ’ni kullanmıştır (Sırdaş, 2002). Sırdaş S. ve Şen Z. tarafından 2003 yılında yapmış oldukları “GAP Bölgesinde Kurak Dönem Özelliklerinin Araştırılması” adlı çalışmalarında GAP bölgesindeki 9 istasyonda ölçülen yağış verilerinden kullanarak, SYİ ile birlikte GAP bölgesindeki kurak dönemleri ortaya koymuşlardır (Sırdaş ve Şen, 2003). Çaldağ B. ve arkadaşları 2004 yılında Trakya Bölgesindeki kuraklık durumunu belirlemek için yaptıkları çalışmalarında kuraklığı belirlemek için SYİ’ni kullanmışlar. Yılmaz B. ve arkadaşları Manisa ilinde kurak dönemler üzerine yaptığı çalışmalarında, kurak dönemleri belirlemek için SYİ yöntemini kullanmışlardır. Keskin M.E. ve arkadaşları 2007 yılında yapmış oldukları “Isparta Bölgesi Meteorolojik Kuraklık Analizi” adlı çalışmalarında kuraklık analizi için SYİ yöntemini kullanmışlardır (Keskin ve diğ., 2007). Türkeş M. ve Tatlı H. tarafından 2007 yılında yapılan çalışmada Türkiye’de kuraklık olasılıklarını SYİ yöntemi kullanarak saptamışlardır (Türkeş ve Tatlı, 2007).

2. VERİ VE YÖNTEM

2.1. Çalışmada Kullanılan Veriler

Çalışmada kullanılan veriler, Çanakkale istasyonunda kaydedilen aylık yağış toplamlarından (mm) oluşmaktadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü kayıtlarından elde edilen tüm istasyonlara ait aylık yağış toplamlarından oluşan veri setinden sadece Çanakkale istasyonuna ait veriler alınarak sağlanmıştır.

Aylık toplam yağışlarından oluşan veriler 1929 yılının ikinci ayından başlayarak 2007 yılına kadar olan zaman aralığında gözlenip kaydedilmiş verilerdir.

2.2. Kullanılan Yöntem

Kuraklığın belirlenmesi ve izlenmesi oldukça zordur. Kuraklık olaylarını incelemek için çeşitli yaklaşım ve yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (*PDSI, Palmer, 1965*) ve Standartlaştırılmış Yağış İndisi (*SPI, Mckee ve ark., 1993*), kuraklıkları belirleme, değerlendirme ve izlemede etkili olan ve dünyada kuraklık izlenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemler arasındadır.

Çalışmada SYİ'ni kullanılmasının nedeni bu yöntemin Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (PKŞİ)'ne göre sağladığı faydalardır. SYİ'nin faydası PKŞİ'den daha çabuk kurak ayları göstermesi ve farklı zaman dilimlerinde hesaplama yapılabilmesidir. Kuraklık indislerinden yaygın olarak kullanılan PKŞİ, planlama için kuraklığın izlenmesini ve önleme politikaları geliştirilmesine sınırlı olarak cevap verir. SYİ basittir, zamanla esnektir ve kuraklıkların bütün zaman dilimleri için izlenmesine izin verir (*Sırdaş ve Şen, 2003*). SYİ'ni uygulamada ihtiyaç duyulan tek meteorolojik değişkenin yağış olması da, yöntemin kuraklığın izlenmesinde tercih edilmesini sağlamaktadır. SYİ'nin sağladığı bu avantajlar düşünülerek çalışmada, Çanakkale kurak dönemleri ve kuraklık eğilimini belirlemek için bu yöntem tercih edilmiştir.

SYİ değeri, belirli bir zamandaki yağışın ortalamadan çıkartılıp standart sapmaya bölünmesi ile bulunur. Kavramsal olarak SYİ, Z-skor veya standart sapması ortalamanın altında ve üstünde salınma durumunu ifade eder. Bulunan değerlerden ortalamanın altında yani negatif olanlar kurak dönemlere karşılık gelirken, ortalamanın üstünde yani pozitif SYİ değerleri ise nemli dönemleri göstermektedir. Tablo 1'de SYİ sınıflaması verilmiştir.

Tablo 1. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) değer aralıkları ve (Türkeş ve Tatlı, 2007)

SYİ değerleri	Sınıflandırma
2.00 ve üzeri	Aşırı nemli (<i>extremely wet</i>)
1.50 –1.99	Çok nemli (<i>very wet</i>)

ÇANAĞKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİLİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ

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

Tablo 1’de bulunan sınıflandırma hem nemli hem de kurak dönemler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Çalışmanın amacı doğrultusunda sadece kurak dönemleri içeren bir sınıflama oluşturmak mümkündür. Bu sınıflama da kuraklık, SYİ dört sınıfa ayrılarak incelenmektedir.

Tablo 2. SYİ’nde kurak dönemleri gösteren değer aralıklarının sınıflandırılması

	SYİ değerleri	Kuraklık kategorisi
I	0.0 – (-0.99)	Hafif kurak
II	(-1.00) – (-1.49)	Orta düzeyde kurak
III	(-1.50) – (-1.99)	Şiddetli kurak
IV	(-2.00) ve altı	Aşırı kurak

Tablo 2’ye bakılarak SYİ değeri sıfırın altına düştüğünde kuraklık başlar; SYİ -1’den küçük olduğunda kuraklık yoğunlaşır; SYİ değeri sıfırdan büyük olduğunda ise kuraklık yoktur, yorumu yapılabilir.

Farklı iklimlere sahip bölgelerin kuraklığını tanımlamak amacıyla yağış parametresini tek bir sayısal değere dönüştüren SYİ yöntemi ilk olarak McKee ve arkadaşları (1993) tarafından geliştirilmiştir. Thom (1966) iklimsel yağış serilerine en iyi uyan olasılık dağılımın gamma dağılımı olduğunu belirtmişti. SYİ’nde de gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılır (Sırdaş, 2002). SYİ değerlerinin ve olasılıklarının, 1, 3, 6, 12, 24 ve 48 aylık ya da daha uzun zaman aralıkları için

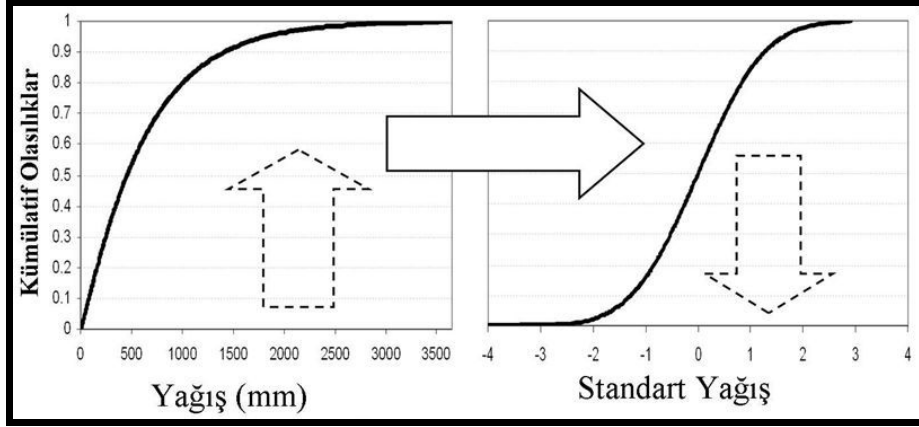
hesaplanabilir olması, kuraklıkların çeşitli zaman aralıklarında izlenmesini ve değerlendirilmesini sağlar. Örneğin, 6 aylık SYİ değerleri, aylık yağışların 6 aylık kayan ortalamalarından hesaplanır (*Türkeş ve Tatlı, 2007*). Bu çalışmada ise 12 aylık SYİ değerleri, 12 aylık kayan ortalama ile hesaplanmıştır. SYİ değerlerini hesaplamak için 12 aylık kayan ortalamasının kullanılmasının sebebi yıllık kuraklık durumu hakkında daha doğru bilgi sağlayacak olmasıdır. Örneğin aylık analiz yapıldığında herhangi bir ay için kuraklı durumu, sadece o ay düşen yağış miktarı üzerinden belirlenir, o aydan önceki aylarda oluşan yağışlar dikkate alınmaz. Eğer yağış, 0 mm düşmüşse o ay aşırı kurak olduğu söylenir. Burada önceki aylarda düşen yağışların, o aydaki kuraklık durumu üzerindeki etkisinin olmadığı kabul edilir. Herhangi bir ay düşen yağış miktarının o aydan daha sonraki ayları da etkileyeceği düşüncesiyle SYİ değerlerini belirleme de 12 aylık kayan ortalamayı tercih edilmiştir. Ayrıca 3 aylık SYİ değerleri de hesaplanarak mevsimlik analiz yapılmıştır.

SYİ kuraklık sınıfları, standart normal dağılımlı yağış verilerinden elde edilmesine karşın, yağışların olasılık dağılım fonksiyonu (ODF) normal dağılıma uymaz. Thom (1966) yağış verilerine en iyi uyan olasılık dağılımının gamma dağılımı olduğunu belirtmişti. Bu yüzden, bir SYİ çalışmasında, önce yağış toplamlarının ODF'sinin, gamma ODF'sine dönüştürülmesi gerekir. Gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF),

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

şeklinde tanımlanır. Bu ifadedeki α ve β sırasıyla gamma OYF'nin şekil ve ölçek parametreleri ve $\Gamma(a)$ ise gamma fonksiyonudur. Gamma OYF'sinden, gamma ODF'si elde edilir. İkinci adımda gamma ODF'den elde edilen yağış olasılıkları, ters-standart normal dağılım fonksiyonu kullanılarak, standart yağışlar hesaplanır (Şekil 2).

ÇANAKKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİLİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ



Şekil 2. Gamma ODF'sinin, Normal ODF'sine dönüştürülmesi (Türkeş ve Tatlı, 2007).

Bu yolla ortalaması sıfır ve standart sapması bir olan standartlaştırılmış yağış indisleri elde edilmiş olur. Üçüncü adımda ise, bulunan SYİ değerleri Tablo 1'deki aralık değerleri dikkate alınarak ya da Tablo 2'deki isteğe bağlı oluşturulan kuraklık sınıflarına dönüştürülerek kuraklık durumu elde edilmektedir.

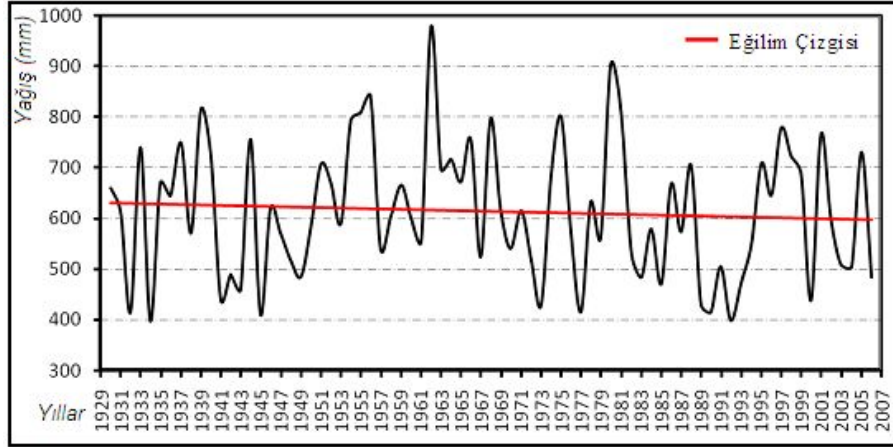
Sadece yağış verileri kullanılarak, kuraklığın belirlenebilmesi ve izlenebilmesi için geliştirilen SYİ yöntemini, Çanakkale iline ait yağış verilerine uygulayarak SYİ değerlerini elde edilmiştir. Sonuçları daha iyi görebilmek için bulunan SYİ değerleri grafik üzerine aktarılmıştır. Bu grafiklerin değerlendirilmeleri bulguların değerlendirilmesi bölümünde yapılmıştır.

3. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yıllık yağış toplamlarından oluşturulan ve grafiğe yudurulan doğrusal eğilim çizgisi Çanakkale'de yağışların 1929'dan 2007'ye doğru azalış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Yağışlar azalış eğiliminde olması, meteorolojik kuraklığı da beraberinde getirmektedir.

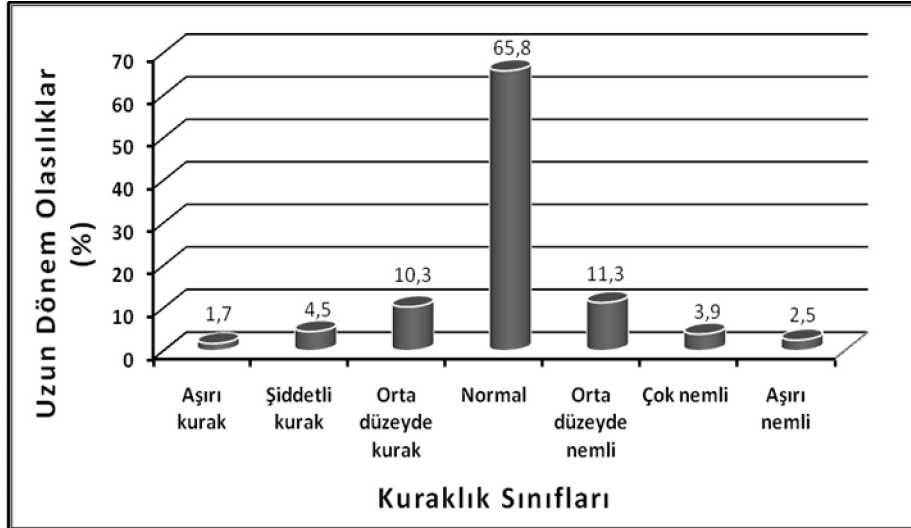
SYİ değerleri aylık yağış toplamaları üzerinden hesaplandığı için sonuçlarda aylık olarak elde edilir. Aylık olarak hesaplanan SYİ değerleri, Tablo 1'de gösterilen değer aralıklarına göre sınıflandırılır. Her bir kuraklık sınıfının görülme olasılığını hesaplamak için, o aralıkta olan SYİ değerleri kaç ay görüldüyse bu ayların sayısı toplam ay sayısına bölünerek, kuraklık sınıfının uzun dönemde görülen olasılığı bulunur.

Çanakkale'nin yıllık yağış toplamalarını incelenip değerlendirilmesi sonucunda şu şekilde bir grafiğe ulaşılmıştır.



Şekil 3. Çanakkale yıllık yağış toplamları

Çanakkale'nin aylık yağış toplamları kullanılarak elde edilen SYİ değerlerinin olasılıkları Şekil 4'te görülmektedir. Bu olasılıklar 1930'dan 2007'ye kadar olan aralıkta bulunan SYİ değerleri üzerinden hesaplanmıştır.



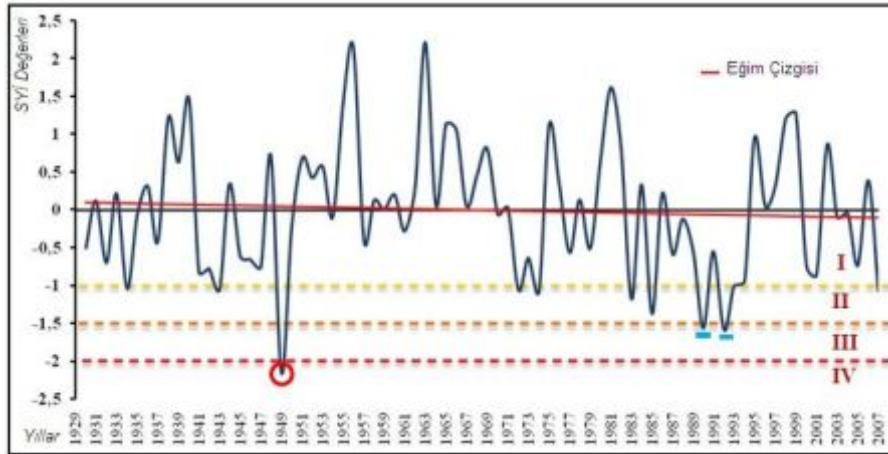
Şekil 4. Çanakkale'de uzun dönemde görülen kuraklık sınıflarının olasılıkları

ÇANAKKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ

Çanakkale'de en çok, % 65,8'lik oranla normal kuraklık sınıfı görülmüştür (Şekil 4). Normal kuraklık sınıfı aslında hafif kurak ve hafif nemli kuraklık sınıflarını toplamını gösterir. Bu verilerden hareketle Çanakkale'de % 34,05 hafif kurak koşullar, % 31,75 hafif nemli koşullar görülmüştür. Bu oranlara bakarak, Çanakkale'de hafif kurak koşulların daha etkili olduğunu söylenebilir. Şekil 4'te ekstrem durumların yani aşırı kurak ve aşırı nemli koşulların çok az olduğu görülmektedir.

Aylık sonuçlar halinde bulunan SYİ değerlerinin daha kolay değerlendirilebilmesi için yıllık değerler haline dönüştürülebilir. SYİ değerlerini yıllık değerler haline dönüştürebilmek için ilk olarak aylık SYİ değerlerinden grafik oluşturulmuştur. Bu grafiğin üzerine 12 dönemli hareketli ortalamayı veren bir eğilim çizgisi uydurularak grafik üzerinden aylık verileri bırakıp sadece 12 dönemli hareketli ortalamayı diğer bir ifadeyle yıllık SYİ değerlerini alınıp, Şekil 5'te görülen grafiği elde edilmiştir. Çalışma sonunda kuraklık dönemlerin belirlenmesi üzerine olduğu için grafikte kurak dönemler daha belirgin olduğu ortaya çıkmıştır.

Yıllık SYİ değerlerini gösteren grafiğe üzerine uydurulan doğrusal eğilim çizgisi incelendiğinde, SYİ değerlerinde bir azalma eğilimi olduğunu görülmektedir. Bu durum kuraklık koşullarının 1930'dan günümüze doğru arttığını göstermektedir.



Şekil 5. Yıllık SYİ değerleri

Çanakkale’de aşırı kurak koşullar sadece 1949 yılında yaşanmıştır. 1949 yılının toplam yağışına bakıldığında ise bu yıl ki yağış miktarının bazı yıllara daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna rağmen en kurak koşulların bu yıl ortaya çıkmasının sebebi yağışların yıl içindeki dağılımından kaynaklanmaktadır. 1949 yılının aylık yağışları incelendiğinde görülmüştür ki, yağış tutarının yaklaşık yarısı yılın son iki ayı düşmüştür. Bu nedenle son iki ay dışında kalan ayların özellikle de kış aylarının az yağışlı geçmesi bu yılın aşırı kurak geçmesine neden olmuştur.

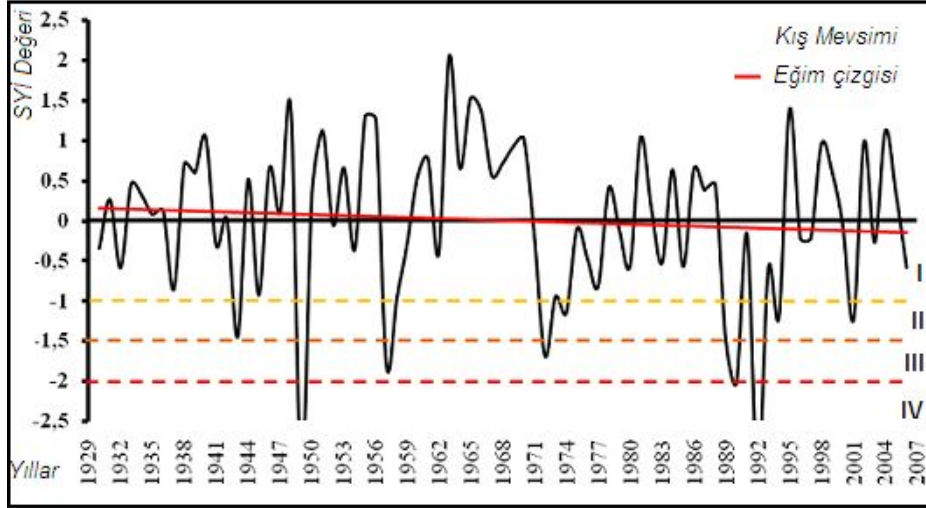
1950’den 1970’li yıllara kadar Çanakkale’de nemli bir dönem yaşanmıştır. 1970’den sonra zaman zaman nemli dönemler yaşanmışsa da kurak dönemler daha fazla gerçekleşmiştir. Özellikle 1980’li yılların başından 1990’lı yılların ortasına kadar kuraklıklar da birbirini takip eden kademeli bir artışlar yaşanmıştır. 1990 ve 1992 yıllarında şiddetli kurak koşullar yaşanmıştır. 1995 ile 2000’li yıllar arasında nemli bir dönem yaşanmış, bu dönemden sonraki 2000’li yıllarda ise ortalamadan çok fazla sapsayan kuraklık koşulları hüküm sürmüştür.

Yağışlardaki uzun süreli azalma ve belirgin kuraklık koşullar, özellikle 1970’den başlayarak, subtropikal kuşağın ve Türkiye’yi de içerecek bir biçimde Akdeniz Havzası’nın önemli bir bölümünde etkili olmuştur. Sözü edilen bu kurak koşullardan Türkiye’de en fazla Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri etkilenmiştir. Türkiye’deki kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayılışlı olanları, 1971-1974 dönemi ile 1983, 1984, 1989, 1990, 1996 ve 2001 yıllarında oluşmuştur (*Türkeş ve Erlat, 2005*). Bu çalışmanın sonuçları, Türkiye genelinde yapılan çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir. Bu durum Türkiye’yi etkileyen belirgin kuraklık koşullarından Çanakkale’nin de etkilendiğini açıkça göstermektedir. Türkiye’deki yağış tutarlarındaki eğilimler üzerine yapılan çalışmada Çanakkale’nin içinde bulunduğu Akdeniz yağış rejimi bölgesindeki yağış tutarlarında anlamlı bir azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir (*Türkeş ve diğ. 2007*).

Çanakkale’de mevsimsel kuraklık koşullarına görebilmek için 3 aylık SYİ analizi sonuçlarını göstermek içinde grafikler oluşturulmuştur. İlk olarak kış mevsimi için bulunan SYİ değerlerini incelediğinde, eğilim çizgisinin bir azalış içinde olduğunu görülmektedir (Şekil 5). Bu azalış, kış mevsiminde nemli koşulların giderek azaldığını, kurak koşulların da

ÇANAKKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİLİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ

arttığını göstermektedir. Kış mevsiminin kuraklık koşullarında görülen bu artış, kış mevsimindeki yağışların giderek azalmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5. Kış mevsimi SYİ değerleri

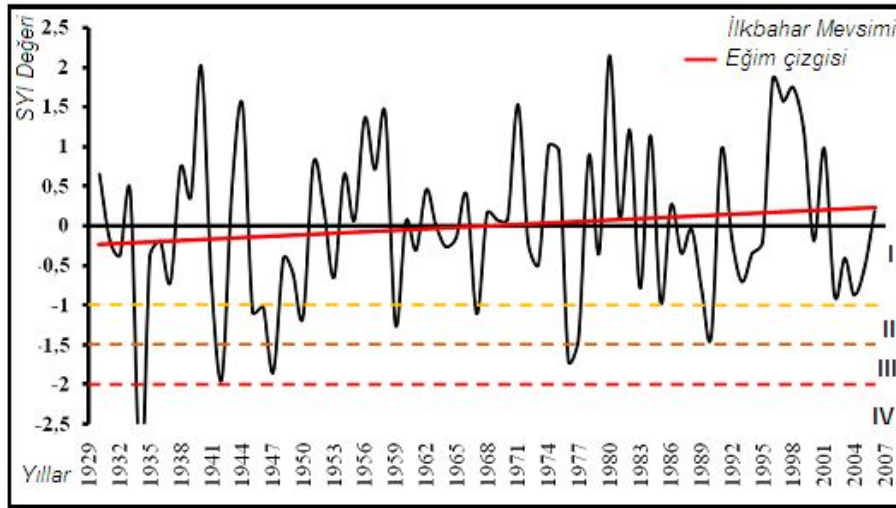
Akdeniz Havzası için yapılan diğer çalışmalar da, kış yağışlarının tutarının azaldığı anlaşılmaktadır. Yunanistan'da kış yağışlarında belirgin bir azalmanın varlığından söz etmiştir (Xoplaki 2002), Akdeniz'de kış yağışlarında anlamlı bir azalma eğilimi olmaktadır. Norrant ve Douguedroit (2006) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'de kış mevsimi yağış tutarlarında azalma eğilimi saptanmıştır (Türkeş ve diğ. 2007). Özellikle de Akdeniz yağış rejimi bölgelerinde kuvvetli azalma eğilimi görülürken bu çalışma ile de Çanakkale'de istatistik açıdan çok anlamlı olmasa da bir azalma eğilimi tespit edilmiştir.

Kış mevsimi SYİ değerleri, yıllık SYİ değerleriyle benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik, yıllık kuraklık durumunun oluşmasında en çok kış mevsimindeki kuraklık koşulları etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer mevsimlere ait SYİ değerlerine bakıldığında bu durum daha net anlaşılmaktadır. Bunun nedeni, Çanakkale'de yağışların önemli bir kısmının kış aylarında düşmesinden dolayı, kış mevsiminde yaşanan yağış azalması ve ya artışı, yıllık kuraklık durumunu büyük ölçüde etkilemektedir. Zaten kış kuraklıklarındaki artış eğilimi ile yıllık

kuraklıktaki artış eğilimi benzerlik göstermektedir. Diğer mevsimlerde kuraklık durumunda anlamlı bir artış eğilimi görülmemektedir.

Çanakkale’de 1949, 1990 ve 1992 yılları, kış mevsimi açısından aşırı kurak geçen dönemler olmuştur. Bunun dışında, kış mevsiminde şiddetli, orta düzeyde ve hafif kurak dönemlerde yaşanmıştır.

İlkbahar mevsimi SYİ değerleri gösteren grafite; SYİ değerlerinde pozitif yönde bir artış eğilimi görülmektedir (Şekil 6). Bu artış eğilimi, Çanakkale’de 1929’dan 2007’ye kadar yaşanan ilkbahar mevsimlerinin kuraklık koşullarında azalış, nemlilik koşullarında ise artış olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 6. İlkbahar mevsimi SYİ değerleri

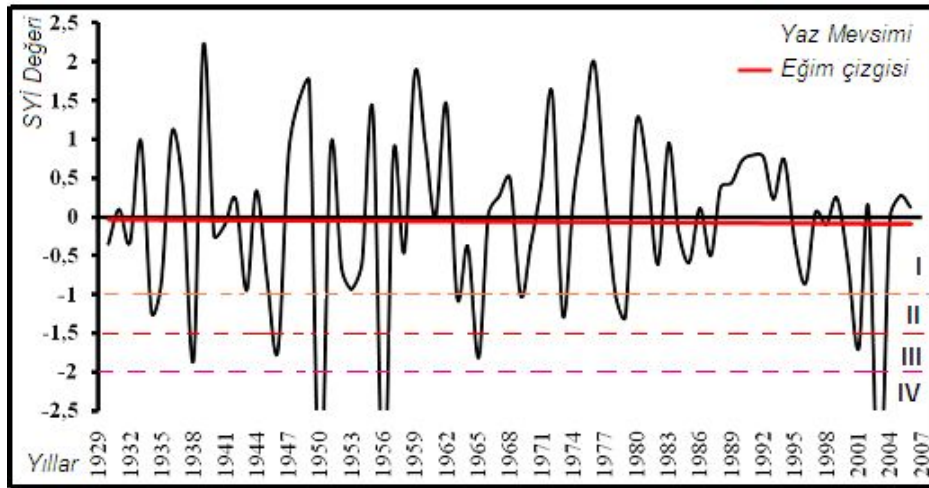
İlkbahar mevsiminde görülen pozitif artış eğilimi, şüphesiz ilkbahar yağışlarındaki artışlardan kaynaklanmaktadır. İlkbahar yağışlarındaki artışlar Çanakkale kuraklık koşulları açısından oldukça önemlidir. Çünkü ilkbahar yağışlarında artış olmasaydı, yıllık meteorolojik kuraklık daha şiddetli hissedilecek ve yıllık kuraklıklardaki azalış eğilimi daha da kuvvetlenecekti.

ÇANAKKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİLİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ

Ramos (2001), Akdeniz havzasındaki toplam yağış tutarlarında, özellikle son 30 yılda mevsimsel değişimler olduğunu, yağışların gerçekleşme olasılığının ağırlıklı olarak bahar dönemlerine kaydığını ve ilkbahar mevsiminde yağışlarda artış eğilimi olduğunu belirtmiştir.

1934 yılı ilkbahar mevsimi aşırı kurak geçmiştir. Verilere göre daha sonraki yıllarda ilkbahar mevsimi açısından aşırı kurak dönem yaşanmamıştır. İlkbahar mevsiminde aşırı kurak dönemin dışında şiddetli, orta düzeyde ve hafif kurak dönemler de yaşanmıştır.

Yaz mevsimi kuraklık koşullarının değerlendirilmesinde; kuraklık eğilimin çok belirgin olmadığını görülmektedir (Şekil 7). SYİ değerlerinde çok düşük bir azalma eğilimi ve buna bağlı olarak kuraklık durumunda artış eğilimi bulunmaktadır.



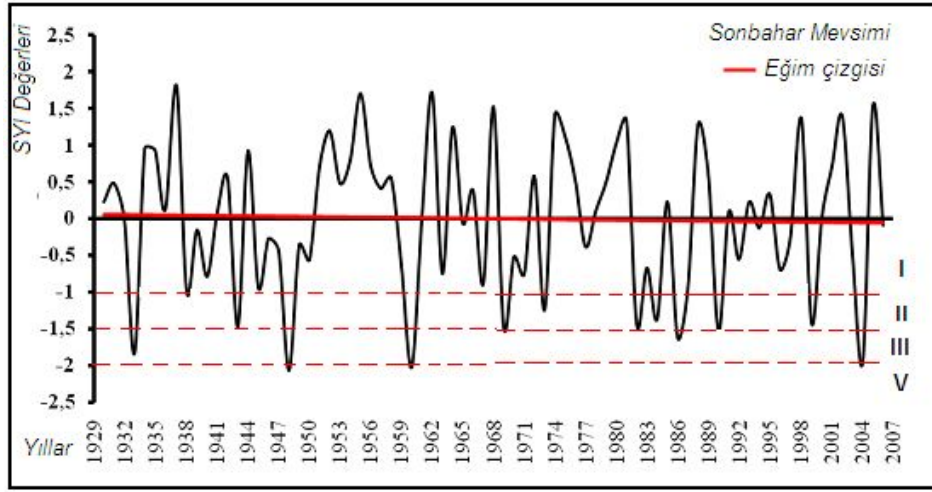
Şekil 7. Yaz mevsimi SYİ değerleri

Yağış rejimi bölgesindeki istasyonların yaklaşık % 53'ünde, yaz yağışlarında artış eğilimi mevcut iken (Türkeş ve diğ., 2007).. % 47'lik kısma giren Çanakkale istasyonu yağışlarında ise, anlamlı olmayan bir azalma eğilimi tespit edilmiştir.

Çanakkale'de, yaz mevsimindeki kuraklıkları, diğer mevsimlerdeki kuraklıklardan daha şiddetli yaşanmaktadır. Aşırı, şiddetli

ve orta düzeyde kuraklıklar diğer mevsimlere göre daha çok hissedilmektedir.

Sonbahar mevsimi SYİ değerlerinde de, belirgin olmayan çok düşük bir azalma eğilimi vardır (Şekil 8). Türkiye yağışları üzerinde yapılan çalışmalar da, Akdeniz yağış rejimi bölgesinde, sonbahar mevsimi yağış tutarlarında herhangi bir eğilim bulunmamıştır



Şekil 8. Sonbahar mevsimi SYİ değerleri

Sonbahar mevsimi SYİ değerleri grafiğinde dikkati çeken önemli bir nokta, SYİ değerlerinin ortalamasının altında ve üstünde daha tutarlı ve daha dengeli dağılmış olmasıdır. Bu durum, sonbahar mevsimindeki yağışların yıldan yıla çok fazla değişim göstermemesinden kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kuraklık doğal bir olaydır ve küresel iklim değişikliğinin de etkisiyle birlikte gelecekte daha sık görülmeye başlayacaktır. Eğer Çanakkale'nin su kaynakları, hem yağışlı hem kurak dönemlerde iyi yönetilmezse, kuraklık kronik bir sorun haline (su krizi) gelecek ve etkileri artacaktır. Kuraklık, canlı yaşamı açısından ciddi sorunlara yol açan tehlikeli bir doğal afettir. Kuraklığın neden olduğu sorunları tam

ÇANAKKALE'DE KURAKLIK DURUMU VE EĞİLİMLERİNİN STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ İLE BELİRLENMESİ

anlamıyla ortadan kaldıramayız fakat kuraklığın olumsuz etkilerini azaltmak mümkündür. Kuraklıkla mücadele etmenin önemli yollarından biri kuraklığın önceden belirlenmesi ve önlem alınmasıdır.

Genel olarak yıllık ve özellikle kış kuraklık koşullarında gözlenen artış eğilimi, yağış tutarlarındaki azalmadan kaynaklanmaktadır.

Yağışlardaki azalma ise bu bölgede egemen olan cephesel orta enlem ve Akdeniz alçak basınçlarının sıklıklarında özellikle kışın gözlenen azalma ile yüksek basınç koşullarında gözlenen artışlarla bağlantılı olmalıdır. Türkiye yağışlarındaki değişkenliğin ve değişikliklerin atmosferik nedenlerine ilişkin yapılan çalışmalara göre Türkiye'deki şiddetli ve geniş alanlı kış kuraklıklarının önemli bir bölümü, Azorlar bölgesi üzerindeki subtropikal yüksek basınç ile Grönland ve İzlanda üzerindeki orta enlem alçak basıncı arasındaki geniş ölçekli atmosferik basınç dalgalanması olarak tanımlanan Kuzey Atlantik Salınımı'nın (NAO) kuvvetli (ekstrem) pozitif anomali indisi dönemleri ile ilişkilidir (*Türkeş ve Erelat, 2005, 2006*). Çalışma sonucunda Çanakkale'de 78 yıllık meteorolojik veriler ışığında (**hipotez₀**), tam olarak gerçekleşmemiş ancak eğilim olduğu gözlemlenmiştir. Ölçüm aralığının kısalığına bağlı olarak (**hipotez₁**) e de açıktır. Bu çalışmada kuraklık durumu ve eğilimlerine ilişkin elde edilen bulgular aynı zamanda Türkiye ve Akdeniz havzasında yapılan çalışmaların sonuçlarıyla da uyumludur. Belirgin ve önemli sonuçlar ise aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Çanakkale'de 1930-2007 araştırma yıllarında hafif, orta, şiddetli ve çok şiddetli düzeylerde kuraklıklar yaşanmıştır.
- Araştırma yılları arasında Çanakkale'de en çok hafif kurak koşullar etkili olmuştur. Bu nedenle meteorolojik kuraklık koşulları açısından Çanakkale hafif kurak bir bölgedir.
- Yıllık kuraklık durumu artış eğilimi göstermektedir.
- Kış mevsimi kuraklık koşulları da genel bir azalma artış eğilimi göstermektedir. Yaz ve sonbahar mevsimi kuraklık koşullarında da belirgin olmayan çok düşük bir azalma eğilimi vardır.
- İlkbahar mevsimi kuraklık durumunda azalma eğilimi saptanmıştır. Bu azalma eğilimi ilkbahar yağışlarındaki artışlarla

ilişkilidir. İlkbahar yağışlarındaki artış, yıllık kuraklık koşullarının şiddetini artış eğiliminin kuvvetlenmesini azaltması açısından oldukça önemlidir.

- Kış mevsimi, yıllık kuraklık koşullarının oluşmasında oldukça belirleyicidir. Çünkü Çanakkale’de yıllık yağışın önemli bir kısmı kış mevsiminde yağmaktadır, kış mevsiminde görülen yağış azlığı yıllık yağış azlığına neden olmaktadır. Yıllık yağışların azalması, meteorolojik kuraklığın şiddetlenmesi demektir.

- Son 30 yıldaki kurak dönemler, kış aylarında Azor Antisiklonunun uzantısının Ege ve Akdeniz Bölgeleri üzerinde etkili olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye’de kuraklık oluşum oranlarını inceleyen araştırmacılar aynı yaklaşımda bulunmuşlardır.

- Çalışma sonucunda, Çanakkale’nin kuraklığa eğilimli bir yer olduğu ortaya çıkmaktadır.

- Çanakkale, meteorolojik kuraklığa bağlı olarak tarımsal kuraklık ve hidrolojik kuraklık tehlikesi ile de karşı karşıya kalabilir.

Çanakkale’de olası kuraklık durumlarının etkilerinin azaltılması için şu önerileri sıralayabiliriz;

- ✓ Kuraklık izleme birimi oluşturulmalıdır. Bu birim kuraklık modelleri yardımı ile gelecekle ilgili tahminler geliştirilebilir.

- ✓ Tarımsal faaliyetlerde modernizasyona gidilmelidir.

- ✓ Kuraklık önlem planı oluşturulmalıdır.

- ✓ Tasarruf eğitimi ile bilinçli su kullanımı ilkokuldan başlayarak öğrencilere verilmelidir.

- ✓ Kuraklık ve su kaynakları konusunda medyayı ve halkı bilgilendirmek.

- ✓ Kaynakların kullanımının düzenlenmesi, akılcı kullanma, kısıtlamalara gitme, suyun ekonomik değerinin artması, kurumsal önlemlerin alınması, koruma, teknolojik yenilikler ve arazi kullanımının değiştirilmesi gibi önlemler alınabilir.

KAYNAKLAR

- Armoglu, F. 1997. 19. Yüzyıl Siyasi Tarihi, TTK, Ankara.
- Keskin, M.E., Terzi, Ö., Taylan, E.D., Yılmaz, G. 2007. Isparta bölgesi meteorolojik kuraklık analizi, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, 11-13 Nisan, İTÜ, İstanbul.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Presented at the Ninth Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society, Dallas TX, p. 233-236.
- NDMC, 1995. Understanding and Defining Drought, USA.
- Norrrant, C. ve Douguedroit, A. 2006. "Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950-2000)", Theoretical and Applied Climatology, vol. 83, no:1-4, p.89-106.
- Özgürel, M., Pamuk, G., Topçuoğlu, G. 2003. Ege bölgesi koşullarında farklı iki kuraklık indisinin karşılaştırılması. Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 40:95-102.
- Palmer, W.C. 1965. Meteorological Drought. Weather Bureau Research Paper No. 45, U.S.A. Department of Commerce, Washington, D.C., 58 pp,
- Ramos, M.C. 2001. "Rainfall distribution patterns and their change over time in Mediterranean area.", Theoretical and Applied Climatology, 69, 163-170.
- Sırdaş, S., 2002. Meteorolojik Kuraklık Modellemesi ve Türkiye Uygulaması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Sırdaş, S., Şen, Z. 2003. GAP bölgesinde kurak dönem özelliklerinin araştırılması. İTÜ Dergisi.
- Thom, H.C.S. 1966. Some Methods of Climatological Analysis. WMO Technical Note No. 81, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 63 pp.

- Türkeş M., ve Erlat, E. 2006. "Influences of the North Atlantic Oscillation on precipitation variability and changes in Turkey.", *Nuovo Cimento*, **29**, 117-135.
- Türkeş, M., Erlat, E. 2005. "Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2001.", *Theoretical and Applied Climatology*, **81**, 45-69.
- Türkeş, M., Koç, T., Sarış, F. 2007. Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* **5**:57-74.
- Türkeş, M., Tatlı, H. 2008. Aşırı kurak ve nemli koşulların belirlenmesi için yeni bir Standartlaştırılmış Yağış İndisi (yeni-SPI): Türkiye'ye uygulanması, IV. Uluslararası Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 25-28 Mart, İstanbul.
- Wilhite, D., Glantz, M.R. 1987. Understanding the drought phenomenon- The role of definitions, in Wilhite, David, Easterling, William, and Wood, David, eds., *Planning for drought: Boulder, Colo., Westview Press*, p. 11-27.
- WMO, 1992. *Monitoring, Assesment and Combat of Drought and Desertification*, TD-No.55, Geneva.
- WMO, 1997. *Extreme Agrometeorological Events*, CagM-X Working Group, Geneva.
- Xoplaki, E. 2002. *Climate Variability over the Mediterranean*, PhD Thesis (unpublished), Inauguraldissertation der Philosopisch-naturwisswnschaftlichen Fakultät der Universität Bern, Bern, p.195