

GÖLLER YÖRESİ'NDE SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIM DEĞERLERİNDE MEYDANA GELEN EĞİLİMLER (AKDENİZ BÖLGESİ-TÜRKİYE)

Trends in Temperature, Rainfall and Flow Values in Lakes Precinct (Mediterranean Region- Turkey)

Dr. Öğr. Üyesi. Sevda COŞKUN

Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük/Türkiye.

ÖZET

Çalışmanın alan kapsamını Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nde Batı Akdeniz'in kuzeyinde yer alan Göller Yöresini oluşturmaktadır. Konu kapsamını; havza içerisinde 30 yıldan fazla rasata sahip (1970-2018) 8 meteoroloji istasyonunun (Burdur, Eğirdir, Senirkent, Tefenni, Uluborlu, Yalvaç, Beyşehir ve Seydişehir) ortalama sıcaklık, toplam yağış ve 3 akım gözlem istasyonunun (Eğirdir-Regülatör, Beyşehir-Sarayköy, Burdur-Bozçay) ortalama akım verileri (1970-2015) kullanılarak trend analizi yapmak oluşturmaktadır. Havza genelinde uzun yıllar boyunca ölçüm yapan meteoroloji ve akım gözlem istasyonlarının aylık ölçülmüş ortalama sıcaklık, yağış ve akım verileri ele alınarak bu verilerin yıllık ve mevsimlik eğilimlerini analiz etmek araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Ulusal ve uluslararası literatüre iklim değişikliği çalışmaları üzerine bir katkı ve bir Türkiye örneğinin daha kazandırılması istenmiştir. Araştırmada yöntem olarak Mann-Kendall Testi, Spearman'ın Rho ve Şen Testi temel alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre havza genelinde ortalama sıcaklıklarda anlamlı artışlar gözlenirken yağış olarak istasyonlarda anlamlı artış ya da azalışa rastlanmamıştır. Akım gözlem istasyonlarında ortalama akımda anlamlı azalış tespit edilmiştir. Havza genelinde gözlenen sıcaklık artışlarının yağış üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak sıcaklık artışlarının akımdaki azalma üzerinde ise etkisi olabilir.

Anahtar Kelimeler: İklim, eğilim, sıcaklık, yağış, akım ve göller yöresi.

ABSTRACT

The extent of the present study comprises the Lakes precinct located in the north of the Western Mediterranean in the Mediterranean Region of Turkey. The present study is aimed to perform trend analysis of average temperature and total precipitation of eight meteorological stations (Burdur, Eğirdir, Senirkent, Tefenni, Uluborlu, Yalvaç, Beyşehir ve Seydişehir) with more than 30 years of observation (1970-2018) and average flow values of three flow observation stations (Eğirdir "Regulator", Beyşehir "Sarayköy", Burdur "Bozçay") during the period (1970-2015) in the basin. Besides, the aim of the study is also to analyze the annual and seasonal trends of these data by considering the monthly measured average temperature, total precipitation and average flow data of meteorological and flow observation stations observed over many years across the basin. The study will also contribute to the national and international literature on climate change studies with another example from Turkey. The research method is based on the Mann-Kendall Test, Spearman's Rho Test and Sen Test. According to the results obtained, a significant increase or decrease in precipitation was not observed while a significant increases were observed in average temperatures across the basin in general. Significant decrease in average flow was detected at the flow observation stations. It is understood that the temperature increases observed across the Lakes precinct do not have a significant effect on rainfall, but temperature increases may have an effect on the decrease in current.

Keywords: Climate, trend, temperature, precipitation, flow and Lakes precinct.

1. GİRİŞ

Küresel ve bölgesel anlamda jeolojik geçmişte birçok kez iklimler değişmiştir. Belirtilen değişimlerin kaynağı tamamen doğal nedenlere bağlı olarak gerçekleşmiştir. Kuaterner de insanın ortaya çıkmasıyla yeryüzünde insan birtakım değişiklikler yapmaya başlamıştır. Bu etkileşim son 200 yılda çok daha etkin bir durum kazanmıştır. Sanayi devrimi sonrası dünyada sanayileşmenin ve şehirleşmenin hızla artması beraberinde öngörülemez birtakım sorunları da beraberinde getirmiştir. Çevre sorunları olarak adlandırılan bu problemlerin bir kısmı atmosferi etkilemektedir. Dolayısı ile uzun dönemde iklim özelliklerine bu değişim yansımaktadır. Coşkun (2019), son iki yüz yıldır teknolojinin ilerlemesi, atölye üretiminden sanayi tesislerinin kurularak seri imalatla üretimin boyut değiştirmesi, doğal ortamda insan etkisini ön plana çıkarmıştır. Antropojen etki olarak da adlandırılan insan etkisi doğal ortamı baskılamakta

aşırı üretimin/tüketimin ve kirlenmenin artması beraberinde pek çok sorunu doğurmaktadır. Sanayi tesislerinin kurulup gelişmesi, bu tesislerin çalışması için gereksinimi olan hammaddenin temini ve beraberinde üretimin artması doğal ortamda meydana gelen kirlenmenin önüne geçilememesi sonucunu doğurmuştur. Plansız büyüme-üretim, bilinçsiz tüketim ve doğa temelli olmayan sanayi faaliyetleri doğal ortamı bozmakta bu durum ise insanı ve ekosistemleri olumsuz etkilemektedir. Ekosistem içerisinde en önemli unsurlardan birisi olan iklim bu etkilenmenin başında gelmektedir. Bazı bilim insanları, geçmişte doğal nedenlere bağlı değişen iklimin bugün antropojen etkilerle değiştiğini ileri sürdüklerini belirtmiştir.

Canlıların, yaşamsal döngüsünü etkileyen en önemli meteorolojik parametreler sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr ve bulutluluktur. Bu parametrelere bağlı olarak bir canlının bir alanda sağlıklı şekilde yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli olan meteorolojik değer aralığına konfor aralığı denilmektedir. Eğer sıcaklıklar beklenilenden çok daha düşük olursa, kuraklığa neden olur fakat beklenilenden çok daha fazla olması durumunda ise sellere ve afetlere neden olmaktadır. Optimum şartların dışına çıkma noktasına eşik değeri denilmektedir (Kadıoğlu, 2012). İklim parametrelerinde görülen değer artışları ya da azalışları bir düzenle yıllar içerisinde dağılım gösteriyor ise iklimin değişmesi sorunuyla karşı karşıya olduğu söylenebilir. İklim sistemi içerisinde mekanizmaların değişmesine bağlı olarak iklim karakterini değiştiren pek çok neden bulunabilir. Ancak günümüzde belki de en etkili faktör insan ve insan etkinlikleri olduğu anlaşılmaktadır. İnsan faaliyetleriyle dünyadaki ve dolayısı ile ülkemizdeki iklim rejimlerinde farklılaşmalar meydana gelmektedir.

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden biridir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, parçalanmış bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik derecelerde etkilenecektir. Örneğin sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altındaki kurak ve yarı kurak bölgelerle yeterli suya sahip olmayan yarı nemli bölgeler (Güney Doğu, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgeleri) etkilenecektir (Türkeş, 1998). İklim değişikliğinin Türkiye üzerinde de pek çok olası etkileri olması beklenmektedir. Küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenecektir (Türkeş, 1994). Türkiye, ortalama yükseltisi 1132 m. olan, 1000 m. 'nin üzerinde 435 dağa sahip, topografik anlamda yükselti ve eğim değerleri çok, kısa mesafelerde yükselti ve eğim koşulları hızlı değişen ve canlılara farklı ortamlar sunabilen bir yarımada ülkedir. Ülke içerisinde kıyı ile iç kesimler arasında uzanan arızalı yapı ile doğal manzaranın da değişmesine neden olmaktadır. İç kesimlerde Van gölü, Tuz gölü, Afyon-Akarçay, Konya, Aras-Kura ve Göller yöresi gibi çeşitli kapalı havzalar görülmektedir. Bu hidrografik havzaların dışında dış akışa sahip Fırat, Sakarya, Kızılırmak, Yeşilirmak, Gediz, Filyos, Aksu gibi çeşitli akarsu havzaları bulunmaktadır. İklim değişikliğinden öncelikle kurak-yarı kurak iklim karakteri gösteren kapalı havzaların daha çok etkileneceği ve kapalı havzaların kurak, yarı kurak özellik taşıdığı dikkatlerden kaçmamalıdır. Bu nedenle kapalı havzalarda doğru bir havza yönetim planı çıkarılabilmesi adına öncelikle iklim ve hidrografik koşullar daha dikkatli incelenmeli ve analiz edilmelidir. İklim değişmelerinden dolayı dışa akışı bulunan akarsu havzalarımızda da yağış azlığı, buharlaşma şiddetinin artması, sıcaklık artışı, akım değerlerinde azalma gibi çeşitli sorunlarla karşılaşılması olasıdır.

Yapılan bu çalışmanın alan kapsamını göller yöresi oluşturmaktadır. Çalışmanın konu kapsamını ise iklim parametrelerinden en önemlisi olan sıcaklık ve yağış ile hidrografik parametrelerden akımın uzun ölçüm süreleri (en az 30 yıl) içerisindeki eğilimi meydana getirmektedir. Çalışmanın amacı ise, göller yöresinde sıcaklık, yağış ve akım değerlerinin uzun yıllar içerisinde göstermiş olduğu eğilimleri belirlemek oluşturmaktadır. Ölçüm süreleri yeterli olan meteorolojik ve hidrografik istasyonların noktasal verilerinden yola çıkarak havza üzerine sonuçlar üretilecektir. Ulaşılan sonuçlar yapılan benzer çalışmalarla ilişkilendirilerek karşılaştırması yapılacak ve karar vericilere bir bakış açısı sunulacaktır. Eğilim çalışmalarında bir alandaki seçilen parametrelerin eğilimini ve kuvvetini belirlemek gelecekteki yaşanması muhtemel durumların tahmin edilmesinde önem arz etmektedir.

Wang ve arkadaşları, Çin'de Yangtze nehir havzasında 1961-2000 arasında yıllık toplam akım azalmasının çoğunun yaz ayları sırasında evapotranspirasyon kaynaklı olduğunu belirtmiştir (Wang vd., 2007). Isparta ilinde sıcaklık ve yağış verilerinin eğilim analizi adlı çalışmada sıcaklık ve yağış parametreleri üzerine analizler yapılmıştır. Isparta istasyonunda istatistiki açıdan anlamlı artış eğilimleri, yaz mevsiminde tüm istasyonlarda kuvvetli ısınma trendi belirlenmiştir. Yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarda; tüm

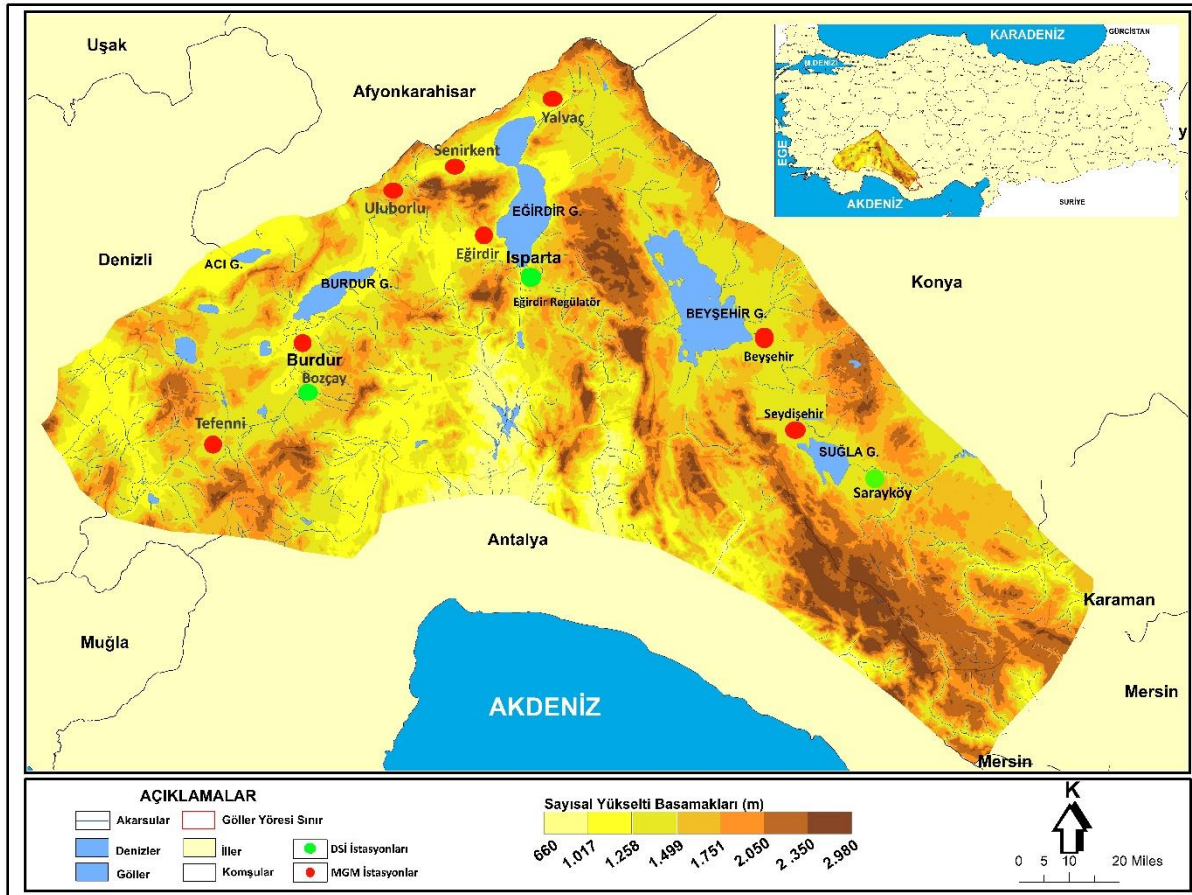


istasyonlarda anlamlı artış izlenmiştir. Kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsiminde bütün istasyonlarda ortalama maksimum sıcaklıklarında ısınma eğilimi bulunmaktadır. Kış yağışlarındaki azalmanın bütün istasyonlarda görülmesi ise önceki çalışmalarla benzer sonuçlar vermiştir (Şen, 2013). Küresel ısınmanın gözlenen etkileri arasında, havanın daha kuru olması ile açık su yüzeylerinden meydana gelen buharlaşmayı artırması arasında pozitif bir ilgi olduğunu belirtmişlerdir (Ahrens ve Henson, 2018).

Araştırma konusuyla ilgili alan yazında hazırlanmış başlıca çalışmalar aşağıda verilmiştir: (Türkeş vd., 2000; Lazaro vd., 2001; Türkeş vd., 2002; Kutiel vd., 2002; Çiçek, 2003; Tosic ve Ukasevic, 2005; Penny vd., 2005; Legesse vd., 2006; Kiage vd., 2007; Coşkun ve Aksoy, 2007; Mengü vd., 2008; Karabulut ve Cosun, 2009; Aksoy ve Coşkun, 2010; Coşkun, 2011; Altın ve Barak, 2012; Türkeş, 2012; Erlat, 2013; Yenigün, vd., 2013; Emek, 2014; Addisu, vd. 2015; Ackerman ve Knox, 2015; Soydan, vd., 2016; Sönmez, vd. 2016; Coşkun ve Akbaş, 2017; Asfaw vd., 2017; Rahman, vd., 2017; Polat ve Sunkar, 2017; Nourani, vd., 2018; Su, vd. 2018; Karaosmanoğlu ve Günek, 2018; Avşaroğlu, 2019; Coşkun, 2019; Şenocak ve Emek, 2019, Atalay, 2020; Coşkun, 2020a; Coşkun, 2020b).

2. ARAŞTIRMA ALANI

Çalışma alanını oluşturan Göller Yöresi; Batı Akdeniz'in kuzeyinden Orta Anadolu ve Ege bölgesinin içlerine kadar sokulan, Konya, Afyonkarahisar, Antalya ve Denizli illerinin bir kısmı ile Isparta ve Burdur illerinin bütününe içine alan, içerisinde büyüklü küçüklü göllerin yer aldığı ve adını da buradan alan bir sahadır (Şekil 1).



Şekil 1. Göller Yöresi Lokasyon Haritası

Antalya bölümünün kuzey kesiminde ülkemizde en çok gölün yer aldığı bir alan olan göller yöresi, dağ sıraları arasında sıkışmış oluklar yüzünden bu bölümün kasaba ve şehirleri, Adana bölümündeki gibi yoğun bir zirai faaliyetin sürüp gittiği kıyı kesiminde toplanmamıştır. Yerleşme merkezleri, oluklar boyunca iç kısımlara sokulmuştur. Bu alanlarda bulunan akarsular düdenlerde kaybolup bir süre yer içinde gittikten sonra gur kaynaklar şeklinde yeryüzüne çıkmaktadır. Göller Yöresinin yeryüzü şekilleri yönünden en önemli özelliği, kireçtaşlarının çözünmesi ile çeşitli büyüklükte çukur alanların ve bunların içerisine yerleşmiş ovaların bulunmasıdır. Ayrıca bu yöre yukarıda belirtildiği gibi yer içi ırmakları ile zengin

olması yanında mağaraları ve kanyonlarıyla da dünyanın sayılı alanları arasındadır. Tektonik oluklar içerisinde Acıpayam, Tefenni, Göllhisar, Isparta, Yalvaç-Şarkikaraağaç, Uluborlu-Senirkent ovaları dağılışı gösterir (Güngördü, 2003; Şahin, Doğanay ve Özcan, 2013; Arınç, 2014; Atalay ve Mortan, 2017). Göller Yöresindeki Barla, Davras, Dede Göl, Sultan Dağları'nın 2000-3000 metreyi yer yer aşan yükseltileri arasındaki tektonik çukurlukların olduğu alanların bir kısmında Acıgöl, Burdur, Eğirdir, Beyşehir, Suğla, Yarışlı, Kovada, Salda gibi irili ufaklı pek çok doğal göl bulunmaktadır. Yörede, Suğla gölü gibi kuruyan göller olması yanında su seviyesi gerileyen ve kıyı çizgisi değişen göller de yer almaktadır. Göller Yöresi, Orta Anadolu ile Akdeniz arasında geçiş iklimi özelliği gösteren ve Orta Anadolu'dan daha fazla yağışa sahip bir yerdir.

2. MATERYAL ve METOT

Göller Yöresinde ölçümlenmiş olan meteorolojik verilerin, trend değerlerinin hesaplanması için R paket programından yararlanılmıştır. Grafiklerin oluşturulmasında Excel 2016 programı kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analize göre verilerin non-parametrik olduğu sonucuna varılmıştır. Trend analizleri için uygun olan yöntemler yer geldiğinde izah edilecektir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen sıcaklık ve yağış veri setleri 1970-2018 yıllarına aittir. Göller Yöresinde; Burdur, Eğirdir, Senirkent, Tefenni, Uluborlu, Yalvaç, Beyşehir ve Seydişehir meteoroloji istasyonlarının verileri üzerinde işlem yapılmıştır. Havzada, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Eğirdir-Regülatör, Beyşehir-Sarayköy, Burdur-Bozçay adlı Akım Gözlem istasyonlarının (1970-2015) verilerinden yararlanılmıştır. U (t) ve U'(t) değerleri ise Gümüş (2006) tarafından geliştirilmiş olan TAFW yazılımı ile trend başlangıç yılları belirlenmiştir.

İklim veya hidrolojik değişkenlerin analizinde verilerin durumuna bağlı olarak parametrik ya da non-parametrik yöntemler uygulanmaktadır. Parametrik verilerin zaman serisinde doğrusal regresyonu yapılırken, var olan eğilimlerin analizi için t-testi gibi istatistikî metotlar genel de tercih edilmektedir. Ancak, Albek (1999), parametrik eğilim analizlerinde iki temel problem ile karşılaşmaktadır. Analiz sonuçlarında elde edilen model ve gözlem verileri arasındaki farkların normal dağılmış olması ve sabit varyanslı olması beklenmektedir. Veri setlerinde uç değerlerin varlığına bağlı olarak, parametrik istatistikî metotlarda oldukça sorun yaratabilmektedir, şeklinde belirtmiştir. Benzer problemlerle karşılaşmamak adına parametrik olmayan metotlar günümüzde en çok kullanılmaktadır. Non-parametrik bu metotlar verilerin sıralamasını dikkate aldığı için verilerdeki eksiklerden etkilenmezler. Bu özelliği nedeniyle en çok kullanılan metotlardır. İklim parametreleri kısa zaman serilerinde hızlı değişimler göstermekte ve stabil kalmamaktadır. Bu özelliğinden dolayı iklim değişkenleri homojen dağılışı sergilememektedir. Belirtilen nedenden dolayı non-parametrik yöntemler ile analiz edilmesi daha doğru sonuçları vermektedir.

Bir veride zaman serisinde ölçülen değerlerde bir eğilimin olup olmadığı istatistiksel testlerle analiz edilebilmektedir. Fakat bu verilerden bir eğilimi anlamak için uzun süreli veriye gereksinim vardır. İklim parametrelerinin normal dağılmadığı bilinmekte ve bu bağlamda iklimsel verilerin analiz edilmesinde non-parametrik yöntemler olan Mann Kendall, Spearman Rho ve Şen analiz yöntemleri tercih edilmektedir (Kahya ve Kalaycı, 2004; Albek ve Göncü, 2005; Cengiz ve Kahya, 2006; Şen, 2012; 2013; Yılmaz, 2018; Gözalan, 2019).

2.1. Mann-Kendall Testi

Mann-Kendall yöntemi $i = 1, \dots, n-1$ 'e doğru sıralanmış olan bir x_i veri setine ve $j = i + 1, \dots, n$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_j zamansal verilere uygulanabilmektedir. Ardışık her bir veride x_i bir referans başlangıç noktası olarak kabul edilir ve diğer sıralanmış veri grubu x_j ile formül 1'de verildiği gibi hesaplanabilmektedir (Hirsch ve Slack, 1984; Özfidaner, 2007; Yılmaz, 2018).

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & ; x_j > x_i \\ 0 & ; x_j = x_i \\ -1 & ; x_j < x_i \end{cases} \quad (1)$$

Formülün 2'de bulunan S değeri ise aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (2)$$

n uzun yıllar ölçümlenmiş verileri göstermektedir. S değeri ise $n \geq 8$ olması durumunda veriler norma dağılım gösterir fakat $n \geq 30$ olması durumunda ise t-testi z testine dönüşür.

$$E[S] = 0 \quad (3)$$

$$Var[S] = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (4)$$

p değeri grupta bulunan sayıları, t_i değeri ise i uzunluğundaki bulunan gözlemleri göstermektedir. Formül 4'te anlaşıldığı üzere toplama terimi veride bağlı gözlem olduğunda kullanılabilir (Gümüş ve Yenigün, 2006; Gözalan, 2019).

Verilerin sayısı 10'dan büyük olduğu durumlarda veriler normal dağılım göstermekte ve standartlaştırılmış Mann Kendall istatistiği Z, formül 5'te görüldüğü gibi kurgulanmaktadır. Mann Kendall, normal dağılım göstermeyen verilerde kullanılmasının en büyük özelliği verilerin dağılımından bağımsız olmasıdır. Bu yöntemde zaman serisinde bir eğilimin olup olmaması H_0 ile gösterilir ve trend yok anlamına gelmektedir. Yöntemin kullanılacağı zaman serisinde x_1, x_2, \dots, x_n de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin Mann Kendall testi non-parametrik bir test olduğu için verilerin dağılımından bağımsızdır. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi ile; " H_0 : trend yok" kabulü ile kontrol edilmektedir. Testin uygulanacağı zaman serisi x_1, x_2, \dots, x_n de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilirse test istatistiği $S = P - M$ şeklinde tanımlanmaktadır (Gümüş ve Yenigün, 2006).

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{(Var(S))^{1/2}} & : S > 0 \\ 0 & : S = 0 \\ \frac{S+1}{(Var(S))^{1/2}} & : S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımı $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse H_0 hipotezi kabul edilir. Uygulama yapılan zaman serisinde trend bulunmadığı, büyükse olduğunda ise trend olduğu sonucuna varılır. S değeri pozitif ise artan yönde bir eğilimin olduğu negatif ise azalan yönde trend olduğu sonucuna ulaşılır (Gümüş ve Yenigün, 2006; Gözalan, 2019; Coşkun, 2020a; 2020b).

2.2. Spearman'ın Rho Testi

İki değişken arasında bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan non-parametrik bir yöntemdir. Mann Kendall test analizi gibi son derece kullanışlı ve basit olması nedeniyle tercih edilmektedir. Sıra istatistiği olan R_{xi} verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile ortaya koyulur. Gözlem serisi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile tanımlanan H_0 hipotezine göre x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır. H_1 hipotezine göre ise x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) değerleri zamanla artar ya da azalır. Spearman'ın Rho Testi istatistiği (r_s), Denklem (6)'da görüldüğü gibi hesaplanır (Gümüş, 2006).

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{x_i} - i)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (6)$$

Aynı değerlere sahip iki parametre varsa ortalaması alınmalıdır. Aynı gözlem değerine sahip 3 gözlem varsa, gözlem değerleri sıralamaları 6, 7, 8 olan 3 gözlem, $(6+7+8 = 21)$ ve 21 sayısının 3 gözleme bölümünden elde edilen 7 değeri, bu 3 gözlemin sırası kabul edilir. Bir sonraki gözlem değerinin sırası 9 olur ve bu şekilde gözlem değerleri sıralanır.

$n > 30$ olması durumunda r_s dağılımı normale yaklaşacağından dolayı normal dağılım tabloları kullanılır. Bunun için için r_s 'nin test istatistiği (Z), Denklem (7)'de görüldüğü gibi hesaplanır.

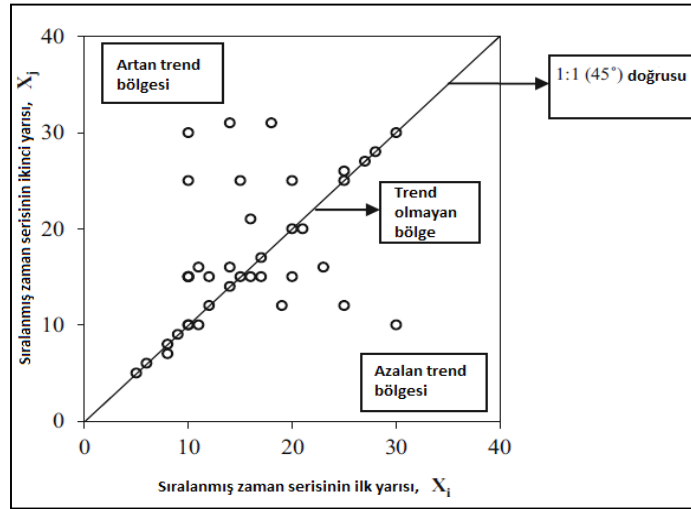
$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (7)$$

Eğer z değeri, α anlamlılık düzeyinde elde edilen sayılar veri $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise H_0 hipotezi reddedilir ve belirli bir eğilimin olmadığı sonucuna varılır (Çeribaşı ve Doğan, 2015).

2.3. Şen Trend Testi

Kayıtlı tutulmuş meteorolojik veri serisi ortanca yıldan iki eşit yarıya ayrılır. Her iki alt-seri ayrı ayrı artan düzende sıralanır. Sonrasında ise ilk alt-seri (X_i) X-ekseni üzerinde ve ikinci alt seri (X_j) Y-ekseni üzerinde yer almak üzere Kartezyen koordinat sistemi üzerinde sıralanır. Eğer veri 1:1 doğrusunun üzerinde sıralanıyorsa, trend yok demektir. Eğer veriler 1:1 doğrusunun alt üçgen alanında yer alıyor ise, azalan bir trend olduğu; üst üçgen alanında yer alıyorsa, artan bir trend olduğu söylenebilir (Şen, 2012; 2013).

Şen'in yönteminin yenilikçi özelliği bütün veri aralıkları yorumlanabilmektedir. Bu metot, Şen tarafından (2013) Merkez/Bursa, Uludağ/Bursa, Fırat Nehri üzerinde, aynı metot, yine Şen tarafından (2012) Aslantaş Barajı, Menzelet Barajı ve Cizre istasyonunda, son olarak da Göztepe, Florya, Edirne, Bolu ve Bursa lokasyonlarındaki kaydedilmiş uzun dönemli sıcaklık verilerinin üzerinde uygulanmıştır, **Şekil.2** (Şen, 2013; Yıldırım, 2015).



Şekil 2. Şen Trend Metodu

3. BULGULAR

3.1. Mann Kendall ve Spearman Rho Test Yöntemleri Trend Analizi

Tablo 1 ve 2'de Mann Kendall ve Spearman Rho test yöntemleri uygulanarak çalışma alanına ait veriler istatistiki işlemden geçirilip analiz edilmiştir. Ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama akarsu akım değerlerinden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Tablo 1: Mann Kendall ve Spearman Rho Ortalama Sıcaklık ve Yağış Trend Analiz Sonuçları

İstasyonlar	Yıllık		İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
	Sıc.	Yağ.	Sıc.	Yağ.	Sıc.	Yağ.	Sıc.	Yağ.	Sıc.	Yağ.
Burdur	4,49*	1,35	2,56*	1,01	5,11*	1,29	2,7*	0,13	1,32	-0,53
Eğirdir	-1,22	1,49	-1,3	1,39	-0,44	0,32	-2,15*	0,58	-0,28	0,94
Senirkent	1,82	0,42	1,49	0,75	3,09*	0,39	-0,51	-0,13	0,56	-0,15
Tefenni	4,6*	0,96	4,12*	0,78	3,9*	1,46	1,25	0,87	1,47	-0,87
Uluborlu	3,28*	0,32	2,82*	1,22	3,96*	0,84	0,75	-0,63	1,2	-0,51
Yalvaç	2,39*	-1,65	-0,49	-0,49	3,87*	-1,82	0,19	-2,73*	1,87	-1,28
Beyşehir	0,6	0,8	3,3*	1,0	-0,2	1,1	-0,5	1,1	-0,5	2,0*
Seydişehir	2,5*	1,3	5,5*	0,7	2,5*	0,7	1,3	0,8	3,9*	1,2

*%95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesi belirtmektedir.

Tablo 1 incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklıklarda Burdur, Tefenni, Uluborlu, Yalvaçta ve Seydişehir istasyonlarında istatistiki açıdan anlamlı ısınmaların olduğu sonucuna varılmıştır. Geriye kalan Eğirdir, Senirkent ve Beyşehir istasyonlarındaki eğilimler ise bir anlamlılık ifade etmemektedir. Yıllık yağışlarda

ise genel olarak pozitif eğilim görülse de bu trendlerin anlamlı olmadığı gözlenmiştir Goller yöresinde sadece Yalvaç istasyonunda yıllık yağışta negatif eğilim görülmesine rağmen bu değer de anlamlı bir özelliğe sahip değildir.

İlkbahar mevsiminde **ortalama sıcaklıklarda** Burdur, Tefenni, Uluborlu, Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarında meydana gelen ısınmalar anlamlı olup kuvvetli pozitif artışlardır. Senirkent, Eğirdir ve Yalvaç istasyonlarındaki ortalama sıcaklık eğilimleri istatistiki açıdan anlamlılık ifade etmemektedir. **İlkbahar yağışlarında** Yalvaç istasyonu hariç diğer bütün istasyonlarda anlamlı olmayan pozitif eğilim bulunmaktadır. Yalvaç istasyonundaki negatif eğilim ise tıpkı diğer istasyonlardaki gibi anlamlı bir değer taşımamaktadır.

Yaz mevsiminde **ortalama sıcaklıklarda** Eğirdir ve Beyşehir istasyonlarında anlamlı olmayan negatif eğilim görülmektedir. Araştırma alanındaki diğer bütün istasyonlarda ortalama sıcaklıklarda anlamlı ve kuvvetli pozitif eğilimler gözlenmektedir. Yaz mevsimi iklim karakterinin bir özelliği olarak yağış rejiminde yağışın en az olduğu dönemdir. Yaz mevsiminde Goller Yöresinin uzun yıllar yaz mevsimi yağış eğilimi gözlemlendiğinde anlamlı olmayan pozitif eğilimler görülmektedir. Araştırma alanında sadece Yalvaç istasyonunun yağış değerlerinde anlamlı olmayan negatif bir eğilim gözlenmektedir.

Sonbahar mevsiminde **ortalama sıcaklıklarda** Burdur istasyonunda pozitif anlamlı, Eğirdir istasyonunda ise negatif anlamlı eğilimler görülürken diğer istasyonlardaki trendler anlamlılık ifade etmemektedir. **Yağış** değerlerinde ise Yalvaç istasyonunda negatif anlamlı eğilim görülürken, diğer istasyonlardaki eğilimler anlamlılık göstermemektedir. **Kış** mevsiminde **ortalama sıcaklık** değerlerinde sadece Seydişehir istasyonunda pozitif anlamlı bir sonuca ulaşırlarken diğer istasyonlarda anlamlı eğilimlere rastlanmamıştır. **Kış yağışlarında** Beyşehir istasyonunda pozitif anlamlı bir trend gözlenirken diğer istasyonlarda anlamlı eğilimler bulunmamaktadır.

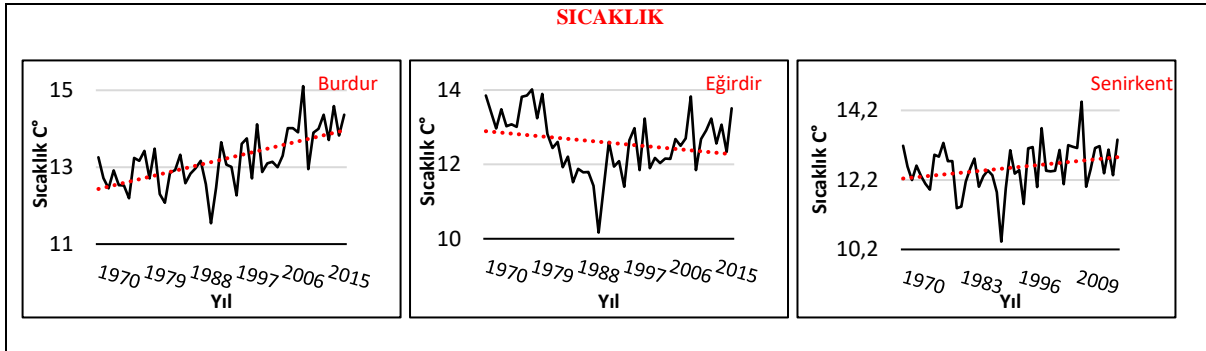
Tablo 2: Mann Kendall ve Spearman Rho Ortalama Akım Değerlerinin Trend Analiz Sonuçları

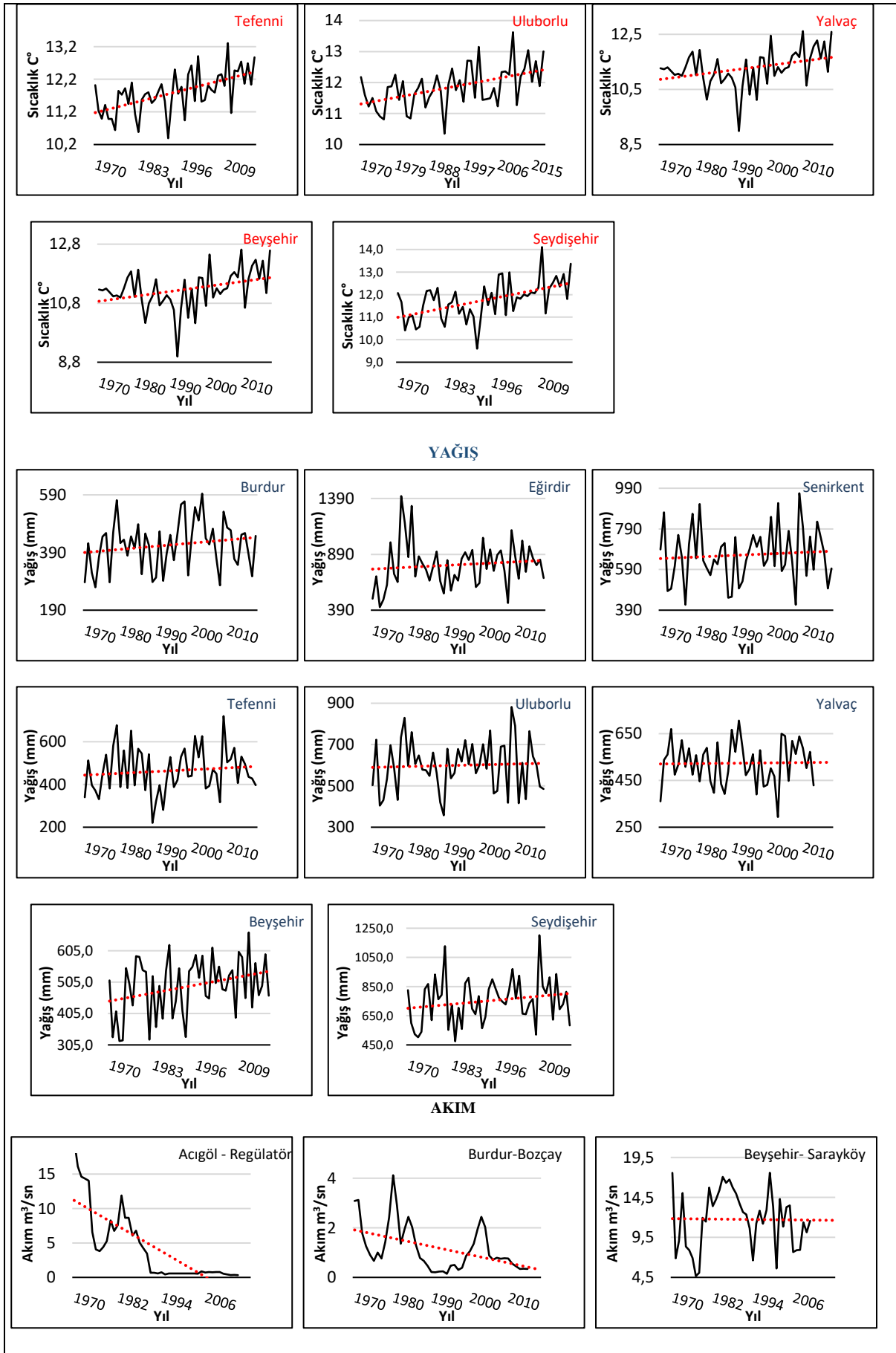
Metod	Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho's				
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık
Eğirdir - Regülatör	-6,55	-6,74	-6,59	-6,2	-6,59
Beyşehir - Sarayköy	2,6	-0,46	-3,36	0,26	-2,00
Burdur - Bozçay	-3,36	-2,68	-3,73	-3,25	-3,38

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesi belirtmektedir.

Tablo 2'de Mann Kendall ve Spearman Rho trend analiz sonuçlarına göre **yıllık** ortalama akım değerlerinde bütün istasyonlarda istatistiki açıdan kuvvetli negatif anlamlı eğilimler saptanmıştır. **İlkbahar** mevsiminde Beyşehir-Sarayköy istasyonunda pozitif anlamlı trend gözlenirken diğer istasyonlarda ise akım değerlerinde kuvvetli negatif anlamlı eğilim görülmektedir. **Yaz** ve **kış** mevsiminde Beyşehir-Sarayköy istasyonunda meydana gelen eğilimler istatistiki açıdan anlamlılık göstermezken diğer iki istasyon akımlarında kuvvetli negatif anlamlı eğilimler sürmektedir. **Sonbahar** mevsiminde ise bütün istasyonların akım değerlerinde kuvvetli negatif anlamlı eğilimler görülmektedir.

Şekil 3'de goller yöresindeki istasyonların uzun yıllar sıcaklık, yağış ve akım parametrelerinin eğilim çizgileri gösterilmiştir. Eğilim çizgileri ile Mann Kendall ve Spearman Rho test istatistiklerinden elde edilen değerlerin örtüştüğü gözlenmiştir.





Şekil 3: Göller Yöresindeki Bazı İstasyonların Yıllık Sıcaklık, Yağış ve Akım Trend Eğilim Yönleri

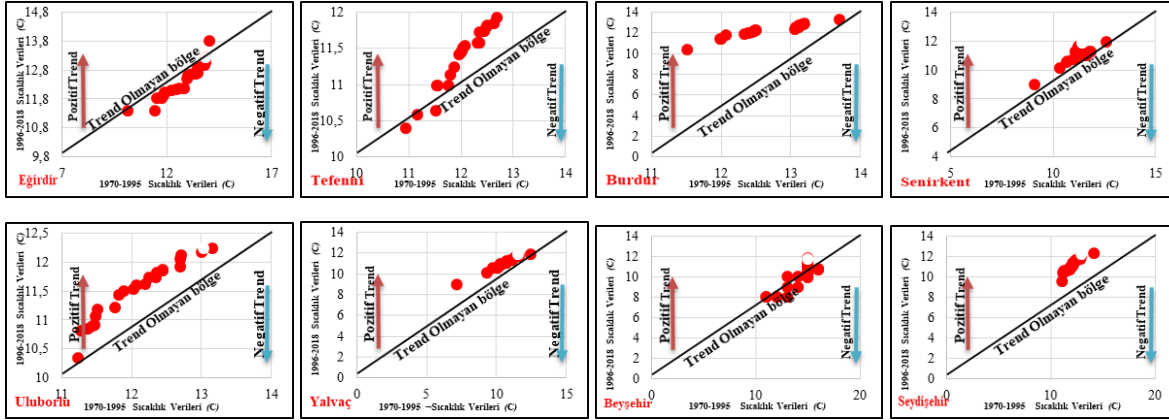
3.2. Şen Yöntemi Trend Analizi

Şen trend analizi yöntemine göre Göller Yöresinde bulunan istasyonların yıllık ortalama sıcaklık, toplam yağış ve akım eğilim yönleri Şekil 4'te verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre **ortalama sıcaklıklarda** Eğirdir, Senirkent ve Beyşehir'de meydana gelen eğilimlerin anlamlı olmadığı fakat diğer istasyonlarda ise uzun yıllar içerisinde sıcaklıklarda pozitif anlamlı eğilimlerin olduğu gözlenmektedir.

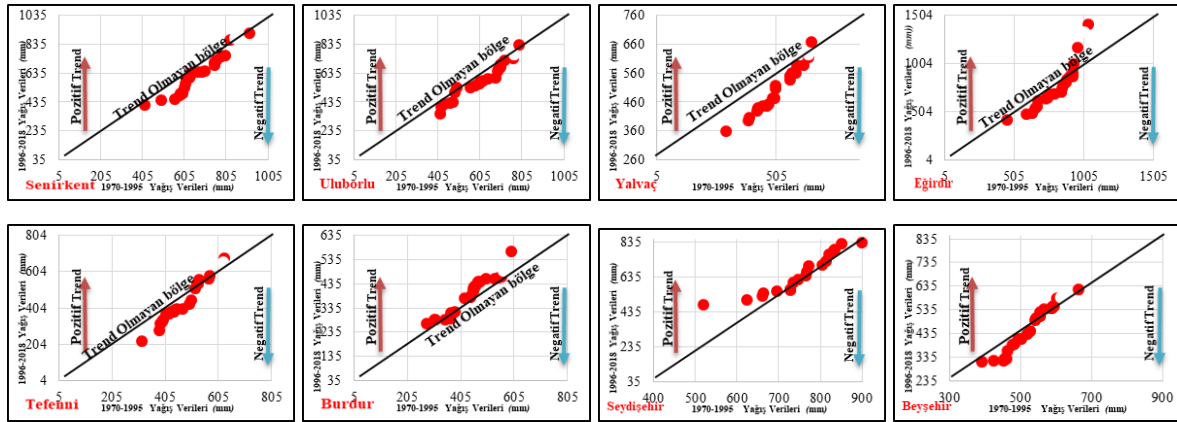
Yıllık toplam **yağış** parametresinde ise Yalvaç istasyonunda negatif eğilim görülmektedir fakat bu eğilim anlamlılık ifade etmemektedir. Bölgede bulunan diğer istasyonlarda ise pozitif trend görülmektedir fakat istatistiki açıdan anlamlı artışlar değildir.

Yıllık ortalama **akım** değerlerinde ise bütün istasyonlarda kuvvetli negatif anlamlı eğiliminin olduğu gözlenmektedir.

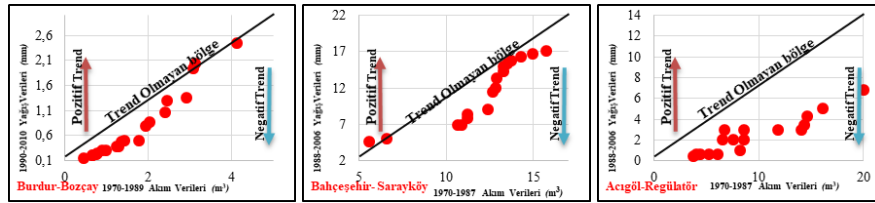
SICAKLIK



YAĞIŞ



AKIM



Şekil 4. Göller Yöresindeki Bazı İstasyonların Yıllık Sıcaklık, Yağış ve Akım Değerlerinin Şen Testine Göre Eğilim Yönleri

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mann Kendall, Spearman Rho ve Şen trend analizine göre elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

4.1. Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Sıcaklık Eğilimleri

Hazırlanan tablolar incelendiğinde; meteoroloji istasyonlarının mevsimsel ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerindeki eğilimlerde farklılıklar gözlenmiştir. Yıllık ortalama sıcaklıklarda Senirkent, Eğirdir ve Beyşehir dışındaki tüm istasyonlarda anlamlı ve kuvvetli sıcaklık artışlarının olduğu tespit edilmiştir. Yıllık ortalama sıcaklıklardaki anlamlı artışların benzeri mevsimlerin genelinde görülmektedir.

Mevsimler içerisinde ortalama sıcaklıklarda uzun yıllar içerisinde kuvvetli pozitif anlamlı eğilimlerin görüldüğü mevsim yaz mevsimidir. Bu dönemde ortalama sıcaklık değerinde sadece Eğirdir istasyonunda anlamlı olmayan azalış eğilimi gözlenmiştir. Kış mevsiminde ortalama sıcaklıklarda istatistiki olarak pozitif anlamlı eğilime sadece Seydişehir’de rastlanmıştır. İlkbahar mevsiminde ise ortalama sıcaklıklarda istatistiki olarak anlamlı ve kuvvetli pozitif eğilim Uluborlu, Tefenni, Burdur, Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarında görülmüştür. Sonbahar mevsiminde ise Burdur istasyonunda pozitif anlamlı bir trend gözlenirken Eğirdir istasyonunda ise negatif anlamlı eğilim dikkat çekmektedir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı olmayan artış ve azalış eğilimleri bulunmuştur.

Elde edilen bu sonuçlara göre Göller yöresinde yıllık ortalama sıcaklık, yaz ve ilkbahar mevsiminin ortalama sıcaklıklarında bir artışın olduğu ancak benzer artışın kış ve sonbahar mevsiminde gözlenmediği tespit edilmiştir.

Altunay (2016) çalışmasında; Türkiye meteoroloji istasyonları maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık verilerindeki pozitif anlamlı trend ile küresel iklim değişikliğinin ülke üzerinde etkili olduğunu ileri sürmektedir. Fakat küresel iklim değişikliğinin tümüyle ülkemizi etkisi altına aldığını da iddia etmek söz konusu olmayacağını belirtmektedir. Mevsimsel olarak hazırladığı haritaları incelendiğinden ise iklim değişikliği etkilerinin en çok yaz aylarında kendini gösterdiği gözlenmiştir. Verilerdeki en zayıf trendler sonbahar mevsiminde göze çarpmakta ve Küresel iklim değişikliğinin en az etkilediği mevsimin sonbahar mevsimi olduğunu ileri sürmektedir.

Yukarıda ortalama sıcaklık eğilimleriyle ilgili ulaşılan sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Yine Türkiye üzerine yapılan başka çalışmalara göre de son 30 yıllık süreçte sıcaklıklarda artma eğilimi olduğu belirlenmiştir (Türkeş, 2007, Cosun, 2008, Demir vd., 2008; Çelik, 2010; Şen, 2013a; Atalay, 2020). Göller Yöresinde görülen pozitif eğilimler sıcaklıkların arttığını göstermektedir. Ortalama sıcaklık değerlerindeki artış eğilimleri sürmeye devam ederse ilerleyen dönemde insan yaşamı ve faaliyetleri oldukça bu durumdan etkilenmeye benzemektedir. Göller Yöresinde, yaz mevsimi sıcaklıkta görülen pozitif eğilimin en kuvvetli gözlemlendiği dönemdir. Bu durum soğutma gereksinimi nedeniyle elektrik enerjisi tüketimini yörede artırması beklenmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi üretimini de teşvik edebilir. Göller yöresinde yaz sıcaklıklarındaki kuvvetli pozitif anlamlı eğilimler orman yangınları frekansının sıklığını artıracakı düşünülmektedir.

4.2. Yıllık ve Mevsimlik Toplam Yağış Eğilimleri

Göller Yöresinde yıllık toplam yağışların uzun yıllar içerisindeki eğilimi incelendiğinde anlamlı bir artış ya da azalış eğilimine rastlanmamıştır. Yalvaç istasyonunda yağışlarda anlamlı olmayan azalış eğilimi görülürken diğer istasyonlarda ise yine anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmiştir. İlkbahar ve yaz mevsiminde de yıllık periyotta görülen durum aynen sürmüştür. Sonbahar mevsiminde sadece Yalvaç istasyonunda yağışlarda negatif anlamlı bir eğilim gözlenirken diğer istasyonlarda anlamlı bir yağış eğilimi belirlenmemiştir. Kış mevsiminde ise Beyşehir istasyonunda pozitif anlamlı yağış eğilimi varken diğer istasyonlarda bir eğilim bulunmamaktadır.

Türkiye’de son 30 yıllık süreçte yağışlarda önemli azalma eğilimi görülmektedir (Türkeş, 2007, Cosun, 2008, Demir vd., 2008; Çelik, 2010; Şen, 2013a; Altunay, 2016; Atalay, 2020). Türkiye genelinde yapılan araştırmalarda yağışlardaki genel azalma eğilimi Göller Yöresinde anlamlı olmayan artışlar şeklinde kendini göstermektedir. Ancak yöre genelindeki ölçüm değerleri yağış miktarında ciddi bir azalma ya da artış olmadığını da söylemektedir.

4.3. Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Eğilimleri

Göller Yöresini temsil edecek nitelikte ve periyotta buharlaşma verisi istasyonlarda olmaması nedeniyle araştırmada parametre olarak işe koşulmamıştır. Yöre genelindeki sıcaklık artışı muhtemelen buharlaşmayı ve sulamayı artırmış olmalı ki ortalama akım değerlerinde yıllık kuvvetli negatif anlamlı trend görülmektedir. Bu durum yöredeki Eğirdir, Beyşehir ve Burdur göllerinin göl seviyesinde değişmelere neden olması olasıdır. Mevsimlere göre akım değerlerinin eğilimi incelendiğinde ise sonbahar mevsiminde kuvvetli negatif eğilim dikkat çekmektedir.

Türkiye'nin özellikle Doğu, Batı, Güney ve Orta bölgelerindeki akımlarında anlamlı bir azalma olduğu sonucuna varmışlardır (Bayazıt vd, 2002, Cebe, 2007, Yıldız ve Saraç, 2008; Çelik 2010; Namli 2019). Göller Yöresinde de ortalama akım değerlerindeki kuvvetli negatif anlamlı trend diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Yörede yağışlarda anlamlı artış ya da azalış eğilimleri görülmemesi, ortalama akım değerlerinde bir değişikliğin olmaması beklentisini artırmasına rağmen yörede sıcaklık artışlarına bağlı buharlaşmanın artması ve daha önemlisi kontrolsüz sulama faaliyetlerinin olması ortalama akım eğilimlerinde kuvvetli negatif eğilim sonucunu doğurduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Ackerman, S. A. ve Knox, J. A. (2015). Meteoroloji Atmosferimizi Anlamak, Çeviri Ed. Mikdat Kadioğlu-Sedef Çakır, Nobel Yayınları, Ankara.

Addisu, S., Selassie, Y.G., Fissaha, G. ve Gedif, B. (2015). Time series trend analysis of temperature and rainfall in lake Tana Sub-basin, Ethiopia, Environmental Systems Research, pp. 4:25, Springer.

Albek, E. (1999). Identification of the Different Sources of Chlorides in Streams by Regression Analysis Using Chloride Discharge Relationships. Water Environment Research, 71(7), 1310-1319.

Albek, E. ve Göncü, S. (2005). Türkiye Akarsularında Askıda Katı Madde Değişiminin Yıllar Boyu İncelenmesi. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(2), 183-190.

Altın, T. B. ve Barak, B. (2012), Seyhan Havzasında 1970-2009 Yılları Arasında Yağış ve Hava Sıcaklığı Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler, Türk Coğrafya Dergisi, S. 58, s. 21-34, İstanbul.

Altunay, A. (2016). Mann-Kendall-Sen Trend Yöntemi ile Türkiye'deki Klimatolojik Verilerin İncelenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

Arıncı, K. (2014). Doğal Beşeri İktisadi ve Siyasal Yönleriyle Akdeniz ve Karadeniz Bölgeleri. Erzurum: Biyosfer Araştırmaları Merkezi, pp.317

Asfaw, A., Simane, B., Hassen, A. ve Bantider, A. (2017). Variability and time series trend analysis of rainfall and temperature in northcentral Ethiopia: A case study in Woleka sub-basin, Weather and Climate Extremes, pp.1-13, Elsevier.

Avşaroğlu, Y. (2019). Dicle Havzası Aylık Ortalama Akım Değerlerinin Trend Analizi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

Atalay, İ. (2020). Uygulamalı Klimatoloji, Meta Basım-Yayın, İzmir.

Atalay, İ. ve Mortan, K. (2017) Türkiye'nin Bölgesel Coğrafyası, İnkılap Yayınevi, İstanbul.

Bayazıt, M., Cıgızoğlu, H. ve Önöz, B., (2002). "Türkiye Akarsularında Trend Analizi", TMH, Türkiye Mühendislik Haberleri, (420-421-422), ss. 4-6.

Cebe, E., (2007). "Türkiye Akarsularında mevsimsel Trend Analizi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Cengiz, T. M. ve Kahya, E. (2006). Türkiye Göl Su Seviyelerinin Eğilim ve Harmonik Analizi. İTÜ Dergisi/D Mühendislik, 5(3), 215-224.

Cosun, F., (2008). "Kahramanmaraş ili'nde İklim Değişikliği Trend Analizi" Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

- Coşkun, M. (2011). Fundamental pollutants in the European Union (EU) countries and their effects on Turkey. Elsevier, Procedia Social and Behavioral Sciences, 19, 467-473.
- Coşkun, M. (2019). İklim Değişimleri ve Küresel Isınma, 12. Bölüm, Yer Bilimi Kitabı, Ed. Mete Alim-Serkan Doğanay, Pegem Akademi, Ankara.
- Coşkun, M. ve Aksoy, B. (2007). 19 Haziran 2004 Çubuk-Sünlü (Ankara) Hortum Olayı, Doğu Coğrafya Dergisi, 12(17), 203-222, Erzurum.
- Coşkun M. ve Akbaş V. (2017). Karadeniz Kıyısından İç Kesime: Kastamonu Çevresinin İklim Parametreleri, Sosyal Bilimler Dergisi, The Journal of Social Science, Yıl: 4, Sayı:11, Haziran 2017, s. 46-86.
- Coşkun, S. (2020a). Tuz Gölü-Konya Kapalı Havzaları'nda Ortalama Sıcaklık, Yağış Ve Akım Verilerinin Trend Analizi, Coğrafya Araştırmaları, Kitap Bölümü, 1. Bölüm, sf:1-13, Akademisyen Yayınevi (AYBAK), Ankara.
- Coşkun, S. (2020b). Trend Analysis of Mean Temperatures Data in Van Lake Closed Basin, Turkey, Current Studies in Social Sciences, Chapter of Book, 3. Chapter, pp:43-51, Akademisyen Yayınevi (AYBAK), Ankara.
- Çelik, A. (2010). Gediz Havzasında Yağış ve Sıcaklık Trendleri ile Akarsu Akımları Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Çeribaşı, G., ve Doğan, E. (2015). Trend Analizi Yöntemi Kullanılarak Batı ve Doğu Karadeniz ile Sakarya Havzası Akım Miktarlarının Değerlendirilmesi. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 7(2), 1-12.
- Çiçek, İ. (2003). "The Statistical Analysis Of Precipitation In Ankara, Turkey", Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:13, Sayı:1, Sayfa: 1-20, Elazığ.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M., Sümer, U.M., (2008). "Türkiye'de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları ile Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler", TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Ankara, TMMOB, ss. 69-84.
- Emek, M.F., (2014). Doğu Anadolu Bölgesi Yıllık ve Aylık Toplam Yağışların Trend Analizi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Erlat, E. (2013). İklim Sistemi ve İklim Değişimleri, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Gözalan, S. (2019) Yüzey, 850, 700 ve 500 hPa Basınç Seviyelerinde Sıcaklık İle Nem Parametrelerinin Karşılaştırmalı Trend Analizi: Türkiye Örneği. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük.
- Gümüş, V. (2006). Fırat havzası akımlarının trend analizi ile değerlendirilmesi/Evaluation of firat river basin streamflow by trend analysis (Doctoral dissertation).
- Gümüş, V. ve Yenigün, K. (2006). Aşağı Fırat Havzası akımlarının trend analizi ile değerlendirilmesi. Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi, 11-13.
- Güngördü, E. (2003). Türkiye'nin Coğrafyası, Asil Yayınları, Ankara.
- Hirsch, R. M. ve Slack, J. R. (1984). A Nonparametric Trend Test For Seasonal Data With Serial Dependence. Water Resources Research, 20(6), 727-732. International Journal Of Climatology, 32,9 (2012) 1310-1325.
- Kadioğlu, M. (2012). Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 172.
- Kahya, E. ve Kalaycı, S. (2004). Trend Analysis Of Streamflow İn Turkey. Journal Of Hydrology, 289 (1-4), 128-144.
- Karabulut, M. ve Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi, Coğrafi Bilimler Dergisi, CBD 7(1), ss. 65-83.

Karaosmanoğlu, F. ve Günek, H., (2018). Göksu Havzası'nda Buharlaştırma ve Yüzeysel Akışın Penman ve Thourthwaite Yöntemlerine Göre Değerlendirilmesi. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(10),599-614.

Kiage, L. M., Liu, K. B., Walker, N. D., Lam, N. ve Huh, O. K. (2007). Recent land-cover/use change associated with land degradation in the Lake Baringo catchment, Kenya, East Africa: evidence from Landsat TM and ETM+. *International Journal of Remote Sensing*.

Kutiel, H., Maheras, P., Türkeş, M. ve Paz, S. (2002). North Sea–Caspian Pattern (NCP)—an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean—implications on the regional climate. *Theoretical and Applied Climatology*, 72(3-4), 173-192.

Lazaro, R., Rodrigo, F.S., Gutierrez, L., Domingo, F. ve Puigdefabregas, J. (2001). Analysis of a 30-year rainfall record (1967-1997) in semi-arid SE Spain for Implications on Vegetation, *Journal of Arid Environment*, 48, 373- 395.

Legesse, D. ve Ayenew, T. (2006). Effect of improper water and land resource utilization on the central Main Ethiopian Rift lakes. *Quaternary International*.

Mengü, G. P. ve Akkuzu, E. (2008). Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2), 75-85.

Namlı, Y. (2019). Fırat- Dicle ve Yeşilirmak Havzalarında Taşkın Trend Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hidrolik ve Su Kaynakları Programı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Nourani, V., Mehr, A. D. ve Azad, N., (2018). Trend Analysis Of Hydroclimatological Variables İn Urmia Lake Basin Using Hybrid Wavelet Mann– Kendall And Şen Tests. *Environmental Earth Sciences*, 77(5): 207.

Özfidaner, M. (2007). Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 73.

Penny, D. ve Kealhofer, L. (2005). Microfossil evidence of land-use intensification in north Thailand. *Journal of Archaeological Science*.

Polat, P. ve Sunkar, M., (2017). Rize'nin İklim Özellikleri ve Rize Çevresinde Uzun Dönem Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Trend Analizi, *F.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:27, Sayı:1, Sayfa:1-23, Elazığ.

Rahman, M. A., Yunsheng, L. Ve Sultana, N., (2017). Analysis And Prediction Of Rainfall Trends Over Bangladesh Using Mann–Kendall, Spearman's Rho Tests And ARIMA Model. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 129(4): ss.409-424.

Soydan, N.G., Gümüş, V., Şimşek, O., Gerger, R. ve Ağun, B., (2016). Seyhan Havzası Aylık Ortalama Akım ve Yağış Verilerinin Trend Analizi, *D.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*, c.7, s.2, ss. 319-327, Diyarbakır.

Sönmez, O., Çeribaşı, G. ve Doğan, E., (2016). Short And Long Term Streamflow Prediction By Different Neural Network Approaches And Trend Analysis Methods: Case Study Of Sakarya River, Turkey. *Fresen. Environ. Bull*, 25: ss.565-579.

Su, L., Miao, C., Kong, D., Duan, Q., Lei, X., Hou, Q. ve Li, H. (2018). Longterm Trends in Global River Flow and The Causal Relationships Between River Flow and Ocean Signals. *Journal of Hydrology*, 563: ss. 818-833.

Şahin, C., Doğanay, H. ve Özcan, N. A. (2013). Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği, *Gündüz Eğitim Yayınları*, Ankara.

Şen, C. (2013a). Isparta İlinde Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Trend Analizi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Isparta.

Şen, Z. (2012). Innovative trend analysis methodology. *J. Hydrol. Engineering*, 17(9), 1042- 1046.

Şen, Z. (2013). Trend identification simulation and application. *J. Hydrol. Engineering* doi: 10.1061/(ASCE) HE 1943-5584.0000811.

- Şenocak, S. ve Emek, M. F., (2019). Trend Analizi Yöntemleri Kullanılarak Doğu Anadolu Bölgesi Aylık Yağış Miktarlarının Değerlendirilmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı: 17, Sayfa:807-822.
- Tosic, I. ve Ukasevic, M. (2005) “Analysis of Precipitation Series for Belgrade”, *Theoretical and Applied Climatology*, 80, ss.67- 77.
- Türkeş, M. (1994). Artan sera etkisinin Türkiye üzerindeki etkileri. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi* 321: 71.
- Türkeş, M. (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology* 18: 649-680.
- Türkeş, M., (2007). “Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler”, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İstanbul, İTÜ, ss. 38-53,
- Türkeş, M., (2012) Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen Kuraklık ve Çölleşme, Uluslararası ‘Meteoroloji, Toz Taşınımı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele’ Çalıştayı, Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (2000). ‘Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri’, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Demir, İ. (2002). Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. *International Journal of Climatology* 22: 947-977.
- Wang, Y., Jiang, T., Bothe, O., Fraedrich, K. (2007). Changes Of Pan Evaporation And Reference Evapotranspiration In The Yangtze River Basin. *Theoretical And Applied Climatology*, 90, 13-23.
- Yenigün, K., Gümüş, V. ve Şimşek, O., (2013). Seyhan Havzası Gidişlerinin Analizi, VII. Ulusal Hidroloji Kongresi 26 -27 Eylül 2013, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Yıldırım, A. (2015). Trend Analizi Yöntemleri: Orta Fırat Havzası Uygulaması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Yıldız, M. ve Saraç M. (2008). “Türkiye Akarsularındaki Akımların Trendleri ve Bu Trendlerin Hidroelektrik Enerji Üretimine Etkileri”, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, ss. 503-516.
- Yılmaz, A. (2018) Batı Karadeniz Bölümünde Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Trend Analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük.