

Türkiye'de Yağış Eğilimleri (1955-2013) ve Atmosferik Dolaşım

Precipitation trends in Turkey (1955-2013) and atmospheric circulation

Muhammet Topuz*¹, Haralambos Feidas² Murat Karabulut³

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Tayfur Sökmen Kampüsü Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Hatay

²Aristotle University of Thessaloniki, School of Geology, Department of Meteorology and Climatology, Thessaloniki, Greece

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Aşşar Kampüsü, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş

Öz: Farklı iklim senaryolarına göre Türkiye iklim değişikliğinin yaşanabileceği bir bölgede yer almaktadır. İklim değişikliği, Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzasındaki yüksek yağış değişkenliğini önemli ölçüde etkileyecektir. Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden alınan 29 istasyonun (1955–2013) yıllık ve mevsimlik yağış değerlerinde meydana gelen eğilimler, en küçük kareler yöntemi ve Mann-Kendall, trend analizi kullanılarak incelenmiştir. Atmosferik sirkülasyonun Türkiye'deki yağış değişkenliği üzerindeki etkisi beş dolaşım indeksi (NAOI, MCI, MOI, EMPI ve NCPI) kullanılarak araştırılmıştır. İlk aşamada homojenlik testi yapılan veri seti üzerinde en küçük kareler ve Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Mann-Kendall testi ve en küçük kareler metodu sonuçları, Türkiye'nin yıllık yağış eğilimlerinin istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı bir değişim göstermemesine rağmen, sonbahar yağışında % 95 güven aralığında anlamlı bir değişim olduğunu göstermektedir. Genel olarak Türkiye'de kış yağışlarında 1971'den itibaren belirgin bir düşüş eğilimi görülürken; 1981'den başlayarak sonbahar yağışlarında istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı bir artış eğiliminin olduğu görülmüştür. Bu zıt eğilimler kısmen birbirini telafi eder, böylece yıllık yağış eğilimi neredeyse sıfırdır. Diğer mevsimsel seriler için de istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı bir eğilim bulunamamıştır. Dolaşım indekslerinden MOI (Akdeniz Salınım Endeksi) ise Türkiye'de yıllık yağış değişkenliğini daha iyi açıklamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eğilim Analizi, Yağış, Türkiye, Zaman Serileri, Atmosferik Dolaşım.

Abstract: According to the different climate scenarios, Turkey is located in an area that can experience global climate change. Climate change will significantly affect the high precipitation variability in the Mediterranean Basin, where Turkey is located too. In this study, the trends of annual and seasonal precipitation time series of 29 rain gauge stations of the Turkish State Meteorological Service (TSMS) were examined for the period 1955–2013, using two statistical tests such as the least square method and the Mann-Kendall test. The influence of atmospheric circulation on the precipitation variability in Turkey was investigated using five circulation indices (NAOI, MCI, MOI, EMPI and NCPI). Precipitation time series were first tested for homogeneity. Mann-Kendall test and least square method results show that although annual precipitation trends of Turkey represent insignificant change, there is a significant change at the 95% confidence interval in autumn precipitation. Turkey, in general, presents a clear significant downward trend in winter precipitation with a starting year in 1971 and an upward trend in autumn precipitation initiating in 1981. These opposite trends partially compensate each other, so that the overall annual precipitation trend is almost zero. Not any significant trend has been found for other seasonal series. MOI (Mediterranean Oscillation Index) were found to explain better the annual precipitation variability in Turkey.

Keywords: Trend Analysis, Precipitation, Turkey, Time series, atmospheric circulation.

* İletişim Yazarı: Muhammet Topuz, e-mail: mtopuz@mku.edu.tr

1. Giriş

İnsan hayatını doğrudan veya dolaylı etkileyen iklim ve değişimini anlama çabaları, günümüzde artan bilgi birikimi ve teknolojide yaşanan gelişmeler ile farklı bir boyuta taşınmıştır. Türkiye, kısa ve uzun vadede iklim değişikliğinin yaşanabileceği hassas bir konumdadır (Türkeş vd., 2002; Xoplaki, 2002). Dolayısıyla iklim değişikliğine bölgelerin vereceği tepkiler, bu hassasiyet oranlarına göre şekillenir.

Yağış, zaman ve mekânsal anlamda oldukça değişken bir iklimsel unsurdur (Karabulut ve Cosun, 2009). Bu değişkenlik, genel atmosferik dolaşım birincil faktör olmak üzere topografya yüzeylerindeki farklılıklardan kaynaklanmakta; tarım, su kaynakları, kuraklık ve çölleşme koşulları gibi insan hayatının birçok yönünü etkilemektedir (Sarış vd., 2010). Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) dördüncü değerlendirme raporuna (2007) göre, küresel ısınmayla ilişkili olarak atmosferin nem tutma kapasitesindeki artışın yağışlarda artış şeklinde yansımaları beklenmektedir. Ancak Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu Akdeniz havzası, konumu nedeniyle iklim değişikliklerine karşı hassas bir bölge olarak değerlendirilmektedir (Feidas vd., 2007).

Değişken bir yapıda olan iklimin Türkiye'deki trendi konu ile ilgili pek çok araştırmacı tarafından incelenmekte ve sonuç olarak ani ve aşırı yağışların oluşturdukları sel ve taşkınlar öngörülmekle birlikte bölgenin daha çok kuraklık sorunu yaşayacağı tahmin edilmektedir (Gardner vd., 1996; Türkeş vd., 2002; Xoplaki, 2002; Karabulut vd., 2008; Karabulut ve Cosun, 2009; Karabulut, 2010; Bayer Altın ve Barak, 2012; Kızılelma vd., 2015; Topuz vd., 2016; Kızılelma ve Karabulut, 2015; Uzunkol ve Kızılelma, 2016). İklim elemanları içerisinde zaman ve mekân bakımından en fazla değişkenlik gösteren parametre olan yağışlarla ilgili yapılan çalışmalar Türkiye ölçeğinde incelendiğinde, genel olarak yıllık yağışlarda bir azalma trendinin yaşandığı; kurak dönemlerin gerek sayısı gerekse de şiddet yönünden 1970 sonrası arttığı görülmektedir (Türkeş, 1996). Özellikle Akdeniz havzasını da içine alan subtropikal karaların önemli bir bölümünün yıllık yağış değerlerinde, her on yılda yaklaşık olarak % 3 oranında bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Türkeş, 2007). Türkiye'de yağış, mekânsal farklılıklar göstermekte olup Kuzey-Güney kıyıları arasında (Partal ve Kahya, 2006) ve kıyı ile dağlık bölgeler arasında bu farklar daha da belirgin hale gelmektedir (Türkeş, 1996; Xoplaki vd., 2000; Kadioğlu, 2000). Toros vd. (1994), 1930-1992 yılları arasında 68 istasyonun mevsimsel ve yıllık yağış verilerini incelemiş ve 1982'den sonra yağışlarda azalma trendinin olduğunu tespit etmiştir. Kadioğlu vd. (1993), 1929-1990 dönemi için 18 istasyona ait aylık yağış verilerini kullanarak, kış yağışlarındaki genel azalma trendine karşın bahar yağışlarında artma eğiliminin olduğunu işaret etmiştir. Türkeş vd. (1996), 1930-1993 döneminde Türkiye'de 91 istasyonun aylık yağış verilerini kullanarak yıllık yağış serilerinde azalma trendinin olduğunu tespit etmiştir. Kadioğlu (2000), 1931-1990 döneminde İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerinin kış yağışlarında azalma trendinin; Akdeniz kıyı bölgelerinde ise artış trendinin olduğunu belirtmiştir. Partal ve Kahya (2006), Türkiye'deki 96 istasyonun verilerini (1929-1993) kullanmak suretiyle yıllık yağış miktarlarının önemli bir azalma eğiliminde olduğunu tespit etmiştir. Türkeş vd. (2007), 1930-2002 dönemi için yıllık toplam ve kış yağışlarında görülen azalma eğilimine karşın ilkbahar, yaz ve sonbahar yağışlarında genel bir artış eğiliminin olduğunu belirtmiştir.

Akdeniz iklim tipinin en belirgin özelliklerinden birisi yağış miktarı başta olmak üzere iklim elemanlarında yaz ile kış mevsimleri arasında izlenen yıllar arası yüksek değişkenliktir (Karabulut ve Cosun, 2009; Ölgün, 2010). Türkiye'de yıllık yağış değişkenliği %13,8 ile % 35,6 arasında iken (Türkeş, 2006); Koçman (1993), yağış değişkenlik kat sayısının % 20 ile 25 arasında olan yerlerin Türkiye'de geniş yer tuttuğuna dikkat çekmiştir. Ölgün (2010)'e göre Akdeniz Bölgesi için bu değişkenlik oranı % 25'tir. Yağışlarda görülen bu değişkenliklerin, çeşitli atmosferik salınımlarla ilişkisinin incelendiği pek çok yayın vardır (Türkeş ve Erlat, 2003; Philandras vd., 2011; Karakoç ve Tağıl, 2014a; Topuz vd., 2014). Özellikle kış yağışlarının, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) başta olmak üzere (Erlat, 2002; Türkeş ve Erlat, 2005; Krichak ve Alpert,

2005; Turp, 2006; Yetmen, 2006; Türkeş ve Erlat, 2006; Sarış vd., 2010; Visbeck vd., 2000), diğer atmosferik salınımlarla da (Türkeş, 1998) farklı derecelerde ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Karakoç ve Tağıl, 2014).

Yapılan bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden alınan 29 istasyonun (1955–2013) yıllık ve mevsimlik yağış değerlerinde meydana gelen eğilimler, en küçük kareler yöntemi ve Mann-Kendall, trend analizi kullanılarak incelenmesi, atmosferik sirkülasyonun Türkiye'deki yağış değişkenliği üzerindeki etkisini beş dolaşım indeksi (NAOI, MCI, MOI, EMPI ve NCPI) kullanılarak araştırılması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

İlk olarak kaynağını MGM'den alınan yağış verilerinin oluşturduğu ve çeşitli iklim verileri temini sağlayan uluslararası kuruluşların internet sayfalarından da (USGS, 2016) kontrollü bir şekilde yağış değerleri alınarak oluşturulan büyük veri setindeki eksik veriler, çevre istasyonlardan normal ratio method (Sing, 1992) kullanılmak suretiyle tamamlanmıştır (Şekil 1, Çizelge 1).



Şekil 1. Araştırmada kullanılan 29 istasyonun yer aldığı Türkiye Haritası

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

Çizelge 1. Verisi kullanılan meteoroloji istasyonlarının özellikleri.

| İstasyon Numarası | İstasyon Adı | Enlem (N) | Boylam (E) | Yükselti (m) | Veri Uzunluğu (Yıl) |
|-------------------|----------------|-----------|------------|--------------|---------------------|
| 17292 | Muğla | 37.17 | 28.22 | 646 | 59 |
| 17370 | İskenderun | 36.35 | 36.10 | 2 | 59 |
| 17250 | Niğde | 37.28 | 34.41 | 1211 | 59 |
| 17261 | Gaziantep | 37.40 | 37.29 | 854 | 59 |
| 17270 | Şanlıurfa | 37.90 | 38.47 | 547 | 59 |
| 17210 | Siirt | 37.55 | 41.56 | 896 | 59 |
| 17220 | İzmir | 38.23 | 27.40 | 20 | 59 |
| 17240 | Isparta | 37.47 | 30.34 | 997 | 59 |
| 17172 | Van | 38.29 | 43.23 | 1670 | 59 |
| 17180 | Dikili | 39.40 | 26.53 | 7 | 59 |
| 17184 | Akhisar | 38.48 | 27.50 | 79 | 59 |
| 17188 | Uşak | 38.68 | 29.47 | 929 | 59 |
| 17190 | Afyonkarahisar | 38.44 | 30.34 | 1034 | 59 |
| 17196 | Kayseri | 38.43 | 35.29 | 1092 | 59 |
| 17130 | Ankara | 39.59 | 32.41 | 879 | 59 |
| 17140 | Yozgat | 39.39 | 34.48 | 1298 | 59 |
| 17160 | Kırşehir | 39.90 | 34.10 | 1007 | 59 |
| 17084 | Corum | 40.32 | 34.56 | 776 | 59 |
| 17090 | Sivas | 39.45 | 37.10 | 1285 | 59 |
| 17112 | Çanakkale | 40.80 | 26.23 | 5 | 59 |
| 17050 | Edirne | 41.40 | 26.33 | 51 | 59 |
| 17056 | Tekirdağ | 40.59 | 27.29 | 4 | 59 |
| 17059 | Kumköy | 41.25 | 29.04 | 38 | 59 |
| 17070 | Bolu | 40.44 | 31.36 | 737 | 59 |
| 17074 | Kastamonu | 41.22 | 33.46 | 800 | 59 |
| 17022 | Zonguldak | 41.27 | 31.47 | 154 | 59 |
| 17024 | İnebolu | 41.58 | 33.45 | 66 | 59 |
| 17030 | Samsun | 41.21 | 36.14 | 4 | 59 |
| 17034 | Giresun | 40.55 | 38.23 | 38 | 59 |
| 17040 | Rize | 41.20 | 40.30 | 8 | 59 |

Kaynak: MGM (2015)

İkinci olarak 4 farklı homojenlik testi ile mevsimlik ve yıllık toplam yağış serileri değerlendirilmiş; en az bir testte homojen olmak koşuluyla tüm serilerin homojen bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu 4 test; short-cut Bartlett test (Mitchell vd., 1966), Buishand range test (Buishand, 1982), Von Newmann ratio test (Von Newmann, 1941) ve Levene test (Levene, 1960) testleridir. Homojen veri setleri üzerinde ilk olarak doğrusal regresyon modeli ve sonrasında Mann-Kendall rank statistic test (Sneyers, 1990) uygulanmıştır. Atmosferik sirkülasyonun Türkiye'deki yağış değişkenliği üzerindeki etkisinin araştırılması amacıyla kullanılan beş dolaşım indeksi ise (NAOI, MCI, MOI, EMPI ve NCPI) şunlardır:

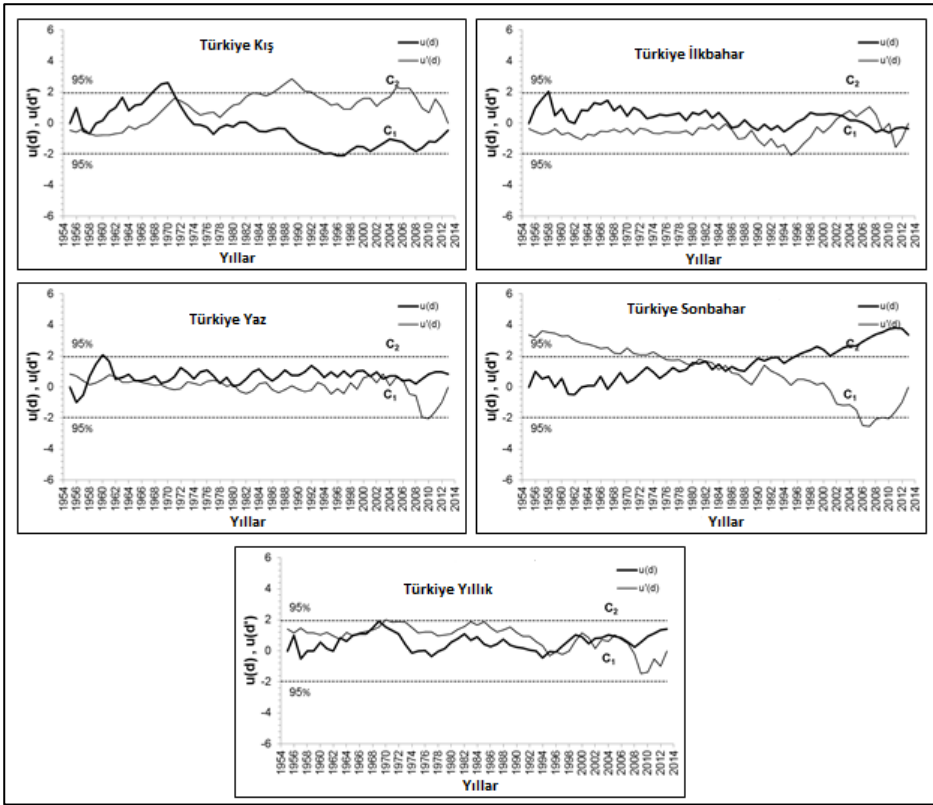
- a. North Atlantic Oscillation Index (NAOI), (Walker 1924; Walker ve Bliss 1932; van Loon ve Rogers 1978; Rogers ve van Loon 1979),
- b. Mediterranean Oscillation Index (MOI), (Conte vd., 1989; Colacino ve Conte 1993; Piervitali vd., 1999; Kutiel vd., 1996; Maheras vd., 1999; Maheras ve Kutiel 1999; Criado-Aldeanueva ve Soto-Navarro 2013),
- c. Mediterranean Circulation Index (MCI), (Brunetti vd 2002),
- d. Eastern Mediterranean Pattern Index (EMPI), (Hatzaki vd., 2007),
- e. North-Sea Caspian Pattern Index (NCPI), (Kutiel ve Benaroch, 2002).

3. Bulgular ve Analiz

Türkiye'de yağışların trend analizi, 1955–2013 dönemi için 29 istasyonun yıllık ve mevsimsel zaman serilerine iki istatistiksel test uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Doğrusal eğilimlerin büyüklüğünü tahmin etmek için doğrusal regresyon modeli uygulanmıştır.

Çizelge 2, yıllık ve mevsimsel yağış toplamları için b , t ve $u(d_n)$ değerlerini göstermektedir. Her iki testte de olduğu gibi doğrusal eğilimler, kalın karakterlerle gösterilen % 95 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilir. Her iki testin de uyum içinde olduğu dikkate değerdir. Burada özellikle kış ilkbahar ve yaz olmak üzere 3 mevsimin hiçbir istasyonda % 95 güven aralığında anlamlı bir değişimin yaşanmadığı dikkat çekmekle birlikte özellikle sonbahar yağışlarındaki 8 istasyonda görülen anlamlı artışlar kayda değerdir. Yine Türkiye ortalamasında da sonbahar yağışları için benzer durum söz konusudur (Şekil 2). Söz konusu 8 istasyonun ise 2'si kıyı bölgelerde iken diğerlerinin tamamı iç bölgelerdedir. Yıllık yağışlarda meydana gelen değişimlerde ise sadece 3 istasyonda anlamlı artışlar görülmekte olup bunlardan ikisi yine iç bölgelerde yer almaktadır (Çizelge 2).

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara



Şekil 2. Türkiye yıllık toplam ve mevsimsel yağışlar için Mann-Kendall Sıra Korelasyon testinin $u(d_i)$ ve $u'(d_i)$ retrograd serilerinin (C_1 ve C_2 olarak gösterilen) grafiksel gösterimi

Çizelge 2. İki istatistiksel testin 1955-2013 dönemi boyunca mevsimsel ve yıllık yağış serileri üzerine uygulanmasının trend analizi sonuçları (Her iki testin sağladığı % 95 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı durumlar, kalın yazı karakterleri ile belirtilmiştir).

| İstasyon | Kış | | | İlkbahar | | | Yaz | | | Sonbahar | | | Yıllık | | |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | <i>b</i> | <i>t</i> | $u(d_n)$ | <i>b</i> | <i>t</i> | $u(d_n)$ | <i>b</i> | <i>t</i> | $u(d_n)$ | <i>b</i> | <i>t</i> | $u(d_n)$ | <i>b</i> | <i>t</i> | $u(d_n)$ |
| İskenderun | 0,261 | 0,30 | 0,88 | -0,673 | -1,22 | -1,07 | 0,608 | 1,92 | 2,30 | 0,650 | 1,14 | 1,35 | 0,940 | 0,75 | 1,33 |
| Kumköy | 0,273 | 0,35 | 0,56 | -0,078 | -0,19 | -0,14 | 0,236 | 0,39 | 0,06 | 1,630 | 2,60 | 2,48 | 2,578 | 2,09 | 1,76 |
| Muğla | -2,644 | -1,43 | -1,56 | 0,347 | 0,48 | 0,67 | 0,240 | 1,07 | 0,84 | 1,151 | 1,82 | 2,22 | -0,830 | -0,42 | 0,22 |
| İzmir | -0,214 | -0,21 | 0,02 | 0,345 | 0,74 | 0,62 | -0,013 | -0,12 | -0,95 | 1,651 | 2,83 | 2,83 | 1,702 | 1,46 | 1,45 |
| Dikili | -1,566 | -1,89 | -1,71 | 0,120 | 0,28 | -0,27 | 0,117 | 1,17 | 0,87 | 0,436 | 0,70 | 1,30 | -1,088 | -0,95 | -0,90 |
| Gaziantep | 0,694 | 0,93 | 0,49 | 0,141 | 0,25 | 0,32 | 0,089 | 0,88 | 0,26 | 0,971 | 2,38 | 2,37 | 1,990 | 2,12 | 2,11 |
| Şanlıurfa | -0,887 | -1,40 | -1,50 | -0,591 | -0,99 | -0,92 | 0,039 | 0,70 | 0,02 | 0,396 | 1,08 | 1,05 | -1,083 | -1,17 | -1,09 |
| Siirt | -0,331 | -0,47 | 0,37 | -0,640 | -0,81 | -0,56 | 0,095 | 1,17 | 0,90 | 0,152 | 0,29 | 0,32 | -0,544 | -0,39 | -0,11 |
| Isparta | -1,652 | -1,97 | -1,79 | -0,062 | -0,14 | -0,03 | 0,123 | 0,46 | 0,73 | 0,473 | 1,19 | 0,97 | -1,163 | -1,25 | -0,96 |
| Afyonkarahisar | 0,324 | 0,88 | 0,35 | -0,185 | -0,54 | -0,52 | -0,109 | -0,39 | -0,27 | 0,388 | 1,37 | 1,20 | 0,552 | 0,87 | 1,21 |
| Uşak | -0,163 | -0,25 | -0,70 | 0,303 | 0,78 | 0,71 | -0,065 | -0,28 | -0,14 | 0,476 | 1,48 | 2,07 | 0,745 | 0,91 | 1,07 |
| Akhisar | -1,231 | -1,61 | -1,65 | -0,054 | -0,13 | -0,11 | -0,085 | -0,68 | -0,92 | 0,735 | 1,66 | 2,02 | -0,643 | -0,64 | -0,23 |
| Niğde | 0,076 | 0,28 | 0,03 | -0,196 | -0,63 | -0,57 | 0,210 | 1,32 | 1,26 | 0,851 | 4,34 | 3,85 | 0,877 | 1,65 | 0,95 |
| Kayseri | 0,102 | 0,41 | 0,32 | 0,318 | 1,02 | 0,87 | -0,010 | -0,03 | -0,23 | 0,501 | 2,04 | 1,96 | 0,963 | 1,58 | 1,75 |
| Ankara | -0,373 | -0,99 | -1,03 | 0,105 | 0,33 | 0,12 | -0,092 | -0,31 | -0,44 | 0,333 | 1,16 | 0,74 | 0,178 | 0,28 | 0,77 |

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
 3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Kırşehir | -0,516 | -1,39 | -1,52 | -0,039 | -0,12 | -0,46 | -0,017 | -0,07 | -0,15 | 0,856 | 3,05 | 2,90 | 0,339 | 0,57 | 0,28 |
| Çorum | -0,206 | -0,64 | -0,79 | 0,035 | 0,10 | 0,32 | 0,390 | 1,03 | 0,77 | 0,619 | 2,34 | 2,37 | 1,079 | 1,80 | 1,80 |
| Sivas | 0,236 | 0,76 | 0,37 | 0,513 | 1,42 | 1,48 | 0,029 | 0,13 | 0,35 | 0,917 | 3,30 | 3,20 | 1,833 | 3,19 | 2,84 |
| Van | 0,248 | 0,82 | 0,84 | -0,099 | -0,31 | -0,37 | 0,034 | 0,19 | 0,12 | 0,080 | 0,26 | 0,11 | 0,466 | 0,78 | 0,86 |
| Çanakkale | -0,804 | -1,06 | -1,22 | -0,046 | -0,12 | -0,37 | -0,197 | -0,83 | 0,05 | -0,030 | -0,05 | -0,27 | -1,088 | -1,05 | -0,67 |
| Edirne | -0,008 | 0,01 | -0,14 | -0,381 | -1,01 | -1,34 | -0,276 | -0,70 | -0,52 | -0,170 | -0,19 | -0,46 | -0,156 | -0,15 | -0,67 |
| Türkiye Ortalaması | -0,323 | -0,80 | -0,46 | -0,056 | -0,24 | -0,37 | 0,166 | 1,00 | 0,83 | 0,799 | 3,35 | 3,38 | 0,587 | 1,07 | 1,42 |

b (mm / yıl) lineer regresyon çizgisinin eğimi, t lineer regresyon modeli istatistiği ve $u(d_n)$ Mann-Kendall testinin son değeridir.

Çizelge 3, her bir istasyonun yağış serileri için Mann-Kendall istatistiklerinin $u(d_i)$ ve $u'(d_i)$ değerlerine ve Türkiye ortalamasına göre bir eğilim veya değişikliğin yaklaşık başlangıç yılını bulmak için yapılan bir grafik analizinin sonuçlarını içermektedir. Bu analiz,% 95 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olan herhangi bir eğilimi bulmak için 29 istasyonda gerçekleştirilmiştir. Bazı durumlarda birden çok değişikliğin yılını gösteren ikinci bir yıl eklenmiş olup; * işareti, 1955-2013 dönemi için istatistiksel olarak anlamlı bir eğilimin olmadığını gösterir.

Çizelge 3. 1955-2013 dönemindeki mevsimsel ve yıllık yağışlar için Mann Kendall testine göre artan veya azalan eğilimin yaklaşık başlangıç yılı.

| İstasyonlar | Kış | İlkbahar | Yaz | Sonbahar | Kış |
|----------------|-------|----------|-------|---------------|-------|
| İskenderun | * | 1965- | 1968+ | 1977+ | * |
| Kumköy | * | * | 1965+ | 2001+ (2011-) | 1968+ |
| Muğla | 1980- | * | 1955+ | 1968+ | * |
| İzmir | * | * | * | 1975+ | * |
| Dikili | 1974- | * | * | * | 1964- |
| Gaziantep | * | * | * | 1980+ | 1962+ |
| Şanlıurfa | 1983- | * | * | * | * |
| Siirt | * | * | * | 1960+ | * |
| Isparta | 1977- | * | * | * | 1972- |
| Afyonkarahisar | * | * | * | * | * |
| Uşak | * | * | * | 1970+ | * |
| Akhisar | 1970- | * | * | 1975+ | * |
| Niğde | * | * | * | 1997+ | * |
| Kayseri | * | * | * | 1961+ | * |
| Ankara | * | * | * | * | * |
| Kırşehir | 1978- | * | * | 1968+ | * |
| Corum | * | * | * | 1964+ | 1960+ |
| Sivas | * | * | * | 1965+ | 1970+ |
| Van | * | * | * | * | * |
| Çanakkale | 1971- | * | * | * | 1963- |

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
 3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

| | | | | | |
|-----------|--------------|---|-------|-------|-------|
| Edirne | 1971- | * | * | * | 1961- |
| Tekirdağ | 1963+(1971-) | * | * | * | 1957- |
| Bolu | * | * | * | 1975+ | * |
| Kastamonu | * | * | * | 1968+ | 1962+ |
| Zonguldak | 1965- | * | * | 1983+ | * |
| İnebolu | * | * | * | * | * |
| Samsun | 1960- | * | 1989+ | * | * |
| Giresun | * | * | * | * | * |
| Rize | * | * | * | 1995+ | * |
| Türkiye | 1971- | * | * | 1981+ | * |

* % 95 anlamlılık düzeyinde değişiklik yok, + Artan bir eğilim anlamına gelir - Azalan eğilim anlamına gelir (..) Bir trendde istatistiksel olarak anlamlı olmayan yeni bir değişikliğin yaklaşık yılını ifade eder.

Çizelge 3, sadece kış ve sonbahar yağış serileri için net bir görüntü ortaya koymaktadır. Özellikle, kış serilerine yönelik bir azalma eğilimi, 1970-1980 döneminde istasyonların neredeyse üçte birinde başlamıştır. 1960'larda düşüş eğiliminin daha önce başladığı iki komşu istasyon Zonguldak ve Samsun istasyonlarıdır. Sonbahardaki yükseliş eğilimi ise 17 istasyonda görülmekle birlikte 1960-1980 yılları arasındaki periyotta yaşanmıştır. Yaz (tek istasyon) ve ilkbahar mevsimi (dört istasyon) için istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim gösteren az sayıda istasyon vardır. Yıllık seriler için açık bir işaret olmamakla birlikte; istasyonların sadece üçte biri, 1960'larda başlayan ancak karşıt işaretlere sahip istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim sergilemektedir. Özellikle, Türkiye'nin batısındaki beş istasyon, 1960 ile 1970 arasında başlayan pozitif eğilimleri gösterirken, Türkiye'nin kuzey ve orta kesiminde yer alan beş istasyon 1957-1972 döneminde başlayan negatif eğilimleri göstermektedir.

Türkiye yıllık toplam ortalama yağış miktarına uygulanan ardışık Mann-Kendall istatistiklerinin grafik analizi (Şekil 2), bir önceki bulguları (Çizelge 3'ün son satırı) desteklemektedir. Özellikle, kış mevsimindeki 1971'de başlayan azalma eğilimine karşın sonbahar için 1981'de başlayan bir artma eğilimi söz konusudur. Yıllık ve diğer mevsimsel yağış serileri için herhangi bir eğilim bulunamamıştır. Bu bulgular, kısmen daha geniş alandaki yağış eğilimleri ile ilgili diğer çalışmalarla uyumludur (Feidas ve Lalas, 2001; Feidas vd, 2007; Philandras vd, 2011).

Çizelge 4. Türkiye'de dolaşım indeksleri ile yağış miktarlarının korelasyon katsayıları. (% 95 anlamlılık düzeyi kalın yazı karakterleriyle belirtilmiştir).

| | Kış | İlkbahar | Yaz | Sonbahar | Yıllık |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| NAOI | <u>-0.45</u> | -0.18 | 0.00 | -0.01 | -0.21 |
| MOI | -0.10 | 0.03 | -0.05 | -0.12 | <u>-0.33</u> |
| MCI | 0.01 | 0.12 | <u>-0.42</u> | <u>-0.35</u> | -0.05 |
| EMPI | -0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.00 | 0.03 |
| NCPI | -0.07 | <u>-0.25</u> | 0.17 | -0.23 | -0.22 |

Konuyla ilgili önceki çalışmalara göre (Visbeck vd., 2001; Hurrell, 2003; Feidas ve diğerleri, 2007; Karakoç ve Tağıl, 2014a) genel atmosferik dolaşım etkisi Akdeniz Bölgesi'nde ve tüm dünyada yağış eğilimine etki etmektedir. Çizelge 4'te, dolaşım indeksleri ile yağış miktarlarının korelasyon katsayıları verilmiştir. MOI, yıllık yağışla istatistiksel olarak anlamlı bir negatif korelasyon göstererek Türkiye'nin yağış rejiminde önemli bir rol oynamaktadır. Kış yağışları için önceki çalışmalarla uyumlu olarak (Türkeş ve Erlat, 2003; 2005; López-Moreno vd., 2011; Cullen vd., 2012) daha çok NAO ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. MCI, yaz ve sonbahar olmak üzere iki dönemde etkili olan tek dolaşım indeksidir. Bu sonuç, sonbahar yağışları için Feidas vd. (2017) bulgularıyla uyumlu olup; yaz yağışları için uyumlu değildir. Dolaşım indekslerinden olan NCPI, ilkbahar yağışları ile ilişkili olup; bu sonuç Sezen ve Partal (2017) ile uyumlu değildir.

4. Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye'de yıllık ve mevsimsel yağış eğilimleri, iki istatistiksel test kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Türkiye'de varyasyon ve eğilimlerin varlığını göstermiştir.

İstasyon düzeyinde, sonbahar yağış serilerinde artan yağışlar görülmektedir (Çizelge 2). Çizelge 2'ye göre, kış, ilkbahar ve yaz dönemlerinde tüm istasyonlarda meydana gelen artan ve azalan eğilimler, % 95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamsızdır. Bununla birlikte, 3 istasyonun yıllık yağışlarındaki ve 8 istasyonun sonbahar yağışlarındaki artış eğilimleri, % 95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 2). Aynı zamanda, Türkiye'nin sonbahar yağışlarındaki yıllık ortalama yağış miktarı da artma eğilimindedir ve % 95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 2). Kumköy, Gaziantep ve Sivas istasyonlarında, hem yıllık hem de sonbahar mevsimindeki yağışlar, önemli ölçüde artma eğilimindedir (Çizelge 2).

1955–2013 dönemi için Türkiye ortalaması değerler, kış mevsimi yağışları için 1971'de başlayan belirgin bir azalma trendi gösterirken, sonbahar yağışları 1981'de başlayan bir artma eğilimi göstermektedir. Bu zıt eğilimler, birbirini kısmen telafi etmektedir, böylece yıllık yağış eğilimi neredeyse sıfırdır. Diğer mevsimsel seriler için belirgin bir eğilim bulunamamıştır.

Beş dolaşım indeksinin (NAOI, MCI, MOI, EMPI ve NCPI) yağış miktarları ile ilişkisinin analizi, Türkiye'de yağış rejiminin atmosferik dolaşımdaki değişikliklerle yönetildiğine işaret etmektedir. Son zamanlardaki yağış eğilimleri, atmosferik dolaşımın bazı tele-bağlantı modellerinde (esas olarak NAO ve MOI) değişiklikler ile açıklanabilir. Özellikle, MOI yıllık dalgalanmayı açıklayan en iyi indekstir (Çizelge 4). Dolaşım indekslerinden NAOI, kış yağış değişikliklerini en iyi açıklayan indeks olurken; MCI, yaz (-0,42) ve sonbahar (-0,35) yağışları için % 95 seviyesinde anlamlı korelasyon katsayılarına sahiptir. NCPI sadece ilkbahar yağışları ile istatistiksel olarak %95 güven aralığında ilişkili olup EMPI içinse hiçbir periyot ile anlamlı ilişki bulunamamıştır (Çizelge 4).

Bu çalışmanın bulguları, konuyla ilgili daha önceki çalışmalarla (Türkeş ve Erlat, 2003; Türkeş vd., 2007; Feidas vd., 2007; Karabulut vd., 2008; Karabulut ve Cosun, 2009; Philandras vd., 2011) karşılaştırılmış ve çalışmanın, kış yağışları ve NAO ilişkisi açısından Türkeş ve Erlat (2003) ile; kış yağışlarında azalma ve sonbahar yağışlarındaki artış eğilimleri Türkeş vd. (2007) ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Kış yağışlarındaki azalma eğilimleri Feidas vd. (2007), Karabulut vd. (2008), Karabulut ve Cosun (2009) ve Philandras vd. (2011) ile de uyumludur. Kış yağışlarındaki azalma trendi, Türkiye'de yağışların büyük bir kısmının kış mevsiminde olduğu düşünülürse; bu durum oldukça önemlidir. Küresel iklim değişikliği ile ani sel ve taşkın olaylarının sayısında ve şiddetinde meydana gelen artış, ayrıntılı yağış analizleri ve bölgesel modellemeleri zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, yıllık yağışlar değişmeden kalmaktadır, çünkü kış mevsimindeki bu azalma eğilimi sonbahar yağışlarındaki artışla telafi edilebilmektedir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Dış İlişkiler Ofisi Erasmus Staj Hareketliliği 2015 kapsamında Yunanistan'ın Selanik Aristoteles Üniversitesi Jeoloji, Meteoroloji ve Klimatoloji Bölümü'nde hazırlanmıştır. Her iki kuruma ve veri temini sağlayan MGM'ye teşekkür ederiz.

Referanslar

- Altın, T.B., Barak, B. (2012). Seyhan Havzasında 1970-2009 Yılları Arasında Yağış ve Hava Sıcaklığı Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler, *Türk Coğrafya Dergisi*, 58:21-34, İstanbul.
- Brunetti, M., Maugeri M., Nanni, T. (2002). Atmospheric circulation and precipitation in Italy for the last 50 years. *Int J Climatol* 22: 1455-1471.
- Buishand, T.A. (1982). Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Records, *J Hydrol* 58: 11–27.
- Colacino, M., Conte, M. (1993). Greenhouse effect and pressure patterns in the Mediterranean basin. *Il NuovoCimento C* 16: 67-76.
- Conte, M., Giuffrida, S., Tedesco, S. (1989). The Mediterranean Oscillation: impact on precipitation and hydrology in Italy. *Proc. Conference on Climate and Water*, vol. 1, Academy of Finland 9:1989. 121–137.
- Criado-Aldeanueva, F., Soto-Navarro. F.J. (2013). The Mediterranean Oscillation Teleconnection Index: Station-Based versus Principal Component Paradigms. *AdvMeteorolvol* 2013, Article ID 738501, 10 pages, doi.org/10.1155/2013/738501.
- Cullen, H.M., Kaplan, A., Arkin, P.A., De Menocal, P.B. (2002). Impact of the North Atlantic oscillation on the Middle Eastern climate and streamflow, *Climatic Change*, 55, 315–338.
- Erlat, E. (2002). Türkiye'de Yağış Anomalileri ve Kuzey Atlantik Salınımı ile İlişkisi Klimatoloji Çalıştayı, (11-13 Nisan 2002), 193-210.
- Feidas, H., Lalas, D. (2001). Climatic Changes in Mediterranean and Greece: A Critical Review, 7th International Conference on Environmental Science and Technology Ermoupolis, Syros Island, Greece – Sept. 2001.
- Feidas, H., Nouloupoulou, C.H., Makrogiannis, T., Bora-Senta, E. (2007). Trend Analysis of Precipitation Time Series in Greece And Their Relationship With Circulation Using Surface And Satellite Data: 1955–2001. *Theor. Appl. Climatol.* 87, 155–177 (2007) DOI 10.1007/s00704-006-0200-5.
- Goosens, C., Berger, A. (1986). Annual and Seasonal Climatic Variations over the Northern Hemisphere and Europe during the Last Century. *Ann Geophys B*: 385–400.
- Hatzaki, M., Flocas, H.A., Asimakopoulos, D.N., Maheras, P. (2007). The eastern Mediterranean teleconnection pattern: identification and definition. *Int J Climatol* 27:727-737.
- Hurrel, J.W. (2003). North Atlantic and Arctic Oscillation, National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, USA, 1-3.
- IPCC, (2007). The Physical Science Basis", Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kadioğlu, M. (1993). Türkiye'de iklim değişikliği ve olası etkileri, *Çevre Koruma (Environmental Protection)*, İstanbul, 47, 3637.
- Kadioğlu, M. (2000). Regional variability of seasonal precipitation over Turkey. *Int J Climatol* 20: 1743–1760.
- Karabulut, M., Gürbüz, M., Korkmaz, H. (2008). Precipitation and Temperature Trend Analyses in Samsun, *J.Int. Environmental Application&Science*, 3(5):399-408.
- Karabulut, M., Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi, *Journal of Coğrafi Bilimler*, vol. 7 (1), p. 65-83.
- Karabulut, M. (2010). Kayseri'de Yağış ve Sıcaklıkların Trend Analizleri, *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (1):7989.
- Karakoç, A, Tağıl, Ş. (2014a). İzmir ve Ankara'da Yağış Paterni ile Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) Arasındaki İlişki. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7 (30): 148-157.
- Karakoç, A., Tağıl, Ş. (2014b) İzmir ve Ankara'da Yağışlar Üzerine Uzak Bağlantı Desenlerinin Etkisi, *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı. Muğla*. 30-45.

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

- Kızılelma, Y., Çelik, M.A., Karabulut, M. (2015). İç Anadolu Bölgesinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi, Türk Coğrafya Dergisi, S. 64: 1-10, İstanbul. Topuz, M., Karabulut, M., Korkmaz, H. (2016). Trend Analysis of Precipitation in Hatay, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, c.9 s.43 v.9 1.43, s.1186-1194.
- Kızılelma, Y., Karabulut, M. (2015). Yozgat ve Çevresinde Kuraklık Analizi, Uluslararası Bozok Sempozyumu, 5-7 Mayıs, Yozgat, Bildiriler Kitabı, c.4: 242-251.
- Koçman, A. (1993). Türkiye’de Yağış Yetersizliğine Bağlı Kuraklık Sorunu, Ege Coğrafya Dergisi 7, 77-88.
- Kutiel, H., Maheras, P., Guika, S. (1996). Circulation and extreme rainfall conditions in the eastern Mediterranean during the last century. *Int J Climatol* 16: 73-92.
- Kutiel, H., Benaroch, Y. (2002). North Sea Caspian Pattern (NCP) an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Medi-terranean: Identification and definition. *Theor Appl Climatol* 71:17-28.
- Krichak, S.O., Alpert, P. (2005), Signatures of the NAO in the atmospheric circulation during wet winter months over the Mediterranean region. *Theor Appl Climatol* 82: 27–39.
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. In: Olkin I (ed) Contributions to probability and statistics: essays in honor of Harold Hotelling. Stanford, CA: Stanford University Press, pp 278–292.
- López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano, S.M., Morán-Tejeda, E., Lorenzo-Lacruz, J., Kenawy, A., Beniston, M. (2011). Effects of the North At-lantic Oscillation (NAO) on Combined Temperature and Precipitation Winter Modes in the Mediterranean Mountains: Observed Relationships and Projections for the 21st Century, *Global and Planetary Change*. 77: 62-76.
- Maheras, P., Kutiel, H. (1999). Spatial and Temporal Variations in the Temperature Regime in the Mediterranean and their Relationship with Circulation During the Last Century. *Int J Climatol* 19: 745-764.
- Maheras, P., Xoplaki, E., Kutiel, H., (1999). Wet and dry monthly anomalies across the Mediterranean basin and their relationship with cir-culation, 1860-1990. *Theor Appl Climatol* 64: 189-199.
- Mitchell, J.M., Dzerdzeevski, B., Flohn, H., Hofmery, W. (1966). Climatic change. WMO Tech Note 79. WMO No. 195. TP-100, Geneva, 79.
- Ölgen, M.K. (2010). Türkiye’de Yıllık Ve Mevsimlik Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı, *Ege Coğrafya Dergisi*, 19/1, (2010), 85-95, İzmir.
- Partal, T., Kahya, E. (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrological Processes*, 20(9): 2011-2026. doi: 10.1002/hyp.5993.
- Philandras, C. M., Nastos, P.T., Kapsomenakis, J., Douvis, K.C., Tselioudis, G., Zerefos, C.S., (2011). Long term precipitation trends and variability within the Med-iterranean region, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, p. 3235–3250.
- Piervitali, E., Colasino, M., Conte, M. (1999). Rainfall over the central-western Mediterranean basin in the period 1951-1995. Part II: precipitation scenarios. *Il Nuovo Cimento C* 22: 649-661.
- Rogers, J.C., van Loon, H. (1979). The seesaw in winter temperatures between Greenland and northern Europe. Part II: some oceanic and atmospheric effects in middle and high latitudes. *Mon Wea Rev* 107: 509-519.
- Sarış, F., Hannah, M.D., Eastwood, J.W. (2010). Changes in Precipitation and River Flow in Northeast Turkey: Associations with the North Atlantic Oscillation, Sixth World Friend Conference, (October, 2010), Fez, Morocco.
- Sezen, C., Partal, T. (2017). The Effects of North Sea Caspian Pattern Index on the Temperature and Precipitation Regime in the Aegean Region of Turkey. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering*. 11: 5.
- Singh, V.P. (1992). Elementary hydrology. New Jersey: Prentice-Hall, 973.
- Sneyers, R. (1990). On the statistical analysis of series of observations. Tech. Note 143, WMO No. 415, Geneva, 192.
- Topuz, M., Karabulut, M., Korkmaz, H., Geçen, R. (2014). Hatay İli Yağışları İle Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi, *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı* 438-444.
- Toros, H., Deniz, A., Karan, H. (1994). Batı Anadolu yağışlarının istatistiksel olarak incelenmesi, I. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 185-198.
- Türkes, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *Int J Climatol* 16: 1057–1076.

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

- 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., Sümer, U.M., 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.
- Türkeş, M., Erlat, E. (2003). Precipitation Changes and Variability in Turkey Linked to the North Atlantic Oscillation During the Period 1930-2000. *International Journal of Climatology* 81: 45–69.
- 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., Erlat, E. (2006). Influences of the North Atlantic Oscillation on Precipitation Variability and Changes in Turkey, *Nuovo Ci-mento Della Societa Italiana Di Fisica C-Geophysics and Space Physics*. 29: 117-135.
- Türkeş, M., Koc, T., Sarış, F. (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Cozumlenmesi. *Cografî Bilimler Dergisi*. 3: 57-73.
- Turp, M.T. (2006). Statistical Relationship between the North Atlantic Oscillation and the Climate of Turkey, B.S., Physics, Yıldız Technical University, İstanbul.
- USGS, (2016). http://water.usgs.gov/nwc/explain_data.html
- Uzunkol, M., Kızılelma, Y. (2016). Ceyhan Havzası'nın Kuraklık Durumu Ve Eğilimlerinin Belirlenmesi, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, y.4, s.29: 503-519.
- Van Loon, H., Rogers, J.C. (1978). The seesaw in winter temperatures between Greenland and northern Europe. Part I: winter. *Mon Wea Rev* 104: 365-380.
- Visbeck, M., Hurrell, W.J., Polvani, L., Cullen, H.M. (2000). The North Atlantic Oscillation: Past, Present and Future, *Proceedings at the 12th Annual Symposium on Frontiers of Science*. 98: 12876-12877.
- Visbeck, M.H., Hurrell, J.W., Polvani, L., Cullen, H.M. (2001). The North Atlantic Oscillation: Past, Present, and Future *Colombia*. 98 (23) 12876-12877.
- Von Neumann, J. (1941). Distribution of the ratio of the mean square successive difference to the variance, *Annals of Mathematical Statistics* 13: 367–395.
- Yetmen, H. (2006). GAP Alanında Kuzey Atlantik Salınımı'na Bağlı Yağış ve Akım Değişimleri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Walker, G.T. (1924). Correlations in seasonal variations of weather. IX. *Memoirs Indian Meteorology Department* 24:275-332.
- Walker, G.T., Bliss, E. (1932). World weather V. *Memoirs of the Royal Meteorological Society* 4: 53-84.
- Xoplaki, E. (2002). Climate Variability Over the Mediterranean, PhD Dissertation, University Of Bern. Switzerland.
- Xoplaki, E., Luterbacher, J., Burkard, R., Patrikas, I., Maheras, P. (2000). Connection between the large scale 500 hPa geopotential height fields and precipitation over Greece during wintertime. *Climate Research* 14: 129–126.