



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 7 Sayı: 30 Volume: 7 Issue: 30

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

İZMİR VE ANKARA'DA YAĞIŞ PATERNİ İLE KUZZEY ATLANTİK SALINIMI (NAO) ARASINDAKİ İLİŞKİ

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE NORTH ATLANTIC OSCILLATION (NOA) AND PRECIPITATION PATTERNS IN IZMIR AND ANKARA

Ahmet KARAKOÇ*

Şermin TAĞIL**

Öz

Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Akdeniz havzasında kısa ve uzun süreli yağış değişkenliğini kontrol eden en önemli atmosfer salınımlarından birisidir. Bu çalışmanın amacı Batı Anadolu'daki İzmir ve Orta Anadolu'daki Ankara'da yağış değişkenliği üzerine NAO'nun etkisini araştırmaktır. Bu amaçla, çalışmada her ilden beş istasyonun 1965-2011 yılları arasındaki ortalama yağışları ve kış yağışları kullanılmıştır. Yağış değişkenliği ile Kuzey Atlantik Salınım İndeksi (NAOI) arasındaki ilişki korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Korelasyon katsayısının anlamlılığı da Student's testi kullanılarak kontrol edilmiştir. Analiz bulguları yıllık ortalama yağışlar ve NAOI arasında istatistiksel olarak anlamlı (% 95 güven seviyesi) negatif korelasyonu göstermiştir. Kış yağışları ile olan ilişki de İzmir ilindeki İzmir, Çeşme ve Selçuk istasyonları hariç %95 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu istasyonların karakteristik özelliği denizel Akdeniz iklimine sahip olmalarıdır. Yapılan analizlere göre nemli (1970'lerin başı, 1980'lerin başı ve 2000'lerin sonları) ve kurak (1982-1994 ile 1990 ve 2000'ler boyunca) dönemler ile NAO indisleri arasında da yakın bir ilişki olduğu görülmektedir. Sonuçlara bağlı olarak batı ve orta Anadolu'da gelecek iklim modellerinde yağış ile NOA arasındaki ilişkinin dikkate alınması gerektiği söylenilebilir.

Ahatar Kelimeler: Ankara, İzmir, Korelasyon, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Yağış.

Abstract

The North Atlantic Oscillation (NAO) is the most important atmospheric circulation which controls short and long term precipitation variability in Mediterranean basin. The aim of the study is to investigate the influence of the NAO on precipitation in Izmir, Western Anatolia and Ankara, Central Anatolia. For this reason, in the study, the annual and winter precipitation time series were examined on the basis of measurements of 5 surface stations in the each province for the period 1965–2011. The relationship between precipitation variability and the North Atlantic Oscillation Index (NAOI) was examined using correlation analysis. Statistical significance of the correlation coefficients has also been checked by the Student's t test. The findings of the analysis showed that statistically significant (95% confidence level) negative correlation between annual precipitation and NAOI. The winter relationships were also statistically significant at 95% CL except Izmir, Cesme and Selcuk stations of the Izmir province. These stations are characteristic with a Mediterranean maritime climate. From the analysis, it also is seen that there is close relationship between NAOI and wet (early 1970s, early 1980s and late 2000s) and dry (1982-19984, and throughout 1990s and 2000s) periods. Based on the results, it can be said that the relationship between precipitation and NOA should be taken into account in the future climate modeling in Western/Central Anatolia.

Keywords: Ankara, İzmir, Correlation, North Atlantic Oscillation (NAO), Precipitation.

* Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

** Sorumlu yazar: Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

1. GİRİŞ

Atmosferdeki geniş ölçekli salınımlar, dönemsel karaktere sahip iklim anomalileri olup birbirinden binlerce kilometre uzakta bulunan alanlarda sıcaklık ve nemlilik bakımından zıt koşullar oluşturabilmektedirler (Yetmen, 2006). Özellikle, El Niño Güneyli Salınımı (*ENSO*), Arktik Salınım (*AO*) ve Kuzey Atlantik Salınımı (*NAO*) Kuzey Atlantik, Avrupa ve Akdeniz Havzasında kısa ile uzun vadeli iklimsel değişikliklere neden olmaktadır (Yetmen, 2006; Türkeş ve Erlat, 2006). Bunlardan *NAO*, kuzey yarım kürede yıllar arası atmosferik değişkenliğin en belirleyici fenomenlerinden birisidir (Küçük ve diğ., 2009). *NAO*, Kuzey Atlantik'teki subpolar ve subtropikal bölge boyunca deniz yüzeyi sıcaklığından kaynaklanan basınç farkı sonucu oluşmakta; bu fark ise Azor yakınlarındaki (Gibraltar/Ponta Delgada/Lisbon) subtropikal bölgede yüksek basınç ve İzlanda yakınlarındaki (Stykkisholmur/Reykjavik) subpolar bölgede alçak basınç koşulları ile ortaya çıkmaktadır (Türkeş ve Erlat, 2006; Bachmann, 2007; Sarış ve diğ., 2010).

Normalize edilmiş *NAO* indisleri (*NAOIs*) bu salınının davranışını gözlemlemek ve ekstrem *NAO* dönemleri ile bölgesel iklim anomalilerini ilişkilendirmek amacıyla geliştirilmiştir. *NAO* indisi (*NAOI*) Azor ve İzlanda'daki istasyonların deniz seviyesi basınç farkının (*DSB-SLP*) normalleştirilmesi ile elde edilmekte; yıllık, mevsimlik ve aylık olarak hazırlanmaktadır (Türkeş ve Erlat, 2003; Karabörk ve diğ., 2005). Bununla birlikte gerek şiddet, mekânsal olarak en etkili olduğu dönem Aralık-Mart ayları arasındaki dönemdir. Bu aylar arasındaki zaman dilimini kapsayan bir başka indis de *NAO* kış indisidir (*NAOI_{KİŞ}*) (Karabörk ve diğ., 2002; Hızarcıoğlu, 2010). Buna göre *NAOI* değeri +1'e eşit veya daha büyükse etkisi pozitif; -1'e eşit veya daha küçük ise negatiftir. Pozitif *NAOI* evresi, Azor bölgesinde ortalamadan daha güçlü subtropikal yüksek, İzlanda bölgesinde ise ortalamadan daha düşük alçak basınç koşullarını ifade etmektedir. Bu basınç farkının artması Atlantik okyanusu boyunca kuzey sektörlü ve güçlü kış fırtınalarının artmasına neden olmaktadır. Bu durum Amerika'nın doğusu, İskandinavya'nın bir kısmı ve Kuzey Avrupa'da normalden daha nemli koşulların ortaya çıkmasına; Akdeniz Havzasında ise tam tersi bir durum yaşanarak daha kurak koşulların ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Visbeck ve diğ., 2000; Karabörk ve diğ., 2005). Negatif *NAO* evresi ise Azor ile İzlanda arasındaki basınç farkının azalmasının bir sonucudur. Bu dönemde Azor, normal basınç değerinin altında, İzlanda ise normal basınç değerinin üstünde değerler göstermektedir. Bu dönemde zayıflayan Batı rüzgârları, kış mevsimlerinde ılık ve nemli hava kütlelerini Akdeniz havzasına taşımakta; Kuzey Avrupa ve İskandinavya'da kurak ve soğuk hava koşulları yaşanırken Akdeniz'de daha ılık ve nemli koşulları ortaya çıkarmaktadır (Karabörk ve diğ., 2005; Bachmann, 2007; Hızarcıoğlu, 2010).

Türkiye tipik olarak denizel subpolar ve subtropikal hava kütlelerinin mevsimlik değişimlerinden kaynaklanan sıcak ve kurak yazlar ile serin ve nemli kışlarla tanımlanan Akdeniz makro-klima iklim bölgesindedir (Cullen ve De Menocal, 2000). Türkiye'deki yağışın dağılımını etkileyen ana coğrafi faktörler denizlerin konumu, dağların uzanış doğrultusu ve cephesel depresyonların geçiş yollarına karşı yamaçların konumu olsa da (Koçman, 1993), *NAO*, iklim değişikliğine karşı küresel ölçekte en hassas alanlardan birisi olan Akdeniz havzasında son yüzyılda yağış değişkenliğini büyük oranda kontrol etmiştir (Cullen, 2000; Moreno ve diğ., 2011; Ölgün, 2010). Bu nedenle, Türkiye yağışları özellikle kış aylarında bölgesel atmosferik dolaşım koşullarına ve basınç merkezlerine bağımlılık göstermektedir.

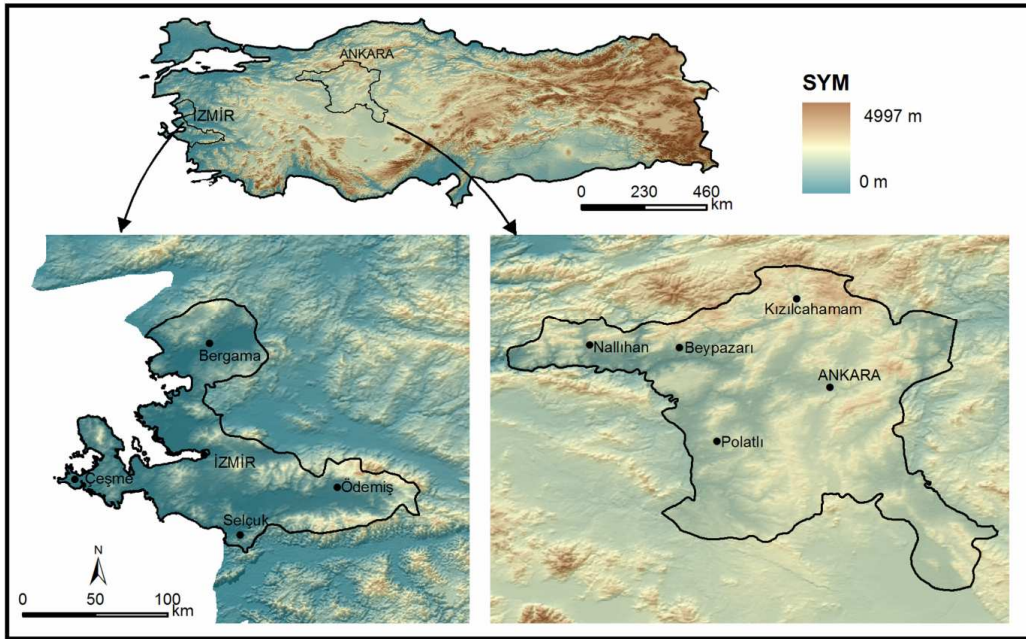
Türkiye'deki yağış koşulları (özellikle de kış yağışları) ile *NAOI* değerleri arasındaki ilişki daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda farklı mekansal ve zamansal ölçeklerde ortaya konulmuştur (Karabörk ve diğ., 2005; Türkeş ve Erlat 2003, 2005, 2006). Türkiye'de pozitif *NAOI* evresinde genellikle kurak; negatif *NAOI* evresinde ise yağışlı koşullar gözlenmektedir (Sarış ve diğ., 2010; Türkeş ve Deniz, 2011). Yapılan çalışmalara ekstrem *NAOI* evrelerinde bu ilişkinin Karasal İç Anadolu bölgesi ve Akdeniz bölgesinde daha anlamlı ve tutarlı olduğunu göstermektedir (Sarış ve diğ., 2010; Türkeş ve Deniz, 2011).

Bu çalışmanın amacı İzmir ve Ankara illerinden seçilmiş bazı istasyonlara ait yıllık (1965-2011) toplam yağış değerleri ile NAOI değerleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir. Öte yandan NAO'nun kış aylarındaki etkinliği bilindiğinden (Cullen, 2000; Erlat, 2002; Greatbach, 2000; Karabörk ve diğ., 2005; Krichak ve Alpert 2005, Türkeş ve Erlat, 2003, 2005; Türkeş ve Acar, 2011) NAO kış indisi ($NAOI_{KİŞ}$) kullanılarak seçilen istasyonlar üzerinde kış aylarındaki etkinliğini değerlendirmek bu çalışmanın amaçları arasındadır. Bu kapsamda araştırma soruları şu şekilde ortaya konmuştur: (1) Ankara ve İzmir illerinde bulunan istasyonlara düşen yıllık yağış değerleri ile NAOI değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel anlamda yönü ve gücü nedir? (2) Bu ilişkinin zayıfladığı ya da güçlendiği dönemler ve istasyonlar var mıdır? (3) Varsa hangi istasyonlarda ya da zamanlarda bu ilişki daha belirgindir? (4) NAO kış indisi ($NAOI_{KİŞ}$) ile seçilen istasyonlara düşen kış yağışları arasındaki ilişkinin yönü ve gücü nedir?

2. VERİ VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada İzmir ve Ankara illeri araştırma alanı olarak incelenmiştir. Çalışma sahası olarak seçilen alanlardan birisi olan İzmir Türkiye'nin batısında, Ege Bölgesinde yer almaktadır. Koçman (1993)'ın sıcaklık rejimi tanımlamasına göre İzmir, Akdeniz kıyı kuşağı ile Ege bölgesinin Ege bölümü ovalarında egemen olan Denizsel Akdeniz termik rejimi içerisinde yer almaktadır. Yılın 4-6 ayında 20°C 'den fazla olan ortalama sıcaklıklar en sıcak aylarda 27°C - 28°C 'ye yükselmektedir. Deniz etkisinin kuvvetli olması nedeniyle de kışın sıcaklık ortalamaları 7°C - 10°C civarında seyretmektedir. Bir diğer çalışma sahası olan Ankara ise İç Anadolu bölgesi ile kenar dağların bu bölgeye dönük bölümlerinin önünde kalan alanlarda hüküm süren Karasal İç Anadolu termik rejimi içerisinde yer almaktadır. Bu rejim tipinde Kış mevsimi batıya doğru artmak koşuluyla soğuk geçmekte; ortalama sıcaklık 0° ile -3°C arasında değişmektedir. Ortalama 20°C olan yaz sıcaklıkları en sıcak aylarda 19°C - 23°C arasında değişmektedir (Koçman, 1993).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan istasyonların dağılışı (SYM: Sayısal Yükseklik Modeli)

Koçman (1993)'ın yağış rejimi tanımlamasına göre çalışma sahası içerisinde yer alan İzmir, Akdeniz yağış rejimi içerisinde yer almaktadır. Ege bölümü ve Akdeniz bölgesi kıyı kuşağında etkili olan bu rejimin en belirgin özelliği İzmir'de kış ayları çok yağışlı, yaz ayları ise mutlak derecede kurak geçmektedir. İzmir bölgesinde yağış Eylül ve Ekim aylarındaki kısa süreli yağışlardan sonra artmaya başlar Aralık ve Ocak aylarında ise en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Buna karşın

yağışlar Ocak ve Şubat aylarında başlayan azalma ile Temmuz ve Ağustos aylarında en düşük seviyeye inmektedir. Ankara ise İç Anadolu karasal geçiş tipi yağış rejimi etkisindedir. Bu rejimde denizlerin etkisini engelleyen yüksek kenar dağları ve artan karasallığın etkisiyle güney ve batıdaki Akdeniz, kuzeydeki Karadeniz ve doğudaki karasal rejimin özellikleri değişmekte, buraya özgü bir geçiş tipi ortaya çıkmaktadır. Bu bölgede termik nedenlerle oluşan konveksiyonel yağışlar yaz kuraklığını hafifletir. Ankara yöresinde Ekim ayında artmaya başlayan yağışlar Nisan ayına kadar devam etmekte; Mayıs ayında nispi nemin maksimuma ulaşmasına karşın Hazirandan itibaren azalmaya başlamakta ve Ağustos ayında minimuma ulaşmaktadır (Koçman, 1993).

2.2. Veri

Bu çalışmada, bağımlı değişken olarak Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden (DMİ) elde edilen yıllık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Bu kapsamda, 1965-2011 yılları arasında Ankara il sınırları içerisindeki 5 istasyon (Ankara, Beypazarı, Kızılcahamam, Nallıhan, Polatlı) ile İzmir il sınırları içerisindeki 5 istasyon (Bergama, Çeşme, İzmir, Ödemiş, Selçuk) olmak üzere toplam 10 istasyonun verileri incelenmiştir (Tablo 1). Bu istasyonların seçilmesinin nedeni tüm istasyonların 1965-2011 yılları arasında kesintisiz veriye sahip olmasıdır. Söz konusu illere ait diğer istasyonların verileri kesintili olduğundan güvenilir bulunmamış ve çalışmaya dâhil edilmemiştir. Seçilen istasyonların il sınırları içerisinde homojen bir yayılım göstermesine dikkat edilmiştir (Şekil 1). Kış yağışları ve yıllık ortalama yağışlar ayrı olarak değerlendirilmiştir. Kış yağışları, kış aylarında düşen yağış toplamalarının ortalamaları alınarak elde edilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonları.

	İstasyon	Enlem	Boylam	Yükselti (m)
ANKARA	Ankara	39,9727 K	32,8637 D	890,52
	Beypazarı	40,1608 K	31,9172 D	682
	Kızılcahamam	40,4729 K	32,6441 D	1033
	Nallıhan	40,1733 K	31,3320 D	650
	Polatlı	39,5834 K	32,1624 D	886
İZMİR	Bergama	39,1098 K	27,1710 D	53
	Çeşme	38,3036 K	26,3724 D	5
	İzmir	38,3949 K	27,0819 D	29
	Ödemiş	38,2115 K	27,9642 D	111
	Selçuk	37,9445 K	27,3673 D	17

Çalışmanın bağımsız değişkenini ise NAOI verileri oluşturmuştur. NAOI ve NAOI_{KİŞ} verileri için (1965-2011) Hurrell (1995)'in hazırladığı indis kullanılmıştır. Bu indis Lizbon (Portekiz) ve Stykkisholmur/Reykjavik [L-S/(R)] istasyonları arasındaki deniz seviyesi basınç farkının 1864-1983 yılları arasındaki ortalama ve standart sapmaları dikkate alınarak Hurrell (1995) tarafından standartlaştırılmıştır. Yıllık ortalama ve kış NAO indisleri National Centre of Atmospheric Research (NCAR) internet sitesinden (<https://climatedataguide.ucar.edu>) elde edilmiştir.

2.3. Yöntem

Bu çalışmada aylık ve kış mevsimine yağış verileri standartlaştırılmıştır. Yağışların standartlaştırılmasında Erlat (2002) ve Türkeş ve Erlat (2003, 2005, 2006, 2008) tarafından önerilen denklem 1 kullanılmıştır:

$$NYA = (Y_i - \bar{Y}) / \sigma \quad (1)$$

Burada;

NYA; satandardlaştırılmış-normalize edilmiş yağış anomalisini,

Y_i ; bir istasyonun herhangi bir yılına ait (yıllık ya da mevsimlik) toplam yağışı (mm),

\bar{Y} ; uzun süreli (yıllık ya da mevsimlik) ortalama yağışı (mm) ve

σ ; standart sapmayı ifade etmektedir.

Seçilen istasyonlara ait standartlaştırılmış yıllık toplam yağış verileri ile yıllık NAOI ve NAOI_{KIŞ} ortalamaları arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için Pearson Korelasyon Katsayısı (r) kullanılmıştır (Türkeş ve Erlat, 2003, 2005, 2008; Sarış ve diğ., 2010). Pearson Korelasyon Katsayısı iki değişkenin de sürekli olmasını ve değişkenlerin birlikte normal dağılım göstermesini gerektirmektedir (Büyüköztürk, 2004). Çalışmada kullanılan verilerin sürekli olmaları nedeniyle bu teknik tercih edilmiştir. Korelasyon katsayısının istatistiksel anlamlılığı da Student's T Testi kullanılarak değerlendirilmiştir (Türkeş ve Erlat, 2003, 2005, 2008; Sarış ve diğ., 2010). Yapılan Çarpıklık ve basıklık hesaplamaları verinin normal dağılım gösterip göstermediğini açıklayan çok önemli parametrelerdir. Pozitif basıklık frekanslar arasında belirli aralıklarda yoğunlaşma olduğunu (daha basık), negatif basıklık da değerlerin frekanslarının birbirine daha yakın (daha sivri) olduğunu göstermektedir (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004). Bu kapsamda bakıldığında Çeşme ve Bergama istasyonunun pozitif, diğer istasyonların da negatif yönde çarpık olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan Bergama istasyonu hariç tüm istasyonların negatif yönde basık olduğu belirlenmiştir. Ancak her iki göstergede de sonuçlar kritik -2 ve +2 sınırları içerisinde olduğundan verilerin normal dağılıma sahip olduğu kabul edilmiştir.

Yağış serilerinin iklimik olmayan ani değişimlere karşı homojenliğini test etmek için Thom homojenlik testi uygulanmıştır (Karabulut ve Cosun, 2009). Thom testi, serinin ortalamasına göre değişimini ölçen parametrik olmayan bir testtir. Serideki her bir değer belirlenen ortancaya göre küçük ya da büyük oluşlarına göre dizilere ayrılmaktadır. "N" elemanlı bir seride ortalamadan büyük ve küçük olan ve birbirini takip eden her değer veya değerler bir dizi meydana getirmektedir. Önemli olan ise dizilerin (R) sayısıdır (Karabulut ve Cosun, 2009). Yapılan Thom homojenlik testi sonuçlarına da Nallıhan ve Bergama istasyonlarına ait veriler %90, diğer istasyonlara ait veriler ise %95 güven aralığında homojen olduğunu göstermektedir. Böylece parametrik verilerin korelasyon analizinde gerekli olan normal dağılıma sahip olma koşulunun yanında homojen olma koşulu da sağlanmıştır.

Student's T dağılımının iki kuyruklu (two-tailed) testi kullanılarak oluşturulan H_0 hipotezi "*belirlenen istasyonlara ait (yillik ya da kış) ortalama yağış değerleri ile (yillik ya da kış) ortalama NAOI değerleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur*" dur. Pearson's korelasyon katsayısı 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Çalışmada kullanılan tüm, istatistiksel analizler SPSS 12.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar farklı tablo ve grafiklerle ortaya konmuştur.

3. BULGULAR

Bu çalışmada Ankara il sınırları içerisindeki Ankara, Kızılcahamam, Nallıhan, Beypazarı, Polatlı ile İzmir il sınırları içerisindeki Ödemiş, Selçuk, İzmir, Çeşme ve Bergama' da düşen yağışların dağılım özellikleri betimsel istatistiklerle ortaya konmuş ve Tablo 2'de gösterilmiştir. Buna göre, incelenen istasyonlar arasında İzmir en yüksek ortalamaya sahipken, Nallıhan en düşük ortama yağışlara sahiptir. Yağışlardaki ortalamadan olan sapma da İzmir'de yüksek; Polatlı'da ise düşüktür. İç Anadolu'daki istasyonlarda yağış farkı Ege Bölgesindeki yağışlara göre daha düşüktür. En büyük fark, Bergama'da; en düşük fark ise Beypazarı'nda gözlenmektedir (Tablo 2).

Yapılan Pearson Korelasyon Katsayısı ile değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve derecesi belirlenmeye çalışılmıştır (Tablo 3). Buna göre yıllık yağışlar ile yıllık ortalama NAOI arasında tüm istasyonlarda negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 3). Aynı şekilde tüm istasyonlarda kış yağışlarından elde edilen yağış toplamları ile NAOI_{KIŞ} arasında da negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bu ilişki yıllık ortalamalarda Polatlı, Ödemiş, Selçuk ve Çeşme istasyonlarında %95; diğer tüm istasyonlarda %99 güven aralığında anlamlı bulunmuştur. Öte yandan NAOI_{KIŞ} ile kış yağışları arasındaki ilişki İzmir, Çeşme ve Selçuk'ta anlamlı bulunmazken ($p>0,05$); Ödemiş ve Bergama'da %95 güven aralığında, diğer tüm istasyonlarda ise %99 güven aralığında anlamlı bulunmuştur.

Tablo 2. Çalışılan istasyonların betimsel istatistikleri ve homojenlik testi sonuçları

İstatistikler	ANKARA					İZMİR				
	Ankara	Beypazarı	K.Hamam	Nallıhan	Polatlı	Bergama	Çeşme	İzmir	Ödemiş	Selçuk
Ortalama	402,7	402,5	584,8	329	357,5	644,4	564,8	686,6	574,1	682,4
Varyans	6813,4	6222	14655,2	15919,3	4330,3	31844,2	21593,3	33986,1	16237,4	26777,7
Std. Sapma	82,5	78,9	121,1	126,1	65,8	178,4	146,9	184,4	127,4	163,6
Minimum	243,2	253,4	340,2	121,6	245,5	133,4	210,9	339	346	342
Maksimum	593,5	561,2	876,3	643,1	500,1	1022,5	869,7	1086	876,7	1060
Çarpıklık	0,11	0,09	0,3	0,25	0,17	-0,22	-0,31	0,19	0,45	0,12
Basıklık	-0,13	-0,67	-0,4	-0,37	-0,75	0,46	-0,55	-0,28	-0,11	-0,45
Ortanca	403,5	413	584,4	314,6	355,8	643,1	590,8	685,1	552,9	686,5
Kartiler 25%	347,5	340,2	488,4	240,1	309,8	509,5	441,5	549,4	491,8	556,7
Kartiler 75%	457	457,4	661,4	427,8	414,9	758,7	674,5	793,5	658,1	806,8
*Thom Testi (Z)	0,298	-0,729	0,003	-2,019	0,146	-1,767	0,000	-0,587	-0,438	-0,587

*Thom Testi: $-1,68 < Z < +1,96$; %95 güven aralığında homojen; $-2,54 < Z < +2,54$; %90 güven aralığında homojen

Tablo 3. Pearson Korelasyon Katsayısı (r) ve Student T-Testi (t) Sonuçları

İstasyon	ANKARA				
	Ankara	Beypazarı	Kızılcahamam	Nallıhan	Polatlı
Yıllık Ort. (r)	-0,430**	-0,501**	-0,399**	-0,424**	-0,329*
Yıllık Ort. (t)	0,707	0,713	0,704	0,707	0,698
Kış (r)	-0,584**	-0,568**	-0,388**	-0,584**	-0,613**
Kış (t)	0,259	0,257	0,234	0,259	0,263
İstasyon	İZMİR				
	Bergama	Çeşme	İzmir	Selçuk	Ödemiş
Yıllık Ort. (r)	-0,539**	-0,299*	-0,441**	-0,390*	-0,360*
Yıllık Ort. (t)	0,716	0,696	0,708	0,704	0,701
Kış (r)	-0,355*	-0,270	-0,259	-0,289	-0,329*
Kış (t)	0,230	0,218	0,216	0,220	0,226

* $r < 0.05$: %95 anlamlılık düzeyinde anlamlı;

** $r < 0.01$: %99 anlamlılık düzeyinde anlamlı

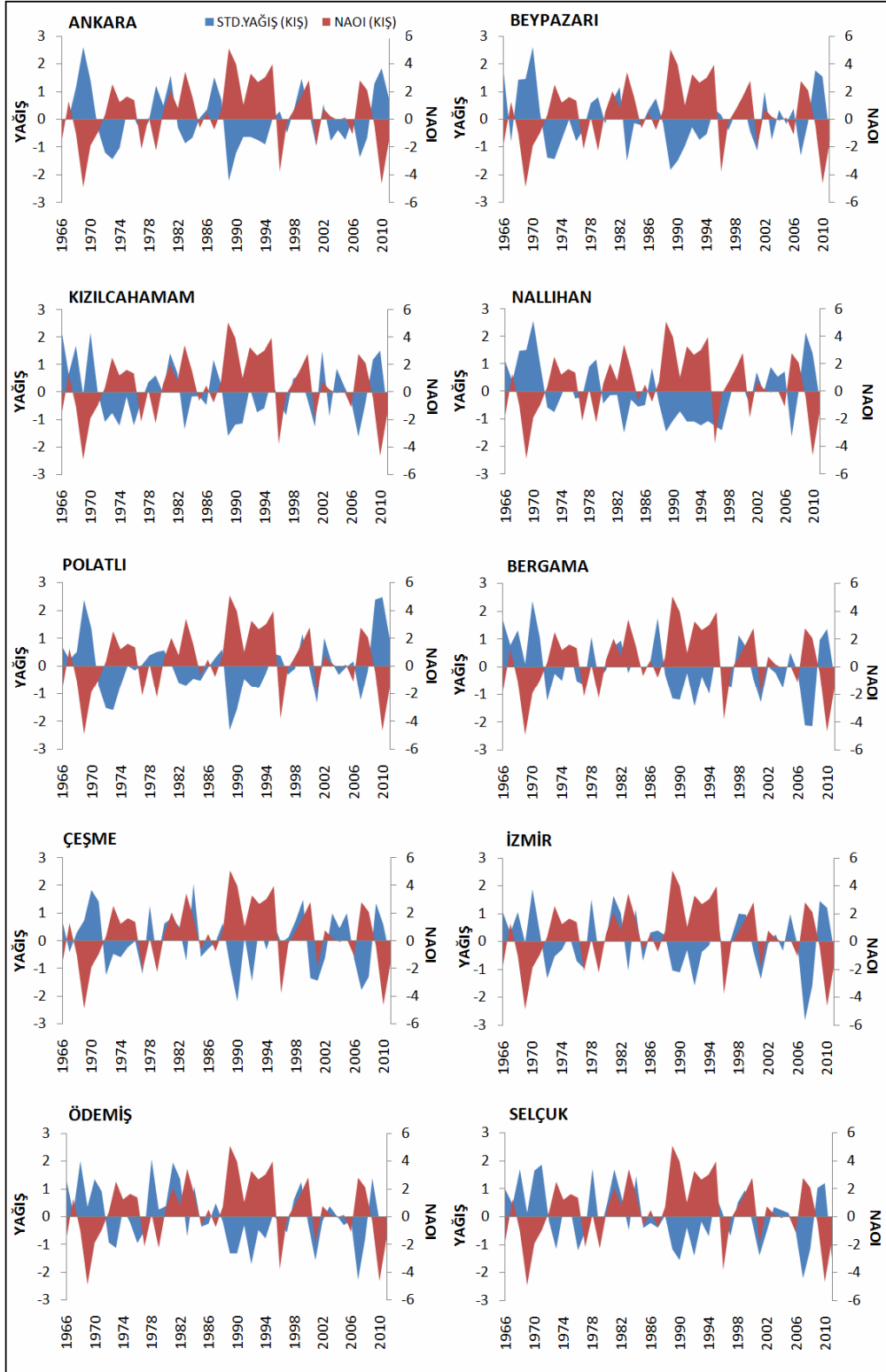
$t > 0.05$: H_0 hipotezi ret, H_1 hipotezi kabul

Korelasyon katsayılarının büyüklük bakımından yorumlanmasında tam bir mutabakat olmasa da Büyükköztürk (2004)'e göre korelasyon katsayısının 0.70-1.00 arasında olması yüksek; 0.70-0.30 arasında olması orta; 0.30-0.00 arasında olması da düşük düzeyde bir ilişkiyi temsil etmektedir. Bu derecelendirmeye göre bakılırsa, yıllık ortalamalarda seçilen istasyonların tamamında orta düzeyde negatif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Göreceli olarak en kuvvetli ilişki Bergama ve Beypazarı istasyonlarında, en zayıf ilişki ise Çeşme ve Polatlı istasyonlarında tespit edilmiştir. $NAOI_{KİŞ}$ ile kış yağışları arasındaki ilişki incelendiğinde de en kuvvetli anlamlı ilişki Polatlı, Nallıhan ve Ankara istasyonlarında; en zayıf anlamlı ilişki de İzmir, Çeşme ve Selçuk istasyonlarında olduğu tespit edilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi İzmir, Çeşme ve Selçuk istasyonlarında anlamlı olmayan zayıf bir ilişki belirlemiştir ($p > 0.05$).

Student T-Testi sonuçları da bulunan negatif korelasyon ilişkisini desteklemektedir. Çalışılan tüm istasyonlar için kurulan H_0 hipotezi: "belirlenen istasyonlara ait (yıllık ya da kış) ortalama yağış değerleri ile (yıllık ya da kış) ortalama $NAOI$ değerleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur" reddedilmiştir. Dolayısıyla seçilen istasyonlara düşen yağış miktarı ile $NAOI$ arasında %95 güven aralığında anlamlı bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir.

Kış yağışları ve $NAOI_{KİŞ}$ arasındaki ilişkinin incelenmesi için oluşturulan grafik incelendiğinde iki değişken arasındaki negatif ilişki açıkça görülmektedir (Şekil 2). Özellikle belli dönemlerde bu ilişki daha da dikkati çekmektedir. Örneğin; 1970'e kadar olan dönemde yağış anomalileri güçlü pozitif, buna karşın $NAOI_{KİŞ}$ değerleri güçlü negatif bir durum sergilemiştir. 1970'lerin başında ise durum tersine dönmüş, yağış anomalileri negatif, $NAOI_{KİŞ}$ değerleri pozitif yönde bir eğilim sergilemiştir. 1970'lerin sonu ve 1980'lerin başında tekrar pozitif yağış koşulları ortaya çıkmış; ancak bu dönemde hem yağışlar hem de $NAOI_{KİŞ}$ değerleri pozitif eğilim göstermiştir. Özellikle 1980'lerin sonundan 1990'ların ortasına kadar olan dönemdeki kurak koşullar ve $NAOI_{KİŞ}$ değerlerinin güçlü pozitif eğilimi dikkat çekmektedir. 1990'ların sonunda hem yağış hem de $NAOI_{KİŞ}$ değerleri pozitif eğilim göstermektedir. Buna

karşın 2000'li yılların ortalarında yağışlar önemsiz sayılabilecek pozitif eğilim gösterse de bu dönemin sonuna kurak koşullar gözlenmektedir. 2000'li yılların sonu ise tüm istasyonlarda nemli koşullar ile ayırt edilir. 2009-2010 yıllarında neredeyse tüm istasyonlarda pozitif yağış değerleri gözlenirken 2011 yılında tekrar düşüşe geçmiştir.



Şekil 2. NAOI_{KIŞ} değerleri ile normalize kış yağışları grafiği

İncelenen dönem içerisinde en kurak yılların Ankara, Beypazarı ve Polatlı istasyonları için 1973-1989, Kızılcahamam ve Nallıhan istasyonları için ise 1989 ve 2007 yılları olduğu tespit edilmiştir. Başka bir anlatımla 1989 yılı Ankara'daki tüm istasyonlar için ortak kurak yıldır. Buna karşın Selçuk ve Çeşme istasyonlarında 1990 ve 2007, Ödemiş, İzmir ve Bergama istasyonlarında 1992 ve 2007 yılları en kurak yıllar olarak belirlenmiştir. İzmir için de 2007 yılı ortak kurak yıl olarak ifade edilebilir. İnceleme alanındaki tüm istasyonlar için 1960'ların sonu en yağışlı dönemdir. Buna karşın 1973, 1990 yılının önü ve arkası ile 2007 yılı kuraklığın en belirgin olduğu yıllardır.

4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesin'deki Ankara il sınırları içerisindeki Ankara, Beypazarı, Kızılcahamam, Nallıhan ve Polatlı ile Ege Bölgesin'deki İzmir il sınırları içerisindeki Bergama, Çeşme İzmir, Ödemiş ve Selçuk' da düşen yağışların NAOI ile ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda kış yağışları ile $NAOI_{KİŞ}$ arasındaki ilişkinin yönü ve gücü de analiz edilmiştir.

Sonuçlar, yıllık ortalamalarda NAOI ile yıllık yağışlar arasında negatif yönlü anlamlı ilişkinin olduğunu göstermektedir. Ancak aynı negatif yönlü ilişki kış yağışlarında da tespit edilmekle birlikte; İzmir, Çeşme ve Selçuk'ta ise bu ilişkinin anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Feidas ve diğ., (2006), çalışma alanının batı komşusu olan Yunanistan'da kış yağışları ile NAOI arasında orta derecede negatif yönlü ($r=-0,4$) bir ilişkinin olduğunu; Hatzianastassiou ve diğ., (2008)'de bu ilişkinin kış aylarında anlamlı negatif, yaz aylarında anlamlı pozitif, ilkbahar ve sonbahar aylarında anlamlı olmayan negatif yönde olduğunu tespit etmişlerdir. Türkes ve Erlat (2003) da Türkiye'deki kış mevsimindeki yağış değişkenliği ile NAO kış indisi arasındaki ilişkiyi inlemişler ve Orta ve Batı Anadolu'da güçlü; Akdeniz ve Karadeniz'in kıyısız alanlarında zayıf bir ilişki tespit etmişleridir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde Orta Anadolu'daki istasyonlarda ilişkinin güçlü bulunması, buna karşın denizel özellik taşıyan kıyıdaki İzmir, Çeşme ve Selçuk istasyonlarında bu ilişkinin zayıflaması daha önce yapılan bu çalışmayla paralellik göstermektedir. Batı Anadolu'da Lopez-Moreno ve diğ. (2011) de $NAOI_{KİŞ}$ ile kış yağışları arasındaki ilişkinin zayıf ya da hiç olmadığından söz etmiştir. Yine aynı çalışmada Orta Anadolu'da kış yağışları ile istatistiki olarak anlamlı negatif ilişki tespit edilmiştir (Lopez-Moreno ve diğ., 2011).

Orta Anadolu'da bulunan istasyonlar ile NAOI arasındaki ilişkinin kış mevsiminde güçlenerek devam etmesi, buna karşın denizel istasyonlarda zayıflaması Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri ve bunların mevsimlik davranışları ile yakından ilgilidir. Kış mevsiminde doğudan giren cP hava kütlesi İç Anadolu'yu kaplayarak nispeten kararlı koşullar yaratmakta ve yağış oluşumunu güçleştirmektedir. Negatif NAO evresi ile birlikte Azor YB sisteminin zayıflaması sonucu orta enlem depresyonları Akdeniz üzerinden Anadolu'nun iç kesimlerinde doğru ilerlemekte ve yağış almaya başlamaktadır. Kıyı Ege'de ise yağış oluşumu orografik süreçlerden de etkilendiği için yalnızca negatif NAO evresine bağımlılık göstermemektedir. Bu durum denizel özellikleri en yüksek istasyonlar olan İzmir, Çeşme ve Selçuk'ta daha belirgindir. Lopez-Moreno ve diğ., (2011) de Türkiye'de dağlık bölgelerde ilişkinin zayıfladığından söz etmektedir. Önceki araştırmalar, Akdeniz dağlık bölgelerindeki farklılaşmayı, NAO değişkenliği ile ilişkili sinoptik ve iklim süreçleri ile açıklamışlardır (Hurrell ve van Loon, 1997; Trigo ve diğ., 2002). Philandras ve diğ. (2011) Akdeniz'de büyük çoğunluğunda kış yağışlarının 1970'lerden itibaren düşüş trendi gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca NAOI ile Akdeniz havzasındaki yağışlar arasındaki negatif korelasyonun yağışlı dönemde (Ekim-Mart) Akdeniz'in batısı ve doğusunda anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışma yağışların trend analizini kapsamıyor olsa da 1970'lerden sonra genel bir düşüş eğilimi olduğu görülmektedir.

Erlat (2002), 1936-1969 döneminde Türkiye'de nemli kış koşullarının, 1982-1994 (1987-1988 hariç) döneminde ise daha kurak koşulların hâkim olduğunu, bunun da negatif $NAOI_{KİŞ}$ değerleriyle ilişkili olduğunu belirtmiştir. Feidas vd. (2006), Yunanistan'da kış mevsiminde

1960-1973 ve 1979-1983 arasında nemli dönemden, buna karşın 1970'lerin ortası ve 1990'ları domine eden bir kurak dönemden bahsetmişlerdir (Feidas ve diğ., 2006). Bu araştırmada da 1970'lere kadar ve 1980'lerin başında nemli koşulların, buna karşın 1990 ve 2000'li yıllar boyunca (1990'lar ve 2000'lerin sonu hariç) kurak koşulların belirgin olduğu tespit edilmiştir. Türkeş ve Erlat (2003), Türkiye'de 1973 ve 1989 yıllarında ekstrem kurak koşulların yaşandığını tespit etmişlerdir. Aynı kurak koşullar 1990'ların orta ve sonları için de söz konusudur (Türkeş ve Erlat 2003). Zamansal ölçeği 2011 yılına uzanan bu çalışmada benzer koşullar gözlenmektedir. Öyle ki, İç Anadolu'da Ankara, Beypazarı ve Polatlı istasyonlarında aynı durumun devam ettiği, Kızılcahamam ve Nallıhan istasyonlarında en kurak yılların 1989 ve 2007 yılları olduğu tespit edilmiştir. Selçuk ve Çeşme istasyonlarında 1990 ve 2007; Ödemiş, İzmir ve Bergama istasyonlarında 1992 ve 2007 yılları en kurak yıllar olarak belirlenmiştir. Türkeş vd. (2009)'nin bahsettiği 1980'lerin başındaki nemli koşullar çalışma sahasındaki istasyonlarda da belirgindir fakat aynı dönemde hem yağış anomalilerinin hem de NAOI K15 değerlerinin pozitif olmasıyla dikkati çekmektedir.

Yapılan bu çalışma, geçmişte farklı mekânsal ve zamansal ölçekte yapılan çalışmalarda olduğu gibi NAO indisleri ile Türkiye'deki yağış değişkenliği arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koymaktadır. İklimsel değişkenliğe karşı en hassas alanlardan biri olan Akdeniz havzasında yağış değişkenliği ile geniş ölçekli atmosfer dolaşımının sürekli olarak incelenmesi gelecek için oluşturulan stratejilerin belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- BACHMANN, Nina (2007). "The North Atlantic Oscillation (NAO)", Termpaper Writing for MSc Biogeochemistry and Pollutant Dynamics, ETH Zurich.
- BÜYÜKÖZTÜRK, Şener (2004). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*, Ankara: PegemA Yayınları.
- CULLEN, M. Heidi and deMENOCA, B. Peter (2000). "North Atlantic Influence on Tigris-Euphrates Sstreamflow", *International Journal of Climatology*, S. 20 (8), s. 853-863.
- EM, Ali and HAMIDI, Nizamettin and TOPRAK, Z. Fuat (2007). "GAP Bölgesinde Yıllık Toplam Yağışların Değişimi ve Homojenlik Analizi", *1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*, (TİKDEK 2007), s. 379 – 393, İstanbul.
- ERLAT, Ecmel (2002). "Türkiye'de Yağış Anomalileri ve Kuzey Atlantik Salınımı ile İlişkisi", *Klimatoloji Çalıştayı* (11-13 Nisan 2002), s.193-210, İzmir.
- FEIDAS, Haralambos and NOULOPOULOU, Ch and MAKROGIANNIS, Timoleon and BORA-SENTA, Efthimia (2006). "Trend Analysis of Precipitation Time Series in Greece and Their Relationship With Circulation Using Surface and Satellite Data: 1955-2001", *Theoretical and Applied Climatology*, S. 87, s. 155-177.
- GREATBATCH, J. Richard (2000). "The North Atlantic Oscillation", *Stochastic Environment Research and Risk Assessment*, S.14, s.213-242.
- HATZIANASTASSIOU, Nicos and KATSOULIS, Basil and PNEVMATIKOS, John and ANTAKIS, V (2008). "Spatial and Temporal Variation of Precipitation in Greece and Surrounding Regions Based on Global Precipitation Climatology Project Data", *Journal of Climate*, S. 21, s. 1349-1370.
- HIZARCIOĞLU, Sibel (2010). *Kuzey Atlantik Salınımının Hidrolojik Değişkenler Üzerine Etkisi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- HURRELL, W. James and VAN LOON, Herry (1997). "Decadal Variations in Climate Associated with the North Atlantic Oscillation", *Climatic Change* S. 36, s. 301-336.
- KARABULUT, Murat and COSUN, Fatma (2009). "Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, S. 7 (1), s. 65-83.
- KARABÖRK, M. Çağatay and KAHYA, Ercan and KARACA, Mehmet (2002). "Kuzey Atlantik Salınımı ve Türkiye Üzerine Olası Etkileri". *Klimatoloji Çalıştayı* (11-13 Nisan 2002), Ege Üniversitesi, İzmir.
- KARABÖRK, M. Çağatay and KAHYA, Ercan and KARACA, Mehmet (2005). "The Influences of the Southern and North Atlantic Oscillations on Climatic Surface Variables in Turkey", *Hydrological Processes*, S. 19, s. 1185-1211.
- KOÇMAN, Asaf (1993). *Türkiye İklimi*, İzmir: E.Ü. Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- KRICHAK, O. Simon and ALPERT Pinhas (2005). "Signatures of the NAO in the Atmospheric Circulation During Wet Winter Months over the Mediterranean Region", *Theoretical. Applied Climatology*, S. 82 (1-2), s. 27-39.
- KÜÇÜK, Murat and KAHYA, Ercan and CENGİZ, M. Taner and KARACA, Mehmet (2009). "North Atlantic Oscillation Influences on Turkish Lake Levels", *Hydrological Process*, S. 23, s. 893-906.
- LÓPEZ-MORENO, I. Juan and VÍCENTE-SERRANO, M. Sergio and MORÁN-TEJEDA, Enrique and LORENZO-LACRUZ, Jorge and KENAWY, Ahmed and BENISTON, Martin (2011). "Effects of the North Atlantic 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*, S. 77, s. 62-76.
- ÖLGEN, M. Kirami (2010). "Türkiye'de Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı", *Ege Coğrafya Dergisi*, S. 1 (19), s. 85-95.

- PHILANDRAS, C. M and NASTOS, T. Panagiotis and KAPSOMENAKIS, John and DOUVIS, K. Costas and TSELIODIS, George and ZEREFOS, S. Christos (2011). "Long Term Precipitation Trends and Variability within the Mediterranean Region", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, S. 11, s. 3235-3250.
- SARIŞ, Faize and HANNAH, M. David and EASTWOOD, J. Warren (2010). "Changes in Precipitation and River Flow in Northeast Turkey: Associations With the North Atlantic Oscillation". *Sixth World FRIEND Conference*, (October, 2010), Fez, Morocco.
- TRIGO, M. Ricardo and OSBORN, J. Timothy and CORTE-REAL, Joao (2002). "The North Atlantic Oscillation Influence on Europe: Climate Impacts and Associated Physical Mechanisms", *Climate Research*, S. 20, s. 9-17.
- TÜRKEŞ, Murat and, ERLAT, Ecmel (2003). "Precipitation Changes and Variability in Turkey Linked to the North Atlantic Oscillation During the Period 1930-2000". *International Journal of Climatology*, S. 23, s. 1771-1796.
- TÜRKEŞ, Murat and, ERLAT, Ecmel (2005). "Climatological Responses of Winter Precipitation in Turkey to Variability of the North Atlantic Oscillation During the Period 1930-2001", *Theoretical and Applied Climatology*, S. 81, s. 45-69.
- TÜRKEŞ, Murat and, ERLAT, Ecmel (2006). "Influences of the North Atlantic Oscillation on Precipitation Variability and Changes in Turkey", *Nuovo Cimento Della Societa Italiana Di Fisica C-Geophysics and Space Physics*, S. 29, s. 117-135.
- TÜRKEŞ, Murat and, ERLAT, Ecmel (2008). "Influence of the Arctic Oscillation on Variability of Winter Mean Temperatures in Turkey", *Theoretical and Applied Climatology*, S. 92, s. 75-85.
- TÜRKEŞ, Murat and, KOÇ, Telat and SARIŞ, Faize (2009). "Spatiotemporal Variability of Precipitation Total Series over Turkey", *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.1768.
- TÜRKEŞ, Murat and ACAR DENİZ, Zahide (2011). "Güney Marmara Bölümü'nün (Kuzey Batı Anadolu) Klimatolojisi ile Yağış ve Akım Dizilerinde Gözlenen Değişimler ve Eğilimler", *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, S. 8 (1), s. 1579 - 1600.
- VISBECK, Martin and HURRELL, W. James and POLVANİ, Lorenzo and CULLEN, M. Heidi (2000). "The North Atlantic Oscillation: Past, Present And Future", *Proceedings at the 12th Annual Symposium on Frontiers of Science*, S. 98, s. 12876-12877.
- YAZICIOĞLU, Yahşi and ERDOĞAN, Samiye (2004). *SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Ankara: Detay Yayıncılık.
- YETMEN, Hürşit (2006). *GAP Alanında Kuzey Atlantik Salınımı'na Bağlı Yağış ve Akım Değişimleri*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.