



YEŞİLIRMAK VE KIZILIRMAK HAVZALARI AKIMLARI ÜZERİNDE KUZEY ATLANTİK SALINIMI VE ARKTİK SALINIMININ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Emre KEBAPCIOĞLU 
DSİ 72. Şube Müdürlüğü 60100 TOKAT
emrekebacioğlu@dsi.gov.tr

Turgay PARTAL 
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Atakum, Samsun, 55139
turgay.partal@omu.edu.tr

(Makalenin geliş tarihi: 22.09.2020, Makalenin kabul tarihi: 08.06.2021)

ÖZ

Son yıllarda yapılan çalışmalar, küresel atmosferik olayların iklim parametreleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu sebeple Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Arktik Salınım (AO) gibi küresel atmosferik salınımlar ve hidrolojik değişkenler (akım, yağış, sıcaklık gibi) arasındaki ilişkinin belirlenmesi, su kaynakları yönetimi açısından çok önemlidir. Bununla birlikte çeşitli büyük ölçekli salınımların ve akarsu debilerinin arasındaki tüm ilişkilerin değerlendirildiği çalışmalar literatürde çok nadirdir. Bu çalışmada, 5 tanesi Kızılırmak Havzası'nda, 4 tanesi Yeşilirmak Havzası'nda olmak üzere seçilen akım gözlem istasyonlarında, 1970-2015 yılları arasında ölçülen yıllık ve mevsimlik ortalama akımlar ile Kuzey Atlantik Salınımı ve Arktik Salınım indeksleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu ilişki belirlenirken Pearson Korelasyon Katsayıları Yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca yağışın, belirli bir süre geçtikten sonraki etkisinin belirlenmesi için mevsim ötelemeli korelasyon analizi yapılmıştır. Bu korelasyon katsayılarının istatistiksel bakımdan anlamlılığı Student's t- testi kullanılarak $\alpha=0,01$, $\alpha=0,05$ ve $\alpha=0,1$ anlam seviyesinde test edilerek değerlendirilmiştir. Böylece atmosferik indekslerin negatif ve pozitif fazlarının etkisi altındaki akım değerleri arasındaki farklar belirlenmiştir. Bu bağlamda, NAO ve AO indeksleri ile yıllık ve mevsimsel akımlar arasındaki ilişki belirlenmiştir. Sonuç olarak, NAO indeksi ile akım arasında negatif korelasyonun olduğu, bu durumun Kızılırmak Havzasında baskın olduğu bulunmuştur. AO indeksinin benzer şekilde akım ile negatif bir ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak özellikle Yeşilirmak Havzası'nın bir bölümünde pozitif korelasyonda görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: NAO, AO, akım, Yeşilirmak Havzası, Kızılırmak Havzası

DETERMINATION OF THE IMPACTS OF NORTH ATLANTIC OSCILLATION AND ARCTIC OSCILLATION ON YEŞİLIRMAK AND KIZILIRMAK BASIN FLOWS

ABSTRACT

Recent studies show that global atmospheric circulations are efficient on climate parameters. So investigating connections between the global atmospheric oscillations such as North Atlantic Oscillation (NAO), Arctic Oscillation (AO) and hydrological variables is very important for water resources managers. However, the studies which investigate the relationship between large-scale atmospheric circulations and basin streamflow is rare in the literature. This paper examines the relationship between the annually-seasonal average flows in Yeşilirmak River (4 stations) and Kızılırmak River (5 stations) basin of Turkey from 1970 to 2015 years and NAO and AO index. The Pearson Correlation Coefficients method was used to determine this relation. In addition, season-shift correlation analysis was conducted

to determine the effect of precipitation after a certain period of time. Besides, the differences between the average flows values under the influence of negative and positive phases of the atmospheric indices were determined. In this context, the correlation between the NAO, AO and annual-seasonal average flows was determined by correlation analysis. As a result, it was found that there was a negative correlation between the NAO index and the flow, which was dominant in the Kızılırmak Basin. It was also concluded that AO index has a negative relationship with annual-seasonal flows. However, it was found to have positive correlation in some part of Yeşilirmak Basin.

Keywords: NAO, AO, streamflow, Yeşilirmak Basin, Kızılırmak Basin

1 GİRİŞ

Atmosferdeki hava hareketleri, yeryüzünde farklı karaktere sahip iklim özelliklerinin ortaya çıkmasını sağlar [Yarbaşı ve Martı, 2019]. Bununla birlikte atmosferik salınımlara bağlı küresel atmosferik indekslerin (NAO ve AO) hidrometeorolojik değişkenler üzerindeki olası etkileri son yıllarda önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir.

Kuzey Atlantik’ te bulunan Azor antisisilon alanı ile İzlanda siklon alanı arasında meydana gelen basınç farkının yıllar arası farklılık gösterdiği ve özellikle kış mevsiminde bu etkinin belirginleştiği ortaya konulmaktadır [Erlat, 2002]. Kuzey Atlantik’ te meydana gelen bu meridyonel salınım, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) olarak adlandırılmaktadır [Yetmen, 2006].

NAO pozitif evresindeyken, Azor antisisilon alanında basınç değerleri normalden daha yüksek olmakta, İzlanda siklon alanında ise basınç değerleri normalin altında seyretmektedir. Bunun sonucunda Türkiye’ de özellikle kış döneminde kurak koşullar ortaya çıkmaktadır. NAO negatif evresindeyken, Azor ile İzlanda arasındaki basınç farkı azalmakla olup bu dönemde Batı Rüzgârları zayıflamakta ve Türkiye, Kuzey Atlantik üzerinden yağış getiren sistemlerin etkisinde kalmaktadır [Erlat, 2002].

Arktik Salınım (AO), Kuzey Yarımküre’ deki atmosferik salınımlardan biri olup, Arktik ve kuzey orta enlemleri arasındaki basınç değişimleri ile ilişkilendirilmektedir [Türkeş ve Erlat, 2008]. AO indeksi pozitif evresindeyken Akdeniz havzası genel olarak daha kurak ve soğuk geçmektedir [Bozyurt, 2010]. AO’ nun negatif evrede olması durumunda ise Kuzey Amerika’ da ve Avrupa’ nın kuzeyinde hava koşulları daha soğuk olmakta, böylece Akdeniz havzasında daha sıcak ve yağışlı iklim şartlarının görülmesine neden olmaktadır [Türkeş ve Erlat, 2008].

Bu doğrultuda, literatürde atmosferik salınımların sıcaklık, yağış, akım gibi iklim parametreleri üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu belirlemek amacıyla Türkiye’ de ve dünyanın birçok bölgesinde yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur [Trigo vd., 2002; Vicente-

Serrano vd., 2009; Ward vd., 2016; Iqbal vd., 2016]. NAO ekstrem indislerinin Batı Anadolu akarsuları üzerindeki etkileri incelenmiş, 1970-2014 yılları arasında 12 istasyonda ölçülen aylık akarsu debileri ile NAO arasında ilişki bulunmuştur [Kahya vd.,2016].

Cullen ve de Menocal [Cullen ve de Menocal, 2000], yaptıkları çalışmada NAO’ nun Dicle ve Fırat nehirlerinin akımına etkisini incelemişler, akımda meydana gelen değişimlerin NAO ile ilişkili olduğunu saptamışlardır. Ayrıca bu nehirlerin kaynak bölgelerine (Türkiye’de) düşen yağış miktarında meydana gelen değişimlerin %27’ sinin NAO ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. [Türkeş ve Erlat, 2003], yaptıkları çalışmada NAO indisleri ile Türkiye’ deki yıllık ve mevsimlik yağışlar arasında negatif bir ilişki saptamışlardır. Bu ilişkinin özellikle kış ve sonbahar mevsimlerinde ve yıllık olarak kuvvetli olduğunu belirlemişlerdir. [Hurrell, 2000] yaptığı çalışmada Kuzey Yarımküre’ de meteorolojik verilerle atmosferik indisler arasında önemli ilişkileri belirlemiş ve bunlar içinde en iyi bilinenin NAO olduğunu ortaya koymuştur. NAO’ nun işleyiş mekanizması ile Arktik Salınım’ ın (AO) işleyişinin birbirine benzer olduğunu ve negatif ile pozitif evrelerinin örtüşüğünü ifade etmiştir. Bu çalışmada Yeşilirmak ve Kızılırmak havzalarındaki mevsimsel ve yıllık ortalama akım verileri ile NAO ve AO arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla korelasyon analizinden faydalanılmıştır. Ayrıca yağışın, belirli bir süre geçtikten sonraki etkisinin belirlenmesi için mevsim ötelemeli korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon katsayılarının önemli olup olmadığı Student’s t testi ile belirlenmiştir. Ayrıca atmosferik indislerin negatif ve pozitif fazlarının akım verilerine etkisi de araştırılmıştır.

2 MATERYAL VE METOT

2.1 Çalışma Alanı

Bu çalışmada Orta Karadeniz Bölgesini içine alan Yeşilirmak Havzası ve İç Anadolu Bölgesi’ nin büyük bir kısmını içine alan Kızılırmak Havzası ele alınmıştır (Şekil 1). Türkiye’ nin ikinci büyük havzası olan Kızılırmak Havzası, 1151 km uzunluğu ile Türkiye akarsularının en uzununu olup

78180 km²' lik bir sahanın sularını Karadeniz'e boşaltmaktadır. 519 km uzunluğundaki Yeşilirmak Havzası ise 36100 km² ' lik alana sahip olup Çarşamba Ovasından Karadeniz' e dökülür.

Türkiye akımlarının ölçümü, nehirler üzerine kurulmuş, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) ve Devlet Su İşlerine (DSİ)'ne ait akım gözlem istasyonlarında (AGİ) yapılmaktadır. Bu çalışmada 1970-2015 yılları arasında ölçülmüş aylık ortalama akımlar kullanılacak olup akım verileri DSİ' den temin edilmiştir [DSİ, 2019]. AGİ' ler seçilirken, baraj gölü içerisinde kalmaması, HES etkisinde olmaması, yağış alanının fazla olması, yeterli verinin olması gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Kızılırmak havzasında yer alan 5 istasyondan 4 tanesi havzanın yukarı kesimlerinde 1 tanesi ise aşağı kesimindedir. Bu kriterler dikkate alınarak

seçilen Şekil 1' de gösterilen 9 istasyonun genel özellikleri Çizelge 1' de, akım verilerinin mevsimsel ve yıllık istatistiksel özellikleri ise Çizelge 2' de gösterilmektedir. Örnek olarak Kızılırmak havzasındaki Yeşilhisar istasyonunun yağış alanı 1825 km² olup, ortalama debisi 2,6 m³/s'dir. En çok debiye sahip Söğütluhan istasyonunun ortalama debisi 34,9 m³/s'dir. Bu çalışmada, yıllık NAO ve AO indeks değerleri, yıl içerisindeki 12 aya ait indeks değerlerinin ortalaması alınarak bulunmuş olup mevsimsel NAO ve AO indeks değerleri ise o mevsime ait ayların indeks değerlerinin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. NAO ve AO indeks değerleri, Ulusal Okyanus ve Atmosferik Yönetimi (NOAA) İklim Tahmin Merkezi (CPC) tarafından sağlanmıştır [CPCNW, 2019]. İndekslere ait istatistiksel bilgiler Çizelge 3' de gösterilmiştir.



Şekil 1 - Yeşilirmak ve Kızılırmak Havzası

2.2 Metot

Pearson Korelasyon

NAO ve AO indeksleri ile mevsimsel ve yıllık Türkiye akımları arasındaki bağlantıyı ortaya koymak amacıyla, indeks değerleri ile Türkiye'nin ortalama akım zaman serileri arasındaki korelasyonları hesaplanmıştır. [Bayazit ve Oğuz, 2005].

$$r_{x,y} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N s_x s_y} \quad (1)$$

Denklem (1)' de x_i ; yıllık ve mevsimlik akım verilerini, \bar{x} ; yıllık ve mevsimlik ortalama akımı, y_i ; yıllık ve mevsimlik NAO ve AO indekslerini, \bar{y} ; yıllık ve mevsimsel ortalama NAO ve AO indekslerini, N ; veri sayısını, s_x ; akım verilerinin standart sapmasını, s_y ; indeks değerlerinin standart sapmasını ifade etmektedir. Bu korelasyonların istatistiksel bakımdan anlamlılığı Student's t- testi kullanılarak $\alpha=0,01$, $\alpha=0,05$ ve $\alpha=0,1$ anlam seviyesinde test edilerek değerlendirilmiştir.

Ayrıca NAO ve AO indeks değerlerinin akım değerlerini ne kadar etkilediğine denklem (2) kullanılarak bakılmıştır.

$$R = \frac{Q_f}{Q_{ort}} \quad (2)$$

Denklem (2)'de Q_f, atmosferik indislerin negatif ve pozitif fazlarında ölçülen ortalama akım değerlerinin arasındaki farkı göstermektedir.

Örneğin kış mevsiminde NAO(-) ve NAO(+) dönemlerinde hesaplanan ortalama akımların arasındaki farkı göstermektedir, Q_ort ise o mevsimin ortalama akım değerini ifade etmektedir. R değerinin pozitif(negatif) olması pozitif NAO indeksinin etkilediği akım değerlerinin daha yüksek(düşük) olduğu anlamına gelmektedir. Bu ilişki NAO ve AO indeksleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çizelge 1 - İstasyon özellikleri

Havza	İstasyon No	İstasyon Adı	Enlem	Boylam	Kot(m)	Ort.Debi (m ³ /sn)	Yağış Alanı (km ²)
Kızılırmak	D15A010	Yeşilhisar	39,2016	35,1452	1015,00	2,6	1825,00
	E15A035	Söğütlühan	39,7172	36,8427	1243,00	34,9	6606,5
	E15A039	Bulakbaşı	39,8780	37,5630	1298,00	13,5	1642,00
	D15A117	Ahmethacı	39,9000	37,8333	1361,00	7,3	693,42
	E15A038	Çeltik başı	40,9038	33,7744	775,00	7,4	1962,00
Yeşilirmak	D14A014	Ahullu	41,2861	36,1952	259,00	1,4	140,00
	E14A012	Şeyhoğlu	40,4516	35,4175	530,00	6,0	3668,80
	E14A022	Çiçekbükü	40,1125	39,3116	1350,00	7,7	1714,00
	E14A024	Çırdak	40,0080	36,1463	1040,00	3,8	1032,80

Çizelge 2 - Akım verilerin istatistiksel özellikleri

Havza	İstasyon No	Yıllık			Kış			İlkbahar			Yaz			Sonbahar		
		Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Çarpıklık	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Çarpıklık	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Çarpıklık	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Çarpıklık	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Çarpıklık
Kızılırmak	D15A010	2,62	1,47	0,51	2,97	1,51	0,30	4,60	2,93	1,32	1,31	1,22	1,88	1,64	1,02	-0,09
	E15A035	34,95	12,95	0,33	18,89	11,08	1,47	94,74	39,35	0,45	16,17	7,98	0,82	9,32	5,34	3,60
	E15A039	13,53	4,25	0,24	5,21	3,29	2,21	39,98	14,01	0,23	5,81	2,59	0,67	2,84	1,89	2,50
	D15A117	7,25	2,24	-0,06	3,04	1,75	0,64	20,82	7,34	0,04	3,20	1,45	0,33	1,75	1,29	1,60
	E15A038	7,44	2,93	0,31	6,50	3,92	1,13	16,81	8,84	0,96	3,55	2,08	1,13	2,72	0,99	1,27
Yeşilirmak	D14A014	1,43	0,49	0,22	2,79	1,23	-0,07	0,78	0,62	2,61	0,56	0,75	5,31	1,61	0,74	0,52
	E14A012	5,96	3,28	0,58	6,34	4,13	1,23	12,74	7,92	0,67	2,59	1,95	0,86	2,17	1,31	1,11
	E14A022	7,68	2,82	1,25	2,88	1,28	1,28	21,23	7,74	0,67	4,37	2,46	1,32	2,10	1,31	3,32
	E14A024	3,75	1,54	0,43	9,09	5,00	0,78	1,84	1,25	1,93	1,19	0,59	1,86	2,95	1,64	0,79

Çizelge 3 – NAO ve AO indekslerinin istatistiksel bilgileri

İndeks	Yıllık		Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)	Ort. (m ³ /sn)	Std.Sp. (m ³ /sn)
NAO	0,05	0,36	0,25	0,73	0,11	0,62	-0,10	0,72	-0,07	0,64
AO	-0,02	0,40	-0,15	1,16	0,07	0,66	-0,05	0,36	0,03	0,49

3 BULGULAR

Yıllık ve mevsimlik NAO indeksleri ve akım verileri arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 4' de gösterilmiştir. Çizelge 4 ' de ki sonuçlar incelendiğinde, özellikle kış mevsiminde Kızılırmak Havzasında NAO indeksi ile akım arasında güçlü bir negatif korelasyonun olduğu görülmektedir. Kış mevsiminde 3 istasyon (Söğütlühan, Çeltikbaşı, Bulakbaşı) için istatistiksel anlamlı negatif korelasyon bulunmuştur. Yıllık verilerde ise 2 istasyon

(Ahmethacı ve Bulakbaşı) için 0,05 ve 0,1 anlamlılık seviyesinde negatif korelasyon bulunmuştur. Kızılırmak Havzası için yaz mevsiminde de negatif korelasyonlar (Ahmethacı ve Bulakbaşı) vardır. İlkbahar ve sonbahar mevsimleri için anlamlı korelasyonlar bulunamamıştır. Yeşilirmak havzası için ise hiçbir mevsimde anlamlı korelasyon bulunamamıştır.

Çizelge 4 - NAO ve Akım verileri arasındaki korelasyon katsayıları

Havza	İstasyon No	İstasyon Adı	Yıllık	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Yeşilirmak	D14A014	Ahullu	0,11	0,02	0,04	0,12	0,13
	E14A012	Şeyhoğlu	-0,01	-0,15	0,09	-0,21	-0,14
	E14A022	Çiçekbükü	0,00	-0,08	0,06	-0,03	-0,18
	E14A024	Çırdak	-0,02	0,00	0,18	-0,01	0,16
Kızılırmak	D15A010	Yeşilhisar	0,05	-0,20	-0,06	0,05	0,11
	D15A117	Ahmethacı	-0,27^a	-0,19	-0,15	-0,40^c	-0,10
	E15A035	Söğütlühan	-0,09	-0,24^a	0,02	-0,14	-0,21
	E15A038	Çeltik başı	-0,10	-0,49^c	0,02	-0,08	-0,19
	E15A039	Bulakbaşı	-0,28^b	-0,33^b	-0,14	-0,31^b	-0,11

^a $\alpha=0,1$ anlamlılık düzeyinde, ^b $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde, ^c $\alpha=0,01$ anlamlılık düzeyinde

Yıllık ve mevsimlik AO indeksleri ve akım verileri arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 5' te gösterilmiştir. Kızılırmak Havzası için tüm mevsimlerde önemli negatif korelasyonlar vardır. İki havza birlikte değerlendirildiğinde, kış mevsiminde 3 istasyonda (Söğütlühan, Çeltikbaşı, Bulakbaşı), ilkbaharda 3 istasyonda (Çiçekbükü, Ahmethacı, Bulakbaşı) ve yaz mevsiminde ise Yeşilhisar, Çırdak ve Çeltikbaşı hariç tüm istasyonlar da anlamlı korelasyonlar bulunduğu görülmüştür. Çizelge 5' teki sonuçlar, NAO indeksinin etkilerine benzer olmakla birlikte AO indeksinin, NAO' ya göre Kızılırmak havzası akımları ile de daha fazla ilişkili olduğu ve bazı anlamlı korelasyonlar gösterdiği görülmektedir. Ayrıca kıyıya yakın olan D14A014 akım istasyonunun tüm dönemlerinde ölçülen akım

değerleri ile NAO ve AO salınımları arasında pozitif bir ilişki görülmüştür.

NAO indeksinin, akım istasyonlarında ölçülen akım değerleri üzerindeki etkisi denklem (2) kullanılarak bulunmuş ve Şekil 2' de gösterilmiştir. Çizelge 6' daki değerler ve Şekil 2 birlikte incelendiğinde kış mevsimi için; korelasyonu 0,24 ile 0,49 arasında değişen E15A035, E15A038 ve E15A039 istasyonlarında %30' dan büyük NAO(-) etkisi olduğu, korelasyonu 0,15 ile 0,20 arasında değişen E14A012, D15A010 ve D15A117 istasyonlarında NAO(-) etkisinin %10 ile %30 arasında olduğu ve korelasyonları düşük diğer istasyonlarda ise NAO(-) etkisinin %10' dan az olduğunu anlaşılmaktadır. Yani bu istasyonlarda NAO negatif iken ölçülen akım değerleri NAO pozitif iken ölçülen akım değerlerinden çok daha

fazladır. Sonbahar mevsiminde ise pozitif korelasyonu 0,11 ile 0,16 arasında değişen D14A014, E14A024 ve D15A010 istasyonlarında %10 dan küçük NAO(+) etkisi

olduğu, negatif korelasyonu 0,11 ile 0,21 arasında değişen diğer istasyonlarda ise NAO(-) etkisinin %10 ile %30 arasında olduğu görülmektedir.

Çizelge 5 - AO ve akım verileri arasındaki korelasyon katsayıları

Havza	İstasyon No	İstasyon Adı	Yıllık	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Yeşilirmak	D14A014	Ahullu	0,12	0,05	0,00	0,25^a	0,33^a
	E14A012	Şeyhoğlu	-0,14	-0,17	-0,16	-0,27^a	-0,06
	E14A022	Çiçekbükü	-0,03	0,02	-0,24^a	-0,26^a	0,02
	E14A024	Çırdak	-0,07	0,11	0,23	0,04	0,23
Kızılırmak	D15A010	Yeşilhisar	-0,03	-0,17	-0,12	-0,09	0,07
	D15A117	Ahmethacı	-0,24^a	-0,20	-0,34^c	-0,43^c	0,03
	E15A035	Söğütlühan	-0,10	-0,26^a	0,00	-0,35^c	-0,03
	E15A038	Çeltik başı	-0,19	-0,45^c	-0,20	-0,20	-0,30^c
	E15A039	Bulakbaşı	-0,24^a	-0,36^c	-0,33^c	-0,37^c	0,10

^a $\alpha=0,1$ anlamlılık düzeyinde, ^b $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde, ^c $\alpha=0,01$ anlamlılık düzeyinde

AO indeksinin etkilerini gösteren Şekil 3 incelendiğinde; kış mevsimi için negatif korelasyonu Çizelge 5' e göre 0,45 olan E15A038 istasyonunda ve E14A012 istasyonunda %30' un üzerinde AO(-) etkisi varken, korelasyonu 0 civarında olan D14A014 ve E14A024 istasyonlarında %10 dan küçük AO(+) etkisi diğer istasyonlarda ise %30' dan küçük AO(-) etkisi olduğu görülmektedir. AO

indeksinin sonbahar mevsimindeki etkisi için sırasıyla Çizelge 5' e göre korelasyonu 0,33 ile 0,03 olan D14A014 ve D15A117 istasyonlarında %10 ile %30 arasında AO(+) etkisi, E14A022 ve E15A039 istasyonlarında %10' un altında AO(+) etkisi varken diğer istasyonlarda ise AO(-) etkisinin %10 ile %30 arasında olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 6 – NAO ve AO indekslerinin akım değerleri üzerindeki yüzdelik etkisi

Havza	İstasyon No	İstasyon Adı	NAO		AO	
			Qf (NAO,kış) / Qort (kış) %	Qf (NAO,son) / Qort (son) %	Qf (AO,kış) / Qort (kış) %	Qf (AO,son) / Qort (son) %
Yeşilirmak	D14A014	Ahullu	-5,60	8,83	5,56	14,90
	E14A012	Şeyhoğlu	-16,70	-11,12	-30,00	-12,40
	E14A022	Çiçekbükü	-2,10	-27,03	-10,90	3,40
	E14A024	Çırdak	-3,10	7,16	4,50	-0,20
Kızılırmak	D15A010	Yeşilhisar	-15,80	4,44	-27,60	-16,00
	D15A117	Ahmethacı	-10,30	-4,45	-7,20	11,90
	E15A035	Söğütlühan	-35,70	-26,56	-9,20	-4,20
	E15A038	Çeltik başı	-52,50	-17,03	-41,50	-24,10
	E15A039	Bulakbaşı	-44,40	-15,90	-22,00	9,60

Mevsim Ötelemeli Korelasyon

Bu bölümde atmosferik indekslerin bir mevsim sonraki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla lag 1 korelasyon analizleri hesaplanmıştır. Mevsimsel NAO ve AO indeks değerlerinin takip eden mevsimin akım değerleri ile korelasyonları hesaplanmış olup Çizelge 7 ve 8' de gösterilmiştir. Çizelgelerde Mevsim 1, kış

indekslerinin ilkbahar akımlarına etkisini; Mevsim 2, ilkbahar indekslerinin yaz akımlarına etkisini; Mevsim 3, yaz indekslerinin sonbahar akımlarına etkisini; Mevsim 4 ise sonbahar indekslerinin kış akımlarına etkisini ifade etmektedir.

Sonuçlar atmosferik indekslerin 1 mevsim öteleme etkisinin çok belirgin olmadığını

göstermektedir. Sadece Yeşilirmak havzası için 1 mevsim ötelemede önemli korelasyon Ahullu istasyonu için bulunmuştur. NAO' nun

mevsimsel öteleme etkisinin ilkbahar-yaz için Yeşilirmak havzasında daha belirgin olduğu söylenebilir.



Şekil 2 - Kış(sol) ve sonbahar(sağ) mevsiminde NAO(-) ve NAO(+) indeksinin akımlar üzerindeki etkisi



Şekil 3 - Kış(sol) ve sonbahar(sağ) mevsiminde AO(-) ve AO(+) indeksinin akımlar üzerindeki etkisi

Çizelge 7- NAO ile ortalama akım verileri arasında lag1 ötelemeli korelasyon katsayıları

Havza	İstasyon No	İstasyon Adı	Mesim 1 Kış-İlkbahar	Mevsim 2 İlkbahar-Yaz	Mevsim 3 Yaz-Sonbahar	Mevsim 4 Sonbahar-Kış
Yeşilirmak	D14A014	Ahullu	-0,07	0,26	-0,08	0,06
	E14A012	Şeyhoğlu	-0,02	0,16	0,19	0,11
	E14A022	Çiçekbükü	-0,02	0,13	0,17	-0,03
	E14A024	Çirdak	0,23	0,16	-0,01	-0,06
Kızılırmak	D15A010	Yeşilhisar	-0,11	0,10	0,20	0,21
	D15A117	Ahmethacı	-0,09	-0,07	0,06	-0,03
	E15A035	Söğütlühan	0,08	0,06	0,16	0,08
	E15A038	Çeltik başı	0,07	0,15	0,20	0,05
	E15A039	Bulakbaşı	-0,05	-0,02	-0,02	-0,14

Çizelge 8- AO ile ortalama akım verileri arasında lag1 ötelemeli korelasyon katsayıları

Havza	İstasyon No	İstasyon Adı	Mevsim 1 Kış-İlkbahar	Mevsim 2 İlkbahar-Yaz	Mevsim 3 Yaz- Sonbahar	Mevsim 4 Sonbahar- Kış
Yeşilirmak	D14A014	Ahullu	-0,08	0,14	-0,19	0,08
	E14A012	Şeyhoğlu	0,10	0,00	0,02	0,01
	E14A022	Çiçekbükü	0,01	-0,05	0,03	0,06
	E14A024	Çırdak	0,16	0,08	-0,11	-0,15
Kızılırmak	D15A010	Yeşilhisar	-0,06	0,17	0,12	0,17
	D15A117	Ahmethacı	-0,05	-0,10	0,03	-0,07
	E15A035	Söğütlühan	0,10	0,06	0,07	-0,11
	E15A038	Çeltik başı	0,17	0,04	-0,06	-0,10
	E15A039	Bulakbaşı	-0,07	-0,09	-0,01	-0,03

4 SONUÇLAR

Bu çalışmada Kızılırmak ve Yeşilirmak Havzaları'nda ölçülen akım değerleri üzerinde NAO ve AO indekslerinin etkileri incelenmiştir. Akım ve indeks değerleri arasında yıllık ve mevsimlik korelasyon değerleri bulunmuştur. Ayrıca negatif ve pozitif indeks değerlerinin etkilediği ortalama akım değerleri birbirinden çıkarılıp ortalama akım değerine bölünerek indeks değerlerinin akım üzerindeki etkileri yüzde olarak bulunmuştur [Sezen, C., 2018]. Böylece korelasyon değerleri ve negatif/pozitif faz değerleri birlikte değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Veri grubu seçilirken eksiksiz akım ölçümü yapılan istasyonlarda DSİ Genel Müdürlüğü'nce erişime açılan verilerden uygun olan veri aralığı seçilmiştir. Bu nedenle uygun veriler 2015 yılına kadar elimizde bulunmaktadır. Gelecek çalışmalarda daha güncel verilerle ve ilave olarak başka yöntemler kullanılarak atmosferik indislerle arasındaki ilişkiye bakılabilir.

NAO ile akım verilerinin ilişkisine bakıldığında yıllık olarak ve kış mevsiminde Kızılırmak Havzası'nda önemli negatif korelasyonlar bulunmuştur. Yeşilirmak Havzası içinse anlamlı korelasyonlar bulunamamıştır. NAO(-) ve NAO(+) etkisi altında oluşan en önemli akım farkları özellikle kış ve sonbahar mevsimlerinde araştırılmıştır. Kış mevsiminde iki havzanın büyük bölümünde NAO(-) etkisi altında oluşan akımların, NAO(+) etkisi altında oluşan akımlardan fazla olduğu görülmüştür. Ancak sonbahar mevsiminde D14A014 istasyonunda olduğu gibi buna ters durumlarda gözlenmiştir. Bu durum Karadeniz Bölgesi'nin sahip olduğu yer şekilleri ve denizsel etkileri ile ilişkilendirilebilmektedir. [Kutiel vd, 2002; Türkeş ve Erlat, 2003].

AO yıllık indeksi ile yıllık ortalama akımlar arasında NAO indeksine benzer olarak, önemli negatif korelasyonlar elde edilmiştir. Ancak NAO dan farklı olarak Yeşilirmak Havzası için de önemli korelasyonlar görülmüştür. Havzanın kıyı kesimine yakın olan D14A014 istasyonunda önemli pozitif korelasyon bulunmuştur. AO(-) ve AO(+) fazlarının toplam akım değerleri ile ilişkisi değişkenlik göstermektedir. Özellikle Yeşilirmak Bölgesi'nde kış mevsiminde D14A014 ve E14A024 istasyonlarında, sonbahar mevsiminde ise E14A022 ve D14A014 istasyonlarında AO(+) etkisi altındaki akım miktarının fazla olduğu söylenebilir. Bu daha önceki yıllarda, (Sezen, 2018) tarafından bulunan Karadeniz Bölgesi'nin kıyı bölümlerinde tespit edilen pozitif korelasyon sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Sonuç olarak bu çalışma, Yeşilirmak ve Kızılırmak Havzaları'nın, akım karakteristiklerinin küresel atmosferik indislerle ilişkisini ortaya çıkarmıştır.

5 KAYNAKLAR

- Bayazit, M. ve Yeğen Oğuz, E. B., Mühendisler İçin İstatistik, Birsen Yayınevi, 166-168, İstanbul, Çağlayan, 2005
- Bozyurt, O., "Güneş aktivitelerinin Kuzey Atlantik Salınımı ve Arktik Salınım üzerindeki etkileri ile bunların yağış ve sıcaklık değerleri bakımından Türkiye'den örnekler ile değerlendirilmesi", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2010
- Climate Prediction Center, National Weather Service, NOAA, 2019
<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>
- Cullen, H.M. ve deMenocal, P.B., "North Atlantic Influence On Tigris- Euphrates Streamflow",

- International Journal Of Climatology, 20: 853-863.,2000
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ Akım gözlem yıllıkları, <http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/akim-gozlem-yilliklari>, 2019
- Erlat, E., "Türkiye' de Yağış Anomalileri Ve Kuzey Atlantik Salınımı Arasındaki İlişkiler", Klimatoloji Çalıştay, Ege Üniversitesi, İzmir, 2002
- Iqbal, M.A., Penas, A., Cano-Ortiz, A., Kersebaum, K., Herrero, L., del Río, S., "Analysis of Recent Changes in Maximum And Minimum Temperatures in Pakistan", Atmospheric Research, 168, 234-249., 2016
- Kahya, E., Vazifekkah, S., Erdem, H., " Impacts of extreme phases of North Atlantic Oscillation on streamflow in Western Turkey", 12. International Congress on Advances in Civil Engineering, 2016
- Kutiel, H. and Benaroch, Y., North Sea-Caspian Pattern (NCP)—an upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: Identification and definition. Theoretical and Applied , 2002.Climatology, 71(1). 17-28. doi. <https://doi.org/10.1007/s704-002-8205-x>
- Sezen, C., "Küresel Atmosferik İndislerin Türkiye' deki sıcaklık ve yağış verilerine olan etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018
- Trigo, R.M., Osborn, T.J., Corte-Real, J., "The North Atlantic Oscillation influence on Europe: climate impacts and associated physical mechanisms", Climate Research, 20, 9-17, 2002
- Türkes, M. ve Erlat, E., "Precipitation Changes and Variability in Turkey Linked To The North Atlantic Oscillation During The Period 1930-2000", International Journal of Climatology, 23: 1771-1796,2003
- Türkeş, M. ve Erlat E., "Influence of the Arctic Oscillation on the variability of winter mean temperatures in Turkey" , Theoretical and Applied Climatology, 92 (1-2).75-85, 2008
- Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S., López-Moreno J.I., El Kenawy A.M., Angulo, M., " Daily atmospheric circulation events and extreme precipitation risk in Northeast Spain: the role of the North Atlantic Oscillation, Western Mediterranean Oscillation and Mediterranean Oscillation", Journal of Geophysical Research, 114, 1-19, 2009
- Ward, P.J., Kumm, M., Lall, U., "Flood frequencies and durations and their response to El Niño Southern Oscillation: Global analysis", Journal of Hydrology, 539, 358-378, 2016
- Yarbaşı, G.E. ve Martı, A.İ., " Güneyli Salınımın Yeşilirmak havzası üzerindeki etkileri", Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(3): 112-121, 2019
- Yetmen, H., "GAP alanında Kuzey Atlantik Salınımı' na bağlı yağış ve akım değişimleri", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006