

Türkiye Sıcaklıklarının Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) İndisi İle İlişkisi

The relationship between Turkey temperatures and North Atlantic Oscillation (NAO) Index

Mesut Demircan*¹, Hüdaverdi Gürkan¹, Necla Türkoğlu², İhsan Çiçek²

¹ Araştırma D. B., Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara

² Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara

Öz: İklim değişikliği ve etkilerinin tüm sektörler tarafından konuşulduğu ve kabullenildiği günümüzde, iklimdeki bu değişiklikleri izlemek ve doğruluğunu ortaya koyabilmek için iklim kayıtlarına ihtiyaç vardır. İklim kayıtları, uzun bir dönem boyunca gözlenmiş meteorolojik parametrelere ait verilerden oluşmaktadır. İklimin zaman bağımlı davranış izlerini ortaya koyabilmek için iklim verilerinin sürekliliği, doğruluğu ve türdeşliği (homojenliği) önemlidir. İklimin zaman bağımlı değişimleri, iklim parametrelerindeki eğilim ve değişim çalışmaları ile ortaya konulmaktadır. Türdeşliği sağlamanın en iyi yolu, zor olmakla birlikte, gözlem çevresi ve sistemlerinin uygun yönetimlerle Veribilgi (metadata) kayıtlarının tutulmasıdır. İklim verilerindeki değişim, iklimin kendi içerisindeki salınımına bağlı olarak doğal olabileceği gibi istasyon yeri, çevresi ve gözlem aletleri ile yöntemlerindeki değişime bağlı olarak yapay bir şekilde gerçekleşebilir. Çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Türkiye üzerinde dağılım gösteren istasyonlardan 1961-2011 dönemine ait aylık ortalama sıcaklık veri serisi tam olan 97 istasyon seçilmiştir. Bu istasyonlar için RHTest betiği ile türdeşlik testi yapılmış olup kırılma tarihleri elde edilmiştir. Bu tarihlerin birçok istasyonda aynı zamanda görülmesi, iklimin kendi doğal kırılmaları olduğunu düşündürmektedir. Türdeşlik kırılma tarihlerinin (TKT) Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) indisinin salınımı ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Türkiye sıcaklıkları ile NAO arasında Türkiye'nin yağışına benzer bir ilişki vardır. NAO'nun pozitif evresinde yağış azlığı ve negatif sıcaklık anomalileri, negatif evresinde ise yağış fazlalığı ve pozitif sıcaklık anomalileri gerçekleşmektedir. Bununla birlikte bazı yıllarda NAO'nun düşük değerli pozitif evresinde pozitif sıcaklık anomalisi ya da tam tersi bir durum gözlenmiştir. Bu çalışmada TKT'ler esas alınarak sıcaklık ve NAO arasındaki ilişki ile ilişkisizlik incelenmiştir. Temel bulgular içinde; olay bazlı incelenen ilişki de, ortalama sıcaklık farkları ile NAO'nun pozitif fazı ile mayıs, haziran ve temmuz aylarındaki güçlü ilişki olduğu ve NAO'nun negatif fazı ve ortalama sıcaklık farkları arasındaki ilişkinin NAO'nun pozitif fazına göre çok daha güçlü olduğu ortaya çıkmıştır. İlişkinin görülmediği dönemler de ise nedenin atmosferik engelleme olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim, sıcaklık, türdeşlik, türdeşlik testi, NAO indisi.

Abstract: Nowadays climate change and its effects are being spoken and accepted by all sectors. Climate records are needed to monitor and verification these changes in the climate. Accuracy, continuity and homogeneity in the data is important to be able to demonstrate the time-dependent behavioural patterns of climate. The best way to provide homogeneity, although it is difficult, is keeping records changing in observation's environment and the system with proper management which is called as metadata. In this study the Turkish State Meteorological Services 97 meteorological stations are used with monthly mean temperature data series for the period of 1961-2011. For these stations, homogeneity test was performed with RHTest and break dates were obtained. These dates are seen on many stations at the same time, and this is suggested that its natural fractures of climate. It has been observed that the homogeneity breaking dates are consistent with the oscillation of the North Atlantic Oscillation (NAO) index. Between the NAO and Turkey's temperature has a similar relationship with Turkey's precipitation. There is decreasing in

precipitation amount and negative temperature anomalies in Turkey during the positive phase of the NAO and vice versa. Nevertheless, in some years there has been a positive temperature anomaly in Turkey while NAO shows low positive value. For this reason, relationships or non-relationships between Turkey's temperature and NAO were examined on the bases of obtained breaking dates. In the main findings are: The relationship between the average temperature differences and the positive phase of NAO have strong relationship in May, June and July in event based comparison. The relationship between the negative phase of NAO and the mean temperature differences have been found to be much stronger than the positive phase of NAO. In cases where the relationship was not seen, it is thought that the cause was atmospheric blocking.

Keywords: Climate, temperature, homogeneity, homogeneity test, NAO indices.

1. Giriş

Dünyanın kendi eksenini ve Güneş çevresinde günlük ve yıllık olarak yapmış olduğu dönüş hareketi, Dünyanın dönüş ekseninin eğik ve Güneş çevresindeki yörüngesinin elips şeklinde olması, Güneşten gelen enerjinin gün ve yıl içinde farklı olmasına yol açar. Bahsedilen nedenlerden dolayı Dünyanın her iki yarım küresinde, yüzeyinde ve Dünyamızı oluşturan diğer kürelerde (Atmosfer, hidrosfer, litosfer, biyosfer ve kryosfer) de enerji miktarı farklılığına ve dolayısıyla bu enerjinin bir göstergesi olan sıcaklık farklılıklarına yol açar.

Dünya yüzeyinin sıcaklığı bu farklılıklara bağlı olarak günlük, aylık, mevsimlik ve yıllık salınımlar göstermektedir. Bu salınımlar Güneşten gelen enerji başta olmak üzere diğer kürelerin yapısında ve bileşenlerinde ortaya çıkan değişikliklere bağlı olarak değişim göstermektedir. Dünya yüzeyinde farklı bölgelerin farklı enerji miktarı alması, diğer bir söyleyişle yeryüzünün farklı bölgelerinde sıcaklık farkları oluşması, atmosferde farklı karakterdeki hava kütlelerinin oluşmasına neden olmaktadır. Hava kütlelerinin oluşmasına neden olan bu bölgeleri kaynak bölgesi olarak tanımlayabiliriz. Aynı zamanda sıcaklık dağılımlarının farklı olması atmosfer ve hidrosfer kürelerindeki sıcaklık farklılıklarına ve buna bağlı olarak atmosfer içerisinde hava kütlelerinin hareketlerine ve okyanus akıntılarına neden olmaktadır. Bu hareketler küresel olabildiği kadar bölgesel de olmaktadır. Şunu da belirtmek gerekir ki, bölgesel hareketler ya da bölgesel olarak ortaya çıkan değişimler küresel dolaşımı da etkilemektedir. Hava kütleleri farklı karakterdeki kaynaklarda oluştuktan sonra atmosfer içerisinde atmosfere dolaşıma başlarlar. Bu dolaşım genel olarak bir desen göstermektedir. Dünyaya gelen enerji bütçesindeki ve bölgesel kaynakların özelliklerinde ortaya çıkan değişiklikler genel dolaşım desenlerini de değiştirmektedir. Böylelikle bir bölgede ortaya çıkan bir değişim, aralarında fiziksel bir ilişki olmayan uzak bir bölgedeki iklim elemanlarında da değişime yol açabilmektedir.

Bilim insanları iklim tiplerini ve iklimde ortaya çıkan değişimleri belirleyebilmek ve anlamak için bölgesel ile küresel dolaşım desenleri ve değişimleri ile aralarındaki ilişki üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmalar için iki bölge arasındaki sıcaklık, deniz suyu sıcaklığı, basınç ve benzeri meteorolojik elemanların farklılıklarını incelemektedirler. İki bölge arasında sürekli salınım gösteren, salınımlarının etkisi çevresel olarak da tespit edilebilen bu farklılıkları “indeks” olarak isimlendirmektedirler. Bu indekslerdeki salınımlar ve farkların zamansal serilerinden elde ettikleri veri setleri ile iklimin diğer elemanları olan sıcaklık, yağış ve benzerlerindeki değişimleri, çevresel etkileri analiz etmektedirler.

İklim kayıtları, uzun bir dönem boyunca toplanmış meteoroloji verileri üzerine kurulmuştur. İklim bilimcilerin bir kısmı, gözlem verilerindeki sürekliliğin, mutlak doğruluğundan (bu çok önemli değilse) daha önemli olduğu konusunu tartışmaktadırlar. Çünkü iklimin zaman bağımlı davranış izleri olan eğilimini ve değişimini gösteren, iklimsel risk etkileri ve ekstremelerin değerlendirilmesi için verilerdeki süreklilik

önemlidir. Her durumda da iklim verisi, meteoroloji ve klimatoloji bilimlerini içeren bütün uygulamaların temel taşıdır (Akçakaya vd., 2013; Demircan vd., 2014; Demircan vd., 2015).

Eğim analizlerinin ilk basamağı türdeşlik analizleridir. Türdeş olamayan veri setleri istatistik çalışmalarda doğru sonuç vermezler. Türdeşliği bozuk olan veri serilerinde veribilgi (metadata) kullanılarak türdeşliğin sağlanması gereklidir. Veribilgi, veri hakkındaki veridir; yani üretilen veri hakkında gözlem zamanındaki değişimleri, alet veya üretim sistemlerini, algoritmaları, bakımı, değişimi, koordinatlarını ve çevresel koşulları içeren bilgidir (Akçakaya vd., 2013; Demircan vd., 2014; Demircan vd., 2015).

Türdeşlik testleri istasyon verilerindeki iklimin doğal değişimine bağlı olmayan yapay kırılmaları görmek için yapılır. Bununla birlikte eğer bir türdeşlik kırılması birden fazla istasyonda aynı ise bu durumda iklimdeki doğal değişimlere bağlı kırılmaları da gösterebilir.

NAO Endeksi Wallace ve Gutzler (1981) tarafından tanımlanmıştır. NAO, yaygın olarak kullanılan tele-bağlantı indeksidir ve Azore yakınındaki sub-tropikal antisiklon ile İzlanda yakınlarındaki sub-polar düşük basınçlı sistem arasındaki atmosferik kütlelerin meridyen salınımının bir ölçüsüdür. Kışın Kuzey Atlantik'te batı rüzgâr kuvvetini belirler (Unal vd. 2010). NAO, Avrupa ve Akdeniz iklimini güçlü bir şekilde etkilemektedir. NAO'nun pozitif fazında Atlantik fırtına aktivitelerinde kuzeye doğru bir kayma ile ilişkili olduğu ve kış mevsiminde kuzey Avrupa'daki yağışlı koşullara ve Akdeniz üzerinde daha kurak koşullara neden olduğu gösterilmiştir (Ghioca, 2009; Unal vd. 2010).

Türkeş ve Erlat (2003 a; 2003 b; 2005 a ve b) yaptıkları çalışmada Türkiye için NAO ile yağış arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Türkeş ve Erlat (2008), yaptıkları çalışmada Türkiye için AO ile ortalama kış sıcaklıkları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Türkeş ve Erlat (2016), yaptıkları çalışmada Türkiye için NAO ile don tarihleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

Ünal vd. (2010), "Türkiye'de yıllık, yağışlı ve kurak mevsimlerde yağış değişiminin zamansal ve mekânsal desenleri" isimli çalışmalarında NAO, AO ve NCP indisleri ile ilişkileri incelemişlerdir.

Bozyurt ve Özdemir (2013) yaptıkları çalışmada NAO ile minimum sıcaklıklar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bozyurt ve Özdemir (2017) yaptıkları çalışmada ise AO ile ortalama minimum sıcaklıkları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

Baltacı vd. (2017) çalışmalarında Türkiye iklim uç değerlerine uzakbağlantı desenlerinin etkisini incelemişlerdir.

Bu çalışmalardaki bulgular genel olarak, Kuzey Atlantik Salınımı (North Atlantic Oscillation – NAO) indisi ile Türkiye yağışlarının ve sıcaklıklarının farkları arasında ters bir ilişki olduğunu ve NAO indisinin pozitif evresi Türkiye'de yağışların azalmasına ve sıcaklıkların düşmesine yol açarken, negatif evresinde yağışlar ve sıcaklıkların artmasına yol açtığı görülmektedir.

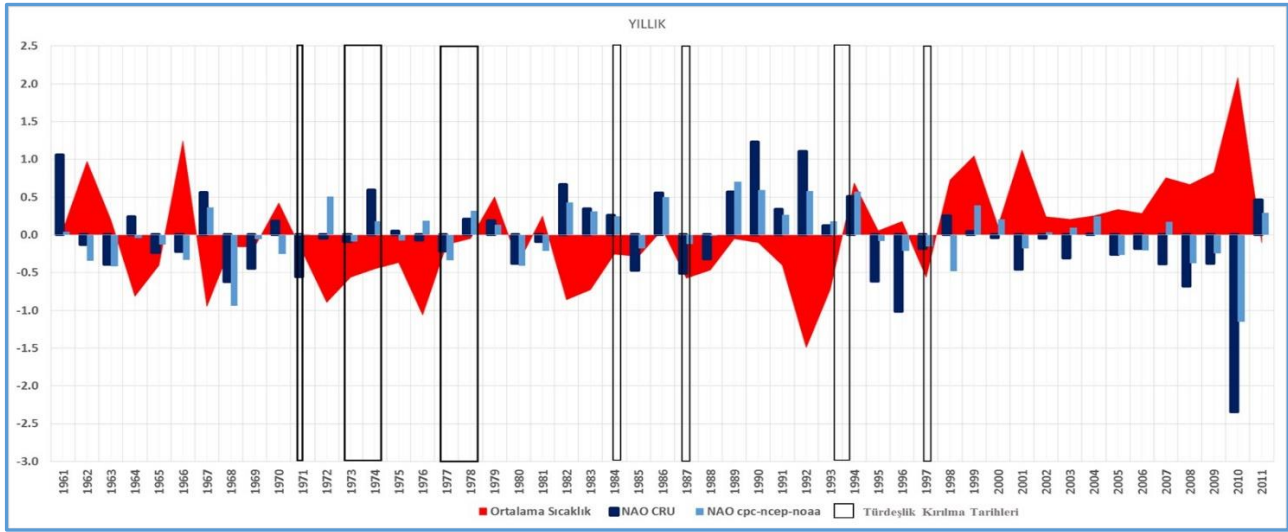
NAO'nun türdeşlik kırılma tarihleri (TKT)'deki değerleri; 1971 (0,01), 1973 (-0,09), 1974 (0,19), 1976 (0,19), 1977 (-0,34), 1984 (0,25), 1987 (-0,12), 1993 (0,18), 1994 (0,58) ve 1997 (-0,16)'dir. Genel olarak NAO'nun pozitif – negatif (yada tam tersi) faz geçişlerin TKT ile uyumlu olduğu ve özellikle 1993 (37 istasyon) Anadolu'nun iç kesimlerinde, 1994 (3 istasyon) Kuzeydoğu Anadolu'da ve 1997 (48 istasyon) Anadolu'nun sahil kesimlerinde olduğu görülmektedir (Demircan vd., 2015).

2. Materyal ve Yöntem

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Türkiye üzerinde dağılım gösteren 97 istasyonda yapılan sıcaklık ölçümlerinden, 1961-2011 dönemine için aylık ortalama sıcaklık veri seti hazırlanmıştır (Demircan vd., 2014). Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) İklim Komisyonu'nun (CCI) ve Dünya İklim

Araştırma Programı (WCRP) Okyanus-Atmosfer Sisteminin Değişkenlik ve Öngörülebilirliği (CLIVAR) ortak İklim Değişikliği Belirleme ve İndisleri Uzmanlar Grubu (ETCCDI) bir çalışma yapmışlardır. Bu grup iklim indislerini belirlemek için R istatistik paketi altında çalışan RCLimDex ve verilerin türdeşliğini (homojenliğini) belirlemek için RH-Test yazılımlarını geliştirmişlerdir (URL 1). Çalışmada ETCCDI tarafından geliştirilen RH-Test yazılımı kullanılarak istasyonların veri setlerinin türdeşliği incelenmiştir. RH-Test yazılımı istasyon bazında, her bir istasyon için tek tek çalışmakta ve sonuçları bir dosya çıktısı olarak vermektedir. RH-Testin üretmiş olduğu dosyalardan elde edilen türdeşlik kırılma tarih (TKT) verileri elde edilerek incelenmiştir. Yer ve yüksek atmosfer haritaları için internet tabanlı Climate Reanalyser aracı kullanılmıştır (URL 2). Atmosferik desenler incelenirken veri seti olarak Avrupa Orta Vadeli Tahminler Merkezi'nin (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF) hazırladığı Dönem-40 (ERA40) ve Ara-Dönem (ERAInterm) veri setleri kullanılmıştır. Sıcaklık farkları hesaplanırken, Dünya Meteoroloji Organizasyonu ve ulusal meteoroloji servislerinin de kullandığı, 1981-2010 iklim normalleri kullanılmıştır.

Türdeşlik kırılma tarih verileri, gerçekleştiği istasyon sayısına bağlı olarak, Türkiye aylık ve yıllık ortalama sıcaklık serisinde ve NAO'daki faz değişim tarihleri ile uyumludur (Şekil 1). Türkiye sıcaklıkları ile NAO arasında Türkiye yağışlarına benzer şekilde ters bir ilişki çıkmıştır. Diğer bir deyişle NAO'nun pozitif olduğu dönemde sıcaklıklar negatif anomali, NAO'nun negatif olduğu dönemlerde sıcaklıklar pozitif anomali göstermektedir. Bununla birlikte bu ilişkinin doğrusal ilişki (lineer regresyon) anlamlılığı düşüktür. Türkiye ortalama sıcaklıkları ile NAO arasındaki ilişkiyi anlamak için TKT verilerinin örneklem tarihlerini gösterdiği düşünülerek bu tarihlerdeki uyum ve uyumsuzluklar analiz edilmiştir.



Şekil 1. Yıllık uzun yıllar ortalama sıcaklık farkları, TKT'ler ve NAO.

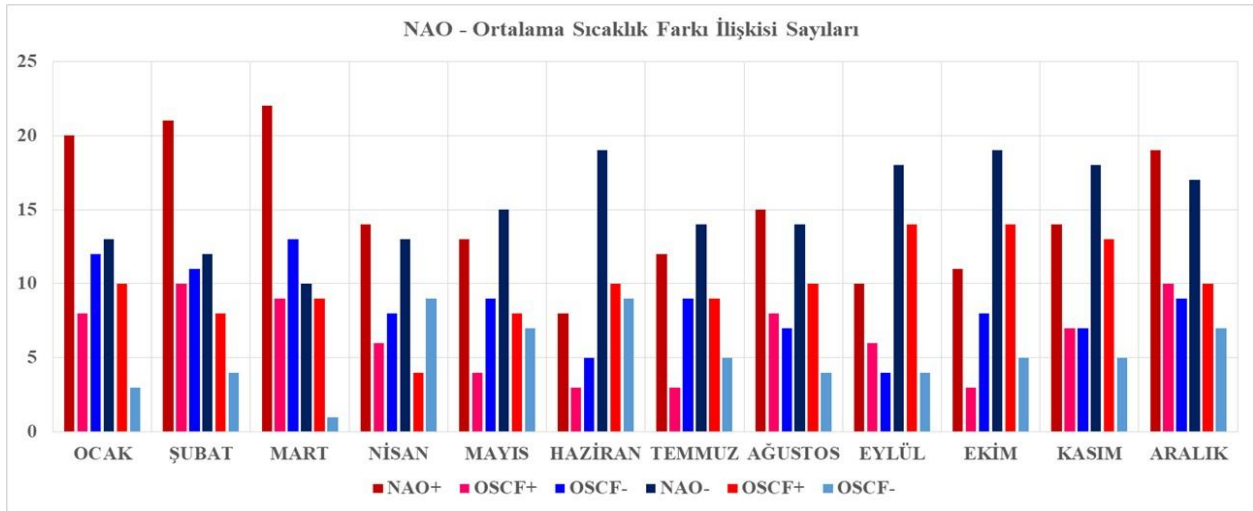
3. Bulgular ve Analiz

İklimin kaotik yapısı ve sürekli salınım göstermesi nedeniyle iklim parametreleri ve indisler arasında doğrusal ilişki bulmak genellikle zordur. Bu nedenle, NAO ve sıcaklıklar arasında ki genel ilişki dikkate alınarak, ortalama sıcaklık farkları ile NAO arasında ilişki için olay bazlı bir ilişkilendirme analizi yapılmıştır. Olay bazlı inceleme, NAO'nun pozitif fazında gerçekleşen pozitif ve negatif sıcaklık anomalilerinin sayısal yüzdelerinin hesaplanmasına dayanmaktadır. Aynı işlem NAO'nun negatif fazı ile de yapılmıştır.

NAO indeksi (NAOi) genel olarak, pozitif (+) olduğu fazlarda ortalama sıcaklık farkları (OSCF) negatif (%58); negatif (-) olduğu fazlarda ise ortalama sıcaklık farkları (OSCF) pozitif (%66) sapmalar göstermektedir (Çizelge 1 ve Şekil 2). Bu ilişki NAOi'nin negatif fazlarında pozitif fazına göre çok daha güçlüdür.

Çizelge 1. 1961- 2011 Döneminde NAO İndeksinin (+) ve (-) fazlarına karşılık ortalama sıcaklık farklarının (+) ve (-) olma sayıları ve yüzdeleri.

AYLAR	NAO+	OSCF+	OSCF-		NAO-	OSCF+	OSCF-			
			(%)	(%)			(%)	(%)		
OCAK	20	8	40	12	60	13	10	77	3	23
ŞUBAT	21	10	48	11	52	12	8	67	4	33
MART	22	9	41	13	59	10	9	90	1	10
NİSAN	14	6	43	8	57	13	4	30	9	69
MAYIS	13	4	31	9	69	15	8	53	7	47
HAZİRAN	8	3	38	5	62	19	10	53	9	47
TEMMUZ	12	3	25	9	75	14	9	64	5	35
AĞUSTOS	15	8	53	7	47	14	10	71	4	29
EYLÜL	10	6	40	4	40	18	14	78	4	22
EKİM	11	3	27	8	73	19	14	74	5	26
KASIM	14	7	50	7	50	18	13	72	5	28
ARALIK	19	10	53	9	47	17	10	59	7	41
Ortalama	15	6	41	9	58	15	10	66	5	34



Şekil 2. 1961- 2011 Döneminde NAO İndeksinin (+) ve (-) fazlarına karşılık ortalama sıcaklık farklarının (+) ve (-) olma sayıları.

NAOi'nin pozitif fazında OSCF'nin negatif sapma gösterme durumu en fazla temmuz ayında %75 ve en düşük eylül ayında %40 olarak görülmektedir. Ağustos, eylül ve aralık aylarında %50'nin altında, diğer aylarda ise üzerinde gerçekleşmiştir. NAOi'nin özellikle yaz mevsiminde Türkiye yağış ve sıcaklıkları arasındaki ilişkinin zayıf olduğu önermeleri göz önüne alınırsa; mayıs, haziran ve temmuz aylarındaki yüksek yüzde değerleri dikkat çekicidir.

NAOi'nin negatif fazında OSCF'nin pozitif sapma gösterme durumu en fazla mart ayında %90 ve en düşük nisan ayında %30 olarak görülmektedir. Nisan ayı dışında diğer aylarda ise %53 ve üzerinde gerçekleşmiştir. Özellikle ağustos, eylül, ekim, kasım, ocak ve mart aylarında %71 ve üzerinde

gerçekleşmiştir. NAOi'nin negatif fazı ve OSCF arasındaki ilişki NAOi'nin pozitif fazına göre çok daha güçlüdür.

NAOi ve TKT'ler arasındaki ilişki incelendiğinde; dört durum ortaya çıkmıştır (Çizelge 1). Birinci durum NAOi'nin kuvvetli pozitif olduğu dönemde, ortalama sıcaklık anomalisi negatiftir. İkinci durumda tersidir. Üçüncü durumda NAOi pozitif iken ortalama sıcaklık anomalisi pozitiftir. Dördüncü durumda NAOi negatif iken ortalama sıcaklık anomalisi de negatiftir. Ortalama sıcaklıklardaki var olan ilişkinin anlamlılık seviyesindeki düşüklüğün nedenini anlamak için bu dört durumdaki tarihler için yer ve yüksek atmosfer haritaları ve hava kütlelerinin kuzey yarım kürede gösterdiği desen durumları incelenmiştir. Bu çalışmada örnek olarak 1993 yılı ocak, 1998 yılı şubat, 1985 yılı kasım ve 1995 yılı aralık ayları seçilmiştir.

Sıcaklık farkları hesaplanırken, Dünya Meteoroloji Organizasyonu ve ulusal meteoroloji servislerinin de kullandığı, 1981-2010 iklim normalleri kullanılmıştır. Özellikle son yıllardaki sıcaklıklardaki artışlar da dikkate alındığında 2000'li yıllar öncesi sapmaların daha güçlü görüleceği ve desenlerin daha iyi şekilde görüleceği düşünülmüştür. Bu nedenle çalışmada örnekler seçilirken 2000 yılı öncesi tarihler kullanılmıştır.

Çizelge 2. Ocak, şubat, kasım ve aralık aylarında görülen TKT sayısı, Türkiye ortalama sıcaklıklarının farkları ile NAOi değerleri (1961-2011'den) (Mavi ve kırmızı renkleri uyumlu, sarı rengi uyumsuz ilişkileri göstermektedir).

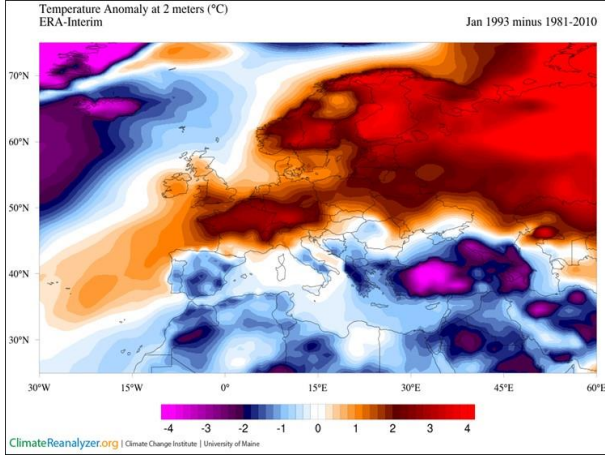
OCAK				ŞUBAT				KASIM				ARALIK			
YIL	TKT	OSCF	NAO	YIL	TKT	OSCF	NAO	YIL	TKT	OSCF	NAO	YIL	TKT	OSCF	NAO
1971	72	2.57	-0.4	1976	30	-3.49	1.3	1973	4	-2.68	-0.3	1971	28	0.12	0.76
1977	10	-0.99	-2.4	1979	40	2.32	-0.6	1975	12	-0.79	0.86	1975	12	-0.79	-1.6
1983	3	-2.75	4.82	1981	7	0.6	1	1978	3	-2.13	3.91	1977	43	1.58	-0.3
1987	12	1.28	-2.1	1987	4	1.67	-0.2	1982	10	-1.88	1.71	1978	2	-2.13	-2.1
1988	57	0.46	0.53	1990	5	-0.18	5.1	1985	2	1.81	-2.9	1979	2	0.96	2.08
1993	14	-2.14	3.91	1993	13	-2.46	0.1	1995	88	-2.53	-2.7	1983	21	0.26	0.83
1999	21	2.18	0.9	1994	13	-0.02	0.1	1996	2	0.89	-0.1	1985	12	1.81	-0.4
2001	6	2.12	0.02	1998	5	-0.13	2.4					1992	5	-1.25	0.21
												1994	24	-1.26	2.86
												1995	31	-2.53	-3.3
												2000	2	1.29	-1.4

NAOi'nin pozitif bir faz (NAOi=3.91) gösterdiği 1993 yılı ocak ayında OSCF'de negatif (-2.14) bir sapma göstermektedir. NAOi ve OSCF'nin uyumlu ilişkisine bir örnek olarak bu tarihteki atmosferik desenler incelenmiştir.

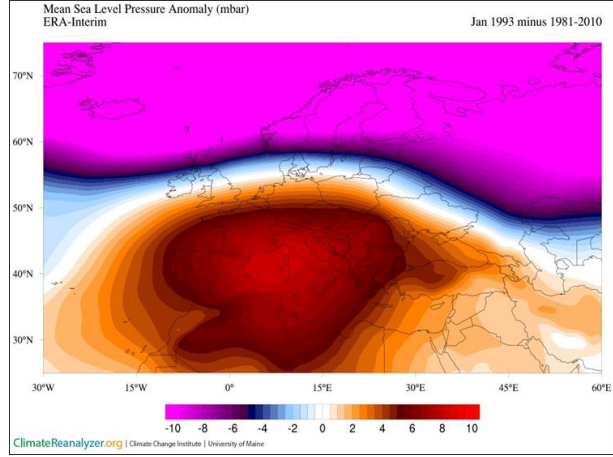
1993 yılı ocak ayı 2m sıcaklıklarının 1981-2010 dönemi sıcaklık normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 3). Sıcaklık sapmaları incelendiğinde Rusya'dan Avrupa'ya (İspanya, İtalya ve Balkanlar hariç olmak üzere) doğru Akdeniz havzasının kuzeyinde 4°C'ye varan pozitif sıcaklık farkları olduğu görülmektedir. Diğer bir anlatımla anlatılan bölge normallerinden daha sıcak olmuştur. Afrika'nın kuzeyi, Arabistan, Basra Körfezi, Türkiye ve Akdeniz Havzası üzerinde de -4°C'ye varan negatif sıcaklık farkları olduğu görülmektedir. Diğer bir anlatımla anlatılan bölge normallerinden daha soğuk olmuştur.

1993 yılı ocak ayı deniz seviyesi basınç değerleri ile 1981-2010 dönemi deniz seviyesi basınç normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 4). Basınç sapmaları incelendiğinde Rusya'dan Grönland'a kadar; Hazar Denizi, Danimarka, İngiltere'nin kuzeyinde 10mb varan negatif basınç farkları olduğu görülmektedir. Yaklaşık 50° enleminin üzerinde derin bir alçak basınç sistemi görülmektedir. Bu enlemin güneyinde ise Akdeniz Havzası merkezli olmak üzere 10mb'a varan pozitif basınç farkları olduğu görülmektedir. Diğer bir anlatımla Akdeniz Havzası merkezli bir yüksek basınç sistemi yer almaktadır.

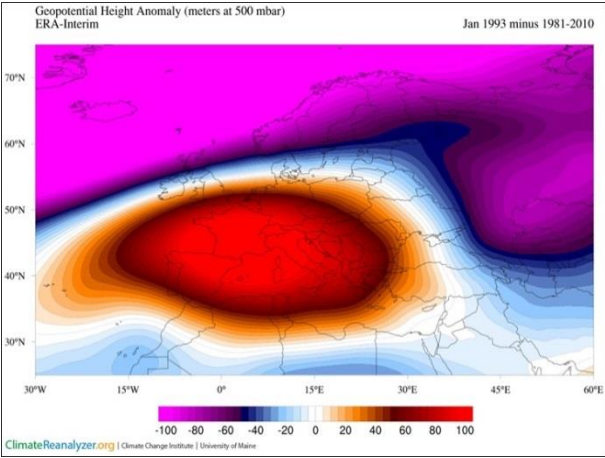
1993 yılı ocak ayı 500hPa (mbar) geo-potansiyel yükseklik değerleri ile 1981-2010 dönemi 500hPa geo-potansiyel yükseklik normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 5). Geo-potansiyel yükseklik değerlerinin sapmaları incelendiğinde Rusya'dan Grönland'a kadar; Hazar Denizi, Danimarka, İngiltere'nin kuzeyinde 100m'ye varan negatif yükseklik farkları olduğu görülmektedir. Yaklaşık 50° enleminin üzerinde derin bir alçak basınç sistemi görülmektedir. Bu enlemin güneyinde ise Akdeniz Havzası merkezli olmak üzere 100m'ye varan pozitif yükseklik farkları olduğu görülmektedir. Diğer bir anlatımla Akdeniz Havzası merkezli bir yüksek basınç sistemi yer almaktadır.



Şekil 3. 1993 yılı ocak ayı ortalama sıcaklıklarının (1981-2010) sıcaklık normallerinden sapması



Şekil 4. 1993 yılı ocak ayı deniz seviyesi basıncının (1981-2010) deniz seviyesi basınç normallerinden sapması



Şekil 5. 1993 yılı ocak ayı 500 hPa basıncının (1981-2010) 500hPa basınç normallerinden sapması

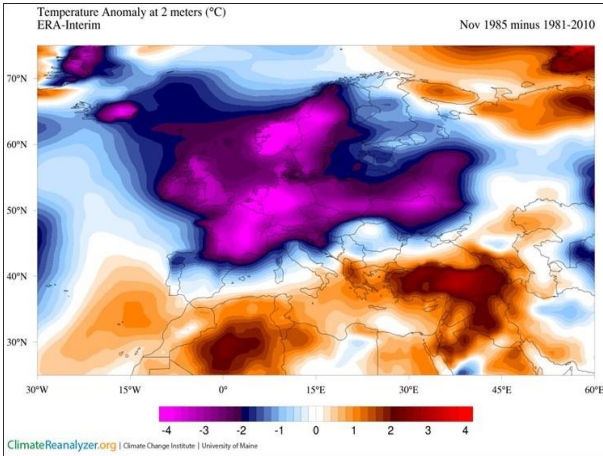
NAOi'nin negatif bir faz ($NAO_i = -2.85$) gösterdiği 1985 yılı kasım ayında OSCF'de pozitif (1.81) bir sapma göstermektedir. NAOi ve OSCF'nin uyumlu ilişkisine bir örnek olarak bu tarihteki atmosferik desenler incelenmiştir.

1985 yılı kasım ayı 2m sıcaklıklarının 1981-2010 dönemi sıcaklık normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 6). Sıcaklık sapmaları incelendiğinde Rusya'dan İzlanda'ya (İspanya ile İtalya'nın güneyi ve Balkanlar hariç olmak üzere) doğru, Akdeniz havzasının kuzeyinde Avrupa kıtası merkezli -4°C'ye varan negatif sıcaklık farkları olduğu görülmektedir. Diğer bir anlatımla anlatılan bölge normallerinden daha soğuk olmuştur. Cezayir ve Türkiye merkezli +2.5°C'ye varan pozitif sıcaklık farkları

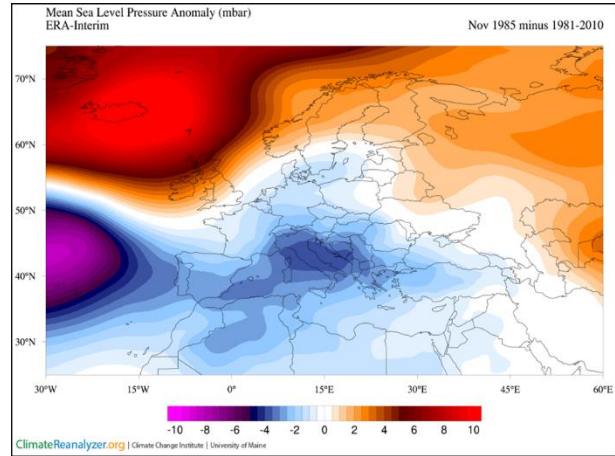
görülmektedir. Bu sıcaklıklar Afrika'nın batısı ile kuzeyi, Arabistan, Türkiye ve Akdeniz Havzası üzerinde konuşlanmıştır.

1985 yılı kasım ayı deniz seviyesi basınç değerleri ile 1981-2010 dönemi deniz seviyesi basınç normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 7). Basınç sapmaları incelendiğinde Hazar Deniz'inden, Rusya, Ukrayna, Norveç, İngiltere üzerinden İzlandaya kadar yüksek basınç kuşağı görülmektedir. Bu normallerden 2-3mb daha yüksekken İzlanda ve çevresinde normallerden 10mb kadar daha yüksek basınç merkezi gözlemlenmektedir. Batı ve kuzey Afrika'dan, Akdeniz Havzası üzerinden Türkiye'ye kadar alçak basınç alanı görülmektedir. Afrika'nın batısında Atlas Okyanusu üzerinde normalinden 8mb daha düşük bir merkez ile İtalya üzerinde normalinden 4mb daha düşük bir alçak basınç merkezi görülmektedir. Karadeniz'den Türkiye'nin kuzey doğusundan geçerek İran'a doğru Hazar Denizi merkezli alçak basınç alanı mevcuttur. İzlanda'nın üzerinde 10mb varan pozitif sapma bir yüksek basınç merkezi görülmektedir. Azor adaları çevresinde ise 1mb civarında negatif sapma ile alçak basınç bölgesi mevcuttur. Bu durum NAO'nun kuvvetli negatif değer göstermesine neden olmuştur.

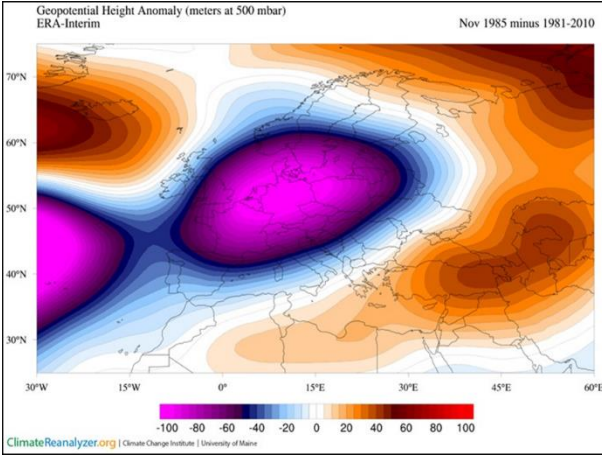
1985 yılı kasım ayı 500hPa (mbar) geo-potansiyel yükseklik değerleri ile 1981-2010 dönemi 500hPa geo-potansiyel yükseklik normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 8). Geo-potansiyel yükseklik değerlerinin sapmaları incelendiğinde İzlanda, Hazar Denizi ve Sibirya üzerinde 60m'ye varan pozitif yükseklik farklarının merkez oluşturduğu görülmektedir. Yüksek basınç alanı Sibirya'dan Karadeniz, Türkiye ve Doğu Akdeniz üzerinden kuzey Afrika'ya kadar uzanmaktadır. Atlas Okyanusu ve Avrupa üzerinde 80m'ye varan negatif yükseklik farkı olan iki alçak merkez görülmektedir. Alçak basınç alanı Avrupa üzerinden Avrupa kıtası sınırlarına kadar uzanmaktadır.



Şekil 6. 1985 yılı kasım ayı ortalama sıcaklıklarının (1981-2010) sıcaklık normallerinden sapması.



Şekil 7. 1985 yılı kasım ayı deniz seviyesi basıncının (1981-2010) deniz seviyesi basınç normallerinden sapması



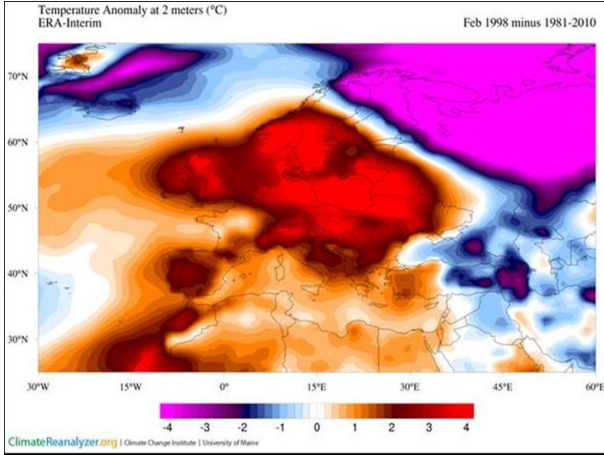
Şekil 8. 1985 yılı kasım ayı 500 hPa basıncının (1981-2010) 500hPa basınç normallerinden sapması

NAOi'nin pozitif bir faz ($NAOi= 2.44$) gösterdiği 1998 yılı şubat ayında OSCF'de pozitif (0.13) bir sapma göstermektedir. NAOi ve OSCF'nin uyumsuz ilişkisine bir örnek olarak bu tarihteki atmosferik desenler incelenmiştir.

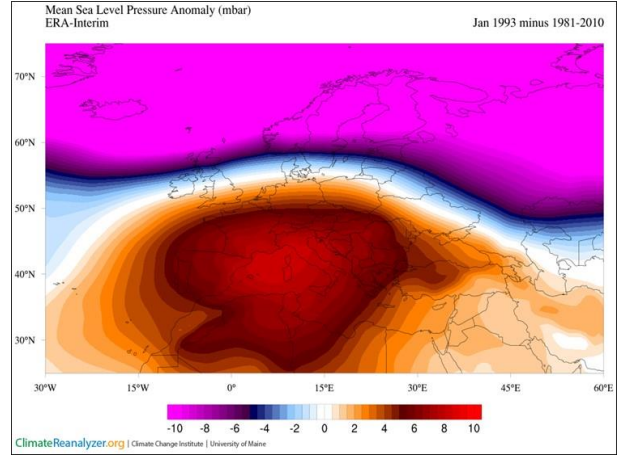
1998 yılı şubat ayı 2m sıcaklıklarının 1981-2010 dönemi sıcaklık normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 9). Sıcaklık sapmaları incelendiğinde genel olarak Karadeniz'den Atlantik Okyanusu'na kadar, Avrupa, Afrika'nın kuzeyi, Akdeniz Havzası ve Türkiye'nin batısında normalin üzerinde bir sıcak alan görülmektedir. Avrupa'nın orta, doğu ve kuzeyinde, İspanya ve Afrika'nın kuzeybatısında merkezlenen 3-4°C'ye varan pozitif sıcaklık farkları olduğu görülmektedir. Avrupa'nın büyük bölümü sıcak merkezin etkisindedir. Diğer bir anlatımla anlatılan bölge normallerinden daha sıcak olmuştur. Türkiye'nin doğusundan itibaren Basra körfezi, Hazar Denizi ile Rusya ve kuzeyinden İzlanda'ya kadar uzanan alanda soğuk bir alan görülmektedir. Yaklaşık 60° enleminin üzerinde -4°C'ye varan soğuk merkezler görülmektedir. Diğer bir anlatımla anlatılan bölge normallerinden daha soğuk olmuştur.

1998 yılı şubat ayı deniz seviyesi basınç değerleri ile 1981-2010 dönemi deniz seviyesi basınç normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 10). Basınç sapmaları incelendiğinde 60° enlemi kuzeyinde Rusya'nın kuzeyinden İzlanda'ya kadar alçak basınç alanı görülmektedir. Bu basınç alanı normallerinden 10mb kadar daha düşük alçak basınç merkezleri gözlemlenmektedir. Atlantik Okyanusu'ndan, Hazar Denizi'ne kadar Avrupa, Akdeniz Havzası Afrika'nın kuzeyi ve Basra Körfezi üzerinde yüksek basınç alanı görülmektedir. Avrupa'nın ve Akdeniz Havzası üzerinde normalinden 8mb daha yüksek değerler ile bir yüksek basınç merkezi görülmektedir. İzlanda'nın üzerinde 6mb varan negatif sapma ile alçak basınç alanı görülmektedir. Azor adaları çevresinde ise 2mb civarında negatif sapma ile alçak basınç bölgesi mevcuttur. Bu durum NAO'nun pozitif değer göstermesine neden olmuştur.

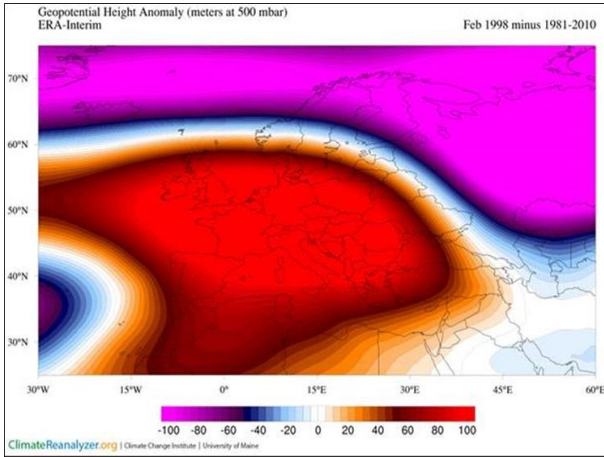
1998 yılı şubat ayı 500hPa (mbar) geo-potansiyel yükseklik değerleri ile 1981-2010 dönemi 500hPa geo-potansiyel yükseklik normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 11). Geo-potansiyel yükseklik değerlerinin sapmaları incelendiğinde 60° enlemi kuzeyinde Rusya'nın kuzeyinden İzlanda'ya kadar alçak basınç alanı görülmektedir. Bu basınç alanı normallerinden 100m kadar daha düşük alçak basınç merkezleri gözlemlenmektedir. Atlantik Okyanusu'ndan, Hazar Denizi'ne kadar Avrupa, Akdeniz Havzası Afrika'nın kuzeyi ve Basra Körfezi üzerinde yüksek basınç alanı görülmektedir. Avrupa'nın ve Akdeniz Havzası üzerinde normalinden 100m daha yüksek değerler ile bir yüksek basınç merkezi görülmektedir.



Şekil 9. 1998 yılı şubat ayı ortalama sıcaklıklarının (1981-2010) sıcaklık normallerinden sapması.



Şekil 10. 1993 yılı ocak ayı deniz seviyesi basıncının (1981-2010) deniz seviyesi basınç normallerinden sapması



Şekil 11. 1998 yılı şubat ayı 500 hPa basıncının (1981-2010) 500hPa basınç normallerinden sapması

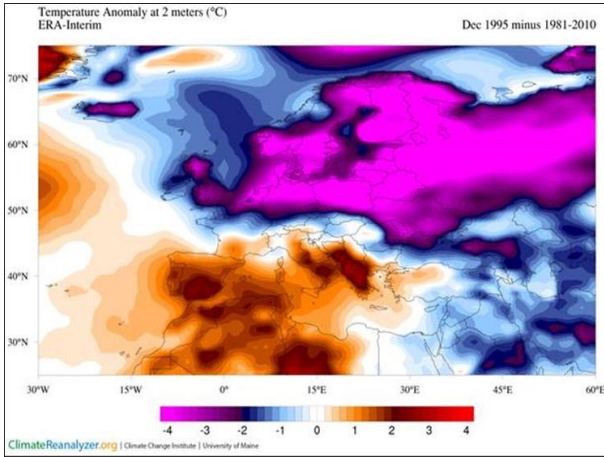
NAOi'nin negatif bir faz ($NAO_i = -3.33$) gösterdiği 1995 yılı aralık ayında OSCF'de negatif (-2.5) bir sapma göstermektedir. NAOi'nin OSCF ile uyumsuz ilişkisine bir örnek olarak bu tarihteki atmosferik desenler incelenmiştir.

1995 yılı aralık ayı 2m sıcaklıklarının 1981-2010 dönemi sıcaklık normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 12). Sıcaklık sapmaları incelendiğinde genel olarak Avrupa'nın güneyi, Afrika'nın kuzey ve kuzey batısı, Akdeniz Havzası, Türkiye'nin batısı, Atlantik Okyanusu'nda normalin üzerinde bir sıcak alan görülmektedir. Afrika'nın kuzey ile kuzey batısı, Balkanlar, İtalya ve İspanya'da merkezlenen 2-3°C'ye varan pozitif sıcaklık farkları olduğu görülmektedir. Diğer bir anlatımla anlatılan bölge normallerinden daha sıcak olmuştur. Türkiye'nin doğusundan itibaren Basra körfezi, Hazar Denizi, Avrupa'nın orta, batı ile kuzeyi, İzlanda, Karadeniz, Rusya'nın doğusuna kadar uzanan bölge ve kuzeyinde soğuk bir alan görülmektedir. Bu bölge üzerinde -4°C'ye varan soğuk merkezler görülmektedir. Diğer bir anlatımla anlatılan bölge normallerinden daha soğuk olmuştur.

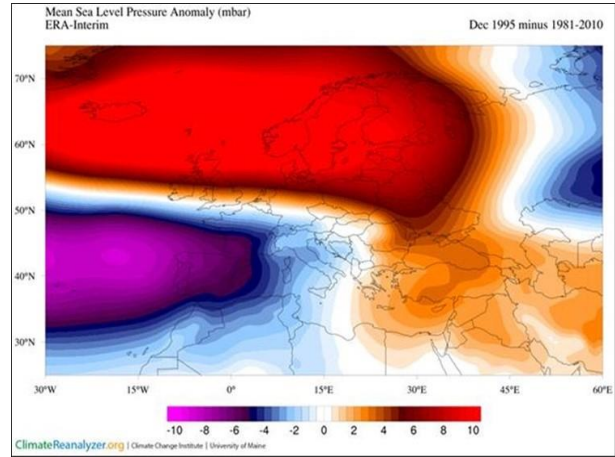
1995 yılı aralık deniz seviyesi basınç değerleri ile 1981-2010 dönemi deniz seviyesi basınç normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 13). Basınç sapmaları incelendiğinde Avrupa'nın kuzeybatı ile kuzeyinden İzlanda'ya kadar ve Karadeniz, Türkiye, Hazar Denizi, Basra Körfezi ile Mısır'a kadar yüksek basınç alanı görülmektedir. Bu basınç alanı içinde Karadeniz'den İzlanda'ya, İskandinavya ile

Kuzey Denizi merkezli normallerinden 10mb kadar daha yüksek bir yüksek basınç merkezi gözlemlenmektedir. Atlantik Okyanusu'ndan, Balkanlara kadar uzanan ve Hazar Denizi'nin kuzeyinde kadar uzanan alçak basınç alanı mevcuttur. Atlantik Okyanusu ve İspanya üzerinde normalinden 6mb daha düşük ve Hazar Denizi'nin kuzeydoğusunda 5mb varan düşük değerler ile alçak basınç merkezleri görülmektedir. İzlanda'nın üzerinde 10mb varan pozitif sapma ile yüksek basınç alanı görülmektedir. Azor adaları çevresinde ise 3mb civarında negatif sapma ile alçak basınç bölgesi mevcuttur. Bu durum NAO'nun negatif değer göstermesine neden olmuştur.

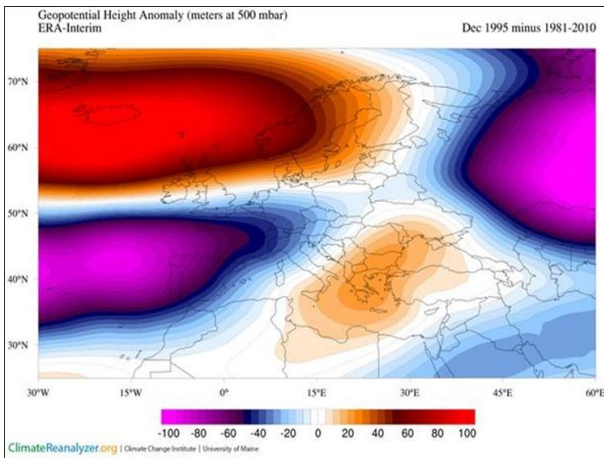
1995 yılı aralık ayı 500hPa (mbar) geo-potansiyel yükseklik değerleri ile 1981-2010 dönemi 500hPa geo-potansiyel yükseklik normallerinden sapmaları haritası oluşturulmuştur (Şekil 14). Geo-potansiyel yükseklik değerlerinin sapmaları incelendiğinde Avrupa'nın kuzeyinden İzlanda'ya kadar ve Balkanlar, Karadeniz ile Türkiye'nin batısı ile Mısır'a kadar uzanan yüksek basınç alanı görülmektedir. Bu basınç alanı içinde İzlanda, İskandinavya ile Kuzey Denizi merkezli normallerinden 100m kadar daha düşük yüksek basınç merkezi gözlemlenmektedir. Atlantik Okyanusu'ndan, Avrupa'nın ortasına kadar uzanan ve Basra Körfezi ile Hazar Denizi'nin kuzeyinde alçak basınç alanı mevcuttur. Atlantik Okyanusu ve İspanya üzerinde normalinden 80m daha düşük ve Hazar Denizi'nin kuzeydoğusunda 80m varan düşük değerler ile alçak basınç merkezleri görülmektedir.



Şekil 12. 1995 yılı aralık ayı ortalama sıcaklıklarının (1981-2010) sıcaklık normallerinden sapması.



Şekil 13. 1995 yılı aralık ayı deniz seviyesi basıncının (1981-2010) deniz seviyesi basınç normallerinden sapması



Şekil 14. 1995 yılı aralık ayı 500 hPa basıncının (1981-2010) 500hPa basınç normallerinden sapması

İklim indeksleri atmosferdeki durumu belirli bir alan için iki bölge arasındaki meteorolojik parametrelerin farkları ile özetleyen, iklimi anlamamıza yardımcı unsurlardır. Hesaplandıkları bölgelerin üzerinde gelişen sistemler için örneğin İzlanda'da alçak basınç, Azor Adalarında yüksek basınç oluşumu gibi, ideal sonuçlar verebilmektedir. Bununla birlikte hem iki bölge arasında gelişen sistemler hem de indeksin hesaplandığı bölgeden uzaklaştıkça arada gelişen diğer sistemler nedeniyle indekslerin etkisi ideal durumdan uzaklaşmaktadır.

NAOi ve Türkiye'nin sıcaklık ve yağışı ile ters ilişki içerisindeyken örnek çalışmalarda da görüldüğü üzere sistemlerin desenine bağlı olarak bu ilişkiyi her zaman yansıtmamaktadır. İndekslerin hesaplandığı bölge ile Türkiye arasında gelişen sistemlerin engelleme göstermeleri, bu ilişkiyi zayıflatmakta bazen de zıt ilişkiye dönüştürmektedir. Örneğin NAOi pozitif fazdayken Türkiye'nin sıcaklık ve yağışı farkları da pozitif, NAOi negatif fazdayken Türkiye'nin sıcaklık ve yağışı farkları da negatif değerler gösterebilmektedir. Bu durum ise ilişkinin korelasyonunu düşürmektedir. Bununla birlikte iklim çalışmalarında genel durumu anlamak için iklim indeksleri faydalı olmaktadır.

Türdeşlik kırılma tarihleri (TKT) iklimin kendi içindeki değişimleri göstermesi açısından faydalıdır. TKT'ler örnek çalışmaları yapabilmek için doğru zaman adımlarına bakmak için ipuçları veren bir yardımcı olmuştur. İklimsel değişimleri incelerken iklim desenlerindeki değişimleri ve bu değişimlerin iklim parametreleri ile iklim indekslerine yansımalarını anlamak için örnekleme yapmayı kolaylaştırmıştır.

4. Sonuç

TKT'ler ile iklim indeksleri ilişkileri incelendiğinde; genel olarak TKT'ler indekslerin faz değişimlerine (pozitiften negatife ya da negatiften pozitive geçiş dönemlerine) karşılık gelmektedir. TKT'lerin gerçekleştiği istasyon sayılarına bağlı olarak bu geçişler daha belirgin olarak görülmektedir. Ortalama sıcaklık farkları (OSCF) ile Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) indeksi incelenmiştir. Genel olarak NAO, ters ilişki göstermektedir. Diğer bir söyleyiş ile ortalama sıcaklık farkları pozitif iken NAO negatif, negatif iken NAO pozitif değerler göstermektedir.

Türkeş ve Erlat (2003) yılında yapmış oldukları çalışmada NAO indisi ile Türkiye yağışlarının yıllık farkları arasında ters bir ilişki olduğunu ve NAO indisinin pozitif evresi Türkiye'de yağışların azalmasına yol açarken, negatif evresinde yağışların arttığını önermişlerdir.

Tayanç vd. (2009) çalışmalarında kış mevsimi sıcaklıkları ve yağışında güvenilir seviyede olmasa da azalış eğilimi olduğunu; bu azalış eğilimlerinin NAO indisinin pozitif devresiyle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

NAOi genel olarak, pozitif (+) olduğu fazlarda ortalama sıcaklık farkları (OSCF) negatif (%58); negatif (-) olduğu fazlarda ise ortalama sıcaklık farkları (OSCF) pozitif (%66) sapmalar göstermektedir. Bu ilişki NAOi'nin negatif fazlarında pozitif fazına göre çok daha güçlüdür. NAOi'nin pozitif fazında OSCF'nin negatif sapma gösterme durumu en fazla temmuz ayında %75 ve en düşük eylül ayında %40 olarak görülmektedir. Ağustos, eylül ve aralık aylarında %50'nin altında, diğer aylarda ise üzerinde gerçekleşmiştir. NAOi'nin özellikle yaz mevsiminde Türkiye yağış ve sıcaklıkları arasındaki ilişkinin zayıf olduğu önermeleri göz önüne alınırsa mayıs, haziran ve temmuz aylarındaki yüksek yüzde değerleri dikkat çekicidir. NAOi'nin negatif fazında OSCF'nin pozitif sapma gösterme durumu en fazla mart ayında %90 ve en düşük nisan ayında %30 olarak görülmektedir. Nisan ayı dışında diğer aylarda ise %53 ve üzerinde gerçekleşmiştir. Özellikle ağustos, eylül, ekim, kasım, ocak ve mart aylarında %71 ve üzerinde gerçekleşmiştir.

NAOi ile OSCF'nin ilişkisiz görüldüğü tarihlerde NAOi'nin Türkiye'ye olan etkisinin atmosferik desenlerle engellendiği düşünülmektedir. 1977 yılı ocak, 1981 ve 1998 yılı şubat, 1988 nisan, 1971 ve 2000

haziran, 1975 temmuz, 1987 ve 1990 yıllarında eylül, 1973 kasım ve 1971 aralık aylarında NAOi OSCF'ler ile uyumlu değildir.

İklim indekslerinin etkisi, hesaplandıkları iki bölge arasında gelişen sistemler, hem de indeksin hesaplandığı bölgeden uzaklaştıkça arada gelişen diğer sistemler nedeniyle ideal durumdan uzaklaşmaktadır. Özellikle son zamanlarda çalışılmaya başlanan atmosferdeki engelleme (Blokaj) sistemlerinin NAO'nun fazları ile Türkiye sıcaklık ve yağış desenleri arasındaki ilişkinin zayıflamasına ve hatta ilişki göstermemesine neden olduğu düşünülmektedir.

Demirtaş 2017 (a) yılında yaptığı bir çalışmada; bloklama, bloğun altında anormal sıcak ve kuru havaya ve blok çevresinde fırtına aktivitesi ile yağışa neden olabileceğini belirtmiştir. Diğer bir çalışmada da 2017 (b); Atlantik ortasında atmosferik blokamanın yalnızca soğuk koşulların korunmasında değil, doğu Akdeniz'e yaklaşan hava koşullarının önlenmesinde de önemli bir rol oynadığını belirtmiştir.

Demircan vd. (2018) yaptıkları "Türkiye'de Sel Afetinin Aylık Eğilimleri" çalışmasında; Aylık ortalama sıcaklıkların zaman serisi eğilimlerinde özellikle yaz mevsiminde anlamlı artışlar; NAO'nun aylık değerlerinin zaman serisi eğilimlerinde; kasım – nisan arasında artışlar, mayıs-ekim arasında azalışlar bulmuşlardır. Sel afet sayılarının aylık değerlerinin zaman serisi eğilimlerinde; ocak, mayıs-ağustos arası ve kasım aylarında anlamlı, diğer aylarda da artış eğilimleri tespit edilmiştir. Aylık sel afeti sayılarında özellikle 2014 yılından sonra artışlar söz konusu olduğunu bulmuşlardır. NAO indisinin mayıs ile ekim arasında negatif olma eğilimi ilkbahar yağışlarının yaz mevsimine doğru kayma eğiliminde olduğunu, aynı dönemdeki ortalama sıcaklıklardaki artış eğilimi de dikkate alındığında bu dönemde oluşacak yağışların karasızlık (konvektif) karakterli şiddetli yağışlar olacağını ve sel afeti sayılarında güvenilir artış eğilimlerinin olmasının da bu tezi güçlendirdiğini önermişlerdir.

Türdeşlik kırılma tarihleri (TKT) iklimin kendi içindeki değişimleri göstermesi açısından faydalıdır. TKT'ler örnek çalışmaları yapabilmek için doğru zaman adımlarına bakmak için ipuçları veren bir yardımcı olmuştur. İklimsel değişimleri incelerken iklim desenlerindeki değişimleri ve bu değişimlerin iklim parametreleri ile iklim indekslerine yansımaları anlamak için örnekleme yapmayı kolaylaştırmıştır. İklim parametreleri ile iklim indeksleri arasındaki doğrusal ilişkilerin korelasyonu ne kadar düşük görülse de, iklim çalışmalarında genel durumu anlamak için iklim indeksleri faydalı olmaktadır.

Referanslar

- Akçakaya, A., Demircan, M., Sümer, M.U. ve Şensoy, S., (2013). İklim gözlemlerinin doğruluğu ile devamlılığını etkileyen faktörler ve türdeşlik testleri, Ankara.
- Baltacı, H., Akkoyunlu, B.O. ve Tayanç, M., (2017). Türkiye İklim Uç Değerlerine Uzakbağlantı Paternlerinin Etkisi, VII. Ulusal Hava Kirliliği Ve Kontrolü Sempozyumu, Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 1-3 Kasım, Antalya.
- Bozyurt, O., and Özdemir, M. A., (2013). The Relations between North Atlantic Oscillation and Minimum Temperature in Turkey, 3rd International Geography Symposium, GEOMED2013, 10-13 June, Antalya, Turkey, Pages 532-537
- Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Ekici, M. ve Arabacı, H., (2014). Ortalama Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırılmalarının İklim Göstergeleriyle İlişkisi, TUCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim 2014, Ankara.
- Demircan, M., Arabacı, H., Coşkun, M., Türkoğlu, N. ve Çiçek, İ., (2018). Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırılmalarının Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ile İlişkisi, Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği Bilimsel Kongresi (TUJBBK), ISBN 978-605-82558-8-3, 30 Mayıs – 2 Haziran, İzmir (b).

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

- Demirtaş, M., (2017). High Impact Heat Waves Over The Euro-Mediterranean Region And Turkey - In Concert with Atmospheric Blocking and Large Dynamical and Physical Anomalies, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A - Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik*, 18, 1, 4/2017, DOI: 10.18038/aubtda.300426 (b).
- Demirtaş, M., (2017). The Cold Spells of 2016/2017 Over Turkey – in Association with Atmospheric Blocking, 11/2017, 8th Atmospheric Sciences Symposium, İstanbul, Turkey.
- Erlat E., (2009). İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri, Ege Üniversitesi Yayınları, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 155, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Sayfa 21 – 37.
- Erlat, E. ve Türkeş, M., (2015). Türkiye Rekor Maksimum ve Minimum Hava Sıcaklıklarının Frekanslarında 1950-2014 Döneminde Gözlenen Değişmeler ve Atmosfer Koşullarıyla Bağlantıları, *Ege Coğrafya Dergisi*, 24/2, 29-55, İzmir.
- Erlat, E. and Türkeş, M., (2016). Dates of frost onset, frost end and the frost-free season in Turkey: trends, variability and links to the North Atlantic and Arctic Oscillation indices, 1950–2013, *Climate Research*, Vol. 69: 155–176, 2016, doi: 10.3354/cr01397.
- Tayanç, M., İm, U., Doğruel M. and Karaca, M., (2009). Climate change in Turkey for the last half century, *Climatic Change*, 94, 483–502.
- Tayanç, M., Eren, E.S., Aydın, Y., Baltacı, H., Göktürk, O. M., Erkan, K. ve Akkoyunlu, B.O., (2017). Türkiye’de Güncel İklim Değişikliği, VII. Ulusal Hava Kirliliği Ve Kontrolü Sempozyumu, Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 1-3 Kasım, Antalya.
- Türkeş, M. and Erlat, E., (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, (a).
- Türkeş, M., ve Erlat, E., (2003). Türkiye’de Kuzey Atlantik Salınımı ile Bağlantılı Yağış Değişiklikleri ve Değişebilirliği, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, , İstanbul (b).
- Turkes, M, and Erlat E. (2005). Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930–2001. *Theor Appl Climatol* 81: 45–69 (a).
- Türkeş, M, ve Erlat E., (2005). Türkiye’de Kuzey Atlantik Salınımı İle Bağlantılı Yağış Değişikliklerinin 500 hPa Seviyesindeki Dolaşımla Açıklanması, *Ulusal Coğrafya Kongresi (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına)*, 29–30 Eylül 2005, İstanbul Bildiri Kitabı, s. 363–372 (b).
- Türkeş, M. and Erlat, E. (2008). Influence of the Arctic Oscillation on variability of winter mean temperatures in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology* 92: 75-85.
- Unal, Y., Kindap, T., and Karaca, M., (2003). Redefining The Climate Zones Of Turkey Using Cluster Analysis, *International Journal Of Climatology*, Int. J. Climatol. 23: 1045–1055, DOI: 10.1002/joc.910.
- Unal, Y. S., Deniz, A., Toros, H., and Incecik, S., (2010). Temporal and spatial patterns of precipitation variability for annual, wet, and dry seasons in Turkey, *International Journal of Climatology*, Int. J. Climatol. Published online in Wiley Online Library, DOI: 10.1002/joc.2274.
- URL 1, ETCCDI (2018). The joint CCI/CLIVAR/JCOMM Expert Team (ET) on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI), <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>.
- URL 2, Climate Reanalyzer, (2018). Climate Reanalyzer is a platform for visualizing climate and weather datasets. The site is coded and maintained by Dr. Sean Birkel through support from the Climate Change Institute and School of Earth and Climate Sciences of the University of Maine, and partial support from the National Science Foundation. <http://cci-reanalyzer.org/>.